

استفاده از تکنیک ترکیبی TOPSIS-DEA به منظور ارائه رویکردی در جهت ارزیابی چند دوره‌ای شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران

دکتر عباس طلوعی اشلقی^۱

دکتر فریدون رهنمای رودپشتی^۲

کاوه عبدالوند^۳

تاریخ پذیرش: ۸۹/۰۳/۲۷

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۱/۱۵

چکیده:

سرمایه‌گذاران بالقوه و استفاده‌کنندگان از اطلاعات مالی و غیر مالی برآند تا شرکت‌های موفق را از شرکت‌های ناموفق تمیز دهند تا بدین وسیله تصمیمات سرمایه‌گذاری مناسب‌تری را اتخاذ نمایند. به دلیل این که ارزیابی عملکرد ابعادی چندگانه و ماهیتی پویا و وابسته به زمان دارد، ارزیابی‌های معمولی نمی‌تواند جنبه‌های مختلف عملکرد را در طول زمان نشان دهد. در این مقاله از MADM چند دوره‌ای برای ارزیابی به عنوان شاخص‌های ورودی در DEA استفاده شده است. این اطلاعات (شامل وزن و مقادیر شاخص‌ها) در دوره‌های متفاوتی ارائه می‌شود، بنابراین وزن شاخص‌ها و مقادیر آنها برای هر گزینه پویا خواهد بود. در روندها نیز چون آخرین رخدادهای اغلب مهم‌تر هستند، بطور طبیعی وزن بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند. بنابراین می‌توان گفت که تصمیم‌گیری بر اساس روش‌های مستقل از زمان مناسب نمی‌باشد، و در نظر گرفتن چند دوره در اندازه‌گیری عملکرد گزینه‌ها، نه تنها لازم بلکه حیاتی است. محققان پیشین کمتر به این مساله پرداخته‌اند و در نتیجه اغلب مدل‌های پیشین در مسائل ارزیابی، فقط از یک جدول تصمیم که مربوط به آخرین دوره بود، استفاده می‌کردند.

در این مقاله سعی شده است که با نتایج ادغام شده ماتریس‌های چند دوره گذشته، در تحلیل کارایی از مدل ترکیبی TOPSIS و DEA استفاده شود. یک واحد تصمیم‌گیری ایده آل مجازی به مدل DEA اضافه خواهد شد و دو واحد تصمیم‌گیری مجازی، IDMU و ADMU برای شکل دهی ساختار دو مدل DEA برای محاسبه بهترین و بدترین کارایی نسبی ممکن بکار می‌روند. این دو کارایی متمایز با استفاده از روش TOPSIS یکپارچه می‌شوند، تا یک شاخص ترکیبی بنام نزدیکی نسبی (RC) به IDMU را بوجود آورند. شاخص RC بعنوان معیار ارزیابی کلی هر DMU مورد استفاده قرار می‌گیرد، تا بر پایه آن یک رتبه بندی کلی برای تمامی DMUها بدست آید.

واژه‌های کلیدی: DEA، TOPSIS، ارزیابی دوره‌ای، ارزیابی پویا.

۴ دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات (نویسنده مسئول و طرف مکاتبه) toloie@gmail.com

۴ دانشیار، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات rahnama@iau.ir

۴ دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

4 مقدمه

بهادار تهران تا بدانند برای کارا تر شدن و نزدیک شدن به مرز کارایی چه نمره‌ای را باید کسب کنند. سوالات اساسی مطرح شده در ذهن در راستای شکل گیری این مقاله مطابق زیر بوده است:

- (۱) شرکت‌های کارای بورس اوراق بهادار تهران کدامند، چه ویژگی‌هایی دارند و چگونه می‌توان این ویژگی‌ها را شناسایی کرد؟
- (۲) نقاط قوت و ضعف آنها کدام است؟
- (۳) چگونه می‌توان از مدل ترکیبی TOPSIS و DEA برای ارزیابی شرکت‌ها استفاده کرد؟

۴ مبانی علمی و پیشینه

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) هر سازمان را بعنوان یک واحد تصمیم گیر (DMU)، بر اساس فرآیند تبدیل ورودی به خروجی و در مقایسه با سایر واحدها مورد ارزیابی قرار داده و میزان کارایی آنرا تعیین می‌نماید. در مدل بکار گرفته شده در این مقاله دو نوع واحد تصمیم گیری مجازی به نام واحد تصمیم گیری ایده آل (IDMU) و ضد ایده آل (ADMU) در DEA مطرح می‌شود. تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها این واحدهای تصمیم گیرنده را به ترتیب از نقطه نظر بهترین کارایی نسبی و نیز از جنبه بدترین کارایی نسبی ممکن ارزیابی می‌کند. این دو کارایی متمایز با یکدیگر ترکیب می‌شوند تا یک شاخص جامع را به نام نزدیکی نسبی (RC) به IDMU شکل دهند. این فرآیند همان راهبرد TOPSIS در تصمیم گیری چند شاخصه می‌باشد. بعد از آن شاخص RC بعنوان معیار ارزیابی کلی هر DMU خواهد بود و بر پایه آن رتبه ای برای هر DMU بدست خواهد آمد.

پیتر دراگر^۱ معیارهای توان رقابتی شرکت در بازار، قدرت نوآوری، وضعیت نقدینگی و پول در گردش و همچنین توان سود بخشی شرکت را در جهت هدایت عملکرد شرکت‌ها مناسب می‌داند. همچنین سینک^۲

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 (قدرت‌یان، ۱۳۸۳). 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 تعریف برنامه‌ها و استراتژی‌های مناسب برتری خود را مستحکم‌تر کنند. تشکیل سرمایه مهمترین عامل پیشرفت اقتصادی از دیدگاه اغلب اندیشمندان اقتصادی است و بورس و بازار سرمایه یکی از مهمترین منابع تامین سرمایه می‌باشد. مجموع این موارد منجر به افزایش رقابت در بازار شده و افزایش رقابت نیز در نهایت منجر به توسعه جامعه می‌شود (صارمی، ۱۳۸۵)

اطلاعات مالی یکی از عوامل بسیار مهم در اغلب تصمیم‌گیری‌ها است. هر چه محیط تصمیم‌گیری پیچیده‌تر 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 و پیش‌بینی‌ها طراحی شده و سرمایه‌گذاران از این اطلاعات برای ارزیابی تصمیمات سرمایه‌گذاری و تعیین اولویت‌ها استفاده می‌کنند (مهرانی، ۱۳۸۳). در چنین محیطی جای خالی معیارها و روش‌هایی برای ارزیابی شرکت‌ها و کمک به سرمایه‌گذاران در بورس اوراق بهادار تهران احساس می‌شود. همچنین جای خالی روشی برای کمک به شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق

به ارزش بازار سهام، نرخ رشد فروش^۸، ساختار سرمایه، نقدینگی، چرخه تبدیل وجه نقد، تغییرات سود آوری^۹ و نرخ بازده دارایی‌ها رابطه معنی داری وجود دارد. در مطالعه دیگری که توسط موهنرام^{۱۰} در سال ۲۰۰۴ تحت عنوان تفکیک شرکت‌های موفق از ناموفق صورت گرفت، این نتیجه حاصل شد که استراتژی ترکیب علایم بنیادی برای شرکت‌های با ارزش دفتری به قیمت بازار پایین می‌تواند منجر به بازده غیر عادی شود (مهرانی، ۱۳۸۳). روح بخش آملی مقدم (۱۳۸۳) در تحقیق خود به رتبه‌بندی کارگزاران بورس منطقه‌ای خراسان با استفاده از روش طبقه‌بندی تاکسونومی عددی پرداخت. وی تعداد نه شاخص عملیاتی طراحی کرد و نتیجه گرفت که بیشترین درجه برخورداری از شاخص‌های مورد نظر متعلق به کارگزاری بانک مسکن و کارگزاری‌های خبرگان سهام و اطمینان سهم در رتبه‌های بعدی قرار می‌گرفتند. قدرتیان (۱۳۸۳) در پژوهش خود به طراحی مدلی جامع برای ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی شرکت‌ها اقدام نمود. مدل پیشنهادی وی بر پایه ارزیابی متوازن طراحی شده است ولی تفاوت‌های عمده‌ای با آن دارد. یعنی علاوه بر چهار مؤلفه مورد نظر ارزیابی متوازن در مؤلفه دیگر شامل نیروی انسانی و مدیریت را نیز مد نظر قرار داد و بدین ترتیب ۴۲۲ شاخص عملکردی جهت ارزیابی و رتبه‌بندی استخراج نمود. ایشان در تحقیق خود از مدل تصمیم‌گیری چند شاخصی و تکنیک‌های TOPSIS و مدل آنتروپی شانون استفاده کرد. قلی زاده (۱۳۸۳) در تحقیق خود با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) اقدام به اولویت بندی متغیرهای موثر بر ارزش شرکت‌ها نمود.

