

کاربرد کارایی متقاطع تحلیل پوششی داده‌ها در گزینش سبد

سهام ۲۰ شرکت معتبر بورس

محمد رضا 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 داده شده است. در این تحقیق، میانگین نمرات کارایی متقاطع و تغییرات آن را بررسی کرده و دو آماره آن را در فرمول میانگین- واریانس گزینش سبد سهام گنجانیده‌ایم. این روش دو مزیت دارد: یکی گزینش سبد سهام‌هایی که از لحاظ 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 گرفته شده و تغییرات کارایی و علل آن مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین نشان داده شده 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.

پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۲۷

دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۴

۱- مقدمه

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA^۱) از بدو پیدایش توسط چارلز، کوپر و رودز در سال ۱۹۷۸، به‌طور گسترده‌ای در بسیاری از زمینه‌های کاربردی مانند آموزش، بانکداری، خدمات عمومی و غیره مورد استفاده قرار گرفته است (چارلز، کوپر و رودز، ۱۹۷۸). تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM^۲) یکی از زمینه‌های فعال است که DEA در آن پایه مفیدی برای راه‌حل‌های متنوع فراهم می‌کند (استوارت، ۱۹۹۶). اساساً، واحدهای تصمیم‌گیری (DMU^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. هنگامی که DEA به‌عنوان یک تکنیک MCDM مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌توان آن را مدل اندازه‌گیری عملکرد چند معیاره نامید. انتخاب پروژه، انتخاب کاربرد و طبقه‌بندی فهرست اموال

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

^۱Data Envelopment Analysis

^۲Multi Criteria Decision Making

^۳Decision Making Units



بر اساس هزینه‌یابی مبتنی بر فعالیت (ABC)^۱ برخی از برنامه‌های کاربرد عمومی است که در DEA به‌عنوان یک مدل اندازه‌گیری عملکرد چند معیاره مورد استفاده 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. در نتیجه، 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 (به‌طور معمول 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. باین‌حال، 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^۲ شناخته‌شده است (دویال و گرین، ۱۹۹۴). این نقص ممکن است باعث بروز مشکلات جدی شود، به‌ویژه هنگامی که DEA تحت چارچوب MCDM مورد استفاده قرار گیرد، زیرا در این صورت ممکن است از گزینش منطقی و قابل قبول وزن‌ها برای تجمیع معیارهای چندگانه جلوگیری کند. این مشکل، به‌نوبه خود، منجر به رتبه‌بندی غیرقابل قبول DMU ها می‌شود. روش‌های متعددی برای رسیدگی به این مشکل ارائه شده است. مدل مخروط نسبتی (چارلز 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، ۱۹۹۶)، گزینش تأمین‌کننده (براگلیا و پترونی، ۲۰۰۰) و طبقه‌بندی فهرست اموال به‌صورت ABC (پارک، با و لیم، ۲۰۱۱) و غیره رایج است. با وجود اینکه 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، ۱۹۹۴؛ 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 گزارش شده است که این کاربرد ساده از کارایی متقاطع در سبد سهام، مزایای قابل توجهی نسبت به روش‌های مبتنی بر DEA استاندارد دارد؛ اما متوجه وجود دو مشکل شدید که به‌خوبی مطالعه نشده است و در نتیجه ارزش بررسی دقیق را دارد. اولی "فقدان تنوع در سبد سهام" و دومی پدیده "دسته‌بندی هم‌زمان"^۳

^۱Activity-Based Costing

^۲Mavericks

^۳Ganging-together



(توفاليس، ۱۹۹۶) کارایی متقاطع است. باید متذکر شویم که به‌طور کلی 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) از گزینش سبد سهام بر اساس ارزیابی کارایی متقاطع DEA به این مسائل پرداخته شده است. ایده اصلی این است که نمرات کارایی ساده DMU ها و واریانس کارایی‌های متقاطعشان برای نشان دادن بازده DMU ها و مشخصه ریسک مورد استفاده قرار گیرد. سپس، فرمول میانگین-واریانس مارکوویتز برای تشخیص گنجاندن DMU ها در سبد سهام مورد نظر مورد استفاده 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 پیشنهاد شده 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. با وجود اینکه این دو مقاله به تنوع کارایی (متقاطع) DMU ها توجه می‌کند، آن را تحت چارچوب انتخاب سبد سهام در نظر نمی‌گیرند. در نتیجه، 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^۲ 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 در نتیجه شاخص کارایی را برای یک DMU به‌عنوان یک اندازه تصادفی مورد بررسی قرار دادند. 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 است 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 تجزیه و تحلیل 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 مهر و موم‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۰ می‌باشد، نشان داده شده 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

^۱Mean-Variance

^۲Bootstrap

پس اندازه‌های 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 ۱۳۴۶ برمی‌گردد ولی آغاز فعالیت اصلی آن از سال ۱۳۶۸ 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 اختلال 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 مورد توجه 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 (۱۹۸۴) با تغییر مدل CCR، مدل جدیدی عرضه کردند که مدل BCC نام گرفت و به ارزیابی کارایی نسبی واحدهایی با بازده به مقیاس متغیر^۱ 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^۲ به صورت زیر می‌باشند (مهرگان، ۱۳۸۷).

$$\begin{array}{l}
 \text{BCC} \\
 \text{Max } Z_o = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} + w}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \\
 \text{s.t. } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + w}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \\
 u_r, v_i \geq 0, w \text{ free}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{l}
 \text{CCR} \\
 \text{Max } Z_o = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \\
 \text{s.t. } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \\
 u_r, v_i \geq 0
 \end{array}$$

DEA روشی برای اندازه‌گیری کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری متجانس^۳ است و این واحدها می‌توانند به شکل بانک، بیمارستان و... باشند. واحدهای تصمیم‌گیری در بسیاری از حالت‌ها می‌توانند ساختار دو مرحله‌ای یا چند مرحله‌ای داشته باشند تا تأثیر مراحل میانی در سهم کارایی کل را نشان دهند. در این گونه موارد، مدل‌های چند مرحله‌ای 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.

^۱Variable Return to Scale

^۲Input Oriented

^۳Homogenous

روش کارایی متقاطع در سال ۱۹۸۶ توسط سکستون ارائه شده است. در این روش، عملکرد یک واحد تصمیم‌گیری با توجه به وزن‌های بهینه سایر واحدها مقایسه می‌شود (واعظی و معمارپور، ۱۳۹۶). فرض می‌کنیم که n تا DMU با m ورودی و s خروجی وجود دارد. DMU_k ($k=1,2,\dots,n$) 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) در ماهیت ورودی و فرم مضربی به شرح زیر ارائه می‌شود:

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

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 گرفته شده توسط DMU_k) با هم به دست می‌آید. به‌طور خاص، کارایی متقاطع DMU_1 از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r^* y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i^* x_{ij}} = e_{kl} \quad (2)$$

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 به صورت $E = (e_{pq})$, $p, q = 1, \dots, n$ به دست می‌آید که ستون $1, e_1$ ، بردار کارایی متقاطع DMU_1 است. نمره کارایی متقاطع از DMU_1 نیز به‌وسیله میانگین e_1 حاصل شده است که با \bar{e}_1 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 داده شده، تنها مقدار بهین مدل (۱) مورد استفاده 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 انتخاب شده توسط همتایانش در نظر گرفته شود، زیرا آن DMU تنها با استفاده از وزن‌های خودش ارزیابی شده است. هرچند این مکانیسم تحت چارچوب ارزیابی کارایی معتبر است، اما هنگامی که از DEA برای گزینش سبد سهام تحت چارچوب MCDM استفاده می‌کنیم، یعنی جایی که وزن‌ها در اندازه‌گیری عملکرد به صورت خارجی تعیین می‌شوند، مناسب نیست؛ چراکه ممکن است در طول زمان ثابت باقی نماند و می‌تواند به‌طور قابل توجهی 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

نیازمند توجه بیشتری است. این نظر به نوبه خود، گنجانیدن 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، هنگامی که 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 در حال توسعه محسوب می‌شود (ادریسینگ و ژنگ، ۲۰۰۷). در سال ۱۹۵۰ هری مارکوویتز مدل اساسی پرتفولیو را ارائه کرد که مبنایی برای تئوری مدرن پرتفولیو قرار گرفت. قبل از مارکوویتز سرمایه‌گذاران با مفهوم ریسک و بازده آشنا بودند ولی نمی‌توانستند آن را اندازه‌گیری کنند، بدین جهت تنها معیار برای سرمایه‌گذاری بازده بود. سرمایه‌گذاران از قبل می‌دانستند که ایجاد تنوع مناسب است. باین حال مارکوویتز اولین کسی بود که به صورت 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 به صورت زیر محاسبه نمود:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n W_i E(R_i) \quad (3)$$

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

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 و 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 به گونه‌ای 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، به طوری‌که به تمامی پرتفولیوهای داخلی منحنی اولویت دارد. وی پیشنهاد نمود که سرمایه‌گذاران در پرتفولیوهای 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 مارکوویتز، مدل تک شاخصی زیر را که بازده هر اوراق بهادار را به بازده شاخص سهام عادی مرتبط می‌سازد ارائه کرد:



$$\text{Min } Z = (1 - \lambda)E_p - \lambda b_p$$

$$\begin{aligned} \text{s. t.} \quad & \sum_{i=1}^n X_i = 1, \\ & E_p = \sum_{i=1}^n X_i E_i, \\ & b_p = \sum_{i=1}^n X_i b_i, \\ & b_i = \frac{\text{Cov}(R_i R_m)}{\text{Var}(R_m)}, \quad 0 \leq \lambda \leq 1 \end{aligned} \quad (4)$$

که در این مدل، E_p بازده موردنیاز پرتفولیو، X_i بخشی 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 ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاری نامیده می‌شود. به دلیل مشکلات مدل مارکوویتز از جمله محاسبه پیچیده کواریانس، چندبعدی بر اساس تئوری بازار سرمایه، مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه (CAPM)^۱ 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 است و به نرخ پاداش اضافه می‌شود 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)^۲ و خط بازار اوراق بهادار (SML)^۳ 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 داده شده 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، ۲۰۱۴). برای پرداختن به این موضوع، یک چارچوب MV از گزینش سبد سهام بر اساس ارزیابی کارایی متقاطع به شرح زیر توسعه داده شده است. برای یک DMU_1 ، مشخصه‌های بازده و ریسک به ترتیب به‌عنوان نمره کارایی متقاطع $\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n e_{kl}$ و $\bar{e}_1 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (e_{kl} - \bar{e}_1)^2$ 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

^۱Capital Asset Pricing Model - CAPM

^۲Capital Market Line- CML

^۳Securities Market Line-SML

ریسک $V_{\Omega} = w^T \Sigma w$ و $E_{\Omega} = w^T \bar{e}$ تعریف شده‌اند، Σ 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:

$$\begin{aligned} & \text{Min } V_{\Omega} \\ & \text{s. t. } E_{\Omega} \geq (1 - \gamma) E_{\Omega}^b \\ & e^T w = 1 \\ & w \geq 0, \end{aligned} \quad (5)$$

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

$$V_{\Omega} = w^T \Sigma w = \sum_{k=1}^n w_k^2 \sigma_k^2 + \sum_{k=1}^n \sum_{l=1, l \neq k}^n w_k w_l \sigma_{kl} \quad (6)$$

که مجموع وزنی واریانس کارایی‌های متقاطع تک تک DMU ها، $(\sum_{k=1}^n w_k^2 \sigma_k^2)$ و کواریانس کارایی متقاطع هر جفت از DMU ها، $(\sum_{k=1}^n \sum_{l=1, l \neq k}^n w_k w_l \sigma_{kl})$ 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، در مجموع، رویکرد ما بر اساس مدل (۳) در مجموع می‌تواند هر دو بخش را کاهش دهد. از آنجاکه ورودی‌ها و خروجی‌های منتخب در این پژوهش می‌توانند ارزش منفی داشته باشند، 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 روییز، ۲۰۰۷). در میان مدل‌های جمعی مختلف DEA، از مدل جمعی VRS به دلیل داشتن چند ویژگی مطلوب نسبت به سایرین از جمله جامعیت، پایداری نسبت به انتقال و تغییر واحد بهره می‌گیریم (کوپر و همکاران، ۱۹۹۹). مدل جمعی با تابع اندازه RAM^۲ به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} & \text{Min } \frac{1}{m+s} (R^- s^- + R^+ s^+) \\ & \text{s. t. } X\lambda + s^- = x_k \end{aligned} \quad (7)$$

$$e^T \lambda = 1, \lambda, s^-, s^+ \geq 0 \quad Y\lambda - s^+ = y_k,$$

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

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

^۱Variable Return to Scale

^۲Range Adjusted Measure

$$\begin{aligned} \text{Max } e_k^d &= py_k - qx_k + \xi \\ \text{s.t. } pY - qX + \xi e &\leq 0 \end{aligned} \quad (۸)$$

$$p \geq \frac{1}{m+s} R^+, \quad q \geq \frac{1}{m+s} R^-.$$

ما از تفسیر اقتصادی مدل (۷) به این شرح استفاده می کنیم. بردارهای وزنی خروجی و ورودی به ترتیب، p و q ، قیمت خروجی ها و قیمت ورودی ها را نشان می دهند (بنکر و میندیراتا، ۱۹۸۸؛ شیل، ۲۰۰۱). py_k و qx_k را به ترتیب به عنوان درآمد و هزینه DMU_k قرار می دهیم. در نتیجه e_k^d به عنوان سود تنظیم شده ی k نامیده می شود که وقتی بردار قیمت-هزینه (p, q) مورد استفاده قرار می گیرد، DMU_k ام آن را به دست می آورد. مقادیر تنظیم شده ی k برای آن مورد استفاده قرار می گیرد تا بالاترین سود را در میان DMU ها و ادار نماید که با انتخاب بهینه بردار قیمت-هزینه ی DMU تحت ارزیابی برابر با صفر باشد. به این معنی که $\max_j p^* y_j - q^* x_j + \xi^* e = 0$ که نشان دهنده ی یک جواب بهینه در مدل برای DMU تحت ارزیابی است. DMU_k کارا است اگر و تنها اگر یک بردار هزینه-قیمت مثبت (p, q) به طوری که برای DMU_k بوده و سود تنظیم شده ی بهینه ی ξ_k^* برای DMU_k برابر با $p_k^* y_k - q_k^* x_k + \xi_k^*$ باشد که با e_{kk}^* نشان داده شده است. بعلاوه، سود تنظیم شده ی بهینه ی ξ_k^* از DMU_1 با استفاده از بردار قیمت-هزینه ای که DMU_k از مدل (۸) انتخاب کرده است برابر با $p_k^* y_1 - q_k^* x_1 + \xi_k^*$ می باشد که با e_{k1}^* نشان داده می شود.

توجه کنید که e_{kk}^* و e_{k1}^* 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 می شود:

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

که e_{ik}^* یک سود تنظیم شده ی ξ_i^* برای DMU_k است که به عنوان یک بردار هزینه-قیمت استفاده می شود که DMU_1 در مدل (۸) انتخاب نموده است. دو خاصیت آماری از P_k را می توان محاسبه کرد:

$$\bar{P}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_{ik}^* \quad \text{میانگین}$$

$$\sigma_k^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (e_{ik}^* - \bar{P}_k)^2 \quad \text{واریانس}$$

برای یک سبد سهام Ω با DMU هایی که توسط بردار وزن w وزن دار شده اند، ویژگی های بازده و ریسک از سبد سهام به صورت $V_\Omega = w^T \Sigma w$ و $E_\Omega = w^T \bar{P}$ تعریف می شود که Σ ماتریس کواریانس است که مؤلفه (k, l) ام آن، کواریانس بین P_l و P_k را می سنجد. سبد سهام بهینه Ω^* با وزن های بهینه w^* می توانند با حل مدل (۵) تعیین شوند. قابل ذکر است که قید نرمال ساز $e^T w = 1$ و $w \geq 0$ می تواند با محدودیت $e^T w = S$ و $w_i \in \{0, 1\}$ جایگزین شود که در آن، S اندازه سبد سهام می باشد که در مطالعه موردی به کار گرفته شده است.

۴- مطالعه موردی ۲۰ شرکت معتبر در بورس ایران

در این پژوهش یک استراتژی خرید و نگهداری در نظر گرفته شده است که در آن، سبد سهام بهینه سال جاری با حل مدل و با استفاده از اندازه های مالی سال قبل انتخاب گردیده است. در نهایت این پرتفولیو در طول یک افق سرمایه گذاری





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
ورودی ۱	بهره‌برداری دارایی
ورودی ۲	بهره‌برداری دارایی
ورودی ۳	بهره‌برداری دارایی
ورودی ۴	نقدینگی
ورودی ۵	نقدینگی
ورودی ۶	نقدینگی
ورودی ۷	اهرم افزایش سرمایه
ورودی ۸	اهرم افزایش سرمایه
ورودی ۹	اهرم افزایش سرمایه
خروجی ۱	سودآوری
خروجی ۲	سودآوری
خروجی ۳	رشد

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

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 دریافتی: این نسبت نشان می‌دهد که حساب‌های دریافتی تجاری معادل چند روز فروش روزانه شرکت‌ها می‌باشد. بالا بودن چنین نسبتی نشانگر آن است که شرکت کالاهای خود را با شرایط نسبی قابل ملاحظه‌ای 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 در صورتی که معادل یک یا بیشتر باشد، نمایشگر آن است که شرکت هیچ‌گونه مشکلی از این بابت ندارد.
- نسبت آبی: 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 در صورتی که 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 رابطه بین سهام و بدهی را توصیف می‌کند که برای تأمین مالی دارایی‌های شرکت استفاده شده 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 اندازه‌ی کارایی هر یک شرکت‌ها مشخص شود. سپس از مدل (۸) بردارهای وزنی خروجی و ورودی به دست می‌آید. پس از آن، ماتریس کارایی متقاطع ساخته می‌شود که از واریانس ماتریس کارایی متقاطع مشخصه ریسک به دست می‌آید. نحوه محاسبه ماتریس کواریانس که برای محاسبه 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 (Σ) 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 در نهایت 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 ۹/۴ 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 منتشر شده 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.

جدول ۳- ریسک و بازده سالیانه.

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

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

از نظر اقتصاددانان، عملکرد اقتصاد ایران در سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که علاوه بر تحقق شاخص‌های کلان و معمولی اقتصاد ایران مانند رشد اقتصادی چند درصدی، رشد صنعت ۱۰ درصدی، تورم ۲۳ درصدی و نرخ بیکاری ۱۱ تا ۱۴ 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 از نظر اقتصادی سال پرمخاطره‌ای بوده که شاهد تحولات زیادی بوده است از جمله افزایش رشد قیمت نفت و دلار و در نتیجه 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 قرار دادند و دولت در چارچوب برنامه پنجم و بودجه سال ۱۳۹۰ موضوع هدفمندی یارانه‌ها را که از دی‌ماه سال ۱۳۸۹ آغاز شده بود پیش برد و سایر محورهای طرح تحول نیز مورد توجه 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 ۴ ارائه شده است. جدول ۴ 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 ۶، 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، ۶، ۱۳، ۱۶ 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 ۱۳۸۴، شرکت‌های ۶، 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 ایران خودرو، شرکت تهران شیمی، شرکت داروسازی ابوریحان، شرکت زامیاد و شرکت صنایع خاک چینی ایران کاندید سبد سهام بوده‌اند. در سال ۱۳۸۶، شرکت‌های ۶، ۱۲، ۱۴، 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 ۶، 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، ۶، ۱۲، ۱۶ 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، ۶، ۱۴، ۱۶ 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 هر سال از بین ۲۰ شرکت، پنج شرکت با بالاترین کارایی متقاطع انتخاب شده است که بیشتر از دیگر شرکت‌ها صلاحیت انتخاب در سبد سهام را دارند و در جدول ۴ با رنگ دیگر نشان داده شده‌اند.

جدول ۴- اندازه کارایی متقاطع ۲۰ شرکت مورد بررسی.

سال/شرکت	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰
شرکت ۱	۰/۶۷۲۳	۰/۷۳۴۴	۰/۶۳۹۳	۰/۹۴۴۶	۰/۳۴۰۹	۰/۰۸۶۷	۰/۵۱۴۱	منفی	منفی
شرکت ۲	۰/۸۴۶۲	۰/۶۰۲۳	۰/۴۳۶۹	۰/۲۹۶۶	۰/۵۱۵۴	منفی	۱	۰/۷۴۹۰	۰/۸۵۷۹
شرکت ۳	۰/۷۹۱۱	۰/۵۷۹۷	۰/۷۶۷۵	۰/۵۴۶۳	۰/۶۷۱۴	منفی	منفی	۰/۵۱۱۳	منفی
شرکت ۴	۳۱۳۰	۰/۴۳۳۱	۰/۶۲۴۵	۰/۳۹۰۱	۰/۴۵۱۷	منفی	منفی	۰/۰۲۷۳	منفی
شرکت ۵	۰/۴۲۳۸	۰/۹۸۵۹	۰/۳۷۵۴	۰/۶۴۲۳	۰/۵۴۹۴	منفی	منفی	منفی	منفی
شرکت ۶	۰/۹۰۵۷	۰/۹۳۴۹	۰/۹۷۴۷	۰/۷۹۱۵	۰/۹۹۴۱	۰/۹۶۷۶	۰/۷۴۲۶	۰/۸۴۰۴	منفی
شرکت ۷	۰/۴۸۶۱	۰/۳۰۷۲	۰/۹۱۱۵	۰/۴۵۶۲	منفی	منفی	منفی	۰/۶۷۰۸	منفی
شرکت ۸	۰/۷۴۱۵	۰/۵۶۹۴	۰/۹۴۲۵	۰/۷۴۰۴	۰/۷۷۱۲	۰/۰۳۷۳	۰/۱۴۶۰	۰/۲۰۳۰	منفی
شرکت ۹	۰/۹۳۳۶	۰/۷۵۶۱	۰/۸۶۷۳	۰/۵۹۰۷	۰/۸۴۶۰	۰/۸۴۲۱	۰/۴۸۴۱	۰/۵۴۹۱	۰/۸۹۲۳
شرکت ۱۰	۰/۸۳۴۰	۰/۸۷۹۸	۰/۸۵۴۷	۰/۹۰۷۹	۰/۵۶۱۵	۰/۴۴۵۴	۰/۵۷۳۰	۰/۶۰۳۴	۰/۷۸۱۰
شرکت ۱۱	۰/۶۱۰۲	۰/۳۱۹۹	۰/۰۸۰۰	منفی	منفی	منفی	منفی	منفی	منفی
شرکت ۱۲	۰/۹۷۲۳	۰/۸۰۲۳	۰/۸۹۸۲	۰/۸۶۷۲	۰/۹۱۸۱	۰/۸۹۶۸	۰/۷۳۰۳	۰/۷۴۴۸	۰/۶۶۳۱
شرکت ۱۳	۰/۸۹۸۱	۰/۹۴۸۹	۰/۸۹۵۹	۰/۸۶۸۴	۰/۷۳۲۲	۰/۷۵۸۹	۰/۴۸۸۳	۰/۶۴۵۹	۰/۴۹۳۶
شرکت ۱۴	۰/۷۷۷۵	۰/۸۴۴۸	۰/۸۷۳۴	۰/۶۶۹۷	۰/۸۶۰۶	۰/۶۷۴۸	۰/۳۴۱۶	۰/۹۶۷۶	منفی
شرکت ۱۵	۰/۷۶۷۲	۰/۶۲۵۱	۰/۹۶۳۶	۰/۵۴۶۱	۰/۷۱۲۰	۰/۲۲۰۴	۰/۴۳۲۶	۰/۴۰۸۹	منفی
شرکت ۱۶	۰/۴۴۸۶	۰/۹۹۵۸	۰/۸۰۸۳	منفی	منفی	منفی	۰/۸۶۴۶	۰/۸۸۷۱	منفی
شرکت ۱۷	۰/۹۳۹۵	۰/۸۸۸۵	۰/۹۵۲۹	۰/۸۷۳۰	۰/۸۹۸۱	۰/۵۳۹۶	۰/۳۴۳۷	۰/۵۶۶۷	منفی
شرکت ۱۸	۰/۹۱۹۵	۰/۸۳۳۵	۰/۸۰۶۲	۰/۲۴۲۷	۰/۹۲۸۵	۰/۸۴۴۸	۰/۶۹۸۲	۰/۸۲۰۲	۰/۷۷۷۰
شرکت ۱۹	۰/۷۷۸۴	۰/۷۱۵۵	۰/۷۹۰۱	۰/۶۸۷۶	۰/۶۷۵۵	۰/۴۲۱۸	۰/۶۰۲۵	۰/۳۸۳۴	۰/۴۹۱۰
شرکت ۲۰	۰/۷۹۹۸	۰/۸۳۹۴	۰/۷۹۱۱	۰/۴۹۵۵	۰/۷۷۰۹	۰/۵۹۷۹	۰/۶۳۹۵	۰/۵۰۲۲	منفی

همان‌طور که ملاحظه می‌شود تا سال ۱۳۸۴ که اقتصاد دچار بیماری و رکود نشده است، هیچ شرکتی کارایی منفی ندارد و اغلب کارایی‌ها در سطح قابل قبولی است، ولی از سال ۱۳۸۴ به بعد کارایی منفی نیز به جدول اضافه شده است تا سال ۱۳۹۰ که بدترین سال از نظر اقتصادی هم در تحلیل قسمت قبل و هم از نظر 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 ۶ 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 کارایی اش منفی می‌شود. همچنین شرکت‌هایی که افت وخیز



شدیدی در کارایی دارند نیز کاندید مناسبی برای سبد سهام نمی‌توانند باشند، مثلاً شرکت ۲ که در سال ۱۳۸۷ کارایی منفی داشته است به یک‌باره 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 کارایی اش 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 از جمله تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته 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 به منظور سرمایه‌گذاری، باید این عوامل را با هم مقایسه کرده و آن سهامی را که از لحاظ 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 از جمله رویکرد هری مارکوویتز، 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-واریانس MV ساخته شد. نتایج مقایسه‌ای ارائه‌شده نشان‌دهنده 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 از لحاظ عملکردش روی فاکتورهای ورودی و خروجی چندگانه به‌خوبی تنوع داشته باشد و در نتیجه 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 منحصر به فرد را نتیجه می‌دهد که برای تصمیم‌گیری سهام‌داران در کنار بررسی عوامل دیگر مؤثر بر سبد سهام می‌تواند ابزاری نویدبخش، مفید و قابل‌اعتماد باشد.

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 مورد استفاده دارد؛ بنابراین ارائه استنتاج آماری یا فواصل اطمینان برای تخمین‌های کارایی DEA می‌تواند برای اطمینان بخشی و پذیرش این تکنیک بسیار مفید باشد. تا به حال 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 انجام شده است، اما هنوز هم مدل قابل اطمینانی 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. با این حال، در موقعیت‌های واقعی همچون بورس و بانک‌ها، اطلاعات داده‌ای می‌تواند مثبت یا منفی باشد و در نتیجه 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 تعیین شده 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 نه تنها 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 خرید و فروش و غیره به‌صورت کامل و تخصصی ویژه بورس ایران انجام شود تا بهترین انتخاب برای بیشترین سود باشد.

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*, ۲۲(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., & Mairdiratta, 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.

