چشم‌انداز مدیریت صنعتی
شماره ۱۷، بهار ۱۳۹۴
ص‌ص ۷۶ – ۴۵

طراحی و تبیین مدل ارزیابی عملکرد با رویکرد تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل عاملی و اوزان مشترک (مورد مطالعه: صنعت بیمه)

مریم توکلی گلپایگانی*، اکبر عالم تبریز، مقصود امیری***، علیرضا موتمنی*****

چکیده

در عصر اطلاعات و محیط‌های بسیار متغیر و پیچیده داخلی و بین‌المللی، سازمان‌ها با چالش‌های بسیاری برای بهبود وضعیت و ارتقاء عملکرد مواجه هستند، در چنین شرایطی ارزیابی عملکرد برای سازمانها و صنایع از جمله صنعت بیمه، کاری بس دشوار خواهد بود. هدف اصلی این تحقیق ارائه مدلی بهبودیافته برای ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی شرکت‌های بیمه با بهره‌مندی از روش‌های نوین کیفی و کمی است. با توجه به خصوصیات رویکرد کارت امتیازی متوازن (BSC)، از این روش در تعیین شاخص‌ها و سنجه‌های یکپارچه ارزیابی عملکرد بهره برده می‌شود و برای تعیین جایگاه هر کدام از شرکت‌های بیمه در میان رقبا، از رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی «تحلیل پوششی داده‌ها» (DEA) استفاده شده است. امتیاز این مطالعه نسبت به سایر مطالعات انتخاب روش تحلیل عاملی و تحلیل مؤلفه‌های اصلی(PCA) برای ایجاد استقلال بین شاخصها و کاهش مؤلفه‌های مورد بررسی و افزایش انعطاف مدل با دخالت اوزان تصمیم‌گیرندگان به روش آرمانی است. قدرت تفکیک‌پذیری و رتبه‌بندی نهایی حاصل از مدل اعتبار نتایج را میان تصمیم‌گیرندگان افزایش داد، چنانکه پس از تجزیه‌وتحلیل، رتبه ۱ به شرکت بیمه ۱ اختصاص یافت و شرکت های بیمه ۶ و ۱۲ در رتبه دوم و سوم قرار گرفتند.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی عملکرد؛ تحلیل پوششی داده‌ها؛ کارت امتیازی متوازن (BSC)؛ تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)؛ تحلیل عاملی (FA).

تاریخ دریافت مقاله:۹۳/۱۱/۱۵، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۲/۲۷.

* دانشجوی دکتری، دانشگاه شهید بهشتی.
E-mail: Tavakoli.maryam@gmail.com
** استاد، دانشگاه شهید بهشتی.
*** استاد، دانشگاه علامه طباطبایی.
**** دانشیار، دانشگاه شهید بهشتی.

۱. مقدمه

جهانی‌شدن، تغییر در فناوری و تقاضای مشتریان به تشدید فشار برای بهبود عملکرد و تغییر سازمانی منجر می‌شود و ضرورت آگاهی از نقاط قوت و ضعف سازمان و لزوم تغییر در ابزارهای تصمیم‌گیری مدیران را گوشزد می‌کند [۱۹]. در چنین شرایطی، ارزیابی عملکرد به‌عنوان عنصر حیاتی تصمیم‌گیری مدیران در راستای تغییرات سازمانی و تحولات محیطی معرفی شده است. فرآیند ارزیابی عملکرد به جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها بسنده نمی‌کند و از داده‌ها برای توسعه و بهبود سازمان و تحقق رسالت‌ها و اهداف استراتژیک بهره می‌جوید.

از آنجا که ابزارهای مالی، به‌طور سنتی برای تعیین کارایی و اثربخشی اقدامات سازمان به‌کار می‌روند [۲۳،۳۵]، در شرایط عدم اطمینان محیطی، به‌دلیل محدودیت‌هایی اعم از تمرکز بر پیامدهای کوتاه‌مدت، بی‌توجهی به بهبود مستمر و عملکرد رقبا، به‌تنهایی کارایی لازم برای تعیین کیفیت و مطلوبیت اقدامات سازمانی را ندارند [۱۴]؛ بنابراین، مدیران برای بازنگری سیستماتیک و منظم فعالیت‌ها و نتایج حاصل از آن، علاوه‌بر ابعاد مالی، باید به جنبه‌های دیگر پویایی سازمان، اعم از دیدگاه مشتریان، فرآیندهای داخلی و رشد و یادگیری نیز توجه کنند.

با توسعه علوم تصمیم‌گیری در مدیریت، همچون تحقیق در عملیات، پایه علمی و ریاضی ارزیابی عملکرد دقیق‌تر شد و ارزیابی‌ها بیشتر از حالت کیفی به حالت کمی تبدیل شدند. این علوم کاربردی به‌طور قابل توجهی بر بهبود کیفیت تصمیمات مدیران تأثیر گذاشتند [۱۲].

دستیابی به یک شیوه ارزیابی عملکرد جامع، قابل اعتماد و منعطف یکی از دغدغه‌های اصلی سازمان‌ها است تا به کمک آن، اطلاعات دقیق و کافی از جایگاه رقابتی خویش به‌دست آورند و با محک‌زنی رقبا، دستیابی به جایگاهی مطلوب در عرصه جهانی را برای خود تضمین کنند.

الگوی کارت امتیازی متوازن و تحلیل پوششی داده‌ها از مهم‌ترین انواع مدل‌ها و الگوهای ارزیابی عملکرد سازمانی هستند و مطالعه این الگوها از حوزه‌های جذاب محققان علم مدیریت و مدیران سازمانی است. با این حال، افزایش اهمیت توانمندی تعیین شاخص‌های ارزیابی عملکرد از یک سو و لزوم بهره‌مندی از روش‌های ناپارامتریک در تعیین جایگاه رقابتی سازمان‌ها از سوی دیگر به توجه و دقت بیشتری برای هماهنگی و استفاده هم‌زمان از روش‌های کیفی و ناپارامتریک نیاز دارد.

با نگاهی به پیشینه مطالعات انجام‌شده در حوزه تحلیل پوششی داده‌ها، تحقیقات متعددی را می توان یافت که سعی در کاهش و یا محدود نمودن معیارهای ورودی و خروجی به‌کاررفته دارند. با توجه به توانایی تکنیک‌های تحلیل مؤلفه‌های اصلی[1] (PCA) و تحلیل عاملی[2] (FA) در توصیف مجموعه معیارهای اولیه برحسب تعداد کمتری از عامل‌ها و ارائه مدلی ساده‌تر از مسئله

1. Principal Component Analysis
2. Factor Analysis

اولیه با حفظ ویژگی‌های اصلی آن، انتظار می‌رود که استفاده از ترکیب مذکور (PCA-DEA) در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، به تولید نتایج مطمئن و قابل اتکا برای ذی‌نفعان منجر شود.

از آنجا که در مدل‌های بنیادین تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه اوزان مختلف برای شاخص‌های یکسان در مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری همگن منطقی به‌نظر نمی‌رسد، محققان در جست‌وجوی مدل‌هایی برای محاسبه اوزان مشترک شاخص‌های ورودی و خروجی هستند. یکی از رویکردهای حل این معضل استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی آرمانی است تا هم تفکیک کارایی را به‌درستی انجام دهند و هم قادر به لحاظ نمودن اوزان مورد نظر تصمیم‌گیرندگان برای معیارها در مدل باشند. این رویکرد در صنعت بیمه برای نخستین‌بار در پژوهش حاضر مطالعه می‌شود و بیشتر مطالعات قبلی با تکیه بر تحلیل پوششی داده‌ها انجام شده‌اند.

۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

ارزیابی عملکرد. عملکرد موضوع اصلی در همه تجزیه و تحلیل‌های سازمانی است و بهبود آن مستلزم اندازه‌گیری است؛ بنابراین، سازمانی بدون سیستم ارزیابی عملکرد قابل تصور نیست [۳]. عواملی چون محیط درحال تغییر، افزایش رقابت، پاداش‌های ملی و بین‌المللی کیفیت، نقش درحال تغییر سازمان‌ها و تغییر تقاضای خارجی دراثر ارتقاء تکنولوژی اطلاعات باعث فراگیری ارزیابی عملکرد در جوامع امروزی شده که در برنامه اصلی مدیران جای گرفته و در بیشتر کنفرانس‌های علمی به این موضوع می‌پردازند [۳۵]. از سوی دیگر، نبود رویکرد ارزیابی و کنترل در یک سیستم به معنای عدم برقراری ارتباط با محیط درون و برون سازمان تلقی می‌شود که پیامد آن کهولت و درنهایت مرگ سازمان است [۶]. در جدول ۱، به برخی از تعاریف ارزیابی عملکرد اشاره شده است.

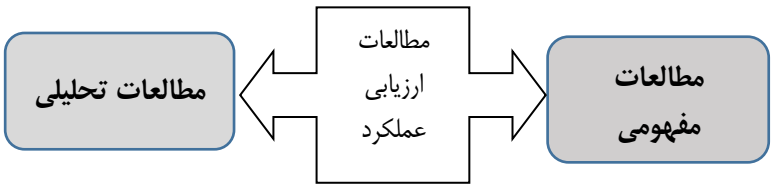
جدول ۱. تعاریفی از ارزیابی عملکرد

تعریف	پژوهشگر
فرآیند تعامل دورنمای سازمان با اهداف، راهبردها و معیارهای خاص. به‌نظر ایشان مدیران بدون شک اثرات ارزیابی را قبول دارند؛ اما در عمل به‌ندرت از آن به‌عنوان وسیله‌ای برای تدوین و اجرای راهبرد استفاده می‌کنند [۳۰].	کاپلان و نورتون، ۱۹۹۲
ارزیابی عملکرد، فرآیند کمی نمودن اثربخشی و کارایی عمل است [۳۴].	نیلی و همکاران، ۱۹۹۵
ارزیابی عملکرد ترکیب ویژگی‌های سازمان است که به‌صورت عددی بیان می‌شوند. ارزیابی عملکرد فرآیند انتخاب جنبه‌های متفاوت و شاخص‌های مربوط به آن و ایجاد یک ارزیابی مرکب از این ویژگی‌ها و جنبه‌ها است [۲۶].	فلان، ۲۰۰۵
فرآیند بازنگری روشمند که به سازمان‌ها برای دستیابی به اهداف تعیین‌شده یاری می‌رساند [۱۳].	زانگ و تن[1]، ۲۰۱۰

1. Zhang & Tan

مدل‌ها و الگوهای ارزیابی عملکرد. با شکل‌گیری سازمان‌ها درطول دوره‌های مختلف، از الگوها و مدل‌های متعددی برای ارزیابی عملکرد استفاده شده است. سازمان‌ها به فراخور نیاز، درابتدا تنها از شاخص‌ها و معیارهای محدودی برای ارزیابی عملکرد استفاده می‌کردند. گسترش فعالیت‌ها و حوزه عملکردی سازمانی، پویایی محیط و مطرح شدن موضوع‌ها و مسائل نوین مدیریتی، مانند رضایت مشتری، مسئولیت اجتماعی و ... ، سازمان‌ها را بر آن داشت تا به شاخص‌های محدود اکتفا نکنند؛ ازاین‌رو، مدل‌های جامع و چندمعیاره برای ارزیابی سازمان‌ها شکل گرفت و به‌تدریج تکامل یافت. این الگوها سازمان را از ابعاد مختلف ارزیابی می‌کنند و با درنظر گرفتن شاخص‌های چندگانه، ابزارهای مناسبی را برای ارزیابی عملکرد سازمان‌های نوین فراهم می‌نمایند.