مهرانی (۱۳۸۳) در تحقیق خود به بررسی رابطه بین متغیرهای مالی و متغیرهای غیر مالی نظیر فروش، سود خالص، بازده حقوق صاحبان سهام، حجم معاملات، تعداد دفعات معامله و تعداد خریداران با بازده سهام

عملکرد شرکت‌ها را تابعی از معیارهای اثربخشی، کارایی، کیفیت زندگی کاری، نوآوری و سود دهی یا قابلیت بودجه‌بندی بیان می‌کند (قدرتیان کاشان و انواری رستمی، ۱۳۸۳).

در سال ۲۰۰۰ پیتروسکی^۳ مطالعه‌ای تحت عنوان استفاده از اطلاعات صورت‌های مالی جهت تفکیک شرکت‌های موفق از ناموفق انجام داد. سوال محقق این بود که آیا می‌توان با استفاده از تحلیل‌های بنیادین مبتنی بر حسابداری، از شرکت‌هایی که نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار بالایی دارند بازدهی بالاتری کسب کرد؟ مطالعه فوق نشان داد که استفاده از علائم بنیادی برای شرکت‌هایی که ارزش دفتری به ارزش بازار بالاتری دارند، باعث تغییر در چولگی^۴ توزیع بازده می‌شود. نشان داد که شرکت‌هایی که از نظر علائم بنیادی قوی و همچنین دارای نسبت ارزش دفتری به قیمت بازار بالاتری هستند، بطور متوسط بازدهی بالاتری را کسب نموده‌اند و برای رتبه‌بندی شرکت‌ها از شاخص اف^۵ استفاده کرد. در مدل او متغیرهای بنیادینی مثل حاشیه سود، بازده سهامداران و ... وجود داشت (مهرانی، ۱۳۸۳). تحقیقی در ایالات متحده توسط ردمن، آرنولد و گولت^۶ (۲۰۰۰) بر روی هفت پورتفوی با استفاده از شاخص‌های شارپ، ترینور و آلفای جنسن صورت گرفت. نتایج تحقیق آنها در دو دوره زمانی از سال‌های ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۵ و ۱۹۹۴ تا ۱۹۹۰ نشان داد که رتبه‌بندی حاصل از دو معیار شارپ و ترینور برای چهار پورتفوی، دقیقاً یکی بودند. این نشان دهنده این است که این بازده بدست آمده با ریسک کل و ریسک سیستماتیک نتایج یکسانی دارد و بنابراین ریسک کل به ریسک سیستماتیک نزدیک است. جانسن و سونن^۷ (۲۰۰۳) در تحقیق خود نتیجه گرفتند که بین رتبه‌بندی شرکت‌ها بر اساس معیارهای ارزیابی عملکرد ارزش افزوده اقتصادی، نسبت شارپ و آلفای جنسن و معیارهای مالی نظیر اندازه شرکت، نسبت ارزش دفتری

زمینه حل برنامه‌ریزی کوادراتیک و ابعاد گسترده مسائل مجموعه دارایی، محققین سعی در حل مسائل با استفاده از سایر تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی نمودند. در جدول ۱ فهرست مطالعات انجام شده توسط محققین مختلف به صورت خلاصه ارائه شده است.

۴ روش شناسی

به عنوان یک اصل عملکرد هر سازمان در حد امکان باید اندازه گیری شود وجود یا عدم وجود نظام ارزیابی عملکرد موثر و کارآمد با حیات و مرگ سازمان رابطه مستقیم دارد، تا آنجا که فقدان آنرا بعنوان بیماری سازمانی قلمداد می‌کنند. بدون اندازه گیری مبنایی برای اندازه گیری وجود نخواهد داشت و آنچه را نتوان ارزیابی کرد، اداره درست آن امکان پذیر نخواهد بود. لذا ضروری است برای اعمال مدیریت صحیح و موثر از الگویی علمی برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بهره گیری شود، تا بتوان میزان تلاش و نتایج حاصل از کارکرد آنها را نیز بطور مستمر مورد سنجش قرار داد.

در این قسمت الگوریتم‌ها و مدل‌های مورد استفاده برای ارزیابی و رتبه بندی ۵۰ شرکت برتر پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران ارائه شده است.

پرداخت. نتایج تحقیق نشان داد که بین متغیرهای مالی و غیر مالی و بازده سهام همبستگی وجود دارد، همچنین شرکت‌های موفق بازده بیشتری نسبت به شرکت‌های ناموفق کسب کردند. انواری رستمی (۱۳۸۵) در پژوهش خود بررسی مقایسه‌ای بین دو روش معمول رتبه‌بندی شرکت‌ها بر اساس شاخص‌های برتری بورس اوراق بهادار تهران و نسبت‌های سودآوری حسابداری نظیر نسبت سود ناخالص، نسبت سود عملیاتی، نسبت بازده حقوق صاحبان سهام و ... به عمل آورد. نتایج تحقیق حاکی از آن است که همبستگی ضعیف میان این دو گروه رتبه‌بندی وجود دارد و لذا شرکت‌های برتر منتخب بورس لزوماً دارای رتبه‌های بالاتری از حیث نسبت‌های سودآوری نمی‌باشند.

صارمی (۱۳۸۵) در تحقیق خود مدلی برای رتبه‌بندی شرکت‌های انفورماتیکی ارائه نمود. در مدل ایشان یک شرکت بر اساس سه حوزه ورودی، پردازش و خروجی مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس نوعی تکنیک کمی، مدل مذکور را تکمیل می‌کند. در نهایت نیز نمره هر شرکت بر اساس جذابیت سرمایه‌گذاری محاسبه شده و بر مبنای آن رتبه‌بندی صورت می‌گیرد. مدنی محمدی (۱۳۸۵) در تحقیق خود به ارزیابی عملکرد شرکت‌های کارگزاری و تدوین مدلی برای رتبه‌بندی آنها بر اساس تکنیک تاپسیس پرداخت. وی نتیجه گرفت که مولفه‌هایی نظیر مولفه‌های مالی، مشتری، فرایندهای داخلی، توسعه و نوآوری، نیروی انسانی و مدیریت در رتبه‌بندی کارگزاری‌ها موثر هستند ولی هیچ اولوی در این رابطه وجود ندارد.

مدل اولیه در خصوص حل مساله انتخاب مجموعه دارایی بهینه توسط مارکویتز در سال ۱۹۵۲ ارائه شد که یک مدل برنامه‌ریزی کوادراتیک^{۱۱} بود و مجموع دارایی را بر اساس حداقل ریسک در ازای مقدار بازده از پیش تعیین شده، انتخاب می‌نمود. به دلیل مشکل موجود در

جدول شماره ۱ مطالعات انجام شده با استفاده از روش‌های تحقیق در عملیات، برای حل مساله

