

مدلی ریاضی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین استراتژی‌های رقابتی با در نظر گرفتن اندازه سازمان و پارامترهای وابسته (کاربرد موردی صنعت بیمه) حمیدرضا جعفری،* پروش ترکی**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۲۲

چکیده

از آنجایی که سهم بازار کسب شده به عنوان یک شاخص کلیدی در شرکت‌های بیمه و یک پارامتر از نوع وابسته قلمداد می‌شود، (مجموع سهم بازار کسب شده توسط تمام رقبای بر حسب درصد برابر صد در صد است)، از طرفی حداکثر مقدار قابل کاهش در میزان منابع بکار رفته (ورودی‌ها) جهت رسیدن به مرز کارایی تابعی از میزان بزرگی ورودی می‌باشد، با این حال مدل‌های کلاسیک DEA قادر به در نظر گرفتن موارد ذکر شده نیستند. لذا معمولاً نتایج حاصل از مدل‌های مذکور غیر واقعی بوده و معتبر نیستند، در این تحقیق یک مدل ریاضی مبتنی بر DEA جهت تعیین استراتژی‌های رقابتی با در نظر گرفتن پارامترهای وابسته و اندازه سازمان-های بیمه ارایه شده است، نتایج حاکی از این بود که بکارگیری مدل پایه ای CCR جهت حل مسأله مورد بررسی دارای نتایج غیر عملی و متناقض با شرایط و محدودیت‌های دنیای واقعی است. این در حالی است که مدل پیشنهادی تحقیق بسیار کاراتر عمل کرده و نتایج حاصل از آن حاکی از این بود که مدل پیشنهادی، نقاط ضعف مدل‌های پایه‌ای DEA را در حوزه این مسایل به خوبی برطرف کرده است.

واژگان کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، استراتژی‌های رقابتی، صنعت بیمه، پارامترهای همبسته، پارامترهای وابسته

* استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ابهر، زنجان، ایران.
(نویسنده مسئول) H.r.jafari2015@gmail.com

** دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ابهر، زنجان، ایران.

مقدمه

امروزه یکی از مهمترین سازمانهای خدماتی شرکت‌های بیمه ای هستند. از جمله شاخص‌های کلیدی کارایی سازمان‌های بیمه ای کسب سهم بازار بیشتر در مقایسه با سایر رقبا است. از آنجایی که سهم بازار کسب شده در واقع یک خروجی از نوع وابسته قلمداد می‌شود (بطوری که حداکثر مجموع سهم بازار کسب شده توسط تمام رقبا بایستی برابر ۱۰۰ در صد باشد)، از طرفی معمولاً حداکثر مقدار قابل کاهش در میزان منابع بکار رفته (ورودی‌ها)، جهت رسیدن به مرز کارایی تابعی از میزان بزرگی ورودی می‌باشد، بطوری که عموماً در دنیای واقعی حداکثر مقدار قابل کاهش از یک منبع همواره نسبت مشخصی از این منبع می‌باشد (و نه یک اندازه مطلق)، با این حال مدل‌های کلاسیک DEA قادر به در نظر گرفتن موارد ذکر شده نیستند، لذا معمولاً نتایج حاصل از مدل‌های کلاسیک DEA غیر واقعی بوده و معمولاً قابلیت کاربرد ندارد. در همین راستا پرسش اصلی در تحقیق چگونگی ارایه یک مدل ریاضی مبتنی بر DEA جهت تعیین استراتژی‌های رقابتی با در نظر گرفتن پارامترهای وابسته و ابعاد و اندازه سازمان‌های بیمه می‌باشد. لازم به ذکر است مدل ریاضی ارایه شده بر مبنای فرض‌های مختلفی ارایه شده است که در بخش‌های بعدی به آن پرداخته خواهد شد. گفتنی است در مدل ارائه شده به عنوان نوآوری، همبستگی بین برخی پارامترها و همچنین در نظر گرفتن اندازه DMU در میزان کاهش ورودی‌ها جهت رسیدن به مرز کارایی منظور شده است.

در ادامه در بند ۲ به مبانی نظری و مرور پیشینه تحقیق پرداخته شده و سعی گردیده است مهمترین موضوعات و مباحث مرتبط با تحقیق، مطرح شده و در ادامه یک مرور تفصیلی بر تحقیقات مرتبط انجام شده صورت گیرد. همچنین در بند ۳ مدل مفهومی فرایند انجام پژوهش مطرح شده است، به علاوه در بند ۴ مدل ریاضی تحقیق ارائه شده است. بدین منظور ابتدا مسأله مورد بررسی و تشریح قرار گرفته و ضمن بیان فرض‌های مدل ریاضی، شمارنده‌ها، پارامترها و متغیرهای تصمیم، معرفی شده و در نهایت مدل ریاضی تحقیق ارائه شده است. در ادامه در بند ۵ جهت بررسی کارایی و اعتبار مدل ریاضی ارائه شده یک کاربرد موردی از

صنعت بیمه مطرح شده و نتایج بدست آمده است، همچنین در بند ۶ نتایج عددی بدست آمده در بند ۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در نهایت در بند ۷ نتیجه گیری شده و پیشنهادات برای تحقیقات آتی مطرح شده است.

مروری بر مطالعات پیشین

با توجه به ماهیت تحقیق حاضر، در این بخش مطالعات پیشین در دو بخش « مرورتحقیقات پیشین مربوط به کاربردهای تحلیل پوششی داده ها در صنعت بیمه » و «مرور تحقیقات پیشین مرتبط با در نظر گرفتن همبستگی پارامترها در مدل های DEA» مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

مرورتحقیقات پیشین مربوط به کاربردهای تحلیل پوششی داده ها در صنعت بیمه محیط رقابتی کسب و کار عصر کنونی بویژه در صنعت بیمه باعث شده است شرکت های بیمه به منظور تعیین و تشخیص موقعیت فعلی خود و همچنین بقاء در فضای کسب و کار به طور مستمر از روش ها و الگوهایی به منظور ارزیابی و بهبود مستمر عملکرد خود بهره گیرند تا بسته به جایگاه خود، استراتژی های رقابتی مناسب اتخاذ و اعمال نمایند. DEA بعنوان یکی از روش های قدرتمند در ارزیابی سازمانها در تحقیقات مختلف مورد استفاده قرار گرفته است، در ادامه به برخی از مهمترین تحقیقات در حوزه بکارگیری تکنیک های DEA در صنعت بیمه اشاره خواهیم کرد.

یانگ^۱ (۲۰۰۶) پژوهشی تحت عنوان «مدل DEA دو مرحله ای برای ارزیابی عملکرد کلی شرکتهای بیمه عمر و سلامتی کانادا» نام برد را انجام داده است. این مقاله یک مدل DEA دو مرحله ای را برای ارزیابی کارایی نظام مند صنعت بیمه عمر و سلامتی کانادا ارائه می دهد. این مدل جدید تلفیق عملکردهای تولید و سرمایه گذاری شرکتهای بیمه را امکان پذیر می سازد. در تمام این پژوهش، بر چگونگی ارائه نتایج DEA برای مدیریت تأکید ویژه ای شده است

تا اینکه به آنها در مورد اینکه چه چیزی را مدیریت کنند و چگونه تغییرات را محقق کنند، راهنمایی بیشتری دهد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد صنعت بیمه عمر و سلامتی کانادا، در دوره مورد بررسی نسبتاً بطور کارا عمل کرده است. علاوه بر این، در این مقاله، کارایی مقیاس در صنعت بیمه عمر و سلامتی کانادا یافته شده است. همچنین گلستانی^۱ (۲۰۰۷) نیز پژوهشی با عنوان «بررسی روند کارایی شرکتهای بیمه دولتی ایران در سالهای ۱۳۸۰-۱۳۸۴ با استفاده از مدل DEA» ارائه داده است. در این پژوهش بنا به اهمیت لزوم مطالعه عملکرد صنعت بیمه، محقق با بررسی روند بخش دولتی صنعت بیمه ایران طی پنج سال گذشته به مطالعه مسیر توسعه این صنعت از طریق مقایسه درونی پرداخته است. بدین منظور پس از مطالعه در خصوص خدمات ارائه شده از سوی شرکتهای بیمه و نیز مطالعه فعالیت‌های بیمه‌ای در برخی دیگر از کشورها به شناسایی و معرفی نهاده‌ها و ستاده‌های صنعت بیمه پرداخته شد. همچنین با استفاده از مدل ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها به تفکیک واحدهای کارا و ناکارا در بخش دولتی صنعت بیمه پرداخته و با استفاده از طراحی یک شرکت بیمه مجازی، رتبه بندی درونی و بیرونی واحدهای کارا انجام شد. بر اساس نتایج بدست آمده پژوهشگر دریافت که تنها نیمی از واحدهای تصمیم ساز مورد مطالعه کارا هستند که در بازه زمانی مورد مطالعه دارای روند نزولی کارایی بوده اند. همچنین پژوهشگر در پایان این مطالعه دریافت که مؤلفه‌ها و شاخص‌های مجردی که هم اکنون بعنوان شاخصهای عملکرد صنعت بیمه مورد استفاده قرار می‌گیرند، نه تنها تصویری شفاف از کارایی شرکتهای بدست نمی‌دهد بلکه برای ذینفعان این صنعت که بر مبنای این شاخص‌ها تصمیم‌گیری می‌کند در بلندمدت گمراه کننده خواهد بود. علاوه بر این کائو و هوانگ^۲ (۲۰۰۸) پژوهش دیگری با عنوان «تحلیل کارایی در تحلیلی پوششی داده‌های دو مرحله‌ای: کاربردی برای شرکتهای بیمه غیر عمر در تایوان» انجام نموده اند. در این مقاله برای ارزیابی کارایی شرکتهای بیمه غیر عمر تایوان از مدل ارتباطی DEA دو مرحله‌ای استفاده کرده اند. مدل ارتباطی دو مرحله‌ای DEA در واقع توسعه یافته مدل DEA متداول است تا بتواند رابطه فیزیکی بین فرآیند کار و زیرفرآیندهای جزء را

1 Golstnsi

2 Kau and houang

توصیف کند. در مدل ارتباطی DEA دو مرحله ای، محدودیت های هر دو زیرفرآیند به محدودیت فرآیند کل اضافه می شوند. لازم به ذکر است نکتاریوس و بارونس^۱ (۲۰۱۰) کارایی شرکت های بیمه یونانی را در طی دوره ۱۹۹۴-۲۰۰۳ بررسی کردند و متوجه شدند که بهره وری شرکت بیمه یونانی ۱۶٫۱ درصد افزایش یافته و بدنبال آن شرکت های بیمه غیر زندگی رشد تولید ۶٫۵ درصد و در آخر شرکت های بیمه ترکیبی تولیدشان ۳٫۳ درصد افزایش پیدا کرده است. همچنین مالبرگ و اورل^۲ (۲۰۱۰) کارایی شرکت های بیمه یونانی را طی سالهای ۲۰۰۶-۱۹۹۱ تحلیل کردند، نتیجه تحقیقات آنها نشان داد میانگین کارایی افزایش ۱۸ درصدی داشته است. این رشد تحت تاثیر پیشرفت تکنیکی (۱۶ درصد) و کارایی بالاتر (۱۱ درصد) بود. در حالی که پیشرفت ها در کارایی خالص کوچکتر از ۵ درصد بود. همچنین مطالعات بازاریابی جاویژه^۳ (بازار تخصصی است که پیشنهادهای ویژه ای متمرکز بر بخش کوچک شده ای از بازار در آن ارائه می شود). در صنعت بیمه توجه بسیاری از محققان و کسانی که تاثیر متغیرهای مبنی بر کسب و کار را بررسی می کنند را به خود جلب کرده است. با توجه به جاویژه های بازار مثل مسئولیت اموال و بخش های بیمه غیر زندگی، لوهن^۴ (۲۰۰۹) میزان کارایی در صنعت بیمه مسئولیت اموال آلمانی را از ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۶ بررسی کرده است. نویسنده از یک روش دو مرحله ای که از اجرای DEA در اولین مرحله و سپس از روش بوت استرپ و رگرسیون کوتاه در مرحله دوم بمنظور تجزیه تحلیل متغیرهای کمکی که بهره وری را توضیح دهد استفاده کرده است. از سوی دیگر عبدالقادر و همکاران^۵ (۲۰۱۱) بازده هزینه شرکت های بیمه غیر زندگی فعال در ۱۰ کشور اسلامی را مطالعه کردند. همچنین نویسنده یک رویکرد دو مرحله ای را اتخاذ کرد، در مرحله اول از DEA استفاده نمود و در مرحله دوم از توییت رگرسیون بمنظور تست ویژگی های شرکت های بزرگ در این بازده ها استفاده نمود.