به‌طور کلی، مطالعات مربوط به ارزیابی عملکرد را می‌توان به دو گروه زیر (نمودار ۱) دسته‌بندی کرد:



نمودار ۱. تقسیم‌بندی مطالعات ارزیابی عملکرد

مطالعات مفهومی با ظهور مدل‌های مبتنی‌بر زمان و هزینه آغاز شد و با گرایش به رویکرد کیفی در مدل‌های برتری سازمانی و خودارزیابی و مدل‌های یکپارچه تکامل یافت. درکنار مطالعات مفهومی درباره ارزیابی عملکرد، حوزه مطالعاتی دیگری با رویکرد کمی کردن ویژگی‌های کیفی مدل‌های یکپارچه وجود دارد. ابوسلیمان (۲۰۰۶) مطالعات تحلیلی را به سه دسته تقسیم می‌کند:

۱. مدل‌های تحلیلی که بر اهمیت شاخص‌های عملکرد تأکید می‌کنند؛

۲. مدل‌های تحلیلی که توازن و رابطه علت و معلولی بین شاخص‌ها را معرفی می‌کنند؛

۳. مدل‌هایی که روابط بین شاخص‌های عملکردی را تعریف می‌کنند [۳۶].

مطالعات ارنست و یانگ (۱۹۹۸) محدودیت‌های شاخص‌های سنتی مالی و گرایش فزاینده به شاخص‌های غیرمالی را در ارزیابی عملکرد خاطرنشان می‌کند [۵]. برای جبران این محدودیت، رویکردهای مختلفی در ادبیات اخیر ارزیابی عملکرد پیشنهاد شده است که درمیان آن‌ها، به رویکرد کارت امتیازی متوازن (BSC) به‌عنوان یک سیستم ارزیابی عملکرد جامع و یکپارچه در مطالعات مفهومی توجه بسیار شده است. کاپلان و نورتن معتقدند که کارت امتیازی متوازن باید به‌عنوان سیستم یادگیری، اطلاع‌رسانی و ارتباطات استفاده شود و مدیران برای اداره

سازمان‌های امروزی در محیط پیچیده کسب‌وکار، باید از زوایای متعددی به عملکرد توجه کنند تا موجب حرکت رو به جلو و پیشرفت شود [۳۱].

هرچند BSC محدودیت‌های اندکی دارد، به‌عنوان مبنای توسعه منابع و ارتقای فرآیندهای داخلی به‌شمار می‌رود [۳۷]، کیفیت سیستم کنترل سازمان را به روش‌های مختلف افزایش می‌دهد و به ما نشان می‌دهد که به چه ابزار ارزیابی توجه شود؛ اما روش دقت در ارزیابی یا اهمیت نسبی آن را نشان نمی‌دهد. از آنجا که تحلیل پوششی داده‌ها[1] (DEA) به‌عنوان یکی از رویکردهای مطالعات تحلیلی ابزاری برای محاسبه کارایی با رویکردهای ناپارامتریک براساس مجموعه‌ای از ورودی‌ها و خروجی‌ها است [۴۱،۴۶]، می‌تواند راهکاری برای تعیین اهمیت نسبی کارایی و کمی کردن ویژگی‌های کیفی نقشه راه حاصل از اجرای BSC باشد. BSC و DEA مفاهیم متفاوتی هستند که مکمل یکدیگرند. از یک طرف، DEA قادر به بهبود و رفع محدودیت‌های BSC و فراهم نمودن اطلاعات سودمندتری برای مدیران است و خط مبنا و الگویی برای سازمان ایجاد می‌کند و از طرف دیگر، BSC به‌عنوان ابزاری برای عارضه‌یابی، موجب حرکت روبه‌جلوی سازمان می‌شود؛ بنابراین، سیستم ارزیابی عملکرد درصورتی به هدر نمی‌رود که داده‌ها، راهکارهای مدیریتی ارائه دهند و مدیریت را آگاه سازند [۲۶،۳۳].

با استفاده از ترکیب DEA و BSC بر یکی از موانع عمده کارت امتیازی متوازن، یعنی نیاز به تعیین استانداردها و خط مبنا، غلبه شده است. در تکنیک ترکیبی DEA-BSC، از BSC به‌عنوان ابزاری برای طراحی شاخص‌های ارزیابی عملکرد و از DEA به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی کارایی استفاده می‌شود.

مروری بر مطالعات پیشین. در اواخر دهه ۱۹۸۰، مقالات متعددی در نشریات گوناگون در مورد ناکارآمدی روش‌های ارزیابی عملکرد سازمان‌ها منتشر شد و بسیاری از صاحب‌نظران استفاده گسترده و انحصاری از معیارهای مالی در ارزیابی عملکرد را با توجه به تغییرات محیطی و سرعت بالای تکنولوژی اطلاعات نقد کردند. پیش از این نیز هاپ وود (۱۹۷۲) به عدم‌کفایت شاخص‌های سنتی مالی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها اشاره کرده بود؛ تأکید بر شاخص‌های مالی کوتاه‌مدت بین تدوین و اجرای استراتژی فاصله ایجاد می‌کند [۴۸]. این در حالی است که رقابت جهانی امروز نیازمند توجه به اندازه‌های غیرمالی ازجمله کیفیت، بهره‌وری و انعطاف‌پذیری هم می باشد.

1. Data Envelopment Analysis

به‌نظر وین و همکاران (۲۰۰۳)، مدل DEA به‌تنهایی نمی‌تواند کارایی را انعکاس دهد و به‌طور بالقوه تنها مشکلات کارایی را مشخص می‌کند؛ بنابراین، برای رفع چنین نقیصه‌ای به‌کارگیری یک نقشه راه ضروری است و BSC برای تکمیل نقاط قوت DEA معرفی شد [۴۷].
کالج و وانگ (۲۰۰۶) تحقیقی را برای بررسی کارایی عملکرد شرکت Acer با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و کارت امتیازی متوازن انجام دادند. علیرضایی، میرحسنی، حسینی و کشوری (۱۳۸۲) نیز مقاله‌ای را با عنوان «رویکرد جامع بهره‌وری سازمان‌ها به‌کمک DEA با محوریت BSC» در شرکت ملی نفت و فرآیند حفاری چاه‌های نفت ارائه کرده‌اند. در این پروژه، از BSC به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی عملکرد استفاده شده است [۱۱].

چن و چن (۲۰۰۷) در مقاله «ارزیابی عملکرد DEA برمبنای شاخص‌های BSC، مطالعه موردی: صنعت نیمه‌رسانا در تایوان»، چگونگی انتخاب معیارهای عملکرد مؤثر بر نتایج را بررسی کردند. در فاز اول، شاخص‌های مربوط به چهار بعد کارت امتیازی متوازن شناسایی شدند. در فاز دوم، چهار مدل DEA براساس شاخص‌های انتخابی در هر بعد طراحی گردیدند و سپس نتایج مدل‌های متفاوت با یکدیگر مقایسه شدند [۲۰].

گارسیا والدرما و همکاران (۲۰۰۹) فعالیت‌های R&D در شرکت‌های داروسازی و شیمیایی اسپانیا را تحت عنوان «ارتباط ابعاد کارت امتیازی متوازن برای پروژه‌های R&D ازطریق تحلیل پوششی داده‌ها» بررسی کردند. آن‌ها در مرحله اول، پنج مدل DEA متفاوت برای نمایش روابط علی و معلولی BSC به‌کار گرفتند و در مرحله بعد، ضریب همبستگی بین نتایج هر مدل DEA را محاسبه کردند؛ در این میان، تحلیل عاملی برای تفسیر ضرایب همبستگی به‌کار رفت [۲۷].
کارلا آمادو و همکاران (۲۰۱۲) با انجام مطالعه‌ای با عنوان «یکپارچه‌سازی روش تحلیل پوششی داده‌ها با رویکرد کارت امتیازی متوازن برای ارزیابی عملکرد»، تأثیر کاربرد هم‌زمان DEA با استفاده از چارچوب مفهومی BSC را بررسی و عملکرد واحدهای نصب، تعمیر و نگهداری یک سازمان چندملیتی در زمینه بالابرهای ساختمانی را ارزیابی کردند [۱۸].

شفیعی و همکاران (۲۰۱۴) در مقاله «ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین با رویکرد تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و کارت امتیازی متوازن»، شاخص‌های مرتبط با موضوع را براساس BSC انتخاب و با روش دیماتل یک ساختار شبکه‌ای ایجاد کردند. سپس این ساختار برای ایجاد مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای به‌کار رفت [۴۲].

به‌طور کلی، PCA یک روش کاهش داده‌های اضافی برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری قابل مقایسه پیش از کاربرد DEA است [۱۷]. زو در سال ۱۹۹۸ ایده کار با نرخ هر خروجی به ورودی را ارائه کرد و پریماچاندرا (۲۰۰۱) مقداری آن را توسعه داد. شانموگام و جانسون (۲۰۰۷) روش جدیدی را برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری با استفاده از PCA ارائه کردند [۴۳].

آدلر و گلانی (۲۰۰۱)، شانموگام و جانسون (۲۰۰۷) و همکاران تلاش کردند بیشترین کارایی را از ترکیب روش‌های DEA و PCA به‌دست آورند و توان تمییز DEA را بهبود بخشند. همچنین اهمیت به‌کارگیری روش مذکور توسط آدلر و یازمسکی[1] (۲۰۱۰) تأکید شده است [۱۷،۱۶،۴۳].