| محقق (محققین) | سال | نوع مدل | تحقیق انجام شده |
|-----------------------------|-------------|--|---|
| Kanno & Kobayashi | ۱۹۹۷ | برنامه ریزی کوادراتیک | یجاد یک مجموعه دارایی از سهام و اوراق قرضه |
| Bradly & Crane | ۱۹۷۲ | برنامه‌ریزی خطی احتمالی | یجاد یک مجموعه دارایی از اوراق قرضه و استفاده از برنامه‌ریزی خطی احتمالی برای ریسک نرخ بهره |
| Golube et al. | ۱۹۹۵ | برنامه‌ریزی احتمالی | مجموعه دارایی شامل اوراق بهادار با بهره ثابت |
| Zenios | ۱۹۹۱ ۱۹۹۳ | | |
| Zenios et al. | ۱۹۹۸ | | |
| Mulvey & Ziemba | ۱۹۹۸ | برنامه ریزی کوادراتیک | یک مجموعه دارایی از دارایی‌ها و اوراق بدهی برای صندوق‌های بازنشستگی |
| Ben-dov, Harye & Pica | ۱۹۹۲ | برنامه‌ریزی احتمالی | یک مجموعه دارایی از اوراق با پشتوانه وثیقه و سایر دارایی‌ها |
| Mulvey | ۱۹۹۴ | شبکه غیر خطی | صندوق‌های بازنشستگی |
| Carino et al. | ۱۹۹۸ و ۱۹۹۴ | برنامه‌ریزی خطی احتمالی | مدیریت دارایی بدهی برای شرکت‌های بیمه |
| Hillier & Exkstein | ۱۹۹۳ | برنامه‌ریزی خطی احتمالی | یجاد مرز کارایی بازده ریسک برای شرکت‌های بیمه |
| Klaassen | ۱۹۹۸ | برنامه‌ریزی خطی احتمالی چند مرحله‌ای | استفاده از درخت تصمیم‌گیری در مدیریت دارایی بدهی |
| Levy | ۱۹۸۱ | برنامه‌ریزی کوادراتیک | مجموعه دارایی شامل ارزش‌های خارجی |
| Gollinger & Morgan | ۱۹۹۳ | برنامه‌ریزی کوادراتیک | مجموعه دارایی شامل وام‌های تجاری |
| Levy | ۱۹۸۷ | برنامه‌ریزی کوادراتیک | مصون سازی |
| Rudolf & Zimmermann | ۱۹۹۰ ۱۹۸۹ | برنامه‌ریزی کوادراتیک | مجموعه دارایی از سهام داخلی، خارجی و قراردادهای آتی ارز |
| Meade & Salkin | ۱۹۸۹ و ۱۹۹۰ | برنامه‌ریزی کوادراتیک | یجاد مجموعه دارایی به منظور پیروی از شاخص |
| Rud | ۱۹۸۰ | | |
| Seix & Akhoury | ۱۹۸۶ | | |
| Vassiadous-Zenious & Zenios | ۱۹۹۶ | برنامه‌ریزی احتمالی چند مرحله‌ای همراه با | پیروی از یک شاخص از اوراق بهادار با پشتوانه وثیقه |
| Zenios et al. | ۱۹۹۸ | شبیه‌سازی مونت کارلو | |
| Peterson & Leuthold | ۱۹۸۷ | برنامه‌ریزی عدد صحیح کوادراتیک | مجموعه دارایی شامل سرمایه‌گذاری روی قراردادهای آتی |
| Shanker | ۱۹۹۳ | | |
| Shapiro | ۱۹۹۸ | برنامه‌ریزی عدد صحیح احتمالی | مجموعه دارایی شامل اوراق قرضه |
| Cotnerand & Levary | ۱۹۸۷ | برنامه‌ریزی کوادراتیک صفر یک | مجموعه دارایی شامل ارزش‌های خارجی |
| Zenios & Kang | ۱۹۹۳ | شبیه‌سازی مونت کارلو و برنامه‌ریزی خطی | تشکیل مجموعه دارایی از اوراق با پشتوانه وثیقه |
| Premachandra, Powel & Shi | ۱۹۹۸ | تحلیل پوششی داده‌ها | تشکیل مجموعه دارایی |
| Malvey | ۱۹۸۷ | مدل غیر خطی شبکه | |
| Golver & Jones | ۱۹۹۸ | استفاده از مدل شبکه همراه با تبدیل فوریه برای بدست آوردن مدل خطی | تشکیل مجموعه دارایی |
| Kumer, Phillipatos & Ezzel | ۱۹۸۷ | برنامه‌ریزی آرمانی کوادراتیک | تشکیل مجموعه دارایی از سهام |
| Kumer & Phillipatos | ۱۹۷۹ | | |
| Lee & Lerro | ۱۹۷۳ | | |
| Lee, Lerro, & Mc Ginnis | ۱۹۷۱ | برنامه‌ریزی آرمانی خطی | مجموعه دارایی از اوراق قرضه |
| Shandra & Musser | ۱۹۸۶ | برنامه‌ریزی آرمانی عدد صحیح مختلط | مصون سازی ریسک اوراق قرضه |
| Elton & Gruber | ۱۹۷۱ | برنامه‌ریزی پویا | تشکیل مجموعه دارایی چند مرحله‌ای |
| Mulvey | ۱۹۹۱ | مدل عمومی شبکه احتمالی | تشکیل مجموعه دارایی چند مرحله‌ای |
| Freund | ۱۹۵۶ | برنامه‌ریزی کوادراتیک | تشکیل مجموعه دارایی از دارایی‌های غیر مالی (باغداری) |
| Board & Sutckiffe | ۱۹۹۱ | برنامه‌ریزی کوادراتیک | تشکیل مجموعه دارایی از دارایی‌های غیر مالی (توریسم) |
| Christos Papahrisodoulou | ۲۰۰۴ | برنامه‌ریزی خطی | تشکیل مجموعه دارایی بهینه |
| Bajeux, Jordan & Partait | ۲۰۰۳ | برنامه‌ریزی پویا | تشکیل مجموعه دارایی از سهام، اوراق قرضه و ... |
| Dentcheva & Ruszczyznsky | ۲۰۰۴ | الگوی تصادفی | تشکیل مجموعه دارایی بهینه |
| Gondzio & Crothey | ۲۰۰۴ | برنامه‌ریزی غیر خطی | تشکیل مجموعه دارایی بهینه |
| Charles & Dutta | ۲۰۰۵ | برنامه‌ریزی تصادفی غیر خطی فوکتالی | تشکیل مجموعه دارایی از اوراق مشتقه |
| Demiguel & Uppal | ۲۰۰۴ | برنامه‌ریزی غیر خطی | تشکیل مجموعه دارایی بهینه با مبنای مالیاتی شخص |

• گام اول: شناسایی داده ها

آنها خواسته شد، مجدداً مهمترین شاخص‌ها را انتخاب نمایند. شاخص‌هایی که بیشترین فراوانی را در دور دوم داشتند، بعنوان شاخص‌های اصلی و مورد استفاده برای ارزیابی و رتبه بندی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران انتخاب شدند.

داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای انجام این تحقیق شامل صورت‌های مالی شرکت‌ها و شاخص‌های استخراج شده از آنها در دوره‌های مختلف از نرم‌افزار ره‌آورد نوین، تدبیر پردازش، سایت مدیریت پژوهش، سایت توسعه و مطالعات انسانی و نیز مراجعه به کتابخانه و مرکز اسناد بورس اوراق بهادار تهران و سایر منابع در دسترس گردآوری شده است. داده‌های کمی از صورت‌های مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و جداول و گزارش‌های هیات مدیره، گزارش‌های حساب‌برسان به مجامع عمومی جمع‌آوری شده است و همچنین داده‌های مربوط به مبانی نظری از طریق کتابخانه و سایت‌های اینترنتی گردآوری شده است. داده‌ها کمی و دارای مقیاس فاصله ای می‌باشند. جامعه آماری شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. از حدود ۵۰ شرکت برتری که توسط سازمان بورس اعلام می‌شود، به عنوان نمونه استفاده شده است.

• گام سوم: تعیین بازه زمانی

تعیین پنج سال مالی بعنوان دوره‌های در نظر گرفته شده، برای ارزیابی فعالیت‌های شرکت‌های پذیرفته شده، در بورس اوراق بهادار و استخراج داده‌های مورد نیاز برای محاسبه شاخص‌های مورد ارزیابی در طی این پنج سال از صورت‌های مالی ۵۰ شرکت برتر اعلام شده توسط بورس اوراق بهادار تهران و محاسبه نسبت‌های مالی مورد نیاز برای بدست آوردن ورودی‌ها و خروجی‌های مدل TOPSIS-DEA.

• گام چهارم: تعیین اهمیت دوره‌های مالی

به هر یک از دوره‌های مالی وزنی اختصاص داده می‌شود. با توجه به اینکه عملکرد شرکت در دوره‌های اخیر نمایشگر بهتری از وضعیت فعلی شرکت هستند، منطقی است که به دوره‌های متاخر وزن بیشتری نسبت به دوره‌های متقدم داده شود. بنابراین این سال آخر بیشترین وزن را دارد و وزن دوره‌های قدیمی‌تر کمتر می‌شود. بدین ترتیب برای دوره پنجم یا دوره آخر وزن ۰/۳۰ را در نظر گرفته شده است (بر اساس نظر خبرگان و طبیعی است که بر اساس نوع مساله قابل تغییر خواهد بود)، سپس دوره چهارم دارای وزن ۰/۲۵، دوره سوم دارای وزن ۰/۲۰، دوره دوم دارای وزن ۰/۱۵ بوده و نهایتاً وزن ۰/۱۰ به دوره اول اختصاص داده شده است. بدیهی است که جمع اوزان سال‌ها بایستی برابر ۱ باشند. در ادامه میانگین موزون پویای شاخص‌های مورد استفاده در مدل TOPSIS-DEA تعیین می‌شود.

• گام دوم: شناسایی شاخص‌ها

شاخص‌های مورد استفاده برای ارزیابی و رتبه بندی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس با استفاده از روش دلفی شناسایی شده اند. با توجه به اینکه شاخص‌های مورد استفاده باید از صورت‌های مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار استخراج شوند، تعدادی از اساتید رشته مدیریت مالی و حسابداری انتخاب شده، سپس آنها از ماهیت تحقیق و اهمیت آن مطلع شدند. بنابراین از آنها تقاضا شد تا مهمترین شاخص‌ها را برای ارزیابی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار بیان کنند. نظرات آنها جمع‌آوری شد و شاخص‌هایی که بیشترین تکرار را داشتند، انتخاب شدند. در دور دوم شاخص‌های انتخاب شده مجدداً در اختیار اساتید قرار گرفت و از

مدل شود که افزایش در آن موجب افزایش کارایی شود.