1 Nektarios and barrons

2 mahlberg and url

3 Niche market

4 luhnen

5 Abdul kaderet al

همچنین بر تونی و کراک^۱ (۲۰۱۱) نیز DEA را به پانل شرکت‌های بیمه عمر که در ۵ کشور اروپایی (آلمان، فرانسه، ایتالیا، اسپانیا و انگلیس) که بین سالهای ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۴ کار می‌کردند، اعمال کرد. نویسندگان تولید را با استفاده از مدل کارایی مالم کوئیست تخمین زدند که به طور سالانه ۶٫۷۱ درصد افزایش پیدا می‌کند و این افزایش بیشتر به علت نوآوری (تغییرات تکنولوژیکی) در بهترین شیوه و روش‌ها (۶٫۶۷ درصد) بوده است. همچنین زی و همکاران^۲ (۲۰۱۱) از تحلیل پوششی داده‌ها برای آزمایش نقش حاکمیت شرکتی در صنعت بیمه عمر آمریکا در طی دهه ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ استفاده کرد. یافته‌های آنها نشان داد فرآیند تغییر ساختار شرکت از صندوق مشترک سرمایه گذاری به شرکت دیگری مثل شرکت سهامی عام برای شرکت‌هایی که از طریق عرضه عمومی اولیه سهام (IPOs)، به فروش می‌رسند، ارزش آنها افزایش یافته، اما برای شرکت‌هایی که تبدیل می‌شوند اما خصوصی باقی می‌مانند، کاهش ارزش رخ می‌دهد. در شرکت‌هایی که عمومی می‌شوند، گردش مالی مدیر عامل افزایش پیدا می‌کند که این سبب بهبودهایی در کارایی می‌شود. هانگ و همکاران^۳ (۲۰۱۳) نیز مدلی جهت تخصیص منابع برای کاهش خروجی نامطلوب بر اساس تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها طراحی نموده‌اند. علاوه بر این الینگ و هونگ^۴ (۲۰۱۳) کارایی بیمه را در کشورهای BRIC با استفاده از DEA دو مرحله‌ای با شناسایی محرک‌های کارایی مشترک در مرحله دوم، تجزیه و تحلیل کردند. همچنین دالکیک و آدا^۵ (۲۰۱۴) با بکارگیری تحلیل پوششی داده‌ها نسبت به رتبه بندی شرکت‌های بیمه در ترکیه و در تحقیق مشابهی بروس و همکاران^۶ (۲۰۱۴) نسبت به رتبه بندی شرکت‌های بیمه در آنگولا در طی سالهای (۲۰۱۲-۲۰۰۳) اقدام نمودند، آنها در نهایت متوجه شدند شرکت‌های بیمه پرتغالی بسیار کاراترند، همچنین آنها فرصت‌ها و راهکارهایی را برای بدست آوردن بازارهای تقاضای جدید در آینده مطرح نمودند. همچنین

1 Bertoni and Croce

2 Xie et al

3 Hong L & Wei Y & Zhixiang Zhou & Chengming H

4 Eling and Huang

5 rrrrr rrrr ççççç nnnen n ltun Aaa

6 Carlos pestana Barros et.al.

افسرده و مریدی پور (۲۰۱۴) کارایی شرکت بیمه رازی در مقایسه با سایر شرکت های بیمه در ایران اقدام نمودند، آنها در نهایت متوجه شدند شرکت بیمه دی کاراترین و شرکت بیمه رازی ضعیف ترین شرکت به لحاظ کارایی است. از تحقیقات مهم دیگر می توان به تحقیق لانگ و ازیان^۱ (۲۰۱۵) اشاره کرد، آنها با استفاده از تحلیل پوششی دو مرحله ای یک مدل ریاضی برای تعیین کارایی شرکتهای بیمه ارائه کرده اند. آنها در نتایج تحقیق خود راهکارهای افزایش سودآوری را مطرح کردند، همچنین ساجدی و کندلوسی (۲۰۱۵) با استفاده از تحلیل پوششی دو مرحله ای یک مدل ریاضی برای تعیین کارایی شرکتهای بیمه ارائه کرده اند. آنها همبستگی بین مراحل را (روابط بین مراحل) را در نظر گرفتند. آنها نشان دادند پاسخ های مدل شان دارای پایایی و روایی بیشتری است.

مرور تحقیقات پیشین مرتبط با در نظر گرفتن همبستگی پارامترها در مدل های DEA

این حقیقت که وجود همبستگی بین پارامترها (ورودی ها و خروجی های Dmu ها) ممکن است مقادیر کارایی Dmu را تحت تاثیر قرار دهد از حدود سالهای ۱۹۸۹ تا کنون مورد توجه محققین بوده است. به عنوان مثال، سنگوپتا^۲ (۱۹۸۹) برای اولین بار تاثیر همبستگی بین بردارهای ورودی (خروجی) و همچنین بین ورودی ها و خروجی ها را بر نتایج مدل های تحلیل پوششی داده ها را مورد مطالعه قرار داد، همچنین اسمیت^۳ (۱۹۹۷) استواری نتایج DEA را در ارتباط با یک سری از عوامل که شامل همبستگی بین ورودی ها بود را مورد مطالعه قرار داد. بر اساس مطالعه پدراجا- چاپارو و همکاران^۴ (۱۹۹۹)، یکی از چهار عاملی که نتایج مدل های DEA را تحت تاثیر قرار می دهند میزان همبستگی بین ورودی ها و خروجی هاست اگرچه نتیجه آنها مبتنی بر آزمایش های با m ورودی و تنها یک خروجی را شامل می شد. همچنین آلدلر و برچمن^۵ (۲۰۰۱) تلاش کردند تا شمار اضافی ورودی ها یا خروجی ها را با

1 Qian Long Kweh, Noor Azlinna Azizan

2 J. K. Sengupta

3 Smith

4 Pedraja-Chaparro et al.

5 Adler, N. and J. Berechman

استفاده از تحلیل مولفه اصلی کاهش دهند. منطق این روش این است که تعداد کمی از مولفه‌های اصلی معمولاً قسمت زیادی از واریانس موجود در داده‌ها را (۹۰-۹۰٪) می‌گیرد. استدلال و ایده اصلی این تحقیق این بود که یک ورودی (خروجی) که به شدت با دیگر ورودی‌ها (خروجی‌ها) همبسته است اطلاعات جدید زیادی به مدل اضافه نمی‌کند، بنابراین می‌توان آنرا بدون داشتن اثر معنادار حذف کرد (البته این مورد الزاماً برقرار نیست چنانچه در مثال ۱ تحقیق دیسون و همکاران^۱ (۲۰۰۱) این مقوله مشاهده می‌گردد). در همین راستا جنکینس و اندرسون^۲ (۲۰۰۳) تلاش کردند تا حذف متغیرهای اضافی را به گونه‌ای انجام دهند که بیشتر واریانس موجود در داده‌ها حفظ شود، با این حال آنها مشاهده کردند که حتی حذف متغیرهایی که به شدت همبسته هستند و از این رو در ظاهر حاوی اطلاعات اضافی ناچیزی در خصوص مقدار شاخص کارایی هستند نیز می‌تواند تاثیر عمده‌ای بر شاخص کارایی محاسبه شده داشته باشد. در همین راستا فرضی پور صائن و همکاران^۳ (۲۰۰۵) در تحقیق خود نشان دادند اگر ضریب همبستگی بین هر جفت از بردارهای ورودی (خروجی) مثبت و قوی باشد، می‌تواند یکی از بردارهای ورودی (خروجی) حذف گردد. همچنین آنها در تحقیق خود به تعیین یک حد آستانه برای شاخص ضریب همبستگی پرداختند، به طوری که حذف یک یا چند بردار ورودی که ضریب همبستگی شان بیش از این آستانه تعیین شده باشد هیچ اثر آماری معناداری روی میانگین کارایی نداشته و عملاً بتواند حذف گردد. آنها این حد برای برخی مدل‌های پوششی از جمله CCR، CCRCWS، BCC و BCCCSW تعیین نمودند. همچنین در مطالعات پیشینی که به مطالعه اثرات همبستگی در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته‌اند، تحقیقات انجام شده توسط دیسون و همکاران^۴ (۲۰۰۱)، لی و چوی^۵ (۲۰۱۰) و لوپز^۶ (۲۰۱۱) نیز قابل توجه است، آنها نشان داد که انواع مختلفی از

1 Dyson et al.

2 Jenkins, L. and M. Anderson

3 Farzipoor et al.

4 Dyson et al.

5 Lee, K. and K. Choi

6 López, F. J.

همبستگی کامل بین مشخصه های DEA وجود دارد که اثرات کاملاً متفاوتی بر مقادیر کارایی DEA ایجاد می کنند. شاید یکی از مهمترین تحقیقات انجام شده در خصوص در نظر گرفتن اثرات همبستگی بین پارامترهای مدل های DEA، تحقیق مربوط به میکت و آلپ^۱ (۲۰۱۳) باشد. آنها یک مدل جدید تحت عنوان "مدل تحلیل پوششی داده محدود شده با ضرایب همبستگی" ارائه نمودند. آنها هدف از توسعه این مدل جدید را در نظر گرفتن (دخیل کردن) روابط بین متغیرها با استفاده از ضرایب همبستگی عنوان نمودند. به طوری که، این روابط به عنوان محدودیت هایی به مدل های CCR و BCC اضافه می گردد. بدین منظور، ضرایب همبستگی در محدودیت های ورودی-خروجی هر کدام به تنهایی و ترکیب آنها با هم استفاده می شوند. ورودی ها و خروجی ها به اندازه همبستگی آنها در تولید به هم مرتبط می شوند. در مدل ارائه شده توسط ایشان برخلاف تحقیقات پیشین که محدودیت های وزنی تنها بر اساس نظرات نخبگان یا یک روش عینی ساخته می شدند. در این مطالعه، وزن های متغیرهای ورودی و خروجی بر اساس همبستگی بین متغیرهای ورودی و خروجی تعیین شدند. روش جدید پیشنهادی از دیگر روش های موجود در ادبیات متفاوت است زیرا امتیازهای کارایی در سطح همبستگی بین متغیرهای ورودی و/یا خروجی محاسبه شدند. همچنین فرانسیسکو و همکاران^۲ (۲۰۱۶) در تحقیق خود با انجام تحلیل های آماری و محاسباتی، تاثیری که همبستگی و تبدیل داده، مستقل از هم، روی میانگین امتیاز کارایی تحلیل پوششی داده دارند را بررسی کردند. آنها در مقاله خود سه نوع همبستگی را مورد بررسی قرار دادند (a) بین ورودی ها و خروجی ها، (b) تنها بین ورودی ها، (c) تنها بین خروجی ها. نتایج نشان داد وجود همبستگی بین ورودی ها و خروجی ها میانگین امتیازات کارایی را تحت تاثیر قرار می دهد. نتایج نشان داد اغلب، همبستگی بالاتر بین ورودی ها یا بین خروجی ها با میانگین امتیازات کارایی نسبتاً پایین تر ارتباط دارد. وقتی همبستگی بین ورودی ها یا بین خروجی ها نزدیک به صفر است، امتیاز کارایی متوسط یک مجموعه داده معمولاً کوچک است. از آنجا که در محیط های

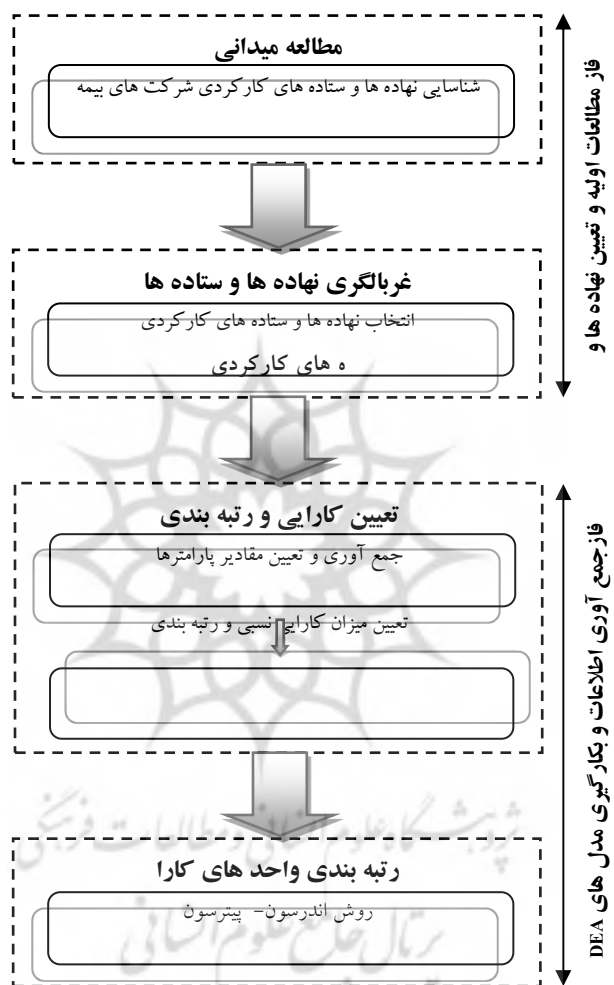
1 Mecit, E. D & .Alp, I.

2 Francisco J. López et al.

کسب و کار رقابتی (از جمله صنعت بیمه) یکی از شاخص‌های کلیدی کارایی کسب سهم بازار بیشتر در مقایسه با سایر رقبا است که بایستی به عنوان یک خروجی جهت ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیرنده تحت مطالعه در نظر گرفته شود، از طرف دیگر «سهم بازار کسب شده» در واقع یک خروجی از نوع وابسته قلمداد می‌شود، در واقع یک رابطه و وابستگی ریاضی مشخص بین سهم بازار کسب شده تمام واحدهای تصمیم‌گیرنده برقرار است (بطوری که حداکثر مجموع سهم بازار کسب شده توسط تمام رقبا بایستی برابر ۱۰۰ در صد باشد)، در واقع وجه تمایز اصلی این تحقیق با تحقیقات پیشین این است که برخلاف تحقیقات پیشین که با استفاده از مطالعات آماری همبستگی بین پارامترها در مدل‌های DEA مورد بررسی تعیین و اثرات آن تعیین و کنترل می‌گردید در تحقیق حاضر در واقع نوعی رابطه ریاضی مشخص بین برخی پارامترهای مدل وجود دارد، مشخصاً در تحقیق حاضر یک وابستگی (رابطه ریاضی) مشخص بین خروجی اول تمام Dmuها وجود دارد (جمع مقادیر نسبت سهم بازار قابل دستیافت تمام واحدهای تصمیم‌گیرنده برابر ۱ می‌باشد) که این وابستگی بصورت یک محدودیت در مدل ریاضی تحقیق لحاظ شده است. از طرفی معمولاً حداکثر مقدار قابل کاهش در میزان منابع بکار رفته (ورودی‌ها)، جهت رسیدن به مرز کارایی تابعی از میزان بزرگی ورودی می‌باشد، بطوری که عموماً در دنیای واقعی حداکثر مقدار قابل کاهش از یک منبع همواره نسبت مشخصی از این منبع می‌باشد (و نه یک اندازه مطلق)، با این حال مدل‌های کلاسیک DEA قادر به در نظر گرفتن موارد ذکر شده نیستند، لذا معمولاً نتایج حاصل از مدل‌های کلاسیک DEA غیر واقعی بوده و معمولاً قابلیت کاربرد ندارد. از این رو در تحقیق حاضر با در نظر گرفتن محدودیت دیگری در مدل ریاضی، این نقیصه نیز بر طرف شده است. در واقع هدف اصلی این تحقیق ارائه یک مدل ریاضی مبتنی بر DEA جهت تعیین استراتژی‌های رقابتی با در نظر گرفتن پارامترهای وابسته و ابعاد و اندازه سازمان‌های بیمه می‌باشد.