چیانگ و لین (۲۰۰۹) در تحقیقی با عنوان «یکپارچه‌سازی کارت امتیازی متوازن و تحلیل پوششی داده‌ها برای مدیریت الگوبرداری سازمان»، عملکرد دو صنعت متفاوت خودروسازی و بانک‌های تجاری در آمریکا را با استفاده از روش‌های تحلیل مؤلفه‌های اصلی، تحلیل عاملی و ضریب همبستگی استاندارد با محوریت DEA و BSC بررسی کردند. به‌عقیده آن‌ها، از یک سو BSC خروجی‌های مناسب را برای مدل DEA فراهم می‌کند و از سوی دیگر DEA براساس ورودی‌ها و خروجی‌های واحدهای تصمیم‌گیری الگوسازی می‌کند و ارزیابی‌های ناشی از عملکرد را به داده‌های مدیریتی تبدیل می‌کند [۲۱].

پولدارو و روتز (۲۰۱۳) در مقاله «یک رویکرد PCA-DEA برای ارزیابی کیفیت زندگی در شهرهای جمهوری استونی»، پانل متوازنی از ۱۵ شهر در دوره زمانی ۲۰۰۰– ۲۰۱۱ میلادی فراهم کردند. این مدل که شامل دو مرحله است، با تحلیل مؤلفه‌های اصلی آغاز می‌شود و در مرحله بعد با حل مدل DEA استاندارد نتایج به‌دست می آید و سپس نتایج حاصل از مدل DEA کلاسیک و PCA-DEA با هم مقایسه می‌شوند [۳۸].

با اینکه استفاده از تکنیک تحلیل مؤلفه‌های اصلی مشکل کاهش تفکیک‌پذیری مدل تحلیل پوششی داده‌ها را در حضور معیارهای متعدد برطرف می‌کند، ضعف مدل DEA در تعیین اوزان واحدهای تصمیم‌گیری از یکDMU[2] به DMU دیگر همچنان پا برجا است.

کائو و هوانگ (۲۰۰۵) براساس یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی چندهدفه و با رویکرد راه‌حل توافقی، مدلی را ارائه کردند که اوزان مشترک برای تمام واحدهای تصمیم‌گیری، با ایجاد یک بردار اوزان کارایی نزدیک به امتیازات کارایی محاسبه‌شده توسط مدل DEA استاندارد، به‌عنوان راه‌حل ایده‌آل ارائه شد [۳۲].

کوک و زو (۲۰۰۷) مدل برنامه‌ریزی آرمانی را ارائه کردند که به‌دنبال یافتن مجموعه‌ای از چندین وزن مشترک بود. ویژگی مهم مجموعه چندوزنی این است که بیشترین انحراف امتیازات مجموعه را از سطوح آرمانی ایده‌آل به حداقل می‌رساند و با این انحرافات به‌گونه‌ای برخورد می‌کند که هدف مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری که فعالیت مشابهی دارند تأمین شود [۲۲].

1. Adler & Yazhemsky
1. Decision Making Unit

رامون و همکاران (۲۰۱۲) یک رویکرد کمینه‌سازی انحراف اوزان از وزن‌های مدل DEA را بدون اوزان صفر واحدهای کارا ارائه کردند. این حداقل‌سازی به‌طور خاص تفاوت بین اوزان انتخابی DEA را کاهش می‌دهد؛ بنابراین، مجموعه اوزان مشترک ارائه‌شده نماینده اوزان مدل تحلیل پوششی داده‌ها خواهند بود.

سان و همکاران (۲۰۱۳) دو مدل را با فرض واحد تصمیم‌گیری ایده‌آل و غیرایده‌آل برای تعیین اوزان مشترک ازدیدگاه تحلیل تصمیم‌گیری چندوجهی برای ارزیابی عملکرد پیشنهاد دادند [۳۲].

رضوی و همکاران (۲۰۱۴) یک مدل برنامه‌ریزی خطی کسری چندهدفه ارائه کردند، نتایج DEA استاندارد را به‌عنوان راه‌حل ایده‌آل درنظر گرفتند و مجموعه اوزان مشترک را برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری و افزایش قدرت تفکیک‌پذیری مدل به‌کار بردند [۴۰].

حاتمی و همکاران (۲۰۱۵) میزان کاهش ورودی و خروجی‌های لازم برای افزایش کارایی واحدهای تصمیم‌گیری را تعیین کردند (ویژگی مطالعه آن‌ها توجه به بودجه‌بندی مرکزی در سازمان‌های سلسله‌مراتبی بود). برای این کار از برنامه‌ریزی آرمانی برای تعیین اوزان مشترک و جلوگیری از انعطاف‌پذیری مدل تحلیل پوششی داده‌های استاندارد استفاده نمودند. ایشان با ارائه رویکردی جامع برای بهینه‌سازی ورودی‌ها و خروجی‌ها و بهبود کارایی نهایی واحدهای تصمیم‌گیری، پیچیدگی‌های محاسباتی را کاهش دادند [۲۸].

مطالعات انجام‌شده در صنعت بیمه. کامینز و زی (۱۹۹۸) با مقایسه کارایی حاصل از روش‌های اقتصادسنجی و تحلیل پوششی داده‌ها، نتیجه گرفتند که کارایی محاسبه‌شده به‌وسیله DEA برای شرکت‌های بیمه، درمقایسه با روش‌های اقتصادسنجی سازگاری بیشتری با اندازه‌گیری عملکرد دارد. نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون نشان می‌دهد که کارایی درآمد و هزینه شرکت‌های ادغامی به‌طور معناداری بالاتر از شرکت‌هایی است که ادغام نشده‌اند [۲۴].

مالبرگ و یورل (۲۰۰۰) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، شرکت‌های بیمه آلمانی را در سال‌های ۱۹۹۲- ۱۹۹۶ بررسی کردند. نتایج ۴۹٪ کارایی در بازده نسبت‌به مقیاس متغیر را نشان می‌داد و افزایش رقابت بین آن‌ها به افزایش کارایی منجر نشد؛ زیرا همچنان به ظرفیت‌های صرفه‌جویی در هزینه‌ها توجه می‌کنند [۲۵].

تن و ساهو (۲۰۰۵) برای ارزیابی عملکرد شرکت بیمه عمر هند و انتخاب ستانده‌ها، ازدیدگاه ارزش افزوده استفاده کردند. نتایج حاصل از تحقیق یک ناهمگونی معنادار را در امتیازات کارایی هزینه در یک دوره نوزده‌ساله نشان می‌دهد. کاهش در نمرات عملکرد بعد از سال ۱۹۹۴ دلیلی

برای افزایش ناکارایی است که براثر افزایش هزینه ثابت اولیه در مدرنیزه کردن عملیات شرکت روی داده است [۴۵].

زیجیانگ یانگ (۲۰۰۶) مـدل DEA دومرحله‌ای را برای ارزیابی کارایی سیستماتیک صنعت بیمه عمر و سلامتی کانادا ارائه می‌دهد. این مدل جدیـد تلفیق عملکردهای تولید و سرمایه‌گذاری شرکت‌های بیمه را امکان‌پذیر می‌سـازد [۵۰].

رائو و همکاران (۲۰۱۰) با ارزیابی کارایی شرکت‌های بیمه در امارات متحده عربی، به این نتیجه رسیدند که ناکارایی شرکت‌های بیمه در سال ۲۰۰۰ ناشی از ناکارآمدی مدیریتی است، بهبود عملکرد شرکت‌های بیمه با افزایش اندازه تسهیل می‌شود و این کار ازطریق ادغام شرکت‌های هم‌اندازه امکان‌پذیر خواهد بود [۳۹].

وو دشنگ و همکاران (۲۰۱۲) کارایی شرکت‌های بیمه را براساس رابطه میان اندازه شرکت و میزان دارایی‌ها بررسی کردند. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که میزان دارایی‌های شرکت مستقل از کارایی آن است؛ بنابراین، فرض بازده به مقیاس ثابت که در این تحقیق درنظر گرفته شده، صحیح است. در معیارهای مربوط به تولید، حذف حق بیمه خالص بیشترین اثر را بر تغییر نمرات کارایی داشته است. همچنین، درمیان این معیارها، نزدیک‌ترین سناریو به مدل اصلی حالتی است که معیار خسارت‌ها حذف شده است. در معیارهای سرمایه‌گذاری نیز حذف معیار منابع سرمایه‌گذاری در تعهدنامه‌ها بیشترین اثر را بر تغییر نمره کارایی داشته است [۴۹].

مژده گلستانی (۱۳۸۶) با استفاده از طراحی یک شرکت بیمه مجازی، به رتبه‌بندی درونی و بیرونی واحدهای کارا پرداخت. براساس نتایج حاصله، محقق دریافت که تنها نیمی از واحدهای تصمیم‌ساز مورد مطالعه کارا هستند که در بازه زمانی مورد مطالعه از روند نزولی کارایی برخوردار بوده‌اند. همچنین، محقق در انتهای تحقیق دریافت که مؤلفه‌ها و شاخص‌های مجردی که هم‌اکنون به‌عنوان شاخص‌های عملکرد صنعت بیمه به‌کار می‌روند، نه‌تنها تصویری شفاف از کارایی شرکت‌ها حاصل نمی‌کنند، بلکه برای ذی‌نفعان این صنعت که برمبنای این شاخص‌ها تصمیم‌گیری می‌کنند، در بلندمدت گمراه‌کننده خواهند بود [۷].

امیری و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از کارت امتیازی متوازن، ۲۷ معیار شناسایی کردند و با تحلیل عاملی برای دستیابی به شاخص‌های ناهمبسته به‌منظور فراهم کردن پیش‌شرط‌های به‌کارگیری تکنیک‌های چندشاخصه ویکور، شرکت‌های بیمه را ارزیابی نمودند که رتبه اول به بیمه ایران تعلق گرفت [۱].

موتمنی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از کارت امتیازی متوازن، ۲۳ معیار برای شعب بیمه کارآفرین شناسایی کردند، به روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی وزن‌دهی نمودند و شعب را با

تکنیک ویکور رتبه‌بندی کردند. نتایج نشان دادند که منظر مالی و منظر مشتری مهم‌ترین معیار در بالندگی شعب و شاخص صدور حق بیمه نقشی اساسی در رشد شعب دارد [۱۰].
مریم پورعینی (۱۳۹۱) با شناسایی سه معیار اصلی درقالب مالی، بیمه و اقتصادی با ۱۴ زیرمعیار از روش تحلیل شبکه‌ای فازی برای شناسایی وابستگی‌های ممکن بین عوامل و اندازه‌گیری آن‌ها برای توسعه مدل ارزیابی عملکرد استفاده کرده است. اولویت‌بندی شاخص‌ها با استفاده از تحلیل شبکه‌ای فازی وزن‌دهی و به روش پرومته انجام گرفته است [۲].