(۲) تمام ورودی‌ها و خروجی‌ها برای یک مقطع زمانی خاص محاسبه شده باشند.

(۳) یکی از محدودیت‌ها در انتخاب ورودی‌ها و خروجی‌ها آن است که مجموع متغیرها نباید از یک سوم مجموع واحدهای تصمیم‌گیری بیشتر باشد.

با توجه به توضیحات فوق جهت استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها بایستی متغیرها را به دو دسته ورودی و خروجی طبقه‌بندی نمود. در یک تعریف عملیاتی از معیار این طبقه‌بندی، متغیرهایی که شرکت‌ها در صدد حداقل کردن آن هستند را تحت عنوان ورودی‌ها و متغیرهایی که شرکت‌ها در صدد حداکثر کردن آن هستند، تحت عنوان خروجی طبقه‌بندی می‌شود.

• گام ششم: محاسبه کارایی DMUها بر اساس ADMU و IDMU

در این مقاله یک واحد تصمیم‌گیری ایده‌آل مجازی به مدل DEA اضافه شد. دو واحد تصمیم‌گیری مجازی، ADMU و IDMU برای شکل دهی ساختار دو مدل DEA برای محاسبه بهترین و بدترین کارایی نسبی ممکن بکار برده شد. این دو کارایی متمایز با استفاده از روش Topsis در تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) با یکدیگر ادغام شدند، تا یک شاخص ترکیبی بنام نزدیکی نسبی (RC) به IDMU را بوجود آورند. شاخص RC بعنوان معیار ارزیابی کلی هر DMU مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فرض کنید که باید تعداد N ، DMU را ارزیابی شود، هر DMU با m ورودی و s خروجی می‌باشند. ارزش‌های ورودی و خروجی $DMU_{j(j=1, \dots, n)}$

فرض کنید $a(t_1), \dots, a(t_p), \dots, a(t_p)$ مجموعه مقادیر شاخصی باشند که از p دوره متفاوت ($k=1, 2, \dots, P$)

t_k بدست آمده‌اند و $\lambda(t_1), \dots, \lambda(t_p)$ بردار اوزان دوره‌های $t_k (k=1, 2, \dots, P)$ باشد. آنگاه:

میانگین موزون پویا (DWA) نامیده می‌شود.

$$\sum_{K=1}^P \lambda(t_K) a(t_K) a(t_p) \quad (1)$$

DWA $\lambda(t) (a(t_1), a(t_2))$

• گام پنجم: تعیین متغیرهای ورودی و خروجی مدل TOPSIS-DEA

متغیرهای محاسباتی، متغیرهایی هستند که برای سنجش و اندازه‌گیری کارایی شرکت‌ها مورد مطالعه بکار گرفته شده‌اند. از مهمترین مواردی که در تعیین متغیرهای ورودی و خروجی به آن توجه شده است، صورت حساب سود و زیان و ترازنامه می‌باشد. از آنجاکه صورت حساب سود و زیان و ترازنامه بیانگر عملکرد یکساله واحدهای تصمیم‌گیری می‌باشند و اطلاعات مندرج در این صورت حساب یکی از مهمترین منابع اطلاعاتی استفاده‌کنندگان از اطلاعات مالی جهت تصمیم‌گیری است، لذا متغیرهای ورودی و خروجی، جهت سنجش کارایی نسبی شرکت‌ها از این صورت حساب انتخاب شده‌اند. یکی از مراحل مهم در انجام این تحقیق و مقاله منتج از آن تعیین ورودی‌ها و خروجی‌ها می‌باشد که می‌بایست دارای خصوصیات زیر باشند:

(۱) تمام ورودی‌ها و خروجی‌ها باید همسان و هم‌جهت باشند، بعبارت دیگر ورودی‌ها و خروجی‌ها باید برای تمام بنگاه‌ها یکسان باشد، هم‌جهت بودن بدین معنی است که ورودی‌ها و خروجی‌ها همه در یک جهت کارایی را تغییر دهند، بعبارت دیگر اگر افزایش در خروجی‌ها موجب افزایش کارایی می‌شود یک خروجی نا مطلوب مانند ضایعات نیز باید بگونه‌ای وارد

$$\text{MAXIMIZE } : \theta_{IDMU} \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\max}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\min}} \quad (5)$$

$$\text{Subject to } \theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n$$

$$\varepsilon v_i \geq u_r$$

در اینجا u_r و v_i متغیرهای تصمیم و یک مقدار بی نهایت کوچک است.

با استفاده از تبدیل کوپر و چارنز مدل برنامه ریزی کسری بالا می تواند از طریق مدل برنامه ریزی خطی پایین حل شود.

(6)

$$\text{Maximize } : \theta_{IDMU} = \sum_{r=1}^s u_r y_r^{\max}$$

$$x_i^{\min} = 1 \quad \sum_{i=1}^m v_i \quad \text{subject to:}$$

$$\sum_{r=1}^s x_r y_{ri} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon$$

فرض کنید θ_{IDMU}^* کارایی بهینه IDMU باشد. از آنجاییکه احتمال این وجود دارد که مدل LP بالا جواب بهینه چندگانه داشته باشد. از مدل برنامه ریزی کسری زیر استفاده می شود تا بهترین کارایی نسبی ممکن $IDMU_0$ تحت شرایطی که بهترین کارایی نسبی ممکن IDMU بدون تغییر باقی بماند تعیین شود.

$$(7) \text{ Maximize } : \theta_{j_0} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}}$$

بوسیله $X_{ij}(i=1, \dots, m)$ و $y_{rj}(r=1, \dots, s)$ نمایش داده می شوند.

یک IDMU و یک ADMU بصورت زیر تعریف می شوند.

یک IDMU یک DMU مجازی است که می تواند با استفاده از حداقل ورودی ها بیشترین خروجی ها را تولید کند در حالیکه یک ADMU یک DMU می باشد که بیشترین ورودی را مصرف می کند تا حداقل خروجی ها را تولید کند.

مطابق تعریف بالا به وسیله $(i=1, \dots, m)$ و y_r^{\min}, X_i^{\max} ($r=1, \dots, s$) ورودی ها و خروجی های ADMU و به وسیله $(i=1, \dots, m)$ و X_i^{\min} ($r=1, \dots, s$) y_r^{\max} ورودی ها و خروجی های IDMU نشان داده می شود.

X_i^{\max}, X_i^{\min} حداقل و حداکثر i مین ورودی y_r^{\max}, y_r^{\min} حداکثر و حداقل r مین خروجی می باشد. این موارد توسط فرمول های زیر تعیین می شوند.

$$\{x_{ij}\} = \max X_i^{\max} \quad \text{and} \quad \{x_{ij}\} = \min X_i^{\min} \quad i=1, \dots, m \quad (2)$$

$$\{y_{rj}\} = \max y_r^{\max} \quad \text{and} \quad \{y_{rj}\} = \min y_r^{\min} \quad r=1, \dots, s \quad (3)$$

اگر چه IDMU یک DMU مجازی است، رفتار تولیدی آن باید هدف هر DMU دنباله رو باشد، مطابق مفهوم کارایی، کارایی IDMU می تواند بصورت زیر تعریف شود.

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\max}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\min}} = \text{IDMU} \theta \quad (4)$$

در اینجا u_r و v_i وزن های فاکتور اختصاص داده شده به r مین خروجی و i مین ورودی است. واضح است که IDMU باید قادر به دستیابی به بهترین کارایی نسبی ممکن باشد. بنابراین مدل برنامه ریزی کسری زیر بدست می آید.

فرض کنید φ_{IDMU}^* بدترین کارایی ADMU باشد آنگاه مدل برنامه ریزی خطی زیر را می توان برای تعیین بدترین کارایی نسبی ممکن DMU_0 تحت شرایطی که بدترین کارایی نسبی ممکن ADMU بدون تغییر باقی بماند مورد استفاده قرار داد.

$$\begin{aligned} \text{Minimize } & \varphi_{j_0} = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0} \\ \text{Subject to } & \sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} = 1 \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_r^{\min} - \sum_{i=1}^m v_i (\varphi_{IDMU}^* x_i^{\min}) = 0 \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \\ & u_r, v_i \geq \varepsilon \end{aligned} \quad (11)$$

فرض کنید $\varphi_{j_0}^*$ و $\theta_{j_0}^*$ و بترتیب بهترین و بدترین کارایی نسبی ممکن DMU_0 باشد که ارزشهای تابع هدف بهینه مدل های 1 و 5 می باشد، آنگاه:

تعریف 2: DMU_0 کارا می باشد اگر و تنها اگر $\theta_{j_0}^* = 1$ باشد در غیر این صورت آنرا غیر کارا می نامند.