مدل مفهومی فرایند انجام پژوهش

در نمودار شکل ۲ مدل مفهومی مراحل ارزیابی شرکت های بیمه که در تحقیق مورد استفاده واقع شده است به تصویر کشیده شده است.



شکل ۱. شیوه ارزیابی کارایی شرکت های بیمه

ارایه مدل ریاضی

در این بخش مدل ریاضی تحقیق ارایه خواهد شد. از این رو تلاش می گردد ابتدا مساله مورد بررسی تشریح گردد، سپس مفروضات تحقیق که مدل ریاضی تحقیق بر پایه آن ارائه خواهد شد معرفی می گردد. در همین راستا در ادامه شمارنده‌ها (اندیس‌ها)، مجموعه‌ها، پارامترها و متغیرهای تصمیم گیری مسأله تعریف شده و بر پایه آن مدل ریاضی تحقیق که یک مدل CCR پوششی ورودی محور با در نظر گرفتن وابستگی بین پارامترها و اندازه سازمان می باشد ارائه خواهد شد. لازم به ذکر است در مدل ارائه شده به عنوان نوآوری، وابستگی و وجود رابطه بین خروجی اول DMUها (سهم بازار کسب شده) و همچنین اندازه DMU در میزان کاهش ورودی‌ها جهت رسیدن به مرز کارایی لحاظ گردیده است و در نهایت به تشریح و معرفی تک تک توابع هدف و محدودیت‌های مدل ریاضی پرداخته خواهد شد.

تشریح مسأله مورد بررسی

مسأله اصلی در این تحقیق عبارتست از تعیین کارایی واحدهای تصمیم گیرنده (در این تحقیق به عنوان کاربرد موردی ارزیابی شرکت‌های بیمه) به منظور شناسایی نقاط ضعف و قوت واحد تحت مطالعه در مقایسه با واحد الگو (از نظر میزان مازاد مصرف در ورودی‌ها و یا کمبود تولید در خروجی‌ها) و سپس تعیین سیاست‌های رقابتی مناسب با توجه به اندازه سازمان و تحت شرایطی که بین برخی ورودی‌ها یا خروجی‌ها وابستگی وجود دارد می‌باشد. البته در این تحقیق با توجه به نوع مسأله ای که به دنبال مدلسازی و حل آن هستیم وجود وابستگی و رابطه را مشخصاً بین خروجی اول واحدهای تصمیم گیرنده در نظر می‌گیریم. طبیعتاً خروجی‌های حل مدل ریاضی در مسائل دنیای واقعی می‌تواند در تعیین استراتژی‌های رقابت پذیری سازمان‌های مورد مطالعه (در این تحقیق شرکت‌های بیمه) مورد استفاده قرار گیرد.

مدل ریاضی پیشنهادی تحقیق

در این بخش ابتدا مفروضات مدل ریاضی پیشنهادی ارائه شده و سپس مجموعه‌ها، پارامترها و متغیرهای تصمیم معرفی شده و در نهایت مدل ریاضی ارائه گردیده است.

مفروضات مدل

از آنجایی که در این تحقیق یک مدل ریاضی ارایه خواهد شد لذا عملاً فرضیه‌ای مطرح نمی‌باشد. با این حال مدل ریاضی ارایه شده بر مبنای فرض‌های زیر ساخته شده است:

- تمامی ورودی‌ها و خروجی‌های DMU های مورد مطالعه کمی و قابل اندازه‌گیری و مشخص و معین است.
- بین برخی از ورودی‌ها و یا خروجی‌های DMU ها رابطه (وابستگی) وجود دارد.
- فرض بر این است که بازده نسبت به مقیاس ثابت است (اصل بیکرانی اشعه).
- مقدار کارایی بصورت نسبی محاسبه می‌گردد.
- فرض بر این است برخی از ورودی‌ها یا خروجی‌ها کران دار هستند. (در این تحقیق خروجی سوم که در صد رضایت مشتریان است از بالا به ۹۵ درصد محدود است)
- فرض بر این است مجموع سهم بازار کسب شده برای تمام DMU ها باید برابر یک باشد. (وجود وابستگی بین خروجی اول تمام DMU ها)
- فرض بر این است هر یک از DMU ها برای رسیدن به مرز کارایی نسبت مشخصی از ورودی‌های خود را می‌توانند کاهش دهند. در واقع فرض بر این است که میزان کاهش در ورودی‌ها متناسب با اندازه ورودی است.

مجموعه‌ها و شمارنده‌ها

مجموعه‌ها و شمارنده‌های بکار رفته در مدل بصورت جدول شماره (۲) ارائه شده است.

جدول شماره ۲. مجموعه‌ها و شماره‌ها

نماد	مجموعه
$j=1,2,\dots,n$	مجموعه‌ی تمام واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMUs)
$p=1,2,\dots,n$	مجموعه واحدهای تصمیم‌گیرنده تحت مطالعه جهت تعیین کارایی (DMUs)
$i=1,2,\dots,m$	مجموعه ورودی‌های واحدهای تصمیم‌گیرنده (مشترک بین تمام DMUها)
$s=1,2,\dots,s$	مجموعه خروجی‌های واحدهای تصمیم‌گیرنده (مشترک بین تمام DMUها)

پارامترها

پارامترهای بکار رفته در مدل پیشنهادی تحقیق در جدول شماره (۳) آمده است.

جدول شماره ۳. پارامترهای بکار رفته در مدل ریاضی

نماد	شرح
x_{ij}^p	ورودی i ام واحد تصمیم‌گیرنده شماره j در شرایطی که واحد p تحت مطالعه است
y_{ij}^p	خروجی r ام واحد تصمیم‌گیرنده شماره j در شرایطی که واحد p تحت مطالعه است
α_i	حداکثر درصد کاهش ممکن در ورودی i ام هر یک از DMUها برای رسیدن به مرز کارایی

متغیرهای تصمیم‌گیری

متغیرهای تصمیم‌گیری مدل بصورت جدول شماره (۴) ارائه شده است.

جدول شماره ۴. متغیرهای تصمیم‌گیری

نماد	شرح
θ_p	مقدار کارایی واحد تحت مطالعه p ام
λ_j^p	ضریب تاثیر پذیری واحد تحت مطالعه p ام از واحد j ام (لاندا)
si_i^p	مقدار مازاد مصرف DMU شماره p از ورودی i ام
sr_r^p	مقدار کمبود تولید DMU شماره p از خروجی r ام

مدل ریاضی CCR پوششی ورودی محور

چارنر، کوپر و رودز، یک روش کاربردی را برای تعیین میزان کارایی یک مجموعه از واحدهای تصمیم گیری که دارای داده و ستاده چندگانه بودند ارائه کردند که به تحلیل پوشش داده ها DEA معروف است (چارنر و همکاران^۱، ۱۹۷۸). این مدل که به نام معرفی کنندگان آن CCR نامگذاری شد فرض بازده به مقیاس ثابت روش سنجش کارایی فارل را به حالت چند داده و ستاده تعمیم داد. مدل های ورودی محور در حالی که میزان خروجی ها را در سطح داده شده حفظ می کند، به طور متناسب و در حد امکان نسبت به کاهش میزان ورودی ها اقدام نماید. برعکس در مدل های خروجی محور با حفظ میزان ورودی بطور متناسب خروجی ها را افزایش می دهد. مدل ریاضی CCR ورودی محور بر اساس پارامترها و متغیرهای تصمیم تعریف شده بصورت روابط ۱ تعریف می گردد

$$\text{Min } Z = \theta_p$$

st :

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} + s_i = \theta_p \cdot x_{ip} \quad \forall i$$

(۱)

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} + s_r = y_{rp} \quad \forall r$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j$$

$$s_i \geq 0 \quad \forall i$$

$$s_r \geq 0 \quad \forall r$$

نوآوری های مدل ریاضی تحقیق

در نظر گرفتن وجود وابستگی بین خروجی اول (سهم بازار کسب شده)

طبیعتاً سهم بازار کسب شده توسط تک تک واحدهای تصمیم گیرنده بایستی مثبت و عددی کمتر از یک و همچنین جمع مقادیر مربوط به سهم بازار کسب شده تمام واحدهای تصمیم گیرنده برابر با عدد یک باشد. این شرایط در واقع بیانگر وجود نوعی رابطه و وابستگی بین خروجی اول تمام واحدهای تصمیم گیرنده است، در واقع وجه تمایز اصلی این تحقیق با تحقیقات پیشین این است که برخلاف تحقیقات پیشین که با استفاده از مطالعات آماری همبستگی بین پارامترها در مدل‌های DEA مورد بررسی تعیین و اثرات آن تعیین و کنترل می‌گردید در تحقیق حاضر در واقع نوعی رابطه ریاضی مشخص بین برخی پارامترهای مدل وجود دارد، مشخصاً در تحقیق حاضر یک وابستگی (رابطه ریاضی) مشخص بین خروجی اول تمام DMUها وجود دارد (جمع مقادیر نسبت سهم بازار قابل دستیافت تمام واحدهای تصمیم گیرنده برابر ۱ می‌باشد) که این وابستگی بصورت یک محدودیت در مدل ریاضی تحقیق لحاظ شده است. با توجه به پارامترها و متغیرهای تصمیم تعریف شده، پس از ادغام مدل‌های ریاضی تک تک واحدهای تصمیم گیرنده در یک مدل ریاضی مشترک با فرض اینکه r' خروجی مربوط به سهم بازار باشد این محدودیت را می‌توان به صورت رابطه (۲) مدل سازی کرد.

$$\sum_{p=1}^n \left(\sum_{j=1}^n \lambda_j^p \cdot y_{rj}^p \right) = 1 \quad \forall r' \in r \quad (2)$$

در نظر گرفتن اندازه DMU در میزان کاهش ورودی‌ها جهت رسیدن به مرز کارایی

معمولاً در مسایل دنیای واقعی میزان کاهش ممکن در هر یک از ورودی‌های DMU تحت مطالعه وابستگی مستقیم به اندازه و بزرگی آن ورودی دارد. به طور مثال DMU ای که تعداد نیروی انسانی آن (به عنوان یک ورودی) ۱۰۰۰ نفر است، برای رسیدن به مرز کارایی اگر

بتواند ۱۰۰ نفر از این ورودی را کاهش دهد، در شرایط مشابه DMU ای که تعداد نیروی انسانی آن ۱۰۰ نفر است منطقی است که انتظار داشته باشیم برای رسیدن به مرز کارایی حداکثر ۱۰ نفر از این ورودی را کاهش دهد. در واقع فرض می شود حداکثر مقدار کاهش از هر یک از ورودی α_i درصد می باشد. این محدودیت را می توان بصورت رابطه (۳) نمایش داد.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^p x_{ij}^p \geq (1 - \alpha_i) x_{ip}^p \quad \forall i, p \quad (3)$$

مدل ریاضی پیشنهادی تحقیق

با توجه به ساختار مدل های DEA برای بدست آوردن کارایی واحدهای تصمیم گیرنده در یک مسأله DEA که شامل n واحد تصمیم گیرنده است بایستی n مدل مستقل ریاضی حل گردد (به ازای هر Dmu یک مدل مجزا تعیین و حل گردد)، در مسأله مورد بررسی تحقیق حاضر با توجه به وجود محدودیت مشترک بین تمام Dmu ها (محدودیت ۲ و ۳) لاجرم بایستی یک مدل تجمیع شده و واحد ارایه گردد و محدودیت های اشاره شده به مدل تجمیع شده اضافه گردد، با توجه به اینکه n مدل اشاره شده کاملاً مستقل و مجزا هستند (دارای متغیرهای تصمیم مشترک نیستند) ترکیب آنها به لحاظ ریاضی مشکل ساز نخواهد بود. لذا با توجه به شمارنده ها، مجموعه ها، پارامترها و متغیرهای تصمیم گیری تعریف شده و مدل ریاضی پایه اشاره شده در بند (۳-۴) و همچنین نوآوری های اشاره شده در بند (۴-۴) مدل ریاضی پیشنهادی تحقیق که در واقع مدل تجمیع شده تعداد n مدل پوششی CCR ورودی محور می باشد، بصورت زیر ارایه می گردد.

$$Min Z = \sum_{j=1}^n \theta_j \quad (4)$$

st :

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^p . x_{ij}^p + s_i^p = \theta_p . x_{ip}^p \quad \forall i, p$$

$$(5) \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j^p y_{rj}^p - sr_r^p = y_r^p \quad \forall r, p$$

(۶)

$$\sum_{p=1}^n (\sum_{j=1}^n \lambda_j^p . y_{rj}^p) = 1 \quad \forall r' \in r$$

$$(7) \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j^p . x_{ij}^p \geq (1 - \alpha_i) . x_{ip}^p \quad \forall i, p$$

(۸)

$$\lambda_j^p \geq 0 \quad \forall j, p$$

$$(9) \quad s_i^p \geq 0 \quad \forall i, p$$

$$sr_r^p \geq 0 \quad \forall r \neq r', p$$

$$sr_{r'}^p \text{ is free} \quad \forall r' \in r, p$$

تشریح روابط مدل:

- تابع هدف (۴): مجموع مقدار کارایی واحدهای تصمیم گیرنده که می‌بایستی کمینه گردد. یادآور می‌شود در مدل‌های کلاسیک مقدار کارایی DMUهای مختلف بطور جداگانه و در مسایل مختلف بسته به اینکه مسأله ورودی محور یا خروجی محور است کمینه یا بیشینه می‌گردد، منتها در مدل ارایه شده در تحقیق با توجه به وجود همبستگی بین مقادیر ورودی‌های اول DMUهای مختلف، تمامی مدل‌ها (به ازای هر DMU) در یک مدل تجمیع شده است، لذا تابع هدف این مسأله با توجه به ورودی محور بودن مدل‌ها عبارتست از کمینه سازی مجموع کارایی تک تک DMUها.