ثریایی و همکاران (۲۰۱۴) کارایی شعب شرکت بیمه پارسیان در استان مازندران را براساس رویکرد تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و کارت امتیازی متوازن ارزیابی کردند. بنابر مدل CCR، تنها یک واحد از ۱۰ واحد تصمیم‌گیری (شعبه ساری) کارا بود و بنابر مدل BCC، ۵ واحد (۵ شعبه از شعب بیمه پارسیان در استان مازندران) از ۱۰ واحد تصمیم‌گیری کارا معرفی شدند [۴۴].
نگاهی اجمالی به مطالعات انجام‌شده در حوزه رویکردهای تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل مؤلفه‌های اصلی و اوزان مشترک، حاکی از آن است که اگرچه اهمیت رفع محدودیت‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای محققان به‌درستی درک شده، اما نگاه یکپارچه‌ای برای رفع همه این نواقص در یک مدل به‌صورت حاضر، وجود نداشته یا به‌ندرت دیده شده است.

۳. روش‌شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از نظر هدف کاربردی- توسعه‌ای است و در نظر دارد به سؤالات زیر پاسخ دهد:

۱. براساس رویکرد BSC چه عواملی بر ارزیابی عملکرد تاثیرگذار هستند؟
۲. اولویت هریک از مؤلفه‌های اساسی در ارزیابی عملکرد چیست؟
۳. ارزیابی عملکرد شرکت‌های بیمه براساس معیارهای درنظر گرفته‌شده چگونه است؟

برای پاسخگویی به سؤالات تحقیق، از ابزارهای تحلیلی ازقبیل تحلیل عاملی، تحلیل پوششی داده‌ها و برنامه‌ریزی آرمانی برای محاسبه اوزان مشترک استفاده می‌شود.

تحلیل عاملی اکتشافی. اصطلاح تحلیل عاملی که در اینجا به‌کار می‌رود، اصطلاحی است کلی برای دو نوع کاملاً متمایز تحلیل؛ یعنی تحلیل مؤلفه‌ای و تحلیل عامل مشترک. این دو نوع تحلیل برحسب مقدار و نوع واریانس هر متغیر j، (X_j) که توسط عامل‌های موجود در مدل توجیه می‌شوند، متفاوت هستند. در تحلیل مؤلفه‌ای، عامل‌ها همه واریانس هر متغیر ازجمله واریانس مشترک با سایر متغیرهای مجموعه (کوواریانس) و نیز واریانس اختصاصی یا خاص متغیر j را توجیه می‌کند. تعداد مؤلفه‌ها یا عامل‌ها در تحلیل مؤلفه‌ای ازلحاظ تئوری

باید با تعداد متغیرها برابر باشد؛ زیرا همه واریانس هر متغیر باید توسط عامل‌هـا توجیـه شـود. در تحلیل عامل مشترک، عامل‌هـا فقط واریانس مشترک با متغیرهای دیگر مجموعه (البته نه لزوماً همه آن‌هـا) را توجیه می‌کند؛ بنابراین، تعداد عامل‌های مشترک ممکن است کمتر از تعـداد متغیرهـا باشـد کـه ازلحـاظ رعایت اصل صرفه‌جویی مجموعه n متغیری برحسب m عامل مشترک کاملاً مطلوب است ($m<n$). بـرای تحلیل مؤلفه‌های اصلی داریم:

$$Z_j = a_{11}F_1 + a_{22}F_2 + \cdots + a_{nn}F_n$$ رابطه ۱

در آن، a_{jp} معرف وزن F_p است و هریک از n متغیر مشاهده‌شده، بـه‌گونـه خطـی بـرحسـب n مؤلفه جدید $F_1, F_2, \ldots, F_n$ که فرض می‌شود نابسته به یکدیگرند، توصیف مـی‌شـود؛ بـه بیـان دیگـر، بـرپایه این مدل $Z_{ji} = \frac{x_{ji}-\bar{x}_j}{\sqrt{v_j}}$ نمره فرد i در متغیر j (به‌شکل استاندارد) ترکیب خطی n مؤلفه یـا عامـل نابسته است که براساس F با a وزن داده شده است. در اینجا، V_j را با مخرج N یعنی $v_j = \frac{\sum(x_{ij}-\bar{x}_j)^2}{N}$ تعریف می‌کنیم. توجه داشته باشید که در این مدل، تعداد عامل‌ها یعنی m برابر با تعداد متغیرها یعنی n است.
مدل تحلیلی عامل مشترک را می‌توان چنین نوشت:

$$Z_j = a_{j1}F_1 + a_{j2}F_2 + \cdots + a_{jm}F_m + d_j u_j$$ رابطه ۲

در اینجا، F_p عبارت است از m (معمولاً کوچک‌تر از n) عامل فرضی مشترک و U_j معرف یک عامل یگانه است که سهم یگانه متغیر X_j را در Z_j توجیه می‌کند. a_{jp} معرف ضریب استانداردشده رگرسیون چندمتغیری X_j در عامل P (بار عاملی) و d_j معرف ضریب استانداردشده رگرسیون X_j در عامل یگانه j است [۱۵].

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA). یکی از ساده‌ترین و قدیمی‌ترین روش‌های ارزیابی عملکرد، محاسبه شاخص کارایی فنی است که بنابر تعریف نسبت خروجی (ستاده) به ورودی (نهاده) است که اولین‌بار فارل (۱۹۵۷) آن را معرفی کرده است.

چارنز، کوپر و رودز دیدگاه فارل را توسعه دادند و الگویی را ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشت. این الگو تحلیل پوششی داده‌ها نام گرفت. مدل تحلیل پوششی داده‌ها روشی مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی است که در ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری مشابه به‌کار رفته است [۹].

مدل برنامه‌ریزی ریاضی در حالت کلی نامحدود است و برای اینکه از حالت نامحدود خارج شود مجموعه‌ای از محدودیت‌های فنی به آن اضافه می‌شود؛ به‌طوری که کارایی هر واحد تصمیم‌گیری کمتر از یک باشد. به این ترتیب، مدل برنامه‌ریزی به‌صورت زیر تغییر می‌کند:

$$\text{Max} \quad h_p(\boldsymbol{u},\boldsymbol{v}) = \frac{\sum_{l=1}^{s} u_l y_{lp}}{\sum_{k=1}^{m} v_k x_{kp}} \qquad \text{رابطه۳}$$

$$s.t. \quad \frac{\sum_{l=1}^{s} u_l y_{lj}}{\sum_{k=1}^{m} v_k x_{kj}} \leq 1;\ j = 1,\cdots,n$$

$$u_l, v_k \geq 0;\ k = 1,\cdots,m;\ l = 1,\cdots,s$$

تحلیل پوششی داده‌ها با وزن‌های مشترک. ایده وزن‌های مشترک را اولین‌بار کوک و همکاران (۱۹۹۰) مطرح کردند و رول و همکاران (۱۹۹۱) آن را تکمیل نمودند. تحقیق درخصوص موضوع اوزان مشترک در سالیان اخیر توجه بسیاری را به خود جلب کرده و مدل‌های متعدد و گوناگونی با رویکردهای مختلف در این زمینه ارائه شده است.

استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی[1] (GP) و اوزان مشترک دارای مزایای زیر است:

۱. امکان ایجاد تفکیک‌پذیری بیشتر میان واحدهای تصمیم‌گیری فراهم می‌شود؛

۲. رتبه‌بندی نهایی حاصل از کاربرد این روش مقبولیت نتایج میان تصمیم‌گیرندگان را افزایش می‌دهد؛

۳. از مقایسه نتایج این مدل با مدل اولیه DEA، ملاحظه می‌شود که همبستگی نتایج مدل بیشتر است و این نشان‌دهنده توانایی و اعتبار نتایج است.

زمانی‌که تعداد واحدهای تصمیم‌گیری[2] (DMUها) کم و نهاده‌ها و ستاده‌ها زیاد باشد، وزن برخی از معیارها صفر می‌شود. درنتیجه امتیاز کارایی واحدها براساس یک‌سری از معیارها محاسبه و نزدیک به یکدیگر قرار می‌گیرد. در این مطالعه، به‌منظور حل این مشکل و ارائه طیف مناسبی از امتیازات کارایی، از مدل برنامه‌ریزی آرمانی ارائه‌شده ازسوی صدقیانی و همکاران (۱۳۸۸) با اعمال اندکی تغییرات برای بهبود مدل، براساس رابطه ۴ استفاده می‌شود [۴].

$$Min\ Z = \sum_{j=1}^{m} v_j^{exp}\left(d_j^- + d_j^+\right) + \sum_{k=1}^{s} u_k^{exp}(d_k^- + d_k^+) \qquad \text{رابطه۴}$$

1. Goal Programming
2. Decision Making Unit

$$v_j^{com} + d_j^- - d_j^+ = v_j^{med}, j = 1, \dots, m$$

$$u_k^{com} + d_k^- - d_k^+ = u_k^{med}, k = 1, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^{m} v_j^{com} x_{ij} - \sum_{k=1}^{s} u_k^{com} y_{ik} \geq 0, i = 1, \dots, n$$

$$\forall j, k: d_j^-, d_j^+, d_k^-, d_k^+, v_j^{com}, u_k^{com} \geq 0$$

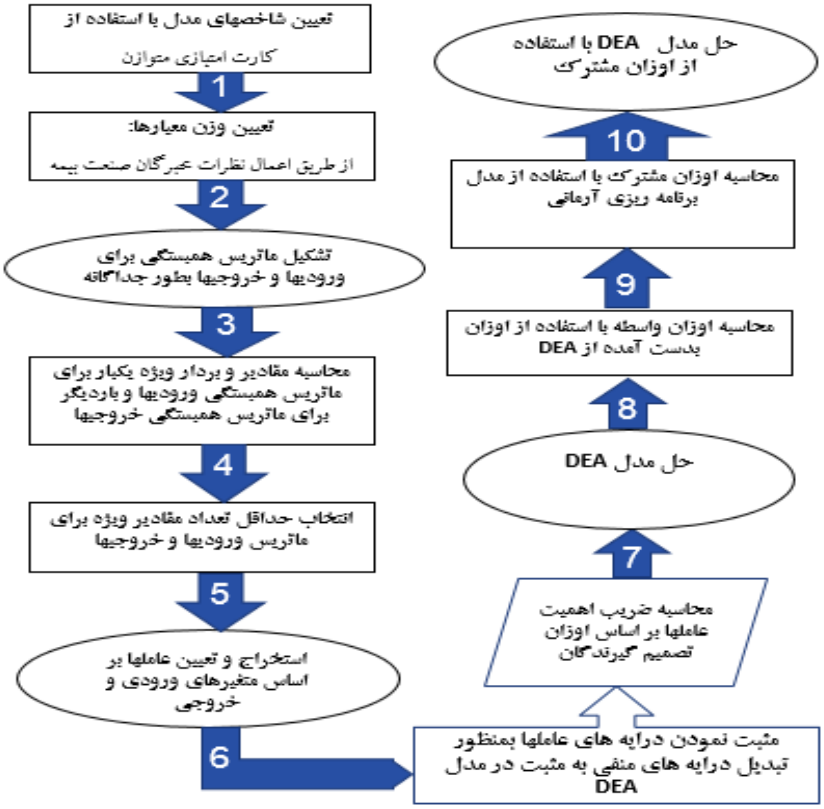
در مدل بالا، پارامترهای v_j^{med} و u_k^{med} (اوزان ورودی و خروجی واسطه) از حل مدل CCR ورودی محور به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$v_j^{med} = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_{ij} x_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}}, j = 1, \dots, m$$ رابطه۵

$$u_k^{med} = \frac{\sum_{i=1}^{n} u_{ik} y_{ik}}{\sum_{i=1}^{n} y_{ik}}, k = 1, \dots, s$$ رابطه۶

همچنین، پارامترهای v_j^{exp} و u_k^{exp} معرف اوزان مورد نظر تصمیم‌گیرندگان برای شاخص‌های ورودی و خروجی هستند. پس از اجرای مدل بالا، مقادیر بهینه متغیرهای v_j^{com} و u_k^{com} به‌عنوان اوزان مشترک ورودی‌ها و خروجی‌ها محاسبه می‌شوند.