تعریف 3: DMU_0 را ناکارا می نامند اگر و تنها اگر $\varphi_{j_0}^* = 1$ باشد در غیر این صورت آنرا غیر نا کارا می نامند.

راهبرد DEA بطور مستقیم بین واحدهای DEA غیر کارا و ناکارا تفاوتی قائل نمی شود و آنها را بجای یکدیگر بکار می برد. بهر حال بین واحدهای DEA ناکارا، غیر کارا و غیر ناکارا باید تمایز قائل شد، به دلیل اینکه هر کدام از آنها معنی متفاوتی دارند. واحدهای DEA غیر کارا را لزوماً بمعنی واحدهای بدون کارایی نیستند. همینطور واحدهای غیر ناکارا بمعنی واحدهای کارا نیستند.

همچنین باید تاکید کرد که کارایی در مدل های DEA 3 و 6 بر پایه ADMU طوری تعریف شده اند که بزرگتر یا برابر یک باشند که کاملاً متفاوت با کارایی یا ناکارایی DEA سنتی است که کوچکتر یا برابر واحد تعریف شده اند. در حقیقت DEA سنتی توانایی

$$\begin{aligned} \text{Subject to } & \theta_{IDMU}^* = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^{\max}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\min}} \\ & \theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n \\ & u_r, v_i \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, n \end{aligned}$$

در اینجا θ_{IDMU}^* تحت ارزیابی و DMU_{j_0} بهترین کارایی نسبی ممکن IDMU می باشد. مساله برنامه ریزی کسری (7) از طریق مدل برنامه ریزی خطی زیر حل می شود.

$$\begin{aligned} \text{Maximize } & \theta_{j_0} = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0} \\ & (8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Subject to } & \sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} = 1 \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_r^{\max} - \sum_{i=1}^m v_i (\theta_{IDMU}^* x_i^{\min}) = 0 \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n \\ & u_r, v_i \geq \varepsilon \end{aligned}$$

بدین ترتیب کارایی ADMU بصورت زیر تعریف می شود.

$$\varphi_{ADMU} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\min}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\max}} \quad (9)$$

واضح است که کارایی یک ADMU بدتر از هر DMU دیگری می باشد بنابراین برنامه ریزی خطی زیر تشکیل می شود.

$$\begin{aligned} \text{Minimize } & \varphi_{ADMU} = \sum_{r=1}^s u_r y_r^{\min} \\ \text{Subject to } & \sum_{i=1}^m v_i x_i^{\max} = 1 \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \\ & u_r, v_i \geq \varepsilon \end{aligned} \quad (10)$$

می‌کند که یک رتبه‌بندی کلی برای DMUهای واقعی را براحتی بتوان بدست آورد.

• گام هشتم: بررسی اعتبار مدل و آزمون فرضیه تحقیق

با بدست آوردن رتبه شرکت‌ها از طریق مدل TOPSIS-DEA، نوبت به بررسی اعتبار مدل و آزمون فرضیه این تحقیق می‌رسد. برای تایید اعتبار مدل بکار گرفته شده ضریب همبستگی نتایج حاصل از بکارگیری مدل TOPSIS-DEA با بازده سالانه شرکت‌ها و شاخص شارپ شرکت‌ها محاسبه شده است. فرضیه تحقیق این است که مدل TOPSIS-DEA کارا تر از مدل DEA می‌باشد. برای آزمون این فرضیه نیز علاوه بر توضیح مزایای روش TOPSIS-DEA می‌توان نتایج ضرایب همبستگی را دلیلی بر تایید فرضیه تحقیق این مقاله دانست.

۴ مطالعه موردی

در این قسمت کلیه الگوریتم‌هایی که در بخش روش شناسی بصورت گام به گام تشریح شد، بصورت جدول، نمودار، شکل و غیره آورده خواهد شد. در گام اول نمونه مورد نظر نمایش داده می‌شود. در گام دوم کلیه عملیاتی که بر روی داده‌ها انجام شده است با کمک شکل، جدول، نمودار و ... نشان داده خواهد شد. در گام سوم مدل BCC از تحلیل پوششی داده‌ها را برای ۵۰ شرکت برتر بورس اوراق بهادار تهران با کمک مدل TOPSIS-DEA حل کرده و در گام چهارم مدل BCC از تحلیل پوششی داده‌ها را با کمک مدل DEA حل کرده تا رتبه‌ها و کارایی هر شرکت در هر دو مدل بدست آید سپس در گام پنجم با تجزیه و تحلیل نتایج این دو مدل به آزمون فرضیه پرداخته

تشخیص DMUهایی که عملکرد ضعیفی دارند، را دارد، اما هیچ توانایی برای شناسایی بهترین DMU در میان DMUهایی که کارا می‌باشند، را ندارد. در حالیکه کارایی‌هایی که در مدل 3و6 تعریف شده اند، توانایی شناسایی DMUای که بهترین عملکرد را دارد را دارا می‌باشند. اما هیچ قابلیت برای تعیین اینکه کدام DMU بدترین عملکرد را داشته ندارند. بنابراین دو تعریف کارایی همدیگر را تکمیل می‌کنند.

• گام هفتم: محاسبه شاخص RC برای محاسبه کارایی و رتبه نهایی DMUها

تعریف ۴. فرض کنید θ_{j0}^* و θ_{IDMU}^* بترتیب بهترین کارایی نسبی ممکن $IDMU$ و DMU_0 هستند که توسط مدل‌های DEA ۱ تا ۴ تعیین شده اند و φ_{j0}^* و φ_{IDMU}^* بدترین کارایی نسبی ممکن $ADMU$ و DMU_0 باشند که توسط مدل‌های ۹ تا ۱۲ تعیین شده اند. بنابراین شاخص نزدیکی نسبی DMU_0 تا $IDMU$ بصورت زیر تعریف می‌شود.

$$RC_{jo} = \frac{\varphi_{j0}^* - \varphi_{ADMU}^*}{(\varphi_{j0}^* - \varphi_{ADMU}^*) + (\theta_{ADMU}^* - \theta_{j0}^*)} \quad (17)$$

واضح است که اختلاف بزرگ‌تر بین φ_{ADMU}^* و φ_{j0}^* اختلاف کوچک‌تر بین θ_{ADMU}^* و θ_{j0}^* به معنی عملکرد بهتر DMU_0 می‌باشد. بنابراین ارزش بزرگ‌تر برای RC_{jo} نشان‌دهنده عملکرد بهتر برای DMU_0 است. توجه کنید که رویکرد TOPSIS از فاصله‌های مطلوبیت استفاده می‌کند تا نزدیکی نسبی را معین کند، در حالیکه شاخص RC در این تحقیق با استفاده از فاصله‌های کارایی تعیین شده است.

از آنجایی که شاخص RC هم بهترین و هم بدترین کارایی‌های نسبی ممکن DMUها را ادغام می‌کند. بنابراین شاخص RC یک ارزیابی کامل فراهم

خواهد شد تا خواننده تصویر واضحی از کلیه عملیات انجام شده بدست آورد و براحتی آنرا درک نماید. تایدواتر، کالسیمین، بانک ملت، تولی پرس، سیمان تهران، فولاد خراسان.

مطابق گام اول از روش شناسی

شرکت‌های زیر ۵۰ شرکت برتر بازار بورس اوراق بهادار تهران در انتهای سال ۱۳۸۶ هستند که به عنوان نمونه مورد بررسی در این تحقیق استفاده می‌شوند:

شرکت سایپا، بانک پارسیان، سرمایه‌گذاری بهمن، بانک کارآفرین، سرمایه‌گذاری بوعلی، ایران ترانسفو، سرمایه‌گذاری رنا، سایپا آذین، ماشین سازی اراک، صنایع جوشکاب یزد، ایران خودرو دیزل، سرمایه‌گذاری صندوق بازنشستگی، توسعه معادن روی ایران، توسعه صنایع بهشهر، بانک سینا، سرمایه‌گذاری ساختمان ایران، چینی ایران، لیزینگ ایران، لعابیران، سرمایه‌گذاری ملی ایران، سرمایه‌گذاری توکا فولاد، سرمایه‌گذاری امید، پتروشیمی خارک، معدنی و صنعتی چادرملو، سیمان سپاهان، توسعه و معادن فلزات، فولاد مبارکه اصفهان، البرز دارو، پارس خودرو، گروه دارویی سبحان، سنگ آهن گل‌گهر، پروژه‌های نیروگاهی (مپنا)، پتروشیمی اراک، ملی صنایع مس ایران، سرمایه‌گذاری توسعه صنعتی، سرمایه‌گذاری شاهد، موتوژن، سرمایه‌گذاری البرز، الکترونیک خودرو شرق، لیزینگ رایان سایپا، سیمان فارس و خوزستان، نیروکلر داروسازی کوثر، سرمایه‌گذاری غدیر، خدمات دریایی

مطابق گام دوم از روش شناسی

شاخص‌های ارزیابی که از روش دلفی بدست آمده‌اند عبارتند از:

ریسک بازار، ریسک تجاری، ریسک مالی، نسبت قیمت به درآمد، بازده دارایی‌ها، بازده حقوق صاحبان سهام، حاشیه سود خالص، حاشیه سود عملیاتی، سود هر سهم، نسبت سود تقسیمی، نسبت ارزش بازار به دفتری، نرخ رشد درآمدها، نرخ رشد سود خالص، نرخ رشد سود هر سهم، نرخ رشد بالقوه.