- محدودیت (۵): این محدودیت تضمین می‌کند تصویر مقدار ورودی α ام مسأله Pام بر روی مرز کارایی از مقدار ورودی متناظر واحد تصمیم گیرنده مرجع (واحد ایده آل مجازی) کمتر نیست.
- محدودیت (۶): این محدودیت تضمین می‌کند تصویر مقدار خروجی α ام مسأله Pام بر روی مرز کارایی از مقدار خروجی متناظر واحد تصمیم گیرنده مرجع (واحد ایده آل مجازی) بیشتر نیست.
- محدودیت (۷): این محدودیت تضمین می‌کند جمع مقدار ایده ال خروجی اول تمام DMUها (در این تحقیق سهم بازار کسب شده) برابر با یک باشد. در واقع این محدودیت وجود وابستگی بین مقدار شاخص سهم بازار واحدهای تصمیم گیرنده با یکدیگر را لحاظ می‌کند (از این نظر که مجموع شان بایستی ۱ باشد).
- محدودیت (۸): این محدودیت تضمین می‌کند میزان کاهش در هر ورودی مربوط به هر DMU متناسب با اندازه آن DMU است. بطوری که هر DMU برای رسیدن به مرز کارایی از هر ورودی خود حداکثر به اندازه α درصد می‌تواند کاهش دهد.
- محدودیت‌های (۹): این محدودیت‌ها علامت متغیرهای تصمیم را مشخص می‌کند.

۵. مثال عددی (کاربرد موردی از صنعت بیمه)

به منظور بررسی کارایی و اعتبار مدل ارائه شده در فصل سوم در این بخش یک مثال عددی به عنوان یک کاربرد موردی از صنعت بیمه (شعیات بیمه ایران استان زنجان) با مشخصات زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

ورودی‌ها

ورودی‌ها مطابق جدول (۵) بوده و به عنوان محدودیت ورودی اول و دوم حداکثر ۲۵٪ و ورودی سوم حداکثر ۳۰٪ درصد می‌توانند برای قرار گرفتن روی مرز کارایی (مقدار هدف) کاهش یابند.

جدول ۵. مشخصات ورودی‌ها

نوع ورودی	نوع ورودی			کد	واحد سنجش	ورودی‌ها
	وابسته	مستقل	بیکران			
		<input checked="" type="checkbox"/>		۱	میلیون تومان	سرمایه
		<input checked="" type="checkbox"/>		۲	میلیون تومان	هزینه‌ها
		<input checked="" type="checkbox"/>		۳	نفر-روز	نیروی انسانی

خروجی‌ها

خروجی‌ها مسأله کاربرد موردی مطابق جدول (۶) می‌باشد. همانگونه که مشخص شده است سهم کسب شده بازار (خروجی اول) یک متغیر وابسته می‌باشد بطوری که می‌بایستی مجموع آن برای تمام واحدهای تصمیم گیرنده برابر ۱۰۰ درصد (یک) باشد. همچنین درصد رضایت مشتری یک متغیر کراندار و حداکثر ۹۵٪ تعیین شده است.

جدول ۶. مشخصات خروجی‌ها

نوع ورودی	نوع ورودی			کد	واحد سنجش	خروجی‌ها
	وابسته	مستقل	بیکران			
	<input checked="" type="checkbox"/>			۱۰	درصد	سهم بازار
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	۲۰	میلیون تومان	سود خالص
		<input checked="" type="checkbox"/>		۳۰	درصد	رضایت مشتری

مقادیر ورودی و خروجی‌های مسأله کاربرد موردی

مقادیر ورودی و خروجی‌های DMU_j های ($j=1,2,\dots,18$) مورد مطالعه مطابق جدول (۷) ارائه می‌گردد.

جدول ۷. مقادیر ورودی و خروجی ها

شعبه	ورودی ها			خروجی ها		
	I_1	I_2	I_3	O_1	O_2	O_3
شعبه ۱	۱۲۰	۳۵	۲	۵,۲٪	۳۵	۸۰
شعبه ۲	۱۵۰	۵۵	۳	۴,۲٪	۴۵	۸۵
شعبه ۳	۹۰	۳۰	۱	۳,۹٪	۳۰	۷۵
شعبه ۴	۱۰۰	۳۲	۲	۴,۲٪	۳۲	۹۰
شعبه ۵	۸۵	۳۰	۱	۷٪	۳۶	۵
شعبه ۶	۱۶۰	۷۵	۳	۶,۸٪	۴۵	۶۵
شعبه ۷	۱۰۵	۴۰	۲	۳,۹٪	۴۰	۷۵
شعبه ۸	۱۰۰	۴۰	۱	۶,۵٪	۳۲	۸۵
شعبه ۹	۷۵	۲۷	۲	۵,۴٪	۲۴	۶۵
شعبه ۱۰	۱۱۰	۳۸	۲	۴,۷٪	۳۶	۷۰
شعبه ۱۱	۱۸۰	۶۰	۴	۷,۳٪	۶۰	۷۵
شعبه ۱۲	۹۰	۳۲	۱	۴,۶٪	۲۹	۷۵
شعبه ۱۳	۱۴۵	۷۵	۳	۶٪	۵۰	۶۵
شعبه ۱۴	۱۶۰	۷۰	۳	۶,۵٪	۴۵	۸۵
شعبه ۱۵	۱۳۵	۵۰	۲	۵,۵٪	۴۲	۷۵
شعبه ۱۶	۱۲۵	۳۵	۲	۵,۲٪	۴۰	۸۰

λ_{16}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
λ_{17}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
λ_{18}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	
SI1	۱۷,۳۶۱	۰	۴,۱۶۷	۸,۲۸۹	۰	۰	۰	۱۳,۹۲۹	۰	۱,۸۴۲	۸,۳۳۳	۰	۰	۰	۰	۰	۲۴,۶۰۳	۱,۲۵	۰
SI2	۰	۱,۴۵۸	۰	۰	۰	۱۲,۳۰۵	۲,۶۴۶	۹,۲۸۶	۰,۴۶۳	۰	۰	۰,۱۷۹	۱۹,۳۹۷	۸,۹۸۴	۱,۷۲۸	۰	۰	۰	۰
SI3	۰,۶۹۴	۰,۸۷۵	۰	۰,۸۲۹	۰	۰,۷۴۲	۰,۶۸۸	۰	۰,۹۷۷	۰,۵۷۹	۱,۶۶۷	۰,۷۱۶	۱,۰۵۴	۰,۷۴۲	۰,۳۰۲	۰,۷۹۴	۰,۵	۰	۰
SR1	۰,۰۱۶۰	۰,۰۴۵۵	۰,۰۱۹۳	۰,۰۲۴۳	۰	۰,۰۱۹۵	۰,۰۳۸۸	۰	۰	۰,۰۲۳۰	۰,۰۴۳۷	۰,۰۱۰۴	۰,۰۳۷۲	۰,۰۲۲۵	۰,۰۲۶۷	۰,۰۲۵۸	۰,۰۱۸۰	۰	۰
SR2	۰	۰	۰	۲,۱۰۵	۰	۰	۰	۱,۴۲۹	۳,۷۷۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
SR3	۱۲,۳۶۱	۳۳,۷۵۰	۴,۱۶۷	۰	۰	۵۳,۷۵۰	۳۰,۵۵۶	۳,۲۱۴	۸,۲۸۶	۲۵	۸۴,۳۳۳	۱,۵۲۸	۶۶,۹۴۴	۳۳,۷۵۰	۳۵,۸۳۳	۲۵,۵۵۶	۲۵	۰	۰
θ	۰,۸۳۳	۰,۷۰۸	۰,۸۳۳	۰,۸۸۸	۱	۰,۶۶۴	۰,۸۹۹	۰,۹۲۹	۰,۸۷۴	۰,۷۸۹	۰,۸۳۳	۰,۷۶۱	۰,۸۱۴	۰,۶۶۴	۰,۷۳۵	۰,۹۵۲	۰,۷۵۰	۱	۱
رتبه	۷	۱۵	۸	۵	۱	۱۶	۴	۳	۶	۱۱	۹	۱۲	۱۰	۱۷	۱۴	۲	۱۳	۱	۱

با توجه به جدول (۸) مقادیر کارایی، کمبود تولید و مازاد مصرف تک تک واحدها مشخص شده است. همانطور که مشاهده می نمائید واحد ۵ و ۱۸ بعنوان واحد کارا تعیین شده اند.

هدفگذاری مقادیر ورودی و خروجی ها با مدل پایه ای CCR

در این بخش مقادیر ایده آل ورودی ها و خروجی های هر یک از واحدهای تصمیم گیرنده (تصویر ورودی ها و خروجی ها روی مرز کارایی) طبق رابطه (۱۰) محاسبه شده و نتایج در جدول شماره ۹ ارائه شده است. اگر ماتریس $\begin{bmatrix} X_j \\ Y_j \end{bmatrix}$ ، ماتریس مقادیر ورودی و خروجی تعریف شود، بطوریکه $Y_j \wedge X_j$ به ترتیب بیانگر بردار مقادیر ورودی و خروجی واحد تصمیم گیرنده زام (DMU_j) باشد، در این صورت تصویر این ماتریس بر روی مرز کارایی از رابطه (۱۰) بدست می آید. در ادامه با استفاده از این رابطه مقادیر ایده آل ورودی ها و خروجی ها محاسبه شده و در جدول (۹) آمده است.

$$j=1,2,3,\dots,n \quad (10)$$

$$\begin{bmatrix} X_j \theta_j^* - SI_j \\ Y_j + SR_j \end{bmatrix}$$

در رابطه بالا

X_j : بردار مقادیر ورودی‌های واحد تصمیم گیرنده j ام.

Y_j : بردار مقادیر خروجی‌های واحد تصمیم گیرنده j ام.

θ_j^* : مقدار کارایی واحد تصمیم گیرنده j ام.

SI_j : بردار مازاد مصرف واحد تصمیم گیرنده j ام.

SR_j : بردار کمبود تولید واحد تصمیم گیرنده j ام.

جدول ۹. مقادیر ایده آل ورودی‌ها و خروجی‌ها برای واحدهای تصمیم گیرنده (تصویر DMU روی مرز کارایی) در مدل کلاسیک CCR

شعبه	θ	مقادیر ایده آل ورودی (تصویر روی مرز کارایی)										مقادیر ایده آل خروجی (تصویر روی مرز کارایی)									
		I	SI1	%I	I2	SI2	%I	I3	SI3	%I	O1	SR1	%O	O2	SR2	%O	O3	SR3	%O		
شعبه ۱	۰,۸۳۳	۱۲۰	۱۷,۳۶۱	۸۳	۳۵	۰	۲۹,۱۶۷	۲	۰,۶۹۴	۰,۹۷	٪۵,۲	۰,۰۱۶۰	٪۶,۸	۳۵	۰	۳۵	۸۰	۱۲,۳۶۱	۹۲		
شعبه ۲	۰,۷۰۸	۱۵۰	۰	۱۰۶	۵۵	۱,۴۵۸	۳۷,۵	۳	۰,۸۷۵	۱,۲۵	٪۴,۲	۰,۰۴۵۵	٪۸,۷	۴۵	۰	۴۵	۸۵	۳۳,۷۵۰	۱۱۹		
شعبه ۳	۰,۸۳۳	۹۰	۴,۱۶۷	۷۱	۳۰	۰	۲۵	۱	۰	۰,۸۳	٪۳,۹	۰,۰۱۹۳	٪۵,۸	۳۰	۰	۳۰	۷۵	۴,۱۶۷	۷۹		
شعبه ۴	۰,۸۸۸	۱۰۰	۸,۲۸۹	۸۱	۳۲	۰	۲۸,۴۲۱	۲	۰,۸۲۹	۰,۹۵	٪۴,۲	۰,۰۲۴۳	٪۶,۶	۳۲	۲,۱۰۵	۳۴	۹۰	۰	۹۰		
شعبه ۵	۱	۸۵	۰	۸۵	۳۰	۰	۳۰	۱	۰	۱,۰۰	٪۷,۰	۰	٪۷,۰	۳۶	۰	۳۶	۹۵	۰	۹۵		
شعبه ۶	۰,۶۶۴	۱۶۰	۰	۱۰۶	۷۵	۱۲,۳۰۵	۳۷,۵	۳	۰,۷۴۲	۱,۲۵	٪۶,۸	۰,۰۱۹۵	٪۸,۷	۴۵	۰	۴۵	۶۵	۵۳,۷۵۰	۱۱۹		
شعبه ۷	۰,۸۹۹	۱۰۵	۰	۹۴	۴۰	۲,۶۴۶	۳۳,۳۳۳	۲	۰,۶۸۸	۱,۱۱	٪۳,۹	۰,۰۳۸۸	٪۷,۸	۴۰	۰	۴۰	۷۵	۳۰,۵۵۶	۱۰۶		
شعبه ۸	۰,۹۲۹	۱۰۰	۱۳,۹۲۹	۷۹	۴۰	۹,۲۸۶	۲۷,۸۵۷	۱	۰	۰,۹۳	٪۶,۵	۰	٪۶,۵	۳۲	۱,۴۲۹	۳۳	۸۵	۳,۲۱۴	۸۸		
شعبه ۹	۰,۸۷۴	۷۵	۰	۶۶	۲۷	۰,۴۶۳	۲۳,۱۴۳	۲	۰,۹۷۷	۰,۷۷	٪۵,۴	۰	٪۵,۴	۲۴	۳,۷۷۱	۲۸	۶۵	۸,۲۸۶	۷۳		
شعبه ۱۰	۰,۷۸۹	۱۱۰	۱,۸۴۲	۸۵	۳۸	۰	۳۰	۲	۰,۵۷۹	۱,۰۰	٪۴,۷	۰,۰۲۳۰	٪۷,۰	۳۶	۰	۳۶	۷۰	۲۵	۹۵		