الگوریتم اجرای مدل



نمودار ۲. فرآیند اجرای مدل

گام ۱. تعیین شاخص‌های مدل با رویکرد کارت امتیازی متوازن:

ابتدا با توجه به ادبیات تحقیق و مصاحبه با خبرگان صنعت بیمه، مهم‌ترین شاخص‌های عملکردی در چهار حوزه مالی، مشتری، فرآیندهای داخلی و رشد و توسعه شناسایی و براساس میزان موافقت خبرگان، شاخص‌هایی که از بیشترین اهمیت برخوردار بودند برگزیده و به هریک از آن‌ها یک کد اختصاص داده می‌شود.

در این مطالعه، جامعه آماری شامل ۳۰ نفر از خبرگان صنعت بیمه است که به روش نمونه‌گیری هدفمند، ۱۲ نفر با توجه به امکان دسترسی و براساس رتبه و مسئولیتی که به عهده دارند و دارای مدرک تحصیلی لیسانس و بالاتر در رشته مدیریت یا سابقه کار مدیریتی و اجرایی در صنعت بیمه باشند، انتخاب شده‌اند.

گام ۲. وزن‌دهی به معیارهای ورودی و خروجی توسط خبرگان (تعیین v_j^{exp} و u_k^{exp}) براساس میزان اهمیت معیارها.

گام ۳. محاسبه ماتریس همبستگی، یک‌بار برای ورودی‌ها و یک‌بار برای خروجی‌ها.

گام ٤. محاسبه بردارها و مقادیر ویژه برای ماتریس همبستگی ورودی‌ها و خروجی‌ها.

گام ۵. انتخاب حداقل تعداد مقادیر ویژه برای ورودی‌ها و خروجی‌ها که ۶۰ درصد واریانس داده‌های اصلی را پوشش دهد.

گام ٦. تعیین مؤلفه‌های اصلی هر عامل:
برای این کار درایه‌هایی از بردارهای ویژه که دارای قدرمطلق بزرگ‌تری هستند (قدرمطلق آن‌ها از ۱,۵ برابر میانگین بیشتر باشد) انتخاب می‌شوند.

گام ۷. استخراج و تعیین عامل‌ها براساس متغیرهای ورودی و خروجی:
به این ترتیب، عامل‌های متغیرهای ورودی و متغیرهای خروجی به‌طور جداگانه براساس روابط ۷ و ۸ تعیین می‌شود.

$$\boldsymbol{X}_g^{FA} = (b_{g1}\boldsymbol{X}_1^{std} + b_{g2}\boldsymbol{X}_2^{std} + \cdots + b_{g11}\boldsymbol{X}_{11}^{std})/{\lambda_g}^{1/2}; g = 1,2,3 \qquad \text{رابطه۷}$$

$$\boldsymbol{Y}_h^{FA} = (b_{h1}\boldsymbol{Y}_1^{std} + b_{h2}\boldsymbol{Y}_2^{std} + \cdots + b_{h19}\boldsymbol{Y}_{19}^{std})/{\lambda_h}^{1/2}; h = 1,2,3 \qquad \text{رابطه ۸}$$

گام ۸. مثبت نمودن درایه‌های عامل‌ها به‌منظور استفاده در مدل تحلیل پوششی داده‌ها (براساس روش پیشنهادی آدلر و گلانی (۲۰۰۱)، مینیمم درایه‌های هر عامل را از تک‌تک درایه‌های آن عامل کسر و حاصل را با عدد یک جمع می‌کنیم تا تمامی درایه ها مثبت شوند).

گام ۹. محاسبه ضریب اهمیت عامل‌ها براساس اوزان مورد نظر تصمیم‌گیرندگان.
برای این‌کار، ابتدا وزن حاصل از بردارهای ویژه ورودی (v_j^{eig}) و خروجی (u_k^{eig}) را تعیین می‌کنیم. پس از این کار، ضریب اهمیت مزبور برای عامل‌های ورودی ($v_j^{exp.f}$) از رابطه ۹ قابل محاسبه خواهد بود:

$$v_j^{exp.f} = \lambda_j v_j^{eig}, j = 1, \dots, 3 \qquad \text{رابطه ۹}$$

که در آن: $v_j^{eig} = b_{j1}v_1^{exp} + b_{j2}v_2^{exp} + \cdots + b_{j11}v_{11}^{exp}$

و نیز λ_j عبارتست از مقدار ویژه j ام متناظر عامل j ام. همچنین$(b_{j1}, b_{j2}, \dots, b_{j11})$برابر با بردار ویژه j ام متناظر عامل j ام می‌باشد. ضرایب اهمیت عامل‌های خروجی($u_k^{exp.f}$) نیز بر اساس رابطه ۱۰ قابل تعیین هستند:

$$u_k^{exp.f} = \lambda_k u_k^{eig}, k = 1, \dots, 3$$ رابطه ۱۰

که در آن: $u_k^{eig} = b_{k1}u_1^{exp} + b_{k2}u_2^{exp} + \cdots + b_{k19}u_{19}^{exp}$

و نیز λ_k عبارتست از مقدار ویژه kام متناظر عامل kام. همچنین$(b_{k1}, b_{k2}, \dots, b_{k11})$ عبارتست از بردار ویژه kام متناظر عامل kام.

گام ۱۰. ارزیابی هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری بر اساس عامل‌های ورودی و خروجی به روش تحلیل پوششی داده‌های CCR ورودی محور. به این ترتیب ضرایب وزنی عامل‌های ورودی(V_{ij}) و خروجی(U_{ik}) با مبنا قراردادن هریک از واحدهای تصمیم‌گیری ۱۸ گانه در مدل CCR محاسبه می‌شود.

گام ۱۱. پس از محاسبه ضرایب وزنی عامل‌های ورودی و خروجی(U_{ik}وV_{ij}) هر کدام از واحدهای تصمیم‌گیری در مدل تحلیل پوششی داده‌ها، به کمک روابط ۱۱ و ۱۲، ضرایب واسطه وزنی v_j^{med} و u_k^{med} را محاسبه می‌کنیم(با فرض آنکه x_{ij} نشان دهنده مؤلفه‌های عامل‌های ورودی و y_{ik} نشان‌دهنده مؤلفه‌های عامل‌های خروجی باشد):

$$v_j^{med} = \frac{\sum_{i=1}^{18} v_{ij}x_{ij}}{\sum_{i=1}^{18} x_{ij}}, j = 1, \dots, 3$$ رابطه ۱۱

$$u_k^{med} = \frac{\sum_{i=1}^{18} u_{ik}y_{ik}}{\sum_{i=1}^{18} y_{ik}}, k = 1, \dots, 3$$ رابطه ۱۲

گام ۱۲. محاسبه اوزان مشترک v_j^{com}, u_k^{com} به کمک مدل تلفیقی آرمانی–پوششی رابطه ۱۳:

$$Min\ Z = \sum_{j=1}^{3} v_j^{exp.f}\left(d_j^- + d_j^+\right) + \sum_{k=1}^{3} u_k^{exp.f}(d_k^- + d_k^+)$$ رابطه ۱۳

$$v_j^{com} + d_j^- - d_j^+ = v_j^{med}, j = 1, \dots, 3$$

$$u_k^{com} + d_k^- - d_k^+ = u_k^{med}, k = 1, \dots, 3$$

$$\sum_{j=1}^{3} v_j^{com} x_{ij} - \sum_{k=1}^{3} u_k^{com} y_{ik} \geq 0, i = 1, \dots, 18$$

$$\forall j, k: d_j^-, d_j^+, d_k^-, d_k^+, v_j^{com}, u_k^{com} \geq 0$$

گام ۱۳. با استفاده از اوزان مشترک به دست آمده به کمک رابطه ۱۴، کارایی هر واحد تصمیم‌گیری محاسبه می‌گردد[۱]:

$$Efficiency(DMU_i) = \frac{\sum_{k=1}^{3} u_k^{com} y_{ik}}{\sum_{j=1}^{3} v_j^{com} x_{ij}}, i = 1, \dots, 18 \qquad \text{رابطه ۱۴}$$

٤ تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

اجرای گام ۱. از آنجا که در مدل تحلیل پوششی داده‌ها شاخص‌های با جنبه مثبت به‌عنوان متغیرهای خروجی و شاخص‌های با جنبه منفی به‌عنوان متغیرهای ورودی درنظر گرفته می‌شوند، در مرحله اول ۱۱ متغیر ورودی j=1,…,11 و ۱۹ متغیر خروجی k=1,…,19 معرفی شدند؛ بنابراین در این مرحله، ماتریس تصمیم شاخص های ورودی و خروجی (جدول ۲) تشکیل و مقادیر مربوطه استاندارد شد [۸].

۱. به دلیل تعهد اخلاقی و حفظ اسرار، نام شرکت‌های مورد بررسی با علامت ins نشان داده می‌شوند.