مطابق گام سوم از روش شناسی

در این مرحله شاخص‌های بدست آمده از روش دلفی به دو دسته ورودی و خروجی تقسیم می‌شوند:
 ورودی‌ها: ریسک بازار (I_1)، ریسک تجاری (I_2)، ریسک مالی (I_3)، نسبت قیمت به درآمد (I_4).
 خروجی‌ها: بازده دارایی‌ها (O_1)، بازده حقوق صاحبان سهام (O_2)، حاشیه سود خالص (O_3)، حاشیه سود عملیاتی (O_4)، سود هر سهم (O_5)، نسبت سود تقسیمی (O_6)، نسبت ارزش بازار به دفتری (O_7)، نرخ رشد درآمدها (O_8)، نرخ رشد سود خالص (O_9)، نرخ رشد سود هر سهم (O_{10})، نرخ رشد بالقوه (O_{11}).

مطابق گام چهارم از روش شناسی

جدول شماره ۲: تعیین ورودی‌ها و خروجی‌های مدل TOPSIS-DEA برای سال ۱۳۸۲ (قسمتی از جدول آمده)

| | (o)1 | (o)2 | (o)3 | (o)4 | (o)1 | (o)2 | (o)3 | (o)4 | (o)5 | (o)6 | (o)7 | (o)8 | (o)9 | (o)10 | (o)11 |
|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| شرکت سایپا | 0.10165 | 0.278797 | 0.962216 | 0.414255 | 0.175052 | 4.630459 | 0.164953 | 0.274482 | 5253.435 | 0.943608 | 13.11017 | 0.115493 | 0.16025 | 0.903727 | 0.261123 |
| بانک پارسیان | 7.723025 | 0.425272 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! |
| سرمایه‌گذاری بهمن | -4.789 | 0.832228 | 0.587965 | 0.792951 | 0.179727 | 0.436199 | 0.959651 | 0.959678 | 353.19 | 0.906028 | 0 | 0.659916 | 0.583011 | #DIV/0! | 0.04099 |
| بانک کارآفرین | 0.0342 | 0.742947 | 1.105333 | 4.809937 | 0.07943 | -0.75406 | 0.048423 | 0.07233 | 261.589 | 0 | -21.0783 | 3.573526 | 12.94553 | 0.827564 | -0.75408 |
| سرمایه‌گذاری بوعلی | 2.458125 | 0.600491 | 0.489647 | 54.13155 | 0.222786 | 0.436533 | 0.979478 | 0.982353 | 452.456 | 0.928267 | 2.604016 | 32.50548 | 0.237755 | 0.66498 | 0.031314 |
| ایران ترانسفو | 0.8308 | 0.320773 | 0.782917 | 4.845176 | 0.15695 | 0.722996 | 0.205178 | 0.258571 | 1099.445 | 0.929901 | 5.131257 | 1.554204 | 0.173768 | 1.076752 | 0.050681 |
| سرمایه‌گذاری رنا | 0.35815 | 0.32245 | 0.653914 | 10.89261 | 0.137201 | 0.396437 | 0.315791 | 0.367399 | 516.5778 | 0.828304 | 0.32539 | 3.512321 | 0.447388 | 8.277348 | 0.068067 |
| سایپا آذین | -0.40423 | 0.177293 | 0.720708 | 22.91997 | 0.221111 | 0.791683 | 0.21106 | 0.207061 | 2822.033 | 0.097034 | 3.500252 | 4.063562 | -0.17304 | 0.31353 | 0.714863 |
| ماشین سازی اراک | 1.7841 | -3.06965 | 0.682038 | -1.63711 | 0.028457 | 0.089498 | 0.041357 | 0.036811 | 102.8853 | 0.091478 | 6.031787 | 5.025363 | -1.2654 | -0.63609 | 0.081311 |
| صنایع جوشکاب یزد | 0.202825 | 0.490204 | 0.687543 | 157.2785 | 0.153126 | 0.490071 | 0.210507 | 0.359708 | 685.8442 | 0.889415 | 2.144367 | 77.09847 | 0.375237 | 1.235934 | 0.054195 |
| ایران خودرو دیزل | 0.6555 | 0.263552 | 0.885745 | 1.217061 | 0.043689 | 0.382383 | 0.072768 | 0.176406 | 1096.923 | 0.236973 | 1.680234 | 0.320759 | 0.369196 | 0.916298 | 0.291769 |
| سرمایه‌گذاری صندوق بازنشستگی | 1.1514 | 0.564933 | 0.363587 | 4.139164 | 0.253681 | 0.398612 | 0.970221 | 0.993844 | 481.1092 | 0.727486 | 3.459925 | 2.338352 | 0.507358 | 1.815848 | 0.108627 |
| توسعه معادن روی ایران | 1.2369 | 0.768934 | 0.604135 | 3.215926 | 0.084844 | 0.214324 | 0.346198 | 0.207974 | 228.1018 | 0.613761 | 2.570743 | 2.472836 | 1.392811 | 0.83441 | 0.08278 |
| توسعه صنایع بهشهر | 0.4237 | 0.518906 | 0.755711 | 5.424074 | 0.244734 | 1.00182 | 3.159535 | 0.975039 | 1288.156 | 0.931564 | 5.521788 | 2.814583 | 0.258023 | -21.2855 | 0.06856 |
| سرمایه‌گذاری سلفمق ایران | 1.092025 | 0.595262 | 0.309716 | 7.096246 | 0.30597 | 0.443253 | 0.995059 | 0.995059 | 1345.684 | 0 | 1.317224 | 4.224128 | 0.140979 | 0.528079 | 0.443253 |
| چینی ایران | 0.01045 | 0.679252 | 0.670104 | 14.37396 | 0.142888 | 0.43313 | 0.203428 | 0.247605 | 815.6465 | 0.572201 | 3.05075 | 9.763537 | 0.282508 | 0.709494 | 0.185293 |

مطابق جدول فوق برای تمامی سال‌های مورد مطالعه وجود نداشت حذف شدند. دلیل این امر این بود که این شرکتها با بتازگی در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده بودند یا داده‌های آنها در صورت‌های مالی وجود نداشت. این شرکتها شامل بانک سینا، سرمایه گذاری امید، فولاد مبارکه، بانک ملت و سیمان سپاهان می‌باشند.

مطابق گام پنجم از روش شناسی

در ابتدای این مرحله ۵ شرکتی که بعضی از داده‌های آنها در سالهای مالی ابتدایی مورد بررسی

جدول شماره ۳: (فقط قسمتی از جدول آورده شده است)

| | (i)1 | (i)2 | (i)3 | (i)4 | (o)1 | (o)2 | (o)3 | (o)4 | (o)5 | (o)6 | (o)7 | (o)8 | (o)9 | (o)10 | (o)11 |
|---------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| شرکت سایپا 1 | 0.107 | 0.296406 | 0.656203 | 2.746279 | 0.19237 | 0.913284 | 0.194799 | 0.248289 | 1526.601 | 0.276133 | 2.665036 | 0.102779 | 0.131909 | 0.863816 | 0.399733 |
| بانک پارسیان 2 | 8.1295 | 0.459195 | 0.453299 | 6.763987 | 0.089543 | 0.139875 | 0.281491 | 0.276543 | 324.8764 | 0.465298 | 1.876554 | 0.58377 | 0.46502 | 0.956845 | 0.198344 |
| سرمایه گذاری بهمن 3 | -5.02 | 0.88479 | 0.4543 | 6.11105 | 0.074512 | 0.138282 | 0.710299 | 0.658634 | 161.5849 | 0.814639 | 0.83957 | 0.38759 | 0.345219 | 0.945387 | 0.023049 |
| بانک کارآفرین 4 | 0.036 | 0.789869 | 0.950469 | 7.584087 | 0.033395 | 0.215423 | 0.333602 | 0.388736 | 601.5843 | 0.469363 | 1.111525 | 3.280368 | 9.219907 | 0.920965 | -0.00571 |
| سرمایه گذاری بوعلی 5 | 2.5875 | 0.638416 | 0.272711 | 11.61536 | 0.147347 | 0.195818 | 0.712905 | 0.7308 | 236.6127 | 0.421708 | 1.119844 | 42.06756 | 0.129221 | 0.715033 | 0.080208 |
| ایران ترانسفو 6 | 0.874 | 0.341033 | 0.827518 | 7.674655 | 0.094434 | 0.498364 | 0.163083 | 0.158882 | 1069.582 | 0.767658 | 4.384571 | 1.954208 | 0.184166 | 1.116255 | 0.07069 |
| سرمایه گذاری رنا 7 | 0.377 | 0.342815 | 0.450734 | 1.667423 | 1.738976 | 4.921539 | 0.854666 | 0.915819 | 5509.073 | 0.506525 | 0.371253 | 4.558795 | 0.279592 | 10.58434 | 0.905384 |
| سایا آئین 8 | -0.4255 | 0.188491 | 0.667918 | 5.069049 | 0.124804 | 0.428864 | 0.092954 | 0.105057 | 1010.197 | 0.415664 | 1.282107 | 5.200574 | -0.18822 | 0.420586 | 0.267009 |
| ماشین سازی اراک 9 | 1.878 | -3.26352 | 0.74263 | -11.6574 | -0.04735 | -2.68793 | -0.10922 | -0.05334 | -140.58 | 0.0901 | 25.85415 | 6.962833 | -1.24145 | -0.50093 | -2.69688 |
| صنایع جوشکاب یزد 10 | 0.2135 | 0.521164 | 0.666527 | 19.70619 | 0.227064 | 0.619399 | 0.269981 | 0.39177 | 1594.838 | 0.648819 | 3.540801 | 100.1743 | 0.372596 | 1.275084 | 0.062456 |
| ایران خودرو نیلز 11 | 0.69 | 0.280198 | 0.865804 | 2.858093 | 0.059414 | 0.42063 | 0.088619 | 0.159653 | 978.3396 | 0.519036 | 1.527688 | 0.275836 | 0.297238 | 0.980209 | 0.182557 |
| سرمایه‌گذاری صندوق بازنشستگی 12 | 1.212 | 0.600613 | 0.51533 | 5.748702 | 0.146874 | 0.259789 | 0.740433 | 0.825508 | 376.7806 | 0.784342 | 1.85967 | 2.84725 | 0.471055 | 1.621868 | 0.048492 |
| توسعه معادن روی ایران 13 | 1.302 | 0.817499 | 0.690333 | 3.903673 | 0.219593 | 0.723054 | 0.313282 | 0.337208 | 1239.232 | 0.421293 | 3.32061 | 2.374857 | 1.004744 | 0.86873 | 0.511489 |
| توسعه صنایع بهشهر 13 | 0.446 | 0.551679 | 0.728472 | 6.164262 | 0.083908 | 0.255298 | 0.647559 | 0.314549 | 402.6204 | 0.497175 | 1.67709 | 2.573715 | 0.310047 | -14.553 | 0.068465 |
| سرمایه‌گذاری ساختمان ایران 14 | 1.1495 | 0.632858 | 0.59024 | 8.168615 | 0.133045 | 0.254845 | 0.659092 | 0.57789 | 513.9375 | 0.39256 | 2.8113 | 5.531226 | 0.19031 | 0.672587 | 0.134676 |
| چینی ایران 15 | 0.011 | 0.722152 | 0.636492 | 4.686233 | 0.097054 | 0.204495 | 0.146055 | 0.187212 | 441.4303 | 0.264602 | 1.030378 | 12.6997 | 0.432097 | 0.913249 | 0.140402 |

دسته از DMUهایی که نمره یک آورده‌اند کارا بوده و آن دسته از DMUها که نمره کوچکتر از یک آورده‌اند غیر کارا هستند.

مطابق گام هفتم از روش شناسی

محاسبه شاخص RC برای محاسبه کارایی و رتبه نهایی DMUها

جدول شماره ۵: (فقط قسمتی از جدول آورده شده است)

| DMU | RC | final rank |
|--------------------------------|-------------|------------|
| سرمایه‌گذاری ملی ایران | 0.552237255 | 1 |
| ایران ترانسفو | 0.516141345 | 2 |
| سرمایه‌گذاری صندوق بازنشستگی | 0.478412946 | 3 |
| پتروشیمی خارک | 0.470985742 | 4 |
| معدنی و صنعتی چادرملو | 0.465589074 | 5 |
| سنگ آهن گل‌گهن | 0.4467818 | 6 |
| الکترونیک خودرو شرق | 0.444328185 | 7 |
| سرمایه‌گذاری البرز | 0.440812807 | 8 |
| سرمایه‌گذاری توسعه صنعتی ایران | 0.434674845 | 9 |
| پارس خودرو | 0.432531272 | 10 |
| سرمایه گذاری رنا | 0.4253578 | 11 |
| سرمایه گذاری بهمن | 0.410338953 | 12 |
| صنایع جوشکاب یزد | 0.397591047 | 13 |
| سیمان سپاهان | 0.375379006 | 14 |
| پروژه‌های نیروگاهی (مینا) | 0.36126888 | 15 |
| سیمان فارس و خوزستان | 0.338152432 | 16 |

مطابق گام ششم از روش شناسی

بر مبنای اطلاعات جدول زیر DMUها را می‌توان به دو دسته ناکارا^{۱۲} و غیر ناکارا^{۱۳} تقسیم کرد. بطوریکه آن دسته از DMUهایی که نمره یک آورده‌اند ناکارا بوده و آن دسته از DMUها که نمره بزرگتر از یک آورده‌اند غیر ناکارا هستند.

جدول شماره ۸: (فقط قسمتی از جدول آورده شده)

| DMU | Score | Rank |
|---------------------------------------|----------|------|
| sherkate saipa 1 | 1.268937 | 24 |
| banke parsian 2 | 1.297654 | 26 |
| samaiegozari bahman 3 | 1.799424 | 12 |
| banke karafain 4 | 1.156368 | 33 |
| samaiegozari buali 5 | 2.174537 | 3 |
| iran transfo 6 | 1.185689 | 31 |
| samaiegozari rena 7 | 1.684758 | 11 |
| saipa azin 8 | 1 | 45 |
| mashin sazi arak 9 | 1.177658 | 32 |
| sanaye joshkab yazd 10 | 1.986468 | 6 |
| iran khodro dizel 11 | 1.112345 | 34 |
| samaiegozari sandugh bazneshastegi 12 | 2.348778 | 1 |
| tos'e ma'saden ruy 13 | 1.436457 | 19 |
| tos'e sanaie behshahr 14 | 1.387688 | 21 |
| samaiegozari sakhteman iran 15 | 1.348657 | 22 |
| chini iran 16 | 1 | 45 |
| lizing iran 17 | 1.457766 | 17 |

بر مبنای اطلاعات جدول زیر DMUها را می‌توان به دو دسته کارا^{۱۴} و غیرکارا^{۱۵} تقسیم کرد. بطوری که آن

جدول شماره ۸: محاسبه ضریب همبستگی شاخص شارپ و شاخص RC شرکتها

| | | RC | sharp |
|----------------|----|--------------------------------|--------|
| Spearman's rho | RC | Correlation Coefficient: 1.000 | .702** |
| | | Sig. (2-tailed) | .000 |
| | N | 45 | 45 |
| sharp | RC | .702** | 1.000 |
| | | Sig. (2-tailed) | .000 |
| | N | 45 | 45 |

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

نتایج بدست آمده نشان دهنده وجود ضریب همبستگی ۰/۶۹۹ بین شاخص RC و بازده سالانه و همچنین ضریب همبستگی ۰/۷۰۲ بین شاخص RC و شاخص شارپ می باشد. که دلالت بر قابلیت اطمینان مدل دارد.

۵ نتیجه گیری و بحث

نتیجه مستقیم حاصل از بکارگیری این تحقیق رتبه بندی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. با استفاده از این رتبه بندی در تکنیک بکار گرفته شده، شرکت هایی که کارا نیستند می توانند با الگوگیری از شرکت های کارا خود را به مرز کارایی نزدیک کنند. در ادبیات تحقیق می توان مشاهده نمود که برای ارزیابی شرکت های فعال در بورس باید چندین متغیر و شاخص را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار داد. از آنجاییکه این متغیرها و شاخص ها دارای واحد اندازه گیری مشابه نبوده و اغلب با یکدیگر در تضاد هستند، استفاده از روشی که بتواند همه این شاخص ها را در ارزیابی یا رتبه بندی شرکت ها در نظر بگیرد مشکل است. برخی از محققان برای رفع این مشکل از مدل های تصمیم گیری چند شاخصه از جمله Topsis، ANP، AHP، DEA و ... استفاده کرده اند. ولی اغلب این محققین در بکارگیری روشی که بتواند علاوه بر چندین شاخص، چندین دوره را در انتخاب در نظر بگیرد به موفق چشمگیری دست

همان گونه که از نتایج جدول فوق مشخص است، با استفاده از متد ارائه شده به رتبه بندی کامل واحدهای تصمیم پرداخته شد. در حالی که اگر از روش های سنتی DEA استفاده می شد تعداد واحدهای کارا بیش از یک واحد بودند.

مطابق گام هشتم از روش شناسی

شاخص شارپ و بازده سالانه شرکتها در سال ۱۳۸۸ محاسبه شد و ضریب همبستگی مقادیر بدست آمده برای هر شرکت با مقادیر شاخص RC هر شرکت توسط نرم افزار SPSS محاسبه گردید تا قابلیت اطمینان مدل مشخص شود.

جدول شماره ۶: بازده سالانه شرکتها و شاخص شارپ آنها در سال ۱۳۸۸ (فقط قسمتی از جدول آورده شده است)

| شاخص شارپ | بازده سالانه | نام شرکت |
|--------------|--------------|------------------------------|
| 0.003713761 | 0.074677 | شرکت سایپا |
| 0.107642675 | 0.153322 | بانک پارسیان |
| 0.099367686 | 0.08666 | سرمایه گذاری بهمن |
| -1.343514982 | -0.26937 | بانک کارآفرین |
| -1.913179226 | -0.56235 | سرمایه گذاری بوعلی |
| 0.421819851 | 0.396605 | ایران ترانسکو |
| -0.325042449 | -0.0473 | سرمایه گذاری رنا |
| 0.318036833 | 0.285012 | سایپا آذین |
| -2.324308491 | -0.68994 | ماتین سازی اراک |
| 0.056956422 | 0.109267 | صنایع چوشکاب یزد |
| -0.266123674 | -0.13009 | ایران خودرو دیزل |
| 0.593232745 | 0.418766 | سرمایه گذاری صندوق بازنشستگی |
| -0.445121709 | -0.17185 | توسعه معادن روی ایران |
| -0.321775828 | -0.15922 | توسعه صنایع بهشهر |
| -0.328058678 | -0.1723 | سرمایه گذاری ساختمان ایران |
| -0.345432447 | -0.30767 | چینی، ایران |
| 0.292399453 | 0.234662 | لیزینگ ایران |
| -0.458743347 | -0.55325 | تعبیران |

جدول شماره ۷: محاسبه ضریب همبستگی بازده سالانه

و شاخص RC شرکتها

| | | RC | bazden |
|----------------|----|--------------------------------|--------|
| Spearman's rho | RC | Correlation Coefficient: 1.000 | .699** |
| | | Sig. (2-tailed) | .000 |
| | N | 45 | 45 |
| bazden | RC | .699** | 1.000 |
| | | Sig. (2-tailed) | .000 |
| | N | 45 | 45 |

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

نیافتند. در این تحقیق با استفاده از روش بکار گرفته شده سرمایه‌گذاران بالقوه می‌توانند علاوه بر در نظر گرفتن چند شاخص، چند دوره را نیز در نظر گرفته و به ارزیابی کامل و جامعی از شرکت‌های مورد نظر دست می‌یابند.

فهرست منابع:

- ۱) ایران نژاد پاریزی، مهدی، (۱۳۷۸)، روشهای تحقیق در علوم اجتماعی، تهران، نشر میدان.
- ۲) تی استرینگر، ارنست، (۱۳۷۸)، تحقیق عملی راهنمای مجریان تغییر و تحول، ترجمه دکتر سید محمد اعرابی و داوود ایزدی،
- ۳) حافظ نیا، (۱۳۷۷)، روش تحقیق در علوم انسانی، تهران، انتشارات سمت.
- ۴) خاکی، غلامرضا، (۱۳۷۹)، روش تحقیق در مدیریت، تهران: مرکز انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی.
- ۵) دانایی فرد، حسن، الوانی، سید مهدی، آذر، عادل، (۱۳۸۳)، روش شناسی پژوهش کیفی در مدیریت رویکردی جامع. صفار- اشراقی، چاپ اول.
- ۶) سکاران، اوما (۱۳۸۱) روش تحقیق در مدیریت، ترجمه محمد صائبی و شیرازی، چاپ اول، تهران: مرکز آموزش مدیریت دولتی.
- ۷) سرمد، زهره، بازرگان، عباس، حجازی، الهه، (۱۳۸۰)، روشهای تحقیق در علوم رفتاری، چاپ پنجم تهران: انتشارات آگاه.
- ۸) مهرگان، محمدرضا، (۱۳۸۳)، مدل های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان ها (تحلیل پوششی داده ها)، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
- ۹) مومنی، منصور، (۱۳۸۵)، مباحث نوین تحقیق در عملیات، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران
- ۱۰) صارمی، محمود، صفری، حسین، فتحی، حبیبه و حسینی، فرشید، (۱۳۸۵)، ارائه مدلی برای
- رتبه‌بندی شرکت‌های انفورماتیکی، پژوهشنامه بازرگانی، دوره ۱۰، شماره ۴۰.
- ۱۱) قدرتیان کاشان، سید عبدالجابر و انواری رستمی، علی اصغر، (۱۳۸۳)، طراحی مدل جامع ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی شرکت‌ها، فصلنامه مدرس، علوم انسانی، شماره ۳۶.
- ۱۲) قلی‌زاده، محمدحسن، (۱۳۸۳)، طراحی مدل رتبه‌بندی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از تحلی پوششی داده‌ها، پایان نامه دکتری، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران.
- ۱۳) مومنی، منصور، (۱۳۸۵)، مباحث نوین تحقیق در عملیات، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
- ۱۴) مهرانی، ساسان، مهرانی، کاوه و کرمی، غلامرضا، (۱۳۸۳)، استفاده از اطلاعات مالی و غیر مالی جهت تفکیک شرکت‌های موفق از ناموفق، فصلنامه بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، سال ۱۱، شماره ۳۸.
- 15) Abdelaziz F., Aouni B., Fayedh R. (2005); "Multi-Objective Stochastic Programming for Portfolio Selection", (2005), European Journal of Operational Research, Vol. 1, No. 1, pp. 1-13.
- 16) Best MJ, Hlouskova J., 2006, "Quadratic programming with transaction costs"; Computers & Operations Research ,Vol. 2, No. 5, pp. 1-16.
- 17) Ehrgott, M., Klamroth, K. and Schwehm, C. (2004), "An MCDM approach to portfolio optimization". European Journal of Operational Research, Vol. 1, No. 155, pp. 752-770.
- 18) Inuiguchi, M. J. Ramík, (2000) Possibilistic linear programming: a brief review of fuzzy mathematical programming and a comparison with stochastic programming in portfolio

یادداشت‌ها

¹ Peter Druker

² Schinck

³ Piotroske

⁴ Skewness

⁵ F-score

⁶ Redman, Arnold & Gullet

⁷ Johnson & Soenon

⁸ Sustainable Growth Rate

⁹ Earnings Volatility

¹⁰ Mohanram

¹¹ Quadratic Programming

¹² Inefficient DMU

¹³ Non-DEA inefficient

¹⁴ Efficient DMU

¹⁵ Non-DEA efficient DMU

selection problem, Fuzzy Sets and Systems 111 (1) 3–28.

19) Inuiguchi, M. T. Tanino, (2000) Portfolio selection under independent possibilistic information, Fuzzy Sets and Systems 115 (1), 83–92.

20) Lacagnina, V. A. Pecorella, (2006), A stochastic soft constraints fuzzy model for a portfolio selection problem, Fuzzy Sets and Systems 157 (10), 1317–1327.

21) Markowitz, H. (1959). "Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments". John Wiley & Sons, New York.

22) Parra, M.A. A.B. Terol, M.V.R. Ura, (2001), A fuzzy goal programming approach to portfolio selection, European Journal of Operational Research 113 (2), 287–297.

23) Tanaka, H. P. Guo, (2000), I.B. Türksen, Portfolio selection based on fuzzy probabilities and possibility distributions, Fuzzy Sets and Systems 111 (3), 387–397.

24) Yun, Y.B. H. Nakayama, T. Tanino, M. Arakawa, (2001), "Generation of efficient frontiers in multi-objective optimization problems by generalized data envelopment analysis", European Journal of Operational Research, Vol. 1, No. 1, pp. 55-93.

25) Tyriaki, F. B. Ahlactiglu, (2009), "Fuzzy portfolio selection using fuzzy analytic hierarchy process", Information Sciences, 179, 53-69.

26) Tyriaki, F. M. Ahlactiglu, (2009), "Fuzzy stock selection using a new fuzzy ranking and weighting algorithm", Applied Mathematics and Computation, 170, 144-157.

27) Xu, Z. (2008), "On multi-period multi-attribute decision making" Knowledge-Based Systems, 21, 164-171