شعبه ۱۱	۰,۸۳۳	۱۸۰	۸,۳۳۳	۱۴۲	۶۰	۰	۵۰	۴	۱,۶۶۷	۱,۶۷	٪۷,۳	۰,۰۴۳۷	٪۱۱,۷	۶۰	۰	۶۰	۷۵	۸۳,۳۳۳	۱۵۸
شعبه ۱۲	۰,۷۶۱	۹۰	۰	۶۸	۳۲	۰,۱۷۹	۲۴,۱۶۷	۲	۰,۷۱۶	۰,۸۱	٪۴,۶	۰,۰۱۰۴	٪۵,۶	۲۹	۰	۲۹	۷۵	۱,۵۲۸	۷۷
شعبه ۱۳	۰,۸۱۴	۱۴۵	۰	۱۱۸	۷۵	۱۹,۳۹۷	۴۱,۶۶۷	۳	۱,۰۵۴	۱,۳۹	٪۶,۰	۰,۰۳۷۲	٪۹,۷	۵۰	۰	۵۰	۶۵	۶۶,۹۴۴	۱۳۲
شعبه ۱۴	۰,۶۶۴	۱۶۰	۰	۱۰۶	۷۰	۸,۹۸۴	۳۷,۵	۳	۰,۷۴۲	۱,۲۵	٪۶,۵	۰,۰۲۲۵	٪۸,۸	۴۵	۰	۴۵	۸۵	۳۳,۷۵۰	۱۱۹
شعبه ۱۵	۰,۷۳۵	۱۳۵	۰	۹۹	۵۰	۱,۷۲۸	۳۵	۲	۰,۳۰۲	۱,۱۷	٪۵,۵	۰,۰۲۶۷	٪۸,۱	۴۲	۰	۴۲	۷۵	۳۵,۸۳۳	۱۱۱
شعبه ۱۶	۰,۹۵۲	۱۲۵	۲۴,۶۰۳	۹۴	۳۵	۰	۳۳,۳۳۳	۲	۰,۷۹۴	۱,۱۱	٪۵,۲	۰,۰۲۵۸	٪۷,۸	۴۰	۰	۴۰	۸۰	۲۵,۵۵۶	۱۰۶
شعبه ۱۷	۰,۷۵۰	۱۱۵	۱,۲۵	۸۵	۴۰	۰	۳۰	۲	۰,۵	۱,۰۰	٪۵,۲	۰,۰۱۸۰	٪۷,۰	۳۶	۰	۳۶	۷۰	۲۵	۹۵
شعبه ۱۸	۱	۱۹۰	۰	۱۹۰	۶۵	۰	۶۵	۲	۰	۲,۰۰	٪۷,۸	۰	٪۷,۸	۷۵	۰	۷۵	۶۵	۰	۶۵

حل مسأله با مدل پیشنهادی تحقیق

در این قسمت مسأله تشریح شده در بند ۴ با استفاده از مدل پیشنهادی ارائه شده در بند (۴-۵) با استفاده از نرم افزار Lingo حل شده و نتایج حاصل از حل مسأله در جدول (۱۰) ارائه شده است. با توجه به جدول (۱۰) مقادیر کارایی، کمبود تولید و مازاد مصرف تک تک واحدها مشخص شده است. همانطور که مشخص است نتایج حاصل از حل مسأله با مدل پیشنهادی تفاوت های فراوانی با نتایج مدل CCR کلاسیک دارد. در بخش های بعدی دلیل این اختلاف ها مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت.

هدفگذاری مقادیر ورودی و خروجی ها با مدل پیشنهادی تحقیق

در این بخش بر اساس نتایج حاصل از حل مسأله با بکارگیری مدل پیشنهادی تحقیق مقادیر ایده آل ورودی ها و خروجی های هر یک از واحدهای تصمیم گیرنده (تصویر ورودی ها و خروجی ها روی مرز کارایی) طبق رابطه (۱۰) محاسبه شده و نتایج در جدول شماره (۱۱) ارائه شده است.

۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱
۰	۷۷۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۷۰	۱۲
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱
۰	۱۶۱۰	۰	۱۶۸۰	۰	۰	۰	۰	۸۷۸۰	۱۴
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۶
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۵
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۱
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۳
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۹
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۷

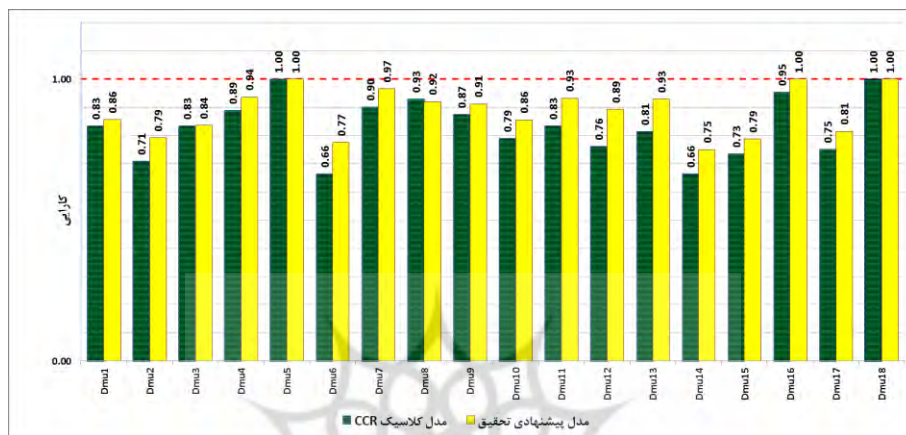
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۱۱. مقادیر ایده آل ورودی‌ها و خروجی‌ها برای واحدهای تصمیم‌گیرنده (تصویر DMU روی مرز کارایی) در مدل پیشنهادی

شعبه	θ	مقادیر ایده آل ورودی (تصویر روی مرز کارایی)									مقادیر ایده آل خروجی (تصویر روی مرز کارایی)								
		I1	SI1	*I1	I2	SI2	*I2	I3	SI3	*I3	O1	SR1	*O1	O2	SR2	*O2	O3	SR3	*O3
شعبه ۱	۰,۸۵۶	۱۲۰	۵,۳۴۵	۹۷,۴۱۸	۳۵	۰	۲۹,۹۷۳	۲	۰,۳۱۱	۱,۴۰	%۵,۲	۰,۰۰۴	%۵,۶	۳۵	۰	۳۵	۸۰	۰	۸۰
شعبه ۲	۰,۷۹۱	۱۵۰	۰	۱۱۸,۷۱	۵۵	۰	۴۳,۵۲۷	۳	۰,۲۷۴	۲,۱	%۴,۲	۰,۰۰۷	%۴,۹	۴۵	۰	۴۵	۸۵	۰	۸۵
شعبه ۳	۰,۸۳۶	۹۰	۳,۸۴۹	۷۱,۴۰۸	۳۰	۰	۲۵,۰۸۶	۱	۰	۰,۸۳	%۳,۹	۰,۰۱۷	%۵,۶	۳۰	۰	۳۰	۷۵	۰	۷۵
شعبه ۴	۰,۹۳۶	۱۰۰	۴,۷۲۵	۸۸,۹	۳۲	۰	۲۹,۹۶۰	۲	۰,۴۷۳	۱,۴	%۴,۲	۰,۰۱۴	%۵,۶	۳۲	۱,۲	۳۳	۹۰	۰	۹۰
شعبه ۵	۱	۸۵	۰	۸۵	۳۰	۰	۳۰	۱	۰	۱	%۷,۰	۰	%۷,۰	۳۶	۰	۳۶	۹۵	۰	۹۵
شعبه ۶	۰,۷۷۵	۱۶۰	۰	۱۲۳,۹۸	۷۵	۱,۸۷۰	۵۶,۲۵۰	۳	۰	۲,۳۲	%۶,۸	۰,۰۱۷-	%۵,۱	۴۵	۰	۴۵	۶۵	۰	۶۵
شعبه ۷	۰,۹۶۵	۱۰۵	۰	۱۰۱,۳۴	۴۰	۱,۵۴۵	۳۷,۰۶۰	۲	۰,۳۶۸	۱,۵۶	%۳,۹	۰,۰۱۱	%۵,۰	۴۰	۰	۴۰	۷۵	۰	۷۵
شعبه ۸	۰,۹۲۰	۱۰۰	۱۰,۲	۸۱,۸	۴۰	۶,۸	۳۰	۱	۰	۰,۹۲	%۶,۵	۰,۰۰۲-	%۶,۳	۳۲	۰,۱۶	۳۲	۸۵	۰	۸۵
شعبه ۹	۰,۹۱۲	۷۵	۰	۶۸,۴	۲۷	۰,۸۶۴	۲۳,۷۶۰	۲	۰,۴۲۴	۱,۴	%۵,۴	۰,۰۰۸-	%۴,۵	۲۴	۰	۲۴	۶۵	۰	۶۵
شعبه ۱۰	۰,۸۵۵	۱۱۰	۰	۹۴,۰۸۳	۳۸	۰	۳۲,۵۰۱	۲	۰,۳۱۱	۱,۴	%۴,۷	۰,۰۰۱	%۴,۸	۳۶	۰	۳۶	۷۰	۰	۷۰
شعبه ۱۱	۰,۹۳۲	۱۸۰	۰	۱۶۷,۸۱	۶۰	۰	۵۵,۹۳۷	۴	۰,۹۲۹	۲,۸	%۷,۳	۰,۰۰۶-	%۶,۷	۶۰	۰	۶۰	۷۵	۲۰	۹۵
شعبه ۱۲	۰,۸۹۳	۹۰	۰	۸۰,۳۹۳	۳۲	۱,۲۵۶	۲۷,۳۲۹	۲	۰,۳۸۷	۱,۴	%۴,۶	۰,۰۰۳-	%۴,۲	۲۹	۰	۲۹	۷۵	۰	۷۵
شعبه ۱۳	۰,۹۲۹	۱۴۵	۰	۱۳۴,۶۸	۷۵	۱۳,۴۱۶	۵۶,۲۵۰	۳	۰,۱۶۲	۲,۶۲	%۶,۰	۰,۰۰۸-	%۵,۲	۵۰	۰	۵۰	۶۵	۲۱,۵۶۳	۸۷
شعبه ۱۴	۰,۷۵۰	۱۶۰	۰	۱۲۰	۷۰	۰	۵۲,۵	۳	۰,۱۲۶	۲,۱۲	%۶,۵	۰,۰۰۲-	%۶,۳	۴۵	۰	۴۵	۸۵	۰	۸۵
شعبه ۱۵	۰,۷۸۷	۱۳۵	۰	۱۰۶,۲۳۹	۵۰	۰,۷۹۱	۳۸,۵۵۷	۲	۰	۱,۵۷	%۵,۵	۰,۰۰۳-	%۵,۲	۴۲	۰	۴۲	۷۵	۰	۷۵
شعبه ۱۶	۱	۱۲۵	۰	۱۲۵	۳۵	۰	۳۵	۲	۰,۰	۲	%۵,۲	۰	%۵,۲	۴۰	۰	۴۰	۸۰	۰	۸۰
شعبه ۱۷	۰,۸۱۵	۱۱۵	۰	۹۳,۷۰۲	۴۰	۰	۳۲,۵۹۲	۲	۰,۲۳۰	۱,۴	%۵,۲	۰,۰۰۴-	%۴,۸	۳۶	۰	۳۶	۷۰	۰	۷۰
شعبه ۱۸	۱	۱۹۰	۰	۱۹۰,۰۰	۶۵	۰	۶۵,۰۰۰	۲	۰	۲,۰۰	%۷,۸	۰	%۷,۸	۷۵	۰	۷۵	۶۵	۰	۶۵

تحلیل نتایج عددی

مقایسه مقادیر کارایی حاصل از بکارگیری برای مدل CCR پایه و مدل پیشنهادی در شکل (۳) نمودار مقایسه ی مقادیر کارایی واحدهای تصمیم گیرنده (DMU) برای مدل CCR پایه و مدل پیشنهادی ارایه شده است.

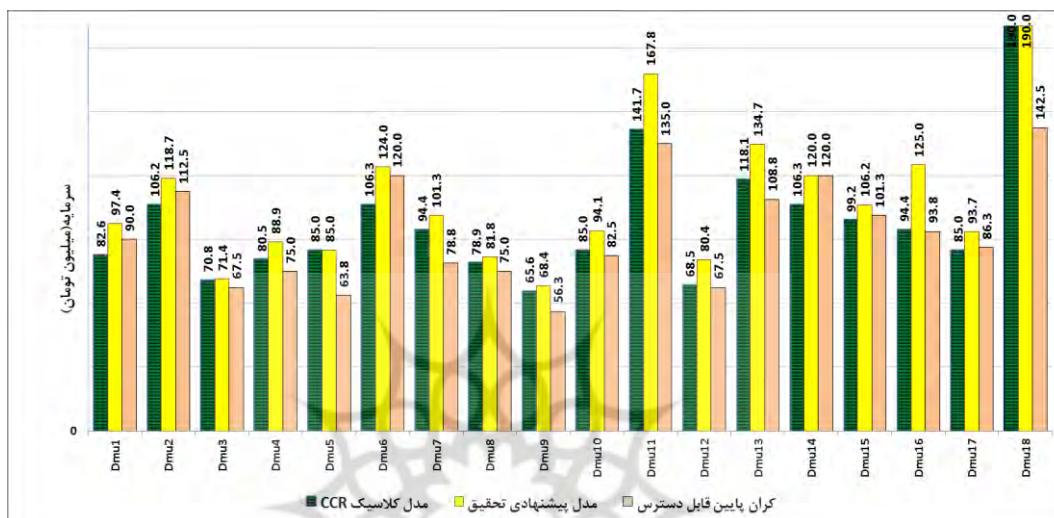


شکل ۳. نمودار مقایسه ی مقادیر کارایی واحدهای تصمیم گیرنده (DMU) برای مدل CCR پایه و مدل پیشنهادی

همانگونه که از نمودار (۳) پیداست. بر اساس نتایج مدل پایه ای CCR ورودی محور تنها دو شعبه ۵ و ۱۸ کارا شده اند، این در حالی است که بر اساس نتایج مدل CCR پیشنهادی علاوه بر شعبه های ۵ و ۱۸، شعبه شماره ۱۶ نیز کارا شده است. این در حالی است که بر اساس نتایج مدل پایه ای CCR مقدار کارایی شعبه شماره ۱۶ مقدار ۰٫۹۵ محاسبه شده بود. نکته دیگری که حایز اهمیت است این است که مقدار کارایی محاسبه شده برای تمامی شعبه ها با استفاده از مدل CCR پیشنهادی بیشتر از مقدار کارایی محاسبه شده بر اساس مدل پایه ای CCR است. علت این امر در نظر گرفتن محدودیت همبستگی پارامتر سهم بازار و همچنین در نظر گرفتن محدودیت حداکثر مقدار قابل کاهش ورودی ها و کران بالا برای درصد رضایت مشتری (خروجی سوم) می باشد، طبیعتاً در نظر گرفتن این محدودیتها باعث گردید در مدل پیشنهادی مرز کارایی به مختصات نقاط شعبه ها نزدیکتر گردد.

مقایسه مقادیر مربوط به تصویر ورودی اول (سرمایه) مدل CCR پایه و مدل پیشنهادی

در شکل ۴ نمودار مقایسه‌ی مقادیر مربوط به تصویر ورودی اول (سرمایه) مدل CCR پایه و مدل پیشنهادی ارائه شده است.



شکل ۴. نمودار مقایسه‌ی مقادیر مربوط به تصویر ورودی اول (سرمایه) مدل CCR پایه و مدل پیشنهادی

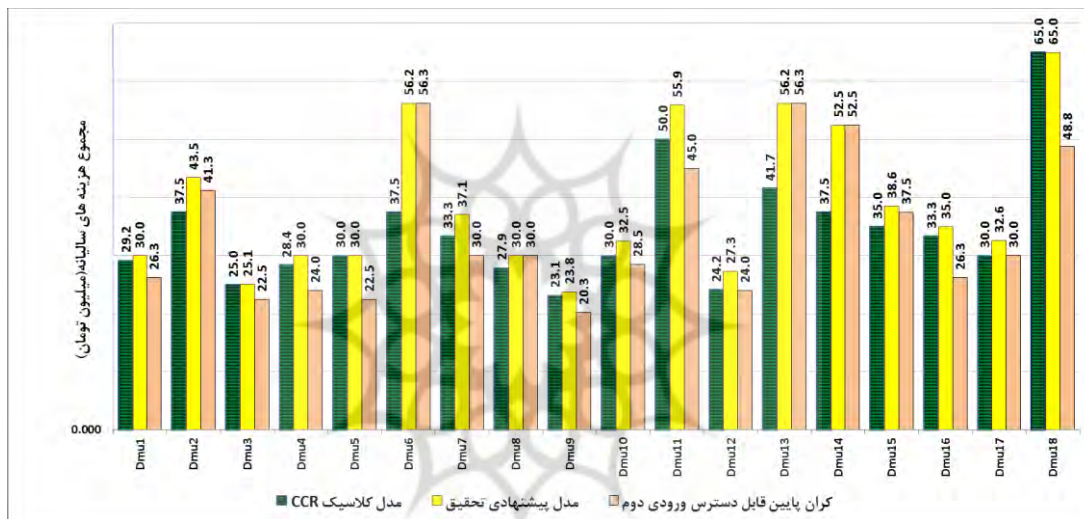
همانگونه در بند (۵-۱) عنوان گردید با توجه به ماهیت ورودی اول (سرمایه)، حداکثر مقدار قابل کاهش از این ورودی جهت رسیدن به مرز کارایی، ۲۵ درصد مقدار واقعی استفاده شده است. همانگونه که در نمودار شکل (۴) مشخص می‌باشد، بر اساس نتایج مدل پایه ای CCR مقدار ایده آل (تصویر روی مرز کارایی) برای این ورودی بیش از مقدار مشخص شده کاهش یافته است، به عنوان مثال در خصوص شعبه‌های ۱۷، ۱۵، ۱۴، ۶، ۲، ۱ شاهد این موضوع هستیم.

به عنوان مثال در خصوص شماره ۶ مقدار سرمایه استفاده شده (به عنوان ورودی) ۱۶۰ واحد می‌باشد، لذا با توجه به محدودیت عنوان شده حداقل مقدار قابل دستیابی پس از کاهش ۲۵ درصدی در این ورودی ۱۲۰ واحد است، این در حالی است که بر اساس نتایج مدل پایه ای CCR می‌بایستی مقدار این ورودی به ۱۰۶٫۳ واحد تقلیل یابد که این با محدودیت حداکثر

مقدار قابل کاهش در این ورودی در تناقض است، این در حالی است در نتایج مدل پیشنهادی تحقیق شاهد چنین تناقضی نیستیم.

مقایسه مقادیر مربوط به تصویر ورودی دوم (هزینه سالیانه) مدل CCR پایه و مدل پیشنهادی

در شکل (۵) نمودار مقایسه ی مقادیر مربوط به تصویر ورودی دوم (هزینه سالیانه) مدل CCR پایه و مدل پیشنهادی ارایه شده است.



شکل ۵. نمودار مقایسه ی مقادیر مربوط به تصویر ورودی دوم (هزینه سالیانه) مدل CCR پایه و مدل پیشنهادی

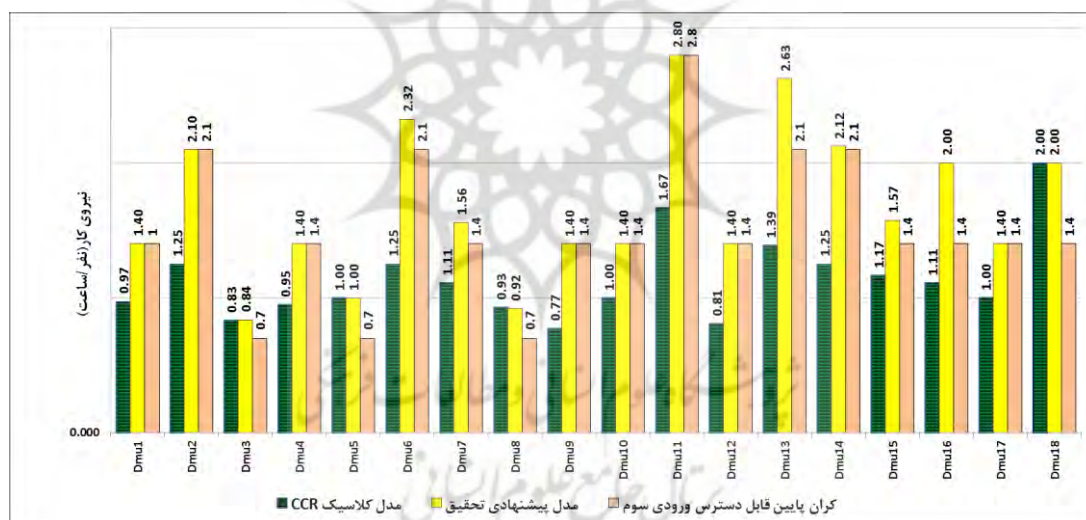
همانگونه که در بند (۵-۱) عنوان گردید با توجه به ماهیت ورودی دوم (مجموع هزینه سالیانه)، حداکثر مقدار قابل کاهش از این ورودی جهت رسیدن به مرز کارایی، ۲۵ درصد مقدار واقعی استفاده شده است. همانگونه که در نمودار شکل (۵) مشخص می باشد، بر اساس نتایج مدل پایه ای CCR مقدار ایده آل (تصویر روی مرز کارایی) برای این ورودی در موارد متعددی بیش از مقدار مشخص شده کاهش یافته است، همانگونه که از نمودار مشخص است در خصوص شعبه های ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۲، ۶، ۸، ۱۳ شاهد این موضوع هستیم، به عنوان مثال در خصوص

شعبه شماره ۶ مقدار هزینه سالیانه صرف شده (به عنوان ورودی) ۷۵ واحد می‌باشد، لذا با توجه به محدودیت عنوان شده حداقل مقدار قابل دستیابی پس از کاهش ۲۵ درصدی در این ورودی ۵۶,۳ واحد است، این در حالی است که بر اساس نتایج مدل پایه ای CCR می‌بایستی مقدار این ورودی به ۳۷,۵ واحد تقلیل یابد که این مقدار اخلاف فاحشی را نشان می‌دهد، و این با محدودیت حداکثر مقدار قابل کاهش در این ورودی در تناقض است، این در حالی است در نتایج مدل پیشنهادی تحقیق شاهد چنین تناقضی نیستیم.

مقایسه مقادیر مربوط به تصویر ورودی سوم (نیروی کار) مدل CCR پایه و مدل

پیشنهادی

در شکل (۶) نمودار مقایسه‌ی مقادیر مربوط به تصویر ورودی سوم (نیروی کار) مدل CCR پایه و مدل پیشنهادی ارائه شده است.



شکل ۶. نمودار مقایسه‌ی مقادیر تصویر ورودی سوم (نیروی کار) مدل CCR پایه و مدل پیشنهادی

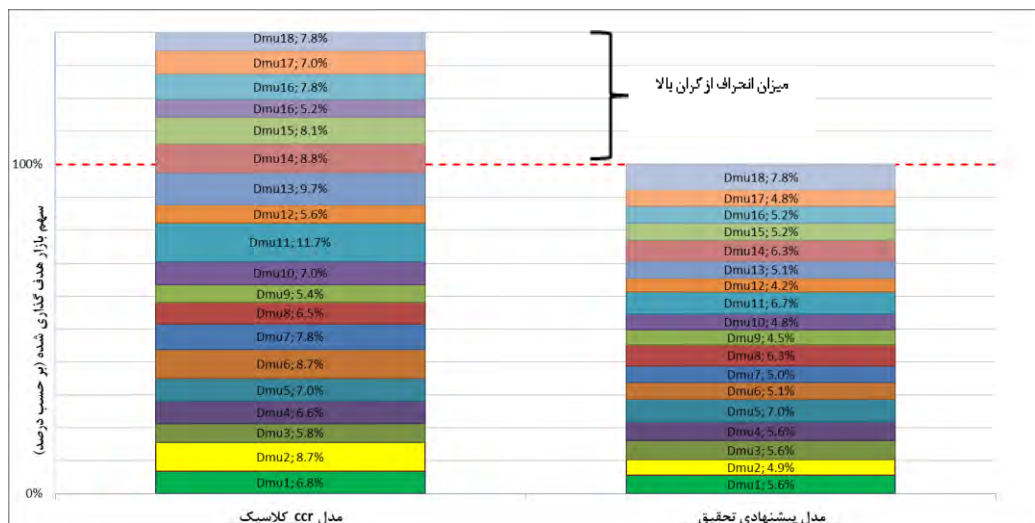
همانگونه که در بند (۵-۱) عنوان گردید با توجه به ماهیت ورودی سوم (نیروی کار)، حداکثر مقدار قابل کاهش از این ورودی جهت رسیدن به مرز کارایی، ۳۰ درصد مقدار واقعی استفاده

شده است. همانگونه که در نمودار شکل (۶) مشخص می باشد، بر اساس نتایج مدل پایه ای CCR مقدار ایده آل (تصویر روی مرز کارایی) برای این ورودی در موارد متعددی بیش از مقدار مشخص شده کاهش یافته است، بطوری که در تمام شعبه ها غیر از شعبه های ۳، ۵، ۸، ۱۸ شاهد این موضوع هستیم، به عنوان مثال در خصوص شعبه شماره ۶ تعداد نیروی انسانی استفاده شده بر حسب نفر/روز (قابل تبدیل به نفر ساعت در سال) ۳ واحد می باشد، لذا با توجه به محدودیت عنوان شده حداقل مقدار قابل دستیابی پس از کاهش ۳۰ درصدی در این ورودی ۲٫۱ واحد است، این در حالی است که بر اساس نتایج مدل CCR می بایستی مقدار این ورودی به ۱٫۲۵ واحد تقلیل یابد که این مقدار اختلاف فاحشی را با کران پایین قابل دسترس نشان می دهد، و این با محدودیت حداکثر مقدار قابل کاهش در این ورودی در تناقض است، این در حالی است در نتایج مدل پیشنهادی تحقیق شاهد چنین تناقضی نیستیم.

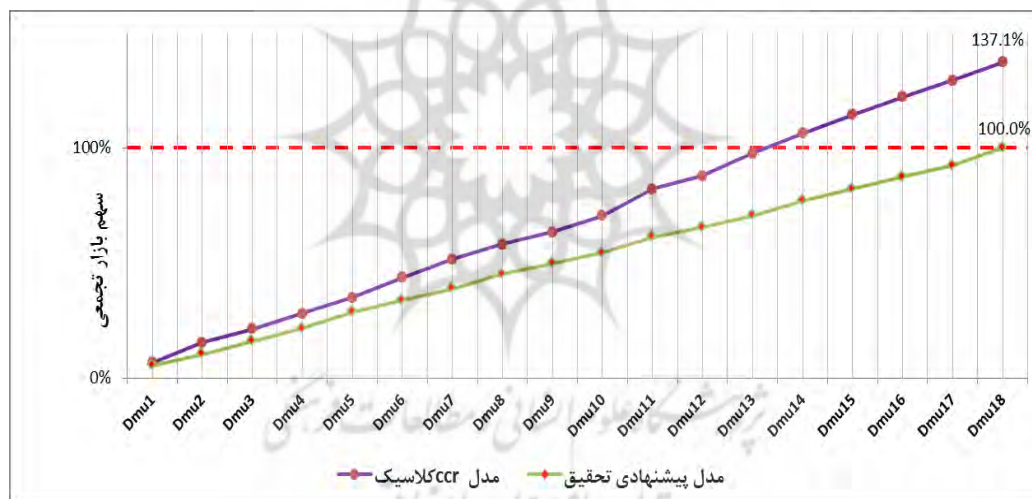
مقایسه مقادیر مربوط به تصویر خروجی اول (سهم بازار) مدل CCR پایه و مدل

پیشنهادی

در شکل (۷) نمودار مقایسه ای مجموع مقادیر سهم بازار ایده آل (تصویر روی مرز کارایی) همچنین در شکل (۸) نمودار مقایسه ای درصد سهم بازار تجمعی ایده آل برای مدل های CCR پایه و مدل پیشنهادی ارائه شده است.



شکل ۷. نمودار مقایسه‌ی مقادیر هدف خروجی اول (درصد سهم بازار) برای مدل CCR پایه و مدل پیشنهادی

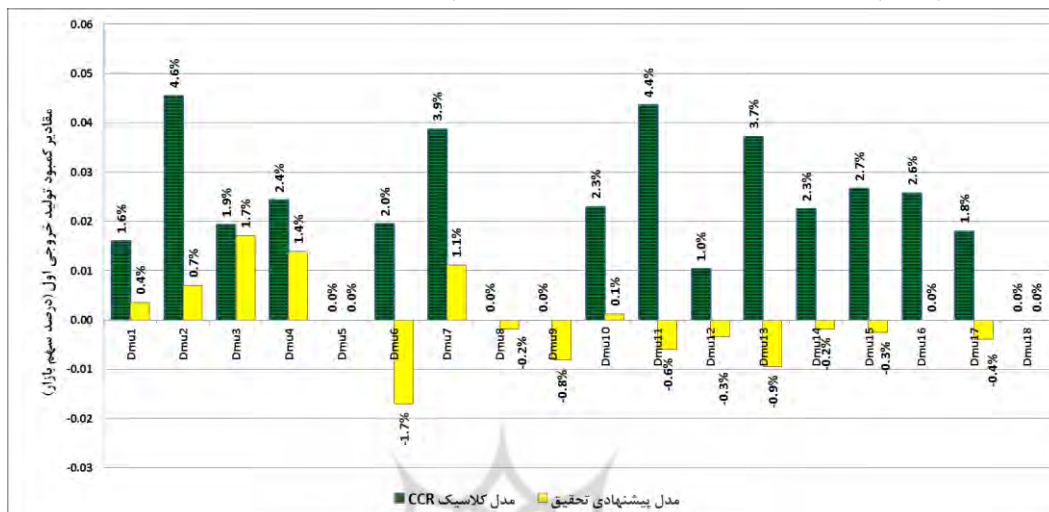


شکل ۸. نمودار مقایسه‌ی مقادیر مربوط به تصویر خروجی اول (سهم بازار) مدل CCR پایه و مدل پیشنهادی

همانگونه در بند (۵-۲) عنوان گردید با توجه به ماهیت خروجی اول (سهم بازار کسب شده)، نوعی همبستگی در مقادیر این پارامتر در بین شعبات مختلف وجود دارد، به طوری که علی القاعده بایستی مجموع سهم بازار کسب شده توسط تمامی شعب بیمه برابر کل بازار در

دسترس باشد (۱۰۰ در صد سهم بازار). همانگونه که در نمودارهای (۷) و (۸) مشخص می‌باشد، بر اساس نتایج مدل CCR پایه ای مجموع مقادیر ایده آل (تصویر روی مرز کارایی) سهم بازار کسب شده برای تمامی شعب ۱،۳۷٪ می‌باشد، که عملاً منطقی نیست، در واقع مقادیری که مدل پایه ای CCR برای رسیدن به مرز کارایی در خصوص این خروجی هدفگذاری می‌کند غیر واقعی و غیر قابل دستیابی می‌باشد. در حقیقت نتایج مدل پایه ای CCR دارای یک تناقض آشکار با واقعیات می‌باشد. این در حالی است در نتایج مدل پیشنهادی تحقیق شاهد چنین تناقضی نیستیم و براساس نمودار (۷) و (۸) مجموع سهم بازار کسب شده هدف گذاری شده برای تمامی شعب برابر ۱۰۰٪ می‌باشد. دلیل وجود این تناقض در مدل CCR پایه ای به این صورت قابل تفسیر است که در این مدل پایه ای همبستگی بین پارامتر سهم بازار کسب شده در بین تمامی شعب بیمه در نظر گرفته نشده است، در حقیقت مقادیر بدست آمده برای تصویر این پارامتر بر روی مرز کارایی برای تمامی شعب مستقل از یکدیگر تعیین شده است. در واقع بایستی مدل ریاضی طوری طراحی گردد که در صورتی که مقدار ایده آل این خروجی در یک DMU به مقدار مشخصی افزوده می‌شود، بایستی دقیقاً به همین مقدار از مقدار ایده آل متناظر سایر DMUها کم گردد تا توازن صد در صد نقض نگردد. این بدین معنی است مدل باید اجازه داشته باشد سهم بازار کسب شده برخی شعب را از طریق تخصیص مقدار منفی به متغیر کمبود تولید (SI_T) مربوط به خروجی سهم بازار، امکان داد و ستد بین مقادیر این متغیر برای حفظ توازن صد درصدی را فراهم کند، همانطور که در نمودار شکل (۹) مشخص است بر اساس نتایج مدل پایه ای CCR تمامی (SI_T)های مربوط به سهم بازار کسب شده (خروجی اول) مقادیر مثبتی اختیار کرده اند، در واقع همان قدر که برخی شعب برای رسیدن به مرز کارایی بایستی مقدار سهم بازارشان را افزایش دهند، این مقدار افزایش از خروجی متناظر هیچ شعبه دیگری کم نشده است، در حالی که نتایج مدل پیشنهادی حاکی از این است که این موضوع مهم رعایت شده است، به طوری که بر اساس نمودار شکل (۹) مقدار متغیر کمبود تولید (SI_T) مربوط به سهم بازار کسب شده در شعبه های ۱۷، ۱۵، ۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۹، ۸، ۶ مقدار منفی گرفته است (همان شعباتی که قرار است سهم بازار کسب شده شان کاهش یابد). تا بقیه شعب

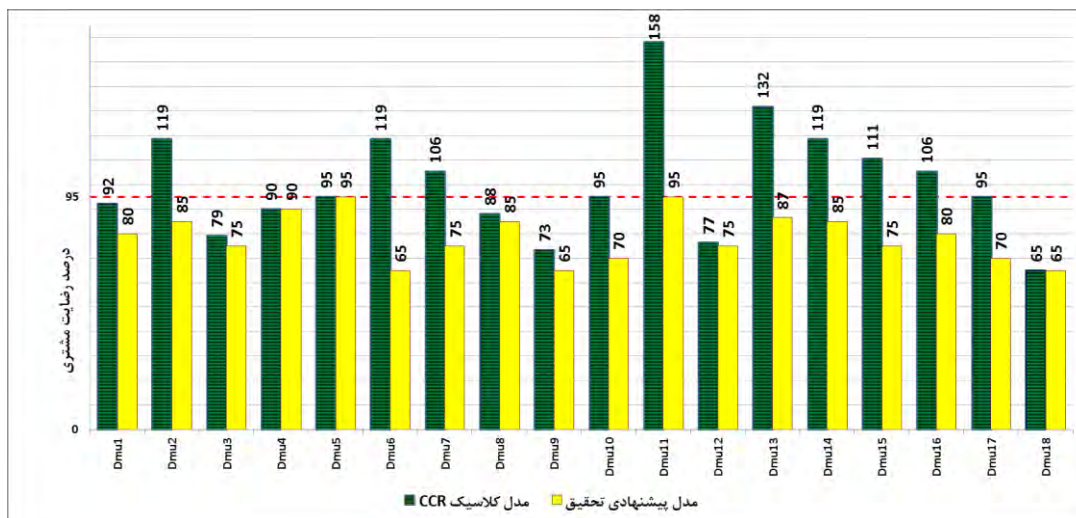
بتوانند به اندازه مجموع این مقادیر، سهم بازار کسب شده خود را افزایش دهند که بدین ترتیب مجموع سهم بازار کسب شده برابر ۱۰۰ باشد و توازن بهم نخورد.



شکل ۹. نمودار مقایسه‌ی مقادیر کمبود تولید سهم بازار کسب شده برای مدل CCR پایه و مدل پیشنهادی

مقایسه مقادیر مربوط به تصویر درصد رضایت مشتری مدل CCR پایه و مدل پیشنهادی

در شکل (۱۰) نمودار مقایسه‌ی خروجی درصد رضایت مشتری ایده آل (تصویر روی مرز کارایی) برای مدل‌های CCR پایه و مدل پیشنهادی ارائه شده است.



شکل ۱۰. نمودار مقایسه ی مقادیر تصویر خروجی سوم (رضایت مشتری) برای مدل CCR پایه و مدل پیشنهادی

همانگونه که در بند (۵-۲) عنوان گردید با توجه به ماهیت خروجی سوم (درصد رضایت مشتری)، حداکثر درصد رضایت مشتری قابل حصول مقدار ۹۵ درصد می باشد. همانگونه که در نمودار شکل (۱۰) مشخص می باشد، بر اساس نتایج مدل پایه ای CCR مقدار ایده آل (تصویر روی مرز کارایی) برای این خروجی در موارد متعددی بیش از مقدار مشخص شده تعیین شده است، همانگونه که در نمودار مشخص شده است در تمام شعبه ها غیر از شعبه های ۱۶، ۱۵، ۱۴، ۱۳، ۱۱، ۶، ۲ شاهد این موضوع هستیم، به عنوان مثال در خصوص شعبه شماره ۱۱ میزان رضایت مشتری ۷۵ درصد می باشد، بر اساس نتایج مدل پایه ای CCR می بایستی میزان رضایت مشتری (خروجی سوم) شعبه شماره ۱۱ برای رسیدن به مرز کارایی، به ۱۵۸٪ افزایش یابد، این درحالی است که طبق اطلاعات مسأله مورد بررسی حداکثر مقدار قابل دسترس برای رضایت مشتری ۹۵٪ تعیین شده است، لذا مقداری که مدل پایه ای CCR برای این خروجی به عنوان هدف تعیین کرده است با شرایط واقعی متناقض بوده و عملاً کران بالای قابل دسترس نقض شده است، این در حالی است در نتایج مدل پیشنهادی تحقیق شاهد چنین تناقضی نیستیم.

نتیجه گیری و پیشنهادها برای تحقیقات آتی

از جمله شاخص‌های کلیدی کارایی سازمان‌های بیمه‌ای کسب سهم بازار بیشتر در مقایسه با سایر رقبا است. از آنجایی که سهم بازار کسب شده در واقع یک خروجی از نوع وابسته قلمداد می‌شود (مجموع سهم بازار کسب شده توسط تمام رقبا بایستی برابر ۱۰۰ درصد باشد)، از طرفی حداکثر مقدار قابل کاهش در میزان منابع بکار رفته (ورودی‌ها) جهت رسیدن به مرز کارایی تابعی از میزان بزرگی ورودی می‌باشد، بطوری که عموماً در دنیای واقعی حداکثر مقدار قابل کاهش از یک منبع همواره نسبت مشخصی از این منبع می‌باشد (و نه یک اندازه مطلق)، با این حال مدل‌های کلاسیک DEA قادر به در نظر گرفتن موارد ذکر شده نیستند، لذا معمولاً نتایج حاصل از مدل‌های کلاسیک DEA غیر واقعی بوده و معمولاً قابلیت کاربرد ندارد. در همین راستا در تحقیق یک مدل ریاضی مبتنی بر DEA جهت تعیین استراتژی‌های رقابتی با در نظر گرفتن پارامترهای وابسته و ابعاد و اندازه سازمان‌های بیمه‌ارایه گردید. گفتنی است در مدل ارائه شده بعنوان نوآوری، همبستگی بین خروجی اول DMUها (سهم بازار کسب شده) و همچنین اندازه DMU در میزان کاهش ورودی‌ها جهت رسیدن به مرز کارایی منظور گردید، به منظور بررسی کارایی و اعتبار مدل ریاضی ارائه شده یک کاربرد موردی از صنعت بیمه مورد مطالعه قرار گرفت. در مسأله مورد بررسی محدودیتهایی مطرح گردیده بود، به عنوان اولین محدودیت هر یک از ورودی‌ها برای رسیدن به مرز کارایی حداکثر به نسبت معینی قابل کاهش تعیین گردیده بود، یعنی حداکثر میزان قابل کاهش از هر ورودی تابعی از اندازه و بزرگی آن ورودی می‌باشد. از طرف دیگر با توجه به ماهیت یکی از پارامترهای خروجی (سهم بازار کسب شده)، بین مقادیر این خروجی در بین تمام شعب همبستگی وجود داشت (بطوریکه طبیعتاً بایستی جمع مقادیر سهم بازار کسب شده توسط تمام شعب مقدار ۱۰۰ درصد باشد). از طرف دیگر در مسأله مورد بررسی درصد رضایت مشتری به عنوان یکی دیگر از خروجی‌ها از بالا به مقدار ۹۵ درصد محدود شده بود، در ادامه مسأله مورد بررسی با هر دو مدل CCR پایه‌ای و مدل پیشنهادی تحقیق با بکارگیری نرم افزار LINGO حل گردید، نتایج حاکی از این بود که جواب‌های حاصل از بکارگیری

مدل CCR پایه ای محدودیت‌های اشاره شده را نقض می‌کند و مقادیر تعیین شده توسط این مدل برای تعیین مقادیر ایده آل (هدف) برای رسیدن به مرز کارایی غیر واقعی و متناقض با محدودیت‌های تعیین شده و شرایط واقعی است، این در حالی بود که نتایج حاصل از بکارگیری مدل پیشنهادی تحقیق نشان داد، این مدل محدودیت‌های اشاره شده در صورت مسأله را به خوبی رعایت می‌نماید، و نتایج حاصل از آن منطبق بر محدودیتها و شرایط دنیای واقعی است. همچنین در راستای پوشش نقاط ضعف و توسعه مدل ارائه شده در این تحقیق پیشنهادات زیر جهت تحقیقات آتی به محققین توصیه می‌گردد.

۱. توسعه مدل با در نظر گرفتن کارایی تکنولوژیک و استفاده از رویکرد مالم کوئیست جهت تعیین استراتژی‌های رقابتی در صنعت بیمه.

۲. در نظر گرفتن همبستگی و اثرات متقابل پارامترهای مختلف در مدل ریاضی (در این تحقیق صرفاً همبستگی موجود بین مقادیر یکی از پارامترها (خروجی اول) بین واحدهای تصمیم گیرنده در نظر گرفته شده بود).

منابع

- آذر. عادل، مومنی. علیرضا (۱۳۸۳)، اندازه گیری بهره وری در شرکت های تولیدی به وسیله مدل های تحلیل پوششی داده ها (DEA)، *مجله دانشور رفتار*، سال یازدهم، شماره ۸، ص ۴۱-۵۴.
- حمزه پور. مهدی، محمدی. روح اله (۱۳۹۱)، بررسی کارایی شعب سازمان بیمه تامین اجتماعی در استان تهران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها (DEA)، *مجله الکترونیک پارس مدیر*، شماره ۴، ص ۹۴-۱۱۷.
- خواجهوی. شکراله، سلیمی فرد. علیرضا، ربیع. مسعود (۱۳۸۴)، کاربرد تحلیل پوششی داده ها در تعیین پرتفویی از کاراترین شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، *مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز*، دوره ۲۲، شماره ۲ (پیاپی ۴۳)، ص ۷۵-۸۹.
- دشتی نژاد. معصومه (۱۳۹۱)، تحلیل کارایی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار با استفاده از DEA، *مجله الکترونیک پارس مدیر*، شماره ۵، ص ۵-۱۸.
- سینایی. حسنعلی، گشتاسبی مهارلویی. رسول (۱۳۹۱)، ارزیابی کارایی و عملکرد نسبی شرکت ها با رویکرد تحلیل پوششی داده ها به منظور تشکیل سبد سهام، *مجله دانش حسابداری*، سال سوم، شماره ۱۱، ص ۱۰۵-۱۳۲.
- علیرضایی. محمدرضا، کشوری. ابوالفضل، هاشمی. سیده مریم (۱۳۸۴)، ارزیابی رشد بهره وری به کمک شاخص مالمکوئیست با رویکرد تحلیل پوششی داده ها، *مجله بین المللی علوم مهندسی دانشگاه علم و صنعت*، جلد ۱۶، شماره ۲، ص ۱۴۵-۱۵۴.
- علیرضایی. محمدرضا، کشوری. ابوالفضل، خلیلی. مسعود (۱۳۸۵)، تشخیص کارایی، کارایی ضعیف و ناکارایی واحدهای تصمیم گیرنده با اجرای برنامه مستقل از مقدار عدد غیر ارضمیدسی اسپیلن، *مجله بین المللی علوم مهندسی دانشگاه علم و صنعت*، جلد ۱۷، شماره ۱، ص ۴۷-۵۱.
- فارسجانی. حسن، آرمان. محمدحسین، حسین بیگی. علیرضا، جلیلی. اعظم (۱۳۹۰)، ارائه مدل تحلیل پوششی داده ها با رویکرد ورودی-خروجی محور، *مجله چشم انداز مدیریت صنعتی*، شماره ۱، ص ۳۹-۵۶.

میر غفوری. سید حبیب اله، شفیعی رودپشتی. میثم، ندافی. غزاله (۱۳۹۰)، ارزیابی کارایی شرکت های مخابرات استانی، مجله اقتصاد و تجارت نوین، سال هفتم، شماره ۲۵ و ۲۶، ص ۱۴۴-۱۲۱.

Abdul Kader, H.Adams, M and Hardwick, P“ ((۲۰۱۰) The Cost Efficiency of TakafulInsurance Companies ””Geneva Pap. Risk Insur . Issues Pract. 35.۱۸۱-۱۶۱ ,

Adler, N .add gg yyyyyyB 1111111“EvanuntinnnnDereguaatea ninnine Networks Using Data Eenvelopment Analysis Combined with Principal Componenet Analysis with an Application onWestern Europe ”” European Journal of Operational Research.۲۰-۱۸ ((۲)۱۳۲ .

Adler, N. and J. Berc,,,,, ,Measunim airrrrt rur lity rmm the ainnines’ viewnnintn nn application of data envelopment analysis ”, Transport Policy((۲۰۰۱) ۱۸۱-۱۷۱ ,۸ ,

Afsordeh, M ..add ,,i,i,u,, ,,)) “Peffaaaa nce Evanuntinnnn Representatives of Insurance Companies in Iran Using Analytic Network Process (ANP) and Data Envelopment Analysis (DEA ””(Euro-Asian Journal of Economics and Finance , Vol. 2, Issue : 4 (October2014), pp. 316-323.

Banker,R.D.Caannes, .. add CpppeWWW4444444“dde ls rrr the Estimation of Technical and Scale Efficiencies in Data Envelopment Analysis.Management Science.۱۹۹۲-۱۸۸۸((۹)۳۰ ,

Barros, C. P ..u,,,,, ,,, add Wakke, P1111111 “Efficiency determinants and capacity issues in Angolan insurance companies ”” South African Journal of Economics Vol,۸۲ .Issue:3.

Bertoni, F. and Croce ,A 1111111“hhe Pddductivity ff Eurpeean Life Insurers: Best-Practice Adop-Tion VS ””innovation .Geneva Pap. Risk Insur .Issues Pract. 36 (2), 165-185.

Charnes, A .Cooper, W. W. and Rhodes, E 8888888“Measugigg the Efficiency of Decision Making Units ””European journal of operational research.۴۴۴-۹۲۹ ((۶)۲ ,

Charnes A .WWWGpper 5555555 “Preaace to pppics in aa ta Envelopment Analysis ,Annals of Operational Research.۰۰-۹۹((۲) ,

aa iii l,,, N ..add aaa , .. ((()))) “Efficiencies ff LifePrensinn Insurance Industry in Turkey: An Application of Data Envelopment Analysis ”*Journal of Applied Finance & Banking* ,Vol. 4, Issue no. 1, 2014, pp.181-191 ISSN) ۶۵۸۰-۱۷۹۲ :print version), 1792-6599 (online).Scienpress Ltd.

Dyson, R. G., R. Allen, A. S. Camanho, V. V .Podinovski, C. S. Sarrico add E. .. Saale, “Pitaalls add ootooos in DEA ”,*European Journal of Operational Research*((۲۰۰۱) ۲۵۹-۲۵۵ ,۱۳۲ ,

Eling, M. and aua gg, W 333333“nn Efficiency Comparison of the Non-Life Insurance Industry in the BRIC Countries ”*Eur. J. Oper. Res .* .۹۹۱-۷۷۷ ((۳)۲۲۶

Farrell, M. J“ ((۱۷۷۷) The Measurement of Productive Efficiency ”*Journal of the Royal Statistical Society .Series A (General)*, 253-290.

Farzipoor Saen R, Memariani A, Hosseinzadeh Lotfi F. The effect of correlation coefficient among multiple input vectors on the efficiency mean in data envelopment analysis .*Applied Mathematics and Computation*.۲۱-۵۰۳((۲)۱۶۲;۲۵۵۵

Francisco J. López, Johnny C. Ho & Alex J .Ruiz-Torres (2016) A computational analysis of the impact of correlation and data translation on DEA efficiency scores ,*Journal of Industrial and Production Engineering*,۲۴۴-۱۹۲ ,۳۳:۳ ,

Golestani, G“ ((۲۷۷۷) Iran 's State-Owned Insurance Companies in 2001-2005 Period Using Data Envemmmnt aaa ysis ddde ,, Thesis,Business Management Trends Insurance ,Allameh Tabatabai University, 95-97(in Persian((

Hong, Li. Yang ,Wei. Zhixiang, Zhou. and Huang, Chengming((۲۰۱۳) “Resource Allocation Models Construction for the Reduction of Undersirable Outputs Based on DEA Methods ,*Mathematical and Computer Modeling*.۶۲۶-۹۱۳ ,

Jenkins, L. and .. ddde ,s,, , A lul tivaaiate statistical aaaaaach to reducing the number of variables in data envelopment analysis ”, *European Journal of Operational Research*((۲۰۰۳) ۶۱-۵۱ ,۱۷۷ ,

Kao, C. and Wang, S. N. (2008) "Efficiency Decomposition in Two-Stage Data Envelopment Analysis: an Application to Non-Life Insurance Companies in Taiwan" *European Journal of Operational Research*, 188(4), 929-941.

Kweh, K. L., and Zain, Z. (2009) "Efficiency Performance of General Insurance Companies in Malaysia," *Journal of advanced and applied science (JAAS)*, (Vol. 03, Issue 04, pp. 119-124).

Lee, K. and Choi, "Cross redundancy and sensitivity in DEA models," *Journal of Productivity Analysis* (2010) 34(1), 151-155.

López, F. J. "Generalizing cross redundancy in data envelopment analysis," *European Journal of Operational Research* 171-176, 214, (2011).

Luhnen, M. (2009) "Determinants of Efficiency and Productivity in German Property-Liability Insurance: Evidence for 1996-2005" *Geneva Issues Pract.* 34 (3-4), 3-11. (<http://dx.doi.org/10.1057/gpp.2009.10>).

Mahlberg, B. and Tschering, T. (2000) "Single and Multiple Effects on Productivity in the German Insurance Industry" *J. Bank. Financ.* 24(1), 188-200.

Martin D.H. and Sutter, M. (2000) "Measurement of Efficiency of German Football Teams by DEA" *University of Innsbruck, Australia*, 4-5.

Mecit, E. D. & Alp, I. (2013). A new proposed model of restricted data envelopment analysis by correlation coefficient *Mathematical Modelling*, 37, 3407-3425.

Mirzaei, H. and Saari A. (2009) "Identification of the Raguign of Iranian Insurance Companies" *Tazhahay Insurance World*-16 (137/136), 1-10 in Persian.

Nektarios, M. and Barros, C. P. (2000) "A Malmquist Index of the Greek Insurance Industry" *Geneva Issues Pract.* 35, 309-324.

Pedraja-Chaparro ,F., J. Salinas-Jinnne z add P. Smit,, “nn the quality of the data envelopment analysis model ”,*Journal of the Operational Research Society*((۱۹۹۹) ۶۴۴-۶۳۶ ,۰۰ ,

Sajedi, S., and aa ddelousin ((()))) “nn Assessnent nn Insuaance Companies Efficiency Using Double-Stage Data Envelopment Analysis ””*Int. J. Rev. Life. Sci ..Vol ((۹)۵ .pp.448-456.*

Sengupta J.K. Data envelopment analysis with maximum correlation .
Int J Syst Sci. ۹۳-۲۰:۲۰۸۵:۱۹۸۹

Smith, P“ ..Model misspecification in data envelopment analysis ”,
Annals of Operations Research ((۱۹۹۷)۲۵۲-۲۳۳ ,۷۳ ,

Xie, X. Lu, W. Reising ,J. add St,,s, ,, 1111111“Demutualisati,,
Control and Efficiency in the U.S. Life Insurance Industry ””*Geneva Pap. Risk Insur .Issues Pract.* 36 (2), 197-225.

aa gg, Z 6666666“A Two-Stage DEA Model to Evaluate the Overall Performance of Canadian Life and Health Insurance Companies ””
Journal of Mathematical and computer Modeling. ۹۱۹-۰۱۰((۳)۴۳,