جدول ۲: تعیین و کدگذاری شاخص‌های معرفی‌شده براساس کارت امتیازی متوازن

کد شاخص	شاخص	کد شاخص	شاخص
	مالی		
F_1	ضریب خسارت	F_{18}	بدهی به بیمه‌گران اتکایی به کل حق بیمه واگذاری
F_2	دارایی‌ها جاری به بدهی‌های جاری و ذخایر فنی (نسبت جاری)	F_{19}	مجموع مطالبات از بیمه‌گزاران، نمایندگان و بیمه‌گران اتکایی
F_3	دارایی‌ها نقدی به بدهی‌های جاری و ذخایر فنی (نسبت آنی)	F_{20}	هزینه کارمزد پرداختی به حق بیمه صادره شرکت
F_4	کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها		
F_5	سود (زیان) ناخالص فعالیت بیمه‌ای به کل حق بیمه صادره		**مشتری**
F_6	هزینه‌های اداری و عملیاتی	C_1	تعداد نمایندگان (حقیقی و حقوقی) شرکت به کل نمایندگان بازار
F_7	حق بیمه نگهداری به حقوق صاحبان سهام	C_2	تعداد استان‌های دارای شعبه شرکت به تعداد کل استان‌های کشور (پراکندگی جغرافیایی)
F_8	سرانه حق بیمه تولیدی کارکنان	C_3	تعداد شکایات مشتریان (بیمه‌گزاران)
F_9	سهم حق بیمه عمر از کل حق بیمه عمر بازار	C_4	سهم پرتفوی شرکت از کل پرتفوی بازار (Market Share)
F_{10}	نسبت ذخیره خسارت معوق به خسارت واقع‌شده همان سال	C_5	حق بیمه تولیدی نمایندگان و کارگزاران شرکت به کل حق بیمه تولیدی بازار
F_{11}	سود خالص بعد از کسر مالیات به حقوق صاحبان سهام		**فرآیندهای داخلی**
F_{12}	سرانه هزینه‌های اداری و عملیاتی	P_1	درجه تأثیرگذاری مقررات خارجی (سهم حق بیمه شخص ثالث شرکت از حق بیمه شخص ثالث بازار)
F_{13}	نرخ رشد حق بیمه شرکت نسبت‌به سال قبل	P_2	سهم حق بیمه شخص ثالث از کل پرتفوی شرکت
F_{14}	کل سرمایه‌گذاری‌ها به کل دارایی‌ها	P_3	متوسط زمان تسویه خسارت (سرعت در تسویه خسارت)
F_{15}	ظرفیت مجاز نگهداری به کل ظرفیت نگهداری بازار		**رشد و یادگیری**
F_{16}	بازده سرمایه‌گذاری	L_1	تعداد کارکنان لیسانس و بالاتر به کل کارکنان شرکت
F_{17}	سهم حق بیمه عمر از کل پرتفوی شرکت	L_2	تعداد کارکنان باتجربه کاری بیش از ۱۰ سال به کل کارکنان شرکت

اجرای گام ۲. در این مرحله اوزان حاصل از نظرسنجی خبرگان صنعت بیمه را که با تنظیم پرسشنامه ۵ مقیاسی لیکرت به‌دست آمده به وزن مورد انتظار برای هریک از شاخص‌های ورودی و خروجی با مقیاس بین صفر و یک (جدول ۳ و ۴) تبدیل می‌کنیم.

جدول۳. تجمیع نظرات خبرگان برای شاخص‌های ورودی

ورودی											
شاخص	F۱	F۴	F۶	F۷	F۱۰	F۱۲	F۱۸	F۱۹	F۲۰	P۲	C۳
تجمیع نظرات	۱۸۶/۰	۰/۵۲	۰/۵۸	۰/۵۲	۰/۷۸	۰/۵۸	۰/۶۰	۰/۳۶	۰/۶۳	۰/۶۶	۰/۷۳
v^{exp}											

جدول۴. تجمیع نظرات خبرگان برای شاخص‌های خروجی

خروجی																			
شاخص	F۲	F۳	F۵	F۸	F۹	F۱۱	F۱۳	F۱۴	F۱۵	F۱۶	F۱۷	P۱	P۳	C۱	C۲	C۴	C۵	L۱	L۲
تجمیع نظرات	۰/۵۰	۰/۳۶	۰/۷۸	۰/۵۸	۰/۵۲	۰/۸۶	۰/۳۲	۰/۷۱	۰/۳۶	۰/۷۸	۰/۵۸	۰/۶۰	۰/۷۸	۰/۲۹	۰/۵۸	۰/۶۶	۰/۵۲	۰/۳۲	۰/۴۲
u^{exp}																			

اجرای گام ۳. در این مرحله، به‌منظور تشکیل ماتریس همبستگی متغیرهای استانداردشده برای شاخص‌های ورودی و خروجی به‌طور جداگانه اقدام می‌شود.

اجرای گام ٤. محاسبه مقادیر ویژه و بردارهای ویژه یک‌بار برای ماتریس همبستگی ورودی‌ها و یک‌بار برای ماتریس همبستگی خروجی‌ها به شرح جدول ۵ و ۶ است (بردارهای ویژه همان ضرایب متغیرهای استانداردشده و مقادیر ویژه معرف واریانس مؤلفه‌های اصلی هستند).

جدول ۵. بردارها و مقادیر ویژه ماتریس همبستگی شاخص‌های ورودی

متغیرهای اولیه	مقدار ویژه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
		۳/۵۳	۱/۹۴	۱/۸۵	۱/۲۶	۱/۰۸	۰/۵۱	۰/۳۷	۰/۲۷	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۰۱
P۲	بردار ویژه	۰/۰۰	۰/۴۶	۰/۳۴	۰/۲۵	۰/۳۰	-۰/۵۴	۰/۲۵	۰/۲۹	-۰/۱۳	-۰/۲۲	-۰/۱۰
F۱		۰/۳۹	۰/۲۴	۰/۰۶	-۰/۱۴	-۰/۵۰	-۰/۱۹	۰/۰۳	۰/۰۲	-۰/۴۱	۰/۵۵	-۰/۱۳
F۱۰		۰/۴۱	۰/۲۹	۰/۰۹	۰/۱۴	-۰/۳۳	۰/۲۷	-۰/۱۶	-۰/۲۰	۰/۱۶	-۰/۵۶	-۰/۳۷
F۶		۰/۳۷	۰/۰۱	۰/۴۰	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۳۷	۰/۳۸	۰/۰۹	۰/۴۶	۰/۳۶	۰/۱۴
F۱۲		۰/۲۰	-۰/۲۴	۰/۴۶	-۰/۰۸	۰/۴۸	۰/۰۵	-۰/۳۳	-۰/۴۲	-۰/۳۸	۰/۰۶	-۰/۱۵
F۲۰		-۰/۰۲	-۰/۳۴	-۰/۰۱	۰/۷۱	-۰/۱۷	-۰/۳۶	-۰/۲۴	-۰/۱۵	۰/۲۴	۰/۲۳	-۰/۱۸
F۴		-۰/۳۳	۰/۲۴	۰/۳۳	۰/۳۵	-۰/۲۹	۰/۲۵	-۰/۰۸	-۰/۲۰	-۰/۲۹	-۰/۰۵	۰/۵۷
F۷		-۰/۴۰	۰/۱۱	۰/۳۵	-۰/۰۹	-۰/۰۸	۰/۲۴	-۰/۴۵	۰/۴۹	۰/۱۲	۰/۱۹	-۰/۳۸
F۱۸		۰/۳۷	۰/۳۱	-۰/۲۵	۰/۰۳	۰/۲۴	-۰/۰۸	-۰/۶۲	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۴۴
F۱۹		-۰/۳۱	۰/۴۹	-۰/۰۲	-۰/۲۱	۰/۰۸	-۰/۱۶	-۰/۰۲	-۰/۵۹	۰/۳۹	۰/۲۶	-۰/۱۲
C۳		-۰/۰۷	۰/۲۸	-۰/۴۵	۰/۴۲	۳۳/۰	۴۲/۰	۱۱/۰	۰۱/۰	۳۲/-۰	۲۱/۰	۳۰/-۰

جدول ۶. بردارها و مقادیر ویژه ماتریس همبستگی شاخص‌های خروجی

متغیرهای اولیه	مقدارویژه	بردار ویژه																		
		۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥	۱٦	۱۷	۱۸	۱۹
C۴	۶/۶۸	**۰/۳٤**	۳/۲۴	۲/۵۳	۱/۸۹	۱/۱۹	۱/۰۰	۰/۸۹	۰/۶۱	۰/۳۷	۰/۳۰	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
F۱۳		-۰/۱۳	۰/۰۲	**۰/۳۰**	-۰/۰۲	-۰/۳۱	-۰/۵۶	-۰/۱۱	-۰/۰۳	-۰/۱۰	۰/۲۷	-۰/۰۷	۰/۲۷	-۰/۳۰	-۰/۰۶	۰/۰۶	-۰/۳۲	-۰/۶۱	-۰/۴۷	-۰/۱۷
F۸		۰/۲۶	۰/۲۲	۰/۲۰	-۰/۰۲	-۰/۲۳	-۰/۰۸	-۰/۴۰	۰/۰۲	-۰/۰۴	-۰/۳۴	-۰/۵۶	-۰/۳۳	-۰/۱۰	-۰/۱۱	-۰/۲۳	-۰/۵	-۰/۹	-۰/۸	-۰/۱۹
P۱		**۰/۳٤**	۰/۲۴	۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۰	۰/۰۴	-۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۶	۰/۲	۰/۱۰	۰/۲	۰/۰۵	۰/۹	۰/۵
F۱۷		-۰/۰۱	-۰/۲۰	**۰/۴۳**	۰/۰۱	۰/۰۳	-۰/۱۹	۰/۶۰	-۰/۱۹	-۰/۰۴	-۰/۰۴	-۰/۲۲	۰/۱۲	۰/۲۵	۰/۲۱	-۰/۳۳	۰/۰۰	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۱۸
F۹		**۰/۳۳**	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۰۵	۰/۰۹	-۰/۰۸	۰/۴۰	-۰/۱۳	-۰/۰۹	-۰/۱۵	-۰/۱۸	۰/۰۴	-۰/۲۵	-۰/۲۶	۰/۶۱	-۰/۳	-۰/۴	-۰/۸	-۰/۱۹
F۱۵		**۰/۳٤**	۰/۲۵	۰/۲۹	۰/۲۸	-۰/۳۴	۰/۱۸	۰/۰۳	-۰/۰۹	-۰/۱۳	۰/۲۸	۰/۱۱	-۰/۲۱	-۰/۱۵	-۰/۱۱	-۰/۱۷	-۰/۳	-۰/۵۴	-۰/۳۷	-۰/۳۱
F۱۴		-۰/۱۱	**۰/۳۲**	۰/۲۹	-۰/۲۸	-۰/۱۳	۰/۳۶	۰/۱۳	۰/۵۹	-۰/۱۳	-۰/۱۳	-۰/۰۷	-۰/۲۹	-۰/۱۸	-۰/۲۳	۰/۳۶	-۰/۲	-۰/۱۰	-۰/۱۰	-۰/۰۷
F۱۶		-۰/۱۰	-۰/۲۳	۰/۲۵	-۰/۳۸	۰/۱۳	-۰/۲۵	۰/۱۷	-۰/۳۳	-۰/۰۱	-۰/۱۴	-۰/۰۴	-۰/۶۴	-۰/۰۳	-۰/۰۴	-۰/۰۷	-۰/۰۹	-۰/۱۴	-۰/۰۵	-۰/۰۳
F۵		-۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۰۴	۰/۴۱	-۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۰۷	-۰/۳۳	-۰/۰۱	-۰/۳۴	-۰/۰۴	-۰/۰۷	-۰/۰۳	-۰/۰۶	-۰/۰۹	-۰/۱۴	-۰/۱۱	-۰/۱۴	-۰/۰۳
P۳		-۰/۲۳	**۰/۴۲**	۰/۰۱	-۰/۱۵	-۰/۰۵	-۰/۰۴	-۰/۰۸	-۰/۰۱	-۰/۱۴	-۰/۰۳	-۰/۰۷	-۰/۱۲	-۰/۰۶	-۰/۰۹	-۰/۶۸	-۰/۱۱	-۰/۰۷	-۰/۰۰	۰/۰۴
F۱۱		-۰/۱۵	۰/۱۴	**۰/۳۷**	۰/۲۲	-۰/۱۶	-۰/۲۵	-۰/۲۹	-۰/۱۵	-۰/۶۳	-۰/۱۶	-۰/۲۶	۰/۰۷	۰/۱۷	-۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۰۷	-۰/۱۲	-۰/۱۲
F۲		-۰/۱۵	۰/۲۶	-۰/۲۱	-۰/۲۵	-۰/۵۱	-۰/۱۵	-۰/۰۴	-۰/۱۹	-۰/۱۳	-۰/۲۰	-۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۴۶	۰/۱۰	۰/۲۷	۰/۱۹	۰/۰۷	۰/۰۷	-۰/۰۶
F۳		-۰/۱۸	**۰/۳۶**	۰/۱۱	-۰/۳۳	-۰/۰۱	-۰/۲۷	۰/۰۷	-۰/۱۶	-۰/۰۳	-۰/۱۹	-۰/۶	۰/۲۸	-۰/۱۳	-۰/۴۵	-۰/۳۳	۰/۳۴	۰/۲۱	-۰/۰۱	-۰/۰۶
C۱		**۰/۳۵**	۰/۱۷	۰/۱۰	۰/۷	-۰/۰۸	۰/۲	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۲۷	۰/۴	۰/۱۵	۰/۷۸	-۰/۱۸	۰/۷	۰/۷	-۰/۱۰	-۰/۲۶
C۵		۰/۱۵	-۰/۱۵	۰/۲۴	-۰/۲۵	-۰/۴۷	-۰/۰۸	-۰/۳۱	-۰/۲۳	۰/۰۰	۰/۵۴	-۰/۳۲	۰/۱۷	-۰/۰۲	-۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۶	۰/۶	-۰/۰۶	-۰/۰۵
L۱		-۰/۲۵	۰/۰۲	۰/۲۳	۰/۳۸	۰/۰۲	-۰/۱۰	-۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۵۵	-۰/۱۰	-۰/۲۴	۰/۲۹	۰/۳۳	-۰/۲۷	-۰/۱۵	-۰/۱	-۰/۹	-۰/۴	-۰/۲
L۲		-۰/۱۰	۰/۰۱	**-۰/٤۱**	-۰/۱۸	-۰/۲۶	-۰/۴۶	-۰/۰۸	-۰/۰۲	-۰/۳۰	-۰/۲۳	-۰/۳۸	۰/۱۴	۰/۳۵	۰/۳	۰/۶	۰/۱	۰/۲	۰/۵	-۰/۴
C۲		۰/۲۲	-۰/۲۶	۰/۲۰	۰/۰۰	۰/۲۱	۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۵۳	۰/۴	۰/۲۰	۰/۲۸	-۰/۸	-۰/۳۴	-۰/۲۶	۰/۴	-۰/۳۴	-۰/۱۷	-۰/۴	۰/۱

اجرای گام ۵. از آنجا که در این تحقیق براساس محاسبات انجام‌شده، آستانه ۶۶ درصد به‌طور تقریبی حداکثر مقداری است که تفکیک بهتری از کارایی در مدل DEA به ما نشان می‌دهد، سه مقدار و بردار ویژه اول دربین مقادیر و بردارهای ویژه ورودی و سه مقدار و بردار ویژه اول دربین مقادیر و بردارهای ویژه خروجی انتخاب می‌شوند (بردارها و مقادیر ویژه در جدول ۵ و۶ به‌صورت رنگی مشخص شده‌اند).

اجرای گام ٦. تعیین مؤلفه‌های اصلی هر عامل

برای این کار، درایه‌هایی از بردارهای ویژه که دارای قدرمطلق بزرگ‌تری هستند (قدرمطلق آن‌ها از ۱/۵ برابر میانگین بیشتر باشد) انتخاب می‌شوند (مؤلفه‌های اصلی به‌صورت پررنگ در جدول ۵ و ۶ مشخص شده‌اند).

اجرای گام ۷. استخراج و تعیین عامل‌ها (جدول ۷)

براساس مقادیر و بردارهای ویژه به‌دست‌آمده از مرحله قبل، سه عامل ورودی و سه عامل خروجی استخراج شدند. به این ترتیب، قاعده Cooper مبنی‌بر محاسبه کارایی در شرایط برقراری رابطه زیر تأمین می‌شود:

رابطه ۱۵ تعداد واحدهای تصمیم‌گیری ≤ 3 برابر (مجموع معیارهای ورودی و خروجی)

جدول ۷. استخراج عامل‌ها

	عامل ورودی			عامل خروجی		
شماره عامل	۱	۲	۳	۱	۲	۳
Ins۱	-۰/۵۷	-۰/۹۷	-۰/۱۵	۳/۱۵	۲/۰۰	۰/۳۰
Ins۲	-۰/۶۵	-۰/۶۳	۰/۴۶	۰/۹۸	-۰/۴۰	-۰/۶۴
Ins۳	-۰/۸۸	۰/۴۴	۱/۰۴	۰/۳۹	-۰/۴۸	-۱/۲۴
Ins۴	۰/۲۲	-۱/۴۱	۰/۰۷	۰/۳۶	-۰/۲۸	-۰/۹۸
Ins۵	-۰/۲۴	۰/۰۲	۰/۰۷	-۰/۱۷	-۰/۵۱	-۰/۵۳
Ins۶	-۱/۰۶	۱/۴۲	-۱/۷۰	۰/۲۲	۰/۰۹	۰/۲۴
Ins۷	۰/۰۵	-۰/۹۰	۰/۴۷	۰/۱۸	-۰/۶۲	۱/۲۷
Ins۸	۰/۹۸	۱/۰۴	-۱/۱۳	-۰/۶۲	۰/۵۹	-۰/۳۶
Ins۹	-۰/۵۸	۰/۲۰	-۱/۸۴	۰/۱۱	-۱/۲۴	-۱/۱۱
Ins۱۰	-۰/۱۱	-۰/۴۸	۰/۳۰	-۰/۲۱	-۰/۹۱	۰/۶۰
Ins۱۱	-۰/۹۲	۱/۷۹	۱/۳۲	۰/۰۶	-۰/۷۴	-۰/۳۳
Ins۱۲	۰/۰۵	-۱/۳۵	۰/۳۴	-۰/۱۱	-۰/۲۰	۱/۴۲
Ins۱۳	-۰/۹۱	-۰/۵۵	۰/۵۳	۰/۱۵	-۰/۵۴	۰/۹۱
Ins۱۴	-۰/۵۲	۰/۳۴	۰/۳۳	-۰/۲۶	-۰/۴۹	۰/۳۱
Ins۱۵	-۰/۴۷	۰/۴۶	-۰/۴۰	-۰/۴۱	-۰/۰۸	۱/۰۶
Ins۱۶	۱/۸۷	۰/۳۹	۱/۷۲	-۱/۲۹	۰/۶۲	۱/۴۵
Ins۱۷	۲/۱۹	۱/۴۲	۰/۱۳	-۱/۰۲	۰/۴۵	-۱/۹۸
Ins۱۸	۱/۵۶	-۱/۲۱	-۱/۵۶	-۱/۵۱	۲/۷۳	-۰/۳۹

اجرای گام ۸. در این مرحله، درایه‌های عامل‌های ورودی و خروجی در جدول ۷ که به‌صورت مثبت و منفی هستند، برای ورود به مدل تحلیل پوششی داده‌ها مثبت و یک علامت می‌شوند.

اجرای گام ۹. محاسبه ضریب اهمیت عامل‌ها:

برای این کار، ضریب اهمیت عامل‌های ورودی براساس رابطه ۹ و ضریب اهمیت عامل‌های خروجی براساس رابطه ۱۰ با به‌کار بردن بردارهای ویژه محاسبه می‌شوند و با تقسیم مقادیر حاصله بر مجموع کل ضرایب، اهمیت عامل‌های ورودی و خروجی نرمالایز می‌شوند.

جدول۸ . جدول نرمالایز ضرایب اهمیت عامل‌ها

ضرایب اهمیت عامل‌های ورودی: $v^{exp/f}$			ضرایب اهمیت عامل‌های خروجی: $u^{exp/f}$		
شماره عامل	۱	۲	۳	۱	۲	۳
مقدار وزنی	۱۴/۴۹	۱۳/۹۱	۸/۲۷	۱۵/۷۵	۲۵/۰۵	۲۲/۵۳

اجرای گام ۱۰. حل مدل DEA:

به این ترتیب، اوزان عامل‌های ورودی (V_{ij}) و خروجی (U_{ik}) با مبنا قرار دادن هریک از واحدهای تصمیم‌گیری هجده‌گانه در مدل CCR محاسبه می‌شود (جدول ۹).

جدول۹. ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری بر اساس عامل‌ها

واحد مبنا	ضرایب وزنی عامل‌های ورودی: v_{ij}			ضرایب وزنی عامل‌های خروجی: u_{ik}			کارایی
	۱	۲	۳	۱	۲	۳	
Ins۱	۰	۰/۰۴	۰/۳۵	۰/۱۸	۰	۰	۱
Ins۲	۰/۷	۰/۰۱	۰	۰/۱۱	۰	۰/۱۴	۰/۶۹
Ins۳	۰/۸۵	۰	۰	۰/۱۴	۰	۰/۱۵	۰/۶۶
Ins۴	۰	۱	۰	۰/۱۷	۰	۰/۱۵	۰/۷۸
Ins۵	۰/۲۱	۰/۱	۰/۱۳	۰/۰۲	۰	۰/۲۱	۰/۵۶
Ins۶	۰/۰۵	۰/۱۴	۰/۳۵	۰	۰	۰/۳۱	۱
Ins۷	۰/۲	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۰۲	۰	۰/۲	۰/۹۲
Ins۸	۰	۰/۱۲	۰/۳۵	۰/۰۸	۰	۰/۱۹	۰/۶۶
Ins۹	۰	۰/۰۹	۰/۷۵	۰/۳۸	۰	۰	۱
Ins۱۰	۰/۲۱	۰/۱	۰/۱۳	۰/۰۲	۰	۰/۲	۰/۷۸
Ins۱۱	۰/۸۸	۰	۰	۰/۱۴	۰	۰/۱۵	۰/۷۷
Ins۱۲	۰/۱	۰/۱۱	۰/۲۱	۰	۰/۰۵	۰/۲	۱
Ins۱۳	۰/۲۴	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۳	۰	۰/۲۴	۱
Ins۱۴	۰/۲۲	۰/۱	۰/۱۲	۰	۰/۰۳	۰/۲۱	۰/۷۳
Ins۱۵	۰/۲۴	۰/۱	۰/۱۴	۰	۰	۰/۲۴	۰/۹۶
Ins۱۶	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۱۶	۰	۰	۰/۱۴	۰/۶۳
Ins۱۷	۰/۱۴	۰/۰۱	۰/۱۳	۰	۰/۱۳	۰	۰/۳۶
Ins۱۸	۰/۲	۰/۰۱	۰/۲	۰	۰/۲	۰	۱

اجرای گام ۱۱. در این مرحله، ضرایب واسطه وزنی را براساس اوزان عامل‌های ورودی و خروجی (V_{ij}) و (U_{ik}) به‌دست‌آمده برای هریک از واحدهای تصمیم‌گیری، به‌کمک روابط ۱۱ و ۱۲ محاسبه می‌کنیم.

اجرای گام ۱۲. محاسبه اوزان مشترک به‌کمک مدل برنامه‌ریزی آرمانی با استفاده از رابطه ۱۳.

جدول ۱۰. اوزان مشترک

	اوزان مشترک عامل‌های ورودی: v^{com}			**اوزان مشترک عامل‌های خروجی:** u^{com}		
شماره عامل	۱	۲	۳	۱	۲	۳
مقدار وزنی	۰/۱۹	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۱۷

اجرای گام ۱۳. ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری پس از اعمال اوزان مشترک با استفاده از رابطه ۱۴.

جدول۱۱. ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری

واحد تصمیم‌گیری	**کارایی**	**واحد تصمیم‌گیری**	**کارایی**
Ins۱	۱	Ins۱۰	۰/۷۰
Ins۲	۰/۵۷	Ins۱۱	۰/۴۵
Ins۳	۰/۳۹	Ins۱۲	۰/۹۱
Ins۴	۰/۴۸	Ins۱۳	۰/۸۸
Ins۵	۰/۵۲	Ins۱۴	۰/۶۶
Ins۶	۰/۹۶	Ins۱۵	۰/۸۷
Ins۷	۰/۸۱	Ins۱۶	۰/۵۳
Ins۸	۰/۵۱	Ins۱۷	۰/۱۹
Ins۹	۰/۵۹	Ins۱۸	۰/۶۶

مقایسه تطبیقی نتایج روش‌های کاربردی:

برای نمایش قدرت تفکیک‌پذیری مدل بهبودیافته حاضر، نتایج هریک از روش‌های کاربردی به‌تنهایی، در جدول ۱۲ آمده است.

جدول ۱۲. مقایسه روش‌های کاربردی در پژوهش با مدل پیشنهادی

واحد تصمیم‌گیری	ارزیابی کارایی		
	DEA	FA-DEA	FA-DEA-GP(مدل بهبود یافته)
Ins۱	۱	۱	۱
Ins۲	۱	۰/۶۹	۰/۵۷
Ins۳	۱	۰/۶۶	۰/۳۹
Ins۴	۱	۰/۷۸	۰/۴۸
Ins۵	۱	۰/۵۶	۰/۵۲
Ins۶	۱	۱	۰/۹۶
Ins۷	۱	۰/۹۲	۰/۸۱
Ins۸	۱	۰/۶۶	۰/۵۱
Ins۹	۱	۱	۰/۵۹
Ins۱۰	۱	۰/۷۸	۰/۷۰
Ins۱۱	۱	۰/۷۷	۰/۴۵
Ins۱۲	۱	۱	۰/۹۱
Ins۱۳	۱	۱	۰/۸۸
Ins۱۴	۱	۰/۷۳	۰/۶۶
Ins۱۵	۱	۰/۹۶	۰/۸۷
Ins۱۶	۱	۰/۶۳	۰/۵۳
Ins۱۷	۱	۰/۳۶	۰/۱۹
Ins۱۸	۱	۱	۰/۶۶
میانگین	۱	۰/۸۱	۰/۶۵

چنانکه می‌بینیم، میانگین کارایی با استفاده از ترکیب هر روش با مدل تحلیل پوششی داده‌های استاندارد کاهش می‌یابد.

برای اینکه مشخص شود آیا در میانگین به‌دست‌آمده از دو روش، اختلاف معناداری وجود دارد یا خیر، از آزمون ویلکاکسون استفاده می‌کنیم.

$$\begin{cases} H_O: \mu_0 = \mu_1 \\ H_1: \mu_0 \neq \mu_1 \end{cases}$$

جدول ۱۳. نتیجه آزمون در سطح معناداری

Wilcoxon Signed Ranks Test

Ranks

	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Gp-fa Negative Ranks	17^a	9.00	153.00
Positive Ranks	0^b	.00	.00
Ties	1^c		
Total	18		

a. Goal Programming < factor Analysis
b. Goal Programming > factor Analysis
c. Goal Programming = factor Analysis

Test Statistics^a

	Gp- fa
Z	-3.623^b
Asymp.Sig.(2-Tailed)	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test
b. Based on positive ranks.

از آنجا که در جدول ۱۳، سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ است، فرض H_0 رد و اختلاف بین میانگین دو مدل تأیید می‌شود.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

یکی از چالش‌های اساسی در مطالعات ارزیابی عملکرد سازمان، انتخاب مدل ارزیابی متناسب با معیارهای موردنظر تصمیم‌گیرندگان است تا ضمن ارائه تصویری شفاف از عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری، میزان کارایی و اثربخشی اقدامات در دستیابی به اهداف استراتژیک سازمان، تعیین شود. توجه به انتخاب معیارهای اصلی ارزیابی به‌منظور بررسی جنبه‌های مختلف عملکردی و استفاده از یک مدل منعطف و قابل اعتماد، ضرورت تعریف و طراحی مدل بهبودیافته با تمرکز بر نقاط قوت مدل‌های موجود را اجتناب‌ناپذیر می‌کند.

در این پژوهش، تلاش شد علاوه بر شناسایی شاخص‌های مالی معمول در ارزیابی شرکت‌های بیمه، به ابعاد دیگر کارت امتیازی متوازن، اعم از بعد مشتری، فرآیندهای داخلی و رشد و یادگیری نیز توجه گردد و میزان اهمیت و اولویت هریک از آن‌ها ازنظر خبرگان صنعت بیمه درنظر گرفته شود. درادامه، با تلفیق دو رویکرد نوین به روابط ریاضی صرف در مدل تحلیل پوششی داده‌ها، به مدلی بهینه دست یافته که دارای قدرت تفکیک‌پذیری بالاتری درمقایسه با هریک از روش‌ها به‌تنهایی است. از آنجا که استفاده از مدل کارت امتیازی متوازن به شناسایی معیارهای متعدد و در برخی موارد وابسته منجر می‌شود، این تعدد و وابستگی، تفکیک‌پذیری مدل

DEA را تحت تأثیر قرار داده و به حصول نتایج نادرست منجر می‌شود. به‌منظور رفع این نقیصه و انتخاب شاخص‌های برتر با استفاده از تحلیل عاملی و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، برای ایجاد استقلال بین شاخص‌ها و تفکیک آن‌ها در دسته‌های جدید تحت عنوان عوامل اقدام نمودیم. همچنین، با توجه به عملکرد ضعیف مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها در ایجاد اوزان مختلف از یک DMU به DMU دیگر، از برنامه‌ریزی آرمانی برای محاسبه اوزان مشترک و تأثیر اوزان تصمیم‌گیرندگان برای هریک از معیارها بهره بردیم. با مقایسه نتایج حاصل از ارزیابی شرکت‌های بیمه به‌وسیله هریک از روش‌های موجود در مدل می‌توان نتیجه گرفت که کاهش تعداد واحدهای کارا از ۶ شرکت به ۱ شرکت در مدل بهبودیافته نشان‌دهندهٔ قدرت تفکیک‌پذیری بالای مدل و اعتبار نتایج میان تصمیم‌گیرندگان است. همچنین، نتایج حاصل از آزمون ویلکاسیون نشان داد که بین میانگین در مدل تحلیل عاملی و مدل بهبودیافته اختلاف معناداری وجود دارد. با بررسی مؤلفه‌های هریک از عوامل در معیارهای ورودی و خروجی مشخص شد که مهم‌ترین مناظر کارت امتیازی متوازن برای شرکت‌های بیمه معیارهای مالی و مشتریان است که با توجه به رابطه بین بعد مشتری و مالی دستیابی به شاخص‌های مالی بهتر با استفاده از رضایت بیشتر مشتریان امکان‌پذیر است و این امر خود نیازمند اصلاح زیرساخت‌ها در بعدهای فرآیندهای داخلی و یادگیری و رشد است. به این ترتیب، صرف هزینه‌های آموزشی برای کارکنان در راستای افزایش دانش مرتبط بیمه‌ای و ارائه خدمات بهینه، زیربنای بازاریابی و کسب رضایت مشتری است؛ چنانکه افزایش تعداد مشتریان علاوه‌بر افزایش سهم بازار شرکت به افزایش حاشیه سود منجر خواهد شد. با توجه به اهمیت بهبود مستمر و ظهور پدیده‌ای به نام اعتباربخشی در سازمان‌های خدماتی، دست‌اندرکاران صنعت بیمه می‌توانند جایزه ملی استانداردسازی را برای خدمات شرکت‌های بیمه وضع کنند و با رتبه‌بