

## ارائه روشی بر مبنای تلفیق مدل تحلیل پوششی داده‌ها و تصمیم‌گیری چند معیاره به منظور ارزیابی کارآیی و رتبه‌بندی سازمان‌ها: مطالعه موردی شرکت‌های صنایع فلزی پذیرفته‌شده در سازمان بورس اوراق بهادار تهران

صبا سلیمی، عباس شیخ ابومسعودی، سید امیرحسین میرقادری

دانشگاه صنعتی اصفهان، [sabasalimi.1173@yahoo.com](mailto:sabasalimi.1173@yahoo.com)

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد، [a\\_sh\\_edu@yahoo.com](mailto:a_sh_edu@yahoo.com)

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد [am\\_mail@yahoo.com](mailto:am_mail@yahoo.com)

### چکیده

یکی از مواردی که اندازه‌گیری آن برای سازمان‌ها از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار می‌باشد سنجش میزان کارایی سازمان است زیرا از طریق آن می‌توانند با شناخت وضعیت خود نسبت به فرآیندهای آینده تصمیم‌گیری نمایند و به ایجاد مزیت نسبی برای خود بپردازند؛ در واقع می‌توان بیان کرد که یکی از عوامل موفقیت کشورهای پیشرفته، توجه به کارآمدی واحدهای اقتصادی می‌باشد. یکی از روش‌هایی که جهت ارزیابی کارایی برای واحدهای با چند ورودی و چند خروجی مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. هدف این تحقیق ارزیابی کارایی صنایع فلزی در سال‌های ۹۳ تا ۹۵ با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها و رتبه‌بندی این شرکت‌ها با استفاده از این مدل و مقایسه نتایج حاصل از آن با مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است. به منظور دستیابی به هدف پیش‌رو، با بررسی‌های جامع کتابخانه‌ای و ارزیابی نتایج مطالعه‌های گذشته، ورودی‌ها و خروجی‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها شناسایی شدند. سپس شرکت‌های کارا و ناکارا با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها شناسایی و رتبه‌بندی آن‌ها تعیین شد. در ادامه با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، شرکت‌ها رتبه‌بندی شدند و در پایان به منظور ارائه رتبه واحد از روش کپلند استفاده شد.

کلمات کلیدی: ارزیابی عملکرد، کارآیی، تحلیل پوششی داده‌ها، تصمیم‌گیری چند معیاره، رتبه‌بندی

### ۱- مقدمه

ارزیابی صحیح شرکت‌ها در صنایع می‌تواند آینه تمام‌نمایی از وضعیت شرکت‌های مختلف نسبت به رقبای خود باشد و نقاط قوت و ضعف درونی و نیز نقاط فرصت و تهدید بیرونی شرکت‌ها را مشخص نماید. ارزیابی شرکت‌ها نقش بسیار مهمی را در صنعت ایفا می‌کند. معرفی شرکت‌های برتر صنعت، موقعیت آن‌ها را در یک محیط رقابتی بر اساس شاخص‌ها یا متغیرهای

مختلف مشخص می‌کند. این امر سبب می‌شود تا از یک طرف شرکت‌های ضعیف، فاصله خود را با برترین‌ها تشخیص داده و استراتژی مناسب برای رسیدن به آن‌ها را تدوین کنند و از طرف دیگر، شرکت‌های برتر با ادامه برنامه‌ها و استراتژی‌های مناسب برتری خود را مستحکم‌تر کنند. مجموع این موارد منجر به افزایش رقابت در بازار شده و در نهایت منجر به توسعه جامعه می‌شود (یحیی زاده، ۹۵).

با توجه به تشدید رقابت در صنایع، امروزه در تمام سازمان‌های فعال در صنعت بحث کارایی و بهره‌وری به صورت یک الزام مطرح شده است و شرکت‌های فعال در صنعت باید همواره به پایش عملکرد خود بپردازند (جعفر زاده و همکاران، ۱۳۸۳). در نوشته‌های اقتصادی، کارایی به عنوان معیاری کلی از عملکرد شناخته شده و به صورت نسبت ستانده به نهاده تعریف می‌شود (مهرگان، ۱۳۹۲). روش‌های متعددی برای ارزیابی و سنجش کارایی سازمان‌ها در طول سالیان متمادی مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از این روش‌ها که به وفور از آن استفاده شده و سهم بالایی در تحقیق‌های مختلف حوزه‌های علمی مرتبط با سنجش و کارایی دارد، روش تحلیل پوششی داده‌هاست (دانیالی زاده و کتابی، ۱۳۹۲).

دلایل انتخاب تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان الگویی مناسب در اندازه‌گیری کارایی واحدها را می‌توان در توانایی منحصر به فرد این الگو در ارزیابی واقع بینانه، ارزیابی هم‌زمان مجموعه عوامل، عدم نیاز به وزن‌های از قبل تعیین شده، جبرانی بودن، ارزیابی با گرایش مرزی و تصویر کردن بهترین وضعیت عملکردی به جای وضعیت مطلوب عنوان کرد (فلاح، ۱۳۸۹). تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) مجموعه واحدهای تصمیم‌گیرنده را بر اساس مقدار کارایی آن‌ها به دو گروه کارا و ناکارا تقسیم می‌کند. یکی از مسائل مورد علاقه محققان در زمینه DEA، رتبه‌بندی واحدهایی است که در گروه کارا قرار می‌گیرند و در این زمینه، تا به حال روش‌های متعددی ارائه شده است. یکی از این روش‌ها که به مدل A&P<sup>۱</sup> معروف است، در سال ۱۹۹۳ توسط اندرسون و پترسون پیشنهاد شد. با این روش، امتیاز واحدهای کارا می‌تواند بیشتر از یک شود و به این ترتیب، واحدهای کارا نیز مانند واحدهای غیر کارا می‌توانند رتبه‌بندی شوند (مهرگان، ۱۳۸۷). در کنار مدل‌های مرتبط با DEA، روش‌های دیگری نیز برای رتبه‌بندی ارائه شده است که از آن جمله می‌توان به مدل‌های فرایند تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)<sup>۲</sup> اشاره کرد. در این مدل تصمیم‌گیری به جای استفاده از یک معیار سنجش، از چندین معیار سنجش استفاده می‌شود. هدف این تحقیق ارزیابی کارایی شرکت‌های گروه صنایع فلزی در سال‌های ۹۳ تا ۹۵ با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها و رتبه‌بندی این شرکت‌ها با استفاده از این مدل و مقایسه نتایج حاصل از آن با مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و در نهایت ارائه رتبه واحد برای شرکت‌های گروه صنایع فلزی طی سال‌های ۱۳۹۳ - ۱۳۹۵ است.

## ۲-۱- مبانی نظری

عصر کنونی که محققان آن را فرامردن نامیده‌اند، دارای ویژگی تغییر مداوم و پیچیدگی ساختارهاست. در چنین شرایطی، تنها مدیرانی می‌توانند با موفقیت عمل نمایند که اطلاعات مناسب، به روز و جامعی را از نحوه عملکرد سازمان خود داشته و تصمیمات درست و به موقعی را برای بهبود مداوم آن، متناسب با تغییرات موجود اتخاذ نمایند (صارمی و مالایی، ۱۳۸۲).

1. Data envelopment analysis
2. Anderson & Peterson
3. Multi-criteria decision making

توجه به کارایی برای کشورهای در حال توسعه بسیار حائز اهمیت می باشد. زیرا این کشورها با کمبود نهاده‌ها، عوامل تولید و تکنولوژی مواجه هستند. لذا استفاده کارا از منابع موجود برای این کشورها بسیار حیاتی است. به این منظور، لازم است مدیران از کارایی سازمان خود اطلاع داشته باشند و علل کارایی و ناکارایی آن‌ها را بررسی کنند و با برنامه ریزی مناسب به اصلاح و هدایت واحدهای ناکارا بپردازند. بدیهی است که با انجام این کار، می توان انتظار داشت که زیان‌های ناشی از عدم کارایی به حداقل ممکن برسد (احمد پور، ۱۳۸۵).

در پی تعالی و تکامل دانش بشر در علم اقتصاد، مفهوم کارایی توسعه یافته و در دو دهه اخیر، اندازه گیری آن نیز بر مبنای تئوری های مختلف امکان پذیر و عملی شده است. در اقتصاد، کارایی به معنی تولید حداکثر ستانده ممکن با استفاده از میزان معینی نهاده می باشد. عملیات کارآ، عملیاتی است که با استفاده از روش‌های بهینه، حداکثر بازده (ستاده) را با مصرف حداقل منابع (نهاده) تأمین کند (مهرگان، ۱۳۸۵).

## ۲-۱-۱ تحلیل پوششی داده‌ها

از جمله روش‌های محاسبه کارایی می توان به روش‌های سنتی و علمی اشاره کرد که روش‌های علمی خود به دو شاخه پارامتری و غیر پارامتری تقسیم می‌شوند. رویکرد پارامتریک از روش‌های آماری استفاده می‌نماید که بیشتر در تجزیه و تحلیل مسائل اقتصادی کاربرد دارد. از فرضیات مهم این رویکرد می‌توان به مشخص بودن نوع رابطه بین داده‌ها و ستانده‌ها اشاره کرد (شیخ ابومسعودی، عباس، ۱۳۹۶). با پیشرفت تکنولوژی، روش‌های پارامتری در برخورد با مسایل موفق عمل نکرد. روش‌های ناپارامتریک عموماً عملکرد یک بنگاه یا واحد تصمیم‌گیری را با بهترین عملکرد بالفعل بنگاه‌های داخل آن صنعت بررسی می‌کند. تا قبل از سال ۱۹۷۸ تحقیقات زیادی برای محاسبه کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMU) یک سیستم صورت گرفته بود. عمده تحقیقات تا قبل از این سال، شکل‌گیری روش‌های پارامتریک را در پی داشت. این روش‌ها، اگر چه برای برخی حالت‌های خاص خوب بودند، ولی وجود برخی اشکالات، استفاده از آن‌ها را در حالت کلی غیر ممکن می ساخت.

فارل یکی از محققانی بود که تلاش کرد تا با معرفی یک تابع تولید بر این مشکلات غالب آید ولی نتوانست روش خود را برای حالت چند خروجی تعمیم دهد. تحلیل پوششی داده‌ها توسعه ایده فارل (۱۹۵۷) در ارتباط با محاسبه کارایی از طریق تابع تولید می باشد. روش تحلیل پوششی داده‌ها با استفاده از حل برنامه ریزی خطی، منحنی مرز کارا را تعیین کرده و در واقع یک روش برنامه ریزی ریاضی برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده محسوب می شود (خداداد کاشی و همکاران، ۹۳).

۲۰ سال پس از کار برجسته فارل؛ چارنز، کوپر و رودز (Cooper 1978, Rhodes & Charnes) بر پایه کارهای قبلی، روشی خلاقانه را ابداع کردند که و به مدل CCR که از حروف اول اسامی این سه تشکیل می شود، معروف گردید. این مدل پایه و اساس شاخه‌های جدید در تحقیق در عملیات به نام تحلیل پوششی داده‌ها گردید. طبق مدل CCR، کارایی حاصل مجموع وزن دار خروجی‌ها به مجموع وزن دار ورودی‌هاست. محاسبه این نسبت برای هر واحد از سازمان که دارای  $m$  ورودی و  $n$  خروجی است از رابطه شماره ۱ به دست می‌آید. (مهرگان، ۱۳۸۳)

$$\text{Max } Z_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$$

st: برای هر واحد  $(j=1,2,\dots,n)$

رابطه (۱): مدل اولیه CCR

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

(مهرگان، ۱۳۸۳)

$u_r =$  وزن داده‌شده به خروجی  $r$  ام (قیمت خروجی  $r$  ام)

$v_i =$  وزن داده‌شده به ورودی  $i$  ام (هزینه ورودی  $i$  ام)

$x_{ij} =$  میزان ورودی  $i$  ام برای واحد  $j$  ام  $(i=1,2,\dots,m)$

$y_{rj} =$  میزان خروجی  $r$  ام برای واحد  $j$  ام  $(r=1,2,\dots,s)$

ورودی: عاملی است که با افزایش آن و حفظ تمام عوامل دیگر کارایی افزایش می‌یابد.

خروجی: عاملی است که با افزایش آن و حفظ تمام عوامل دیگر، کارایی افزایش یافته و با کاهش آن و حفظ تمام عوامل دیگر کارایی کاهش می‌یابد.

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) هر سازمان را بعنوان یک واحد تصمیم‌گیرنده (DMU)، بر اساس فرآیند تبدیل ورودی به خروجی و در مقایسه با سایر واحدها مورد ارزیابی قرار داده و میزان کارایی آن را تعیین می‌نماید.

یک DMU نهادی است که ورودی را به خروجی‌ها تبدیل می‌کند. DMUها واحدهایی اند که نوع یکسانی از وظایف را انجام داده و اهداف و آرمان‌های یکسان دارند. DMUهایی که در DEA به کار گرفته می‌شوند، معمولاً باید همگن بوده و ورودی‌ها و خروجی‌های یکسان و هم نوع داشته باشند.

برای افزایش کارایی، یا ورودی را ثابت و خروجی را حداکثر می‌کنیم و یا خروجی را ثابت و ورودی را حداقل می‌کنیم. براین اساس، مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها را ورودی محور یا خروجی محور می‌نامیم. هرگاه بازده به مقیاس ثابت نباشد، مدل CCR توانایی محاسبه کارایی و بهره‌وری را ندارد. به همین علت بنکر، چارنز و کوپر (۱۹۸۴) برای رفع این مشکل، مدل BCC را که در آن بازده نسبت به مقیاس ممکن است متغیر باشد، مطرح کردند.

• مدل BCC.

در سال ۱۹۸۴ بنکر<sup>۱۵</sup>، چارلز و کوپر با تغییر در مدل CCR مدل جدیدی را عرضه کردند که با توجه به حروف اول نام آن‌ها به مدل BCC شهرت یافت. مدل BCC مدلی از انواع مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها است که در ارزیابی کارایی نسبی واحدها با بازده متغیر نسبت به مقیاس می‌پردازد. بازده به مقیاس متغیر یعنی هر مضربی از ورودی‌ها، می‌تواند همان مضرب از خروجی‌ها یا کمتر از آن و یا بیشتر از آن را، در خروجی‌ها تولید کند. مدل BCC برای ارزیابی کارایی واحد تحت بررسی (صفر) به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{Max } Z_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + \omega$$

st:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \omega \leq 0$$

(j=1, 2, ..., n)

$u_r, v_i \geq 0$        $\omega$  آزاد در علامت

(مهرگان، ۱۳۸۳)

همان‌طور که ملاحظه می‌شود تفاوت این مدل با مدل CCR در وجود متغیر آزاد در علامت  $\omega$  می‌باشد. در مدل BCC علامت متغیر  $\omega$  بازده به مقیاس را برای هر واحد می‌تواند مشخص کند.

اما برای تبدیل مدل کسری BCC به یک مدل برنامه‌ریزی خطی می‌توان از روش دیگری نیز استفاده کرد. در این روش با اعمال متغیر آزاد در علامت  $\omega$  به ورودی‌ها؛ مدل برنامه‌ریزی کسری BCC به مدل برنامه‌ریزی خطی تبدیل می‌شود که بیانگر مدل مضربی BCC خروجی محور است.

مزیت روش تحلیل پوششی داده‌ها ناپارامتریک بودن آن است. در واقع در روش‌های ناپارامتریک، هیچ فرم ثابت پیش فرض برای تابع تولید در نظر نمی‌گیریم و تابع تولید با استفاده از خروجی‌ها و ورودی‌های واحدهای تولید و به وسیله خود واحدها تعیین می‌شود. در این روش به جای استفاده از روش‌های آماری از روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی استفاده شده است و به جای تابع تولید به مرز تولید توجه می‌شود. مدل DEA از روش‌های تابع تولید مرزی به منظور رسیدن به شاخصی برای اندازه‌گیری کارایی واحدها استفاده می‌کند. اگر چه مدل‌های DEA روز به روز گسترش یافته و جنبه تخصصی پیدا کرده اما مبنای همه آن‌ها تعدادی مدل اصلی است که توسط بنیان‌گذاران این روش طراحی و تبیین گردیده که از جمله می‌توان به مدل‌های CCR, SBM BC و... اشاره نمود. DEA به طور موفقیت آمیزی مجموعه DMU ها را به دو گروه تقسیم می‌کند: DMU های کارا و DMU های ناکارا. DMU هایی که در گروه کارا قرار می‌گیرند و معمولاً تعداد آن‌ها بیش از یک می‌باشد، دارای نمره کارایی یکسانی هستند. به هر حال، این امکان وجود ندارد که ادعا کنیم عملکرد آن‌ها در واقع یکسان است و در نتیجه،



بر اساس این روش، بهترین گزینه یا راه حل، نزدیک ترین راه حل به راه حل یا گزینه ایده آل و دورترین از راه حل غیرایده آل است. راه حل ایده آل، راه حلی است که بیشترین سود و کمترین هزینه را داشته باشد و به طور خلاصه، از مجموع مقادیر حداکثر هر یک از معیارها حاصل شود. حل مسئله با این روش، مستلزم طی شش گام ذیل است: (مؤمنی، ۱۳۸۵، ص ۷۵).

۱. کمی کردن و بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم شامل  $m$  گزینه و  $n$  معیار ( $N$ ): برای بی مقیاس سازی، بی مقیاس سازی نرمال به کار گرفته می شود.

۲. به دست آوردن ماتریس بی مقیاس موزون ( $V$ ): ماتریس بی مقیاس شده ( $N$ ) در ماتریس قطری وزن ها ( $Wn \times n$ ) ضرب می شود، یعنی:  $V = N \times Wn \times n$

۳. تعیین راه حل ایده آل مثبت ( $v_j^+$ ) و راه حل ایده آل منفی ( $v_j^-$ ):

۴. به دست آوردن میزان فاصله ای هر گزینه تا ایده آل های مثبت و منفی:

فاصله اقلیدسی هر گزینه تا ایده آل مثبت

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - (v_j^+))^2} \quad j=1,2,\dots,m$$

فاصله اقلیدسی هر گزینه تا ایده آل منفی

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - (v_j^-))^2} \quad j=1,2,\dots,m$$

۵. تعیین نزدیکی نسبی ( $CL^*$ ) یک گزینه به راه حل ایده آل

$$CL_i^* = \frac{d_i^-}{(d_i^-) + (d_i^+)}$$

۶. رتبه بندی گزینه ها: هر گزینه ای که  $CL^*$  آن بزرگتر باشد، بهتر است (Sheng, Hshiang, ۲۰۰۲)

• روش جمع موزون ساده (SAW)

در این روش پس از تعیین ضریب اهمیت شاخص ها، ضریب اهمیت هر یک از گزینه ها به دست می آید و گزینه بهینه، گزینه دارای بیشترین ضریب اهمیت است. چنانچه بردار  $W$  (وزن اهمیت شاخص ها) مفروض و مناسب ترین گزینه  $A^*$  باشد، در این صورت  $A^*$  به صورت زیر به دست می آید. (آذر و رجب زاده، ۱۳۸۹)

$$A^* = \left\{ A_i \left| \max \frac{\sum_{j=1}^n w_j r_j}{\sum_{j=1}^n w_j} \right. \right\}$$

• روش کپلند

چنانچه از چندین روش برای مسائل تصمیم گیری استفاده شود، با استفاده از روش کپلند می توان نتایج را ترکیب کرد. در این روش، تعداد بردها و باختها برای هر گزینه مشخص می شود. منظور از بردها تعداد دفعاتی است که یک گزینه نسبت به سایر گزینهها در اکثر روشها رتبه بهتری دارد و منظور از باخت برای هر گزینه تعداد دفعاتی است که گزینه مورد نظر در مقایسه با سایر گزینهها در روشهای مختلف رتبه کمتر یا مساوی با سایر گزینهها دارد (مؤمنی، ۱۳۹۱). سپس تعداد باختها از تعداد پیروزیها کسر شده و عدد حاصل، امتیاز آن گزینه لحاظ می شود. نامزدی که بیشترین امتیاز را کسب کند، برنده انتخابات خواهد بود. هر چه تعداد بردها منهای باختها بیشتر باشد، رتبه بالاتر می شود.

۲-۲ پیشینه پژوهش

موضوع ارزیابی عملکرد از مباحث گسترده ای است که دامنه وسیعی از رشتهها و صاحب نظران بر آن اثرگذار بوده اند و گزارشها و مقالات جدیدی درباره آن نوشته شده است درباره ارزیابی کارایی و به کارگیری روش DEA نیز مطالعات فراوانی انجام گرفته است که در ادامه به برخی از آنها اشاره می شود.

شکراله خواجوی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی به بررسی "تکنیک تحلیل پوششی دادهها به عنوان مکملی برای تحلیل سنتی نسبتهای مالی" پرداختند. در این تحقیق صورتهای مالی ۲۶۷ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران برای سال مالی ۱۳۸۸ مورد تجزیه و تحلیل قرار داد شد. نسبتها و دادههای مالی، ۴ ورودی و ۷ خروجی مدل پوششی BCC ورودی محور تکنیک مذکور را تشکیل دادند. اجرای مدل مذکور نشان داد که در میان ۲۶۷ شرکت مورد بررسی ۳۲ شرکت دارای کارایی نسبی و ۲۳۵ شرکت ناکارآ هستند

فراق نیا و شاکر محمود کیانی (۱۳۹۳) در پژوهشی به بررسی سنجش کارایی مالی ۷۲ شرکت دارویی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۹۱-۱۳۸۹، با استفاده از مدل های ابر کارآی تکنیک تحلیل پوششی دادهها و بررسی رابطه آن با نسبتهای مالی پرداختند. میانگین امتیاز کارایی شرکت های دارویی در بازه زمانی مذکور به ترتیب ۰/۸۵، ۰/۷۷ و ۰/۶۹ بوده و شرکت فراورده های تزریقی ایران و زهراوی به عنوان کارآترین واحدها محسوب شدند. نتایج نشان داد، بین کارایی حاصل از DEA و نسبت های فعالیت و ابعاد آن شامل نسبت گردش مجموع داراییها، نسبت گردش موجودی کالا و نسبت حساب های دریافتی، رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.

روش های تصمیم گیری چند معیاره نیز برای حل مسئله ارزیابی عملکرد به کار گرفته شده است که در این زمینه می توان به تحقیقات انیسه و همکاران اشاره کرد که مدلی بر مبنای روش بردا برای ارزیابی عملکرد کارکنان ترسیم کردند (انیسه و همکاران، ۱۳۸۶)

حسین زاده لطفی و دیگران در سال ۱۳۹۰ روشی مبنی بر تاپسیس و واحدهای تصمیم گیری مجازی ارائه کردند و از اختلاف بین فاصله مرکز ثقل همه واحدهای تصمیم گیری کارا نسبت به نقطه ایده آل و نقطه ضد ایده آل، از حذف تک به تک



واحدهای تصمیم‌گیری استفاده کردند. از مزایای این روش می‌توان به این مساله اشاره نمود که همواره شدنی است و محاسبات آن نیز ساده می‌باشد

معظمی گودرزی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی با عنوان کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی کارایی نسبی و رتبه‌بندی بانک رفاه استان لرستان و مقایسه نتایج آن با روش TOPSIS، به بررسی کارایی شعب بانک رفاه پرداختند. در این تحقیق، از مدل BCC با ماهیت ورودی و با فرم پوششی استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که با توجه به اطلاعات به دست آمده در سال ۱۳۸۹، از بین ۱۷ شعبه بانک رفاه استان لرستان تعداد ۱۱ شعبه کارا (۶۵ درصد شعب) و ۶ شعبه ناکارآمد تشخیص داده شد که رتبه‌بندی شعب ناکارا با توجه به اندازه کارایی آنان صورت پذیرفت و برای رتبه‌بندی شعب کارا از مدل A&P استفاده شد. در نهایت، به منظور بررسی درستی نتایج به دست آمده از روش TOPSIS نیز اقدام به رتبه‌بندی واحدها شد.

پیشینه تحقیق یادشده نشان می‌دهد روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها و تصمیم‌گیری چند معیاره به عنوان ابزارهای ارزیابی عملکرد مورد توجه محققان بوده است و هدف این پژوهش نیز، سعی در کاربردی تر کردن این روش‌ها از طریق ترکیب آن‌ها با یکدیگر جهت ارزیابی عملکرد سازمان‌ها است.

### ۳- روش‌شناسی پژوهش

نوع تحقیق از نظر هدف، کاربردی است و از نظر نحوه گردآوری داده‌ها توصیفی است. برای جمع آوری اطلاعات پژوهش، مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی انجام گرفت که ابزارهای مطالعات میدانی، شامل مشاهده، مصاحبه و پرسشنامه بوده است. جامعه آماری این پژوهش شامل شرکت‌های برتر صنایع فلزی که در سال‌های ۹۳ تا ۹۵ در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده‌اند می‌باشد که به دلیل در دسترس نبودن اطلاعات تعدادی از شرکت‌ها، در نهایت تعداد ۲۰ شرکت به عنوان نمونه مورد بررسی انتخاب شدند.

**گام اول: شناسایی داده‌ها:** داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای انجام این تحقیق شامل صورت‌های مالی شرکت‌ها و شاخص‌های استخراج شده از آن‌ها در دوره‌های مختلف از نرم افزار ره آورد نوین، تدبیر پردازش، سایت مدیریت پژوهش و نیز مراجعه به کتابخانه و مرکز اسناد بورس اوراق بهادار تهران گردآوری شده است.

**گام دوم: شناسایی شاخص‌ها:** اطلاعات مالی یکی از عوامل بسیار مهم در اغلب تصمیم‌گیری‌ها است. هر چه محیط تصمیم‌گیری پیچیده تر و عدم اطمینان نیز بیشتر باشد، بر دشواری‌های فرایند تصمیم‌گیری افزوده می‌شود و در این راستا، صورت‌های مالی برای کمک به استفاده‌کنندگان در شناسایی روابط کلیدی طراحی شده و سرمایه‌گذاران از این اطلاعات برای ارزیابی تصمیمات سرمایه‌گذاری و تعیین اولویت‌ها استفاده می‌کنند (مهرانی، ۱۳۸۳). نسبت‌های مالی ارتباط ریاضی و منطقی بین اقلام موجود در صورت‌های مالی ایجاد می‌کند که به‌منظور ارزیابی کیفی اطلاعات کمی، طبقه‌بندی و پیش‌بینی وضعیت آینده شرکت‌ها (واحدهای تصمیم‌گیرنده) از آن استفاده می‌شود. متغیرهای مستقل در این پژوهش نسبت‌های مالی در نظر گرفته شده است که در دو گروه خروجی و ورودی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. شاخص‌های مورد استفاده برای ارزیابی

شرکت‌ها با توجه به تحقیقات گذشته شناسایی شده اند و سپس با استفاده از روش دلفی و نظرسنجی از خبرگان شاخص‌های برتر انتخاب شدند. این شاخص‌ها مطابق جدول ۱ هستند.

شرایطی که در انتخاب عوامل داده (ورودی) و ستانده (خروجی) باید در نظر گرفته شوند عبارت‌اند از:

- ۱- یک ارتباط مفهومی بین داده‌ها و ستانده‌ها برقرار باشد .
- ۲- یک ارتباط مقداری بین داده‌ها و ستانده‌ها در عمل استنباط شود .
- ۳- ارتباط بین داده‌ها و ستانده‌ها مستقیم باشد.
- ۴- داده‌ها و ستانده‌ها منفی باشند و هر DMU حداقل یک داده و ستاده مثبت داشته باشند.
- ۵-  $\{(ورودی+خروجی)*۲\}$  یا  $\{(ورودی+خروجی)*۳\}$   $\geq$  تعداد DMU (طلوع، جوشقانی، ۸۹)

جدول (۱) : متغیرهای تحقیق

نام متغیر	نماد	متغیر	روش محاسبه
نسبت بدهی	TLTA	ورودی	جمع کل دارایی‌ها/جمع کل بدهی‌ها(بدون حقوق صاحبان سهام)
نسبت بدهی به ارزش ویژه	TDE	ورودی	حقوق صاحبان سهام /جمع کل بدهی‌ها
بازده دارایی	ROA	خروجی	جمع دارایی‌ها /سود خالص بعد از کسر مالیات
بازده حقوق صاحبان سهام	ROE	خروجی	حقوق صاحبان سهام /سود خالص بعد از کسر مالیات
گردش دارایی‌های ثابت	CATA	خروجی	کل دارایی‌های ثابت خالص / جمع درآمدها(فروش)
گردش مجموع دارایی‌ها	NSTA	خروجی	جمع کل دارایی‌ها /جمع درآمدها(فروش)
حاشیه سود	PM	خروجی	فروش /سود خالص بعد از کسر مالیات

از آنجاکه مدل‌های الگوی DEA نمی‌توانند داده‌های منفی به خود بگیرند ؛ لذا به این منظور برای تعدیل اعداد منفی، کوچک‌ترین عدد منفی هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها را مشخص کرده و با اضافه کردن قرینه آن به اعداد مربوطه، مجموعه داده‌ها(متغیرها) را برای اجرای الگوی DEA توسط نرم‌افزار DEA.SOLVER آماده می‌شود .

گام سوم: تعیین بازه زمانی: دوره زمانی تحقیق نیز از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵ است.

در ادامه، شرکت‌های کارا و ناکارا با استفاده از مدل DEA شناسایی شدند و شرکت‌های کارا با استفاده از مدل AP رتبه‌بندی شدند و سپس با استفاده از روش‌های SAW و TOPSSIS شرکت‌ها رتبه‌بندی شدند و در پایان هم به منظور ارائه رتبه واحد از نتایج مدل‌های DEA و MCDM از روش کپلند استفاده شد.

• انتخاب مدل تحلیل پوششی داده‌ها

مدل بازده ثابت به مقیاس زمانی مناسب است که همه واحدها در مقیاس بهینه عمل کنند. در ارزیابی کارایی واحدها، هرگاه فضا و شرایط رقابت ناقص محدودیت‌هایی را در سرمایه‌گذاری تحمیل کند؛ موجب عدم فعالیت واحد در مقیاس بهینه می‌گردد. نوع مدل DEA مورد استفاده در این پژوهش BCC ورودی محور با فرم پوششی می‌باشد. به این دلیل که تغییر در ورودی‌ها باعث تغییر در خروجی‌ها به همان نسبت نمی‌شود و شرکت‌های مورد بررسی، بهینه عمل نمی‌کنند. بازده به مقیاس متغیر است؛ پس مدل BCC مدل مناسب‌تری می‌باشد. علت انتخاب این دیدگاه برای الگو این است که در این پژوهش مدیریت شرکت‌ها کنترل چندانی بر میزان خروجی (میزان سود) ندارند ولی می‌توانند ورودی خود را کاهش دهند و در نتیجه میزان کارایی افزایش یابد. در این موارد میزان ورودی‌ها، به‌عنوان متغیر تصمیم می‌باشد و بنابراین، دیدگاه ورودی مورد استفاده قرار می‌گیرد. و در نهایت برای رتبه‌بندی واحدهای کارا از معیار اندرسون پیترسون استفاده شده است.

• انتخاب مدل‌هایی از تصمیم‌گیری چند معیاره

تصمیم‌گیری چند معیاره دارای تنوع تکنیکی بسیار گسترده ای هستند و این امر به هنگام کاربرد ممکن است سردرگمی تحلیلگر یا کاربر را باعث شود و عمده ترین انتقاد بر روش‌های این نوع تصمیم‌گیری آن است که هنگام بکارگیری مدل‌های مختلف برای یک مسئله خاص، این متدها جواب‌های مختلف و گوناگونی ارائه خواهند کرد. مدل‌های مورد استفاده در این پژوهش با بررسی مقالات گذشته و نظرسنجی از متخصصین انتخاب شده‌اند. توانایی حل مسائل دنیای واقعی، توانایی مواجهه با مسائلی که داده‌های غیر کمی دارند، مقید بودن نتایج برای تصمیم‌گیرنده، رتبه‌بندی کامل گزینه‌ها، توانایی بکارگیری در تصمیم‌گیری گروهی از مهم‌ترین شاخص‌ها در انتخاب مدل تصمیم‌گیری بودند. که از این بین مدل‌های تاپسیس و SAW انتخاب شدند. متد SAW از نظر سهولت استفاده ایده آل بوده اما در رتبه‌بندی و تعیین وزن معیارهای مسئله دارای ضعف است. متد TOPSIS از نظر قابلیت اعتماد نتایج ایده آل بوده اما به لحاظ تحلیل حساسیت مدل دارای ضعف است. (آذر و رجب زاده، ۱۳۸۹)

۴- یافته‌های پژوهش

با بررسی پژوهش‌ها و نظرات خبرگان ورودی‌ها و خروجی‌های مدل شناسایی شدند. به منظور تعیین کارایی نسبی شرکت‌ها در دوره زمانی مورد نظر از مدل BCC خروجی محور استفاده شد. DEA به طور موفقیت آمیزی مجموعه DMU ها را به DMU های کارا و DMU های ناکارا تقسیم می‌کند. DMU هایی که در گروه کارا قرار می‌گیرند و معمولاً تعداد آن‌ها بیش از یک است، دارای نمره کارایی یکسانی هستند. به هر حال، این امکان وجود ندارد که ادعا کنیم عملکرد آن‌ها در واقع یکسان است پس به منظور رتبه‌بندی واحدهای کارا از مدل A&P استفاده شده است که خروجی مدل BCC و A&P در جدول ۴ آمده است.



جدول ۳- نتایج رتبه‌بندی با استفاده از مدل‌های DEA و MCDM

1395			1394			1393			واحد تصمیم گیری
SAW	TOPSIS	DEA	SAW	TOPSIS	DEA	SAW	TOPSIS	DEA	
1	1	1	1	1	3	19	8	10	DMU 1
20	12	17	18	13	19	17	13	6	DMU 2
10	4	20	2	2	2	4	1	7	DMU 3
15	16	6	14	10	6	16	11	12	DMU 4
16	14	10	16	12	13	15	12	14	DMU 5
13	8	14	15	7	11	14	7	11	DMU 6
11	5	7	13	5	8	5	2	4	DMU 7
19	9	9	20	11	7	11	3	3	DMU 8
17	7	19	19	9	20	20	10	16	DMU 9
14	11	18	17	14	18	18	14	15	DMU 10
8	15	16	10	15	15	10	15	5	DMU 11
12	13	12	12	8	12	13	9	13	DMU 12
3	6	8	4	18	5	1	17	2	DMU 13
4	20	2	6	4	4	8	4	9	DMU 14
2	3	4	3	17	10	2	19	19	DMU 15
5	19	11	5	3	14	7	5	17	DMU 16
9	2	13	9	16	16	12	16	20	DMU 17
7	17	5	8	19	9	9	20	8	DMU 18
18	10	15	7	6	17	6	6	18	DMU 19
6	18	3	11	20	1	3	18	1	DMU 20

جدول ۴- رتبه‌بندی نهایی حاصل از مدل کپلند

1395	1394	1393	واحد تصمیم‌گیری
1	1	13	DMU 1
20	20	14	DMU 2
10	2	3	DMU 3
12	10	14	DMU 4
18	15	16	DMU 5
10	11	11	DMU 6
8	6	4	DMU 7
13	14	7	DMU 8
19	19	18	DMU 9
15	17	17	DMU 10
15	15	9	DMU 11
13	12	10	DMU 12
3	5	1	DMU 13
3	3	5	DMU 14
2	9	19	DMU 15
9	4	6	DMU 16
7	18	20	DMU 17
6	13	12	DMU 18
17	7	7	DMU 19
5	8	1	DMU 20

بررسی نتایج یکسان سازی رتبه‌بندی شرکت‌ها با استفاده از روش کپلند نشان می‌دهد که شرکت شماره ۱ به جز سال ۱۳۹۳ که دارای زیان بالایی بوده و عملکرد چندان مطلوبی نداشته است و این باعث تنزل رتبه این شرکت شده، در بقیه سال‌ها شرکت اول بوده است. نتایج رتبه‌بندی شرکت‌های شماره ۹ و ۱۰ تا حدودی ثبات داشته است. رتبه شرکت شماره ۱۵ روند نزولی داشته است و هر چه به سمت سال‌های آخر حرکت می‌کنیم رتبه بهتری کسب کرده است.

#### ۵- نتیجه و بحث

موضوع ارزیابی عملکرد یکی از مباحث گسترده‌ای است که دامنه وسیعی از رشته‌ها و صاحب نظران بر آن اثرگذار بوده اند و گزارش‌ها و مقالات جدیدی درباره آن نوشته شده است. یکی از پارامترهای مهم در ارزیابی عملکرد، بحث کارایی است. برای سنجش کارایی روش‌های متعددی وجود دارد، در میان آن‌ها، روش تحلیل پوششی داده‌ها از مهم‌ترین روش‌هایی است که به دلیل اجتناب از شیوه‌های ذهنی و سلیقه‌ای و داشتن صحت بالا در نتیجه‌گیری، در دهه‌های اخیر جایگاه علمی ویژه‌ای داشته است؛ بنابراین، واحدهای تصمیم‌گیری این روش را برای ارزیابی کارایی به طور گسترده به کار می‌گیرند. روش تحلیل پوششی داده‌ها بر مبنای برنامه ریزی خطی است و امکان تحلیل عملکرد را بسیار گسترده‌تر از آنچه در مفهوم اولیه ارزیابی کارایی مقایسه‌ای ممکن است، پیشنهاد شود، عرضه کرده است. هدف این پژوهش نیز، سعی در کاربردی‌تر کردن این روش از طریق ترکیب آن با روش‌های MCDM جهت ارزیابی عملکرد سازمان‌ها است.

این مقاله در مقایسه با تحقیق‌های مشابه انجام شده در این حوزه برای انتخاب ورودی‌ها و خروجی‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها از روش بررسی پژوهش‌ها و نظرات خبرگان استفاده کرده است. در این تحقیق همانند تحقیق معظمی گودرزی و همکاران (۱۳۹۳) و عمرانی و همکاران (۱۳۹۳)، به منظور شناسایی شرکت‌های کارا و ناکارا از مدل DEA استفاده شد؛ سپس شرکت‌های کارا با استفاده از مدل AP رتبه‌بندی شدند. مطابق با تحقیق معظمی گودرزی و همکاران (۱۳۹۳) در گام بعد با استفاده از روش‌های MCDM، شرکت‌ها رتبه‌بندی شدند با این تفاوت که در تحقیق مذکور صرفاً از روش TOPSIS استفاده شده است در حالی که در تحقیق حاضر از روش SAW نیز استفاده شده است. در نهایت به منظور ارائه رتبه واحد از نتایج مدل‌های DEA و MCDM، از روش کپلند استفاده شد.

نتایج تحقیق نشان داد که نتایج رتبه‌بندی شرکت‌های شماره ۹۶ و ۱۰ تا حدودی ثابت داشته است. رتبه شرکت شماره ۱۵ روند نزولی داشته است و هر چه به سمت سال‌های آخر حرکت می‌کنیم رتبه بهتری کسب کرده است.

یکی از مهم‌ترین مزایای تحلیل پوششی داده‌ها این است که در این روش برای هر واحد تصمیم‌گیری ناکاراً یک مجموعه از واحدهای کاراً (واحد مجازی) مشخص می‌شود که می‌تواند به‌عنوان الگو برای بهبود عملکرد مورد استفاده آن‌ها قرار گیرد. واحدهای تصمیم‌گیری تشکیل‌دهنده این ترکیب به‌عنوان گروه‌های الگو برای واحد تصمیم‌گیری ناکاراً مطرح هستند. همچنین این روش می‌تواند مقدار بهبود لازم را در هر یک از داده‌ها و ستانده‌های واحد ناکاراً (با استفاده از وزن‌های داده‌شده به متغیرها) مشخص کند. به‌عنوان مثال هر چه گردش دارایی ثابت، گردش مجموع دارایی‌ها و حاشیه سود بیشتر باشد شرکت شانس بیشتری برای طبقه‌بندی به‌عنوان واحد کاراً را دارد و هر چه نسبت بدهی، نسبت بدهی به ارزش ویژه بزرگ‌تر باشند، احتمال این‌که شرکت در قالب شرکت‌های ناکاراً قرار گیرد بیشتر خواهد بود؛ که میزان تغییرات لازم در مقادیر داده‌ها و ستانده‌ها برای تبدیل واحد ناکاراً به کاراً با استفاده از وزن‌های داده‌شده به آن‌ها قابل اندازه‌گیری می‌باشد.

با توجه به نتایج این تحقیق، شرکت‌های ناکارا می‌توانند با استفاده از واحدهای مرجع اشاره شده مشکلات و ضعف مربوط به واحد خود را شناسایی کرده و به رفع این مشکلات بپردازند تا عملکرد خود را به مرز کارایی مورد نظر برسانند. شرکت‌های کارای شناسایی شده در تحقیق نیز نباید با توجه به نتایج این ارزیابی‌ها در حالت سکون قرار گیرند بلکه پیشنهاد می‌شود که با به‌کارگیری خلاقیت و نوآوری و استفاده بهینه از منابع خود بتوانند عملکرد بهتری کسب کنند و بتوانند خود را به رده‌های بالای کارایی رسانده و رتبه خود را بهبود بخشند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در زمینه کارایی، شرکت‌های شماره ۳، ۱۸، ۲۰ سایر شرکت‌های منتخب مزیت دارند؛ بنابراین سایر شرکت‌هایی که کارایی نسبی پایین تری دارند باید این شرکت‌ها را الگوی خود قرار دهند.

ذکر این نکته لازم است که عدم دسترسی به اطلاعات برخی شرکت‌ها باعث شد تا این شرکت‌ها از جامعه مورد بررسی حذف شوند. همچنین نبود اطلاعات برخی شرکت‌ها باعث کوتاه‌تر شدن دوره زمانی تحقیق شده است. به دلیل اهمیت اطلاعات مالی و تاثیرگذار بودن نتایج پژوهش برای شرکت‌های سرمایه‌گذار در بورس از آوردن نام آن‌ها خودداری کردیم.

## فهرست منابع

- آذر، ع. و رجب زاده، ع. ۱۳۸۵. تصمیم گیری کاربردی رویکرد MADM. تهران: انتشارات نگاه دانش
- اصغر پوره م، ج. ۱۳۸۵. تصمیم گیری های چند معیاره. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم
- جعفرزاده، ع.، صفری، ح. و مهرگان، م. ۱۳۵۳. ارزیابی کارایی و بهره‌وری شعب شرکت سهامی بیمه ایران بر اساس تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص سالم کویت با در نظر گرفتن محدودیت‌های وزنی، نشریه علمی پژوهشی مدیریت فرتا. دوره ۱۳، شماره ۴۱ مص ۱۳۱-۱
- خداداد کاشی، ف.، احمدیان، م.، ابوالحسنی، ا.، زاغیان، م. ۱۳۹۳. تجزیه و تحلیل کارایی نسبی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار پژوهشنامه بازرگانی، دوره ۱۴، شماره ۷۳ مص ۵۵-۷۶
- خواجوی، شکراله؛ غیوری، علی؛ غفاری، محمدجواد. (۱۳۸۹). تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها مکملی برای تحلیل سنتی نسبت‌های مالی، بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، شماره ۶۰
- دانیانی ده حوضی، م. و کتابی، س. ۱۳۹۲. ارزیابی و سنجش کارایی شعب بیمه با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (مطالعه موردی: شعب شرکت بیمه ایران در استان‌های جنوبی کشور). مدیریت بهره‌وری، دوره ۶، شماره ۲
- شیخ ابومسعودی، عباس (۱۳۹۶)، طراحی مدل‌های زنجیره ارزش در سیستم تولید چند مرحله‌ای برای دستیابی به استراتژی مدیریت سود اثربخش (بخش نگر-کل نگر): همراه با مطالعه موردی در صنایع نساجی، انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان
- عمرانی، ه.، قاری زاده بیرق، ر و کلیری شفیعی، س. ۱۳۹۳. ارائه مدل ترکیبی برای ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی شرکت‌های بیمه ایران با استفاده از نظر خبرگان نشریه مدیریت منتهی، دوره ۶. حاره؛ مص ۷۹۱-۸۰۷
- فراق نیا، فاطمه. شاکر محمود کیانی، فاطمه، (۱۳۹۳)، سنجش کارایی مالی شرکت‌های دارویی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل‌های ابر کارایی تکنیک DEA و بررسی رابطه آن با نسبت‌های مالی، ششمین کنفرانس بین المللی تحلیل پوششی داده‌ها، لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان.
- فلاح، م. ۱۳۸۹. ارزیابی کارایی شعب شرکت‌های بیمه با روش تحلیل پوششی داده‌ها تازه های جهان بیمه، دوره ۴، شماره ۱۱۵ و ۱۱۶ مه ۱۷-۲۰
- طلوع، مهدی، جوشقانی، سمانه (۱۳۸۹)؛ مدل‌های تحویل خروجی متمرکز و تخصیص ورودی متمرکز در تحلیل پوششی داده‌ها، نشریه مدیریت صنعتی، تهران، ۲(۵): ۵۹
- معظمی گودرزی، م.، جابر انصاری، م.، معلم، ا. و شکیا، م. ۱۳۹۳. کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی کارایی نسبی و رتبه‌بندی شب بانک رفاه استان لرستان و مقایسه نتایج آن با روش TOPSIS. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه با بهار)، دوره ۱۴ شماره ۱، صص ۱۱۵-۱۳۶
- مهرگان، محمدرضا، (۱۳۸۵)، مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، انتشارات مدیریت دانشگاه تهران، چاپ دوم
- مهرگان، نادر؛ گراوند، سهراب؛ صادقی، حسین؛ ملک‌شاهی، مجتبی (۱۳۸۷)، ارزیابی کارایی انرژی در صنعت پتروشیمی، تهران، نشریه علمی پژوهشی سیاست گذاری اقتصادی، دوره ۵، شماره ۱۰
- یحیی زاده فر، محمود. عباسی، سیده ماریا، (۱۳۹۵)، ارزیابی کارایی مالی بانک پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار ایران با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس.



- Banker, RD., Charnes, A and Cooper, W.W., 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), pp. 1078-1092
- Khan, Shazida Jan Mohd. Samsudin, Shamzaeffa. Islam, Rabiul, (2017) "Efficiency of banks in Southeast Asia: Indonesia, Malaysia, Philippines and Thailand", *International Journal of Social Economics*, Vol. 44 Issue: 12, pp.2302-2312, <https://doi.org/10.1108/IJSE-01-2016-0020>
- Cummins, J.D. and Xie, X., 2016. Efficiency and productivity in the US property-liability insurance industry: ownership structure, product and distribution strategies. *Data envelopment analysis, international series in operations research & management science*, 238 (15), pp. 113-163
- Eling, M. and Luhnen, M., 2010. Efficiency in the international insurance industry: a cross-country comparison *Journal of Banking & Finance* 34 (7), pp. 241- 260. 34.
- Taylor, AD. and Pacelli, AM, 2008. *Mathanatics and politics: strategy, voting, power, and proof.* Springer Science & Business Media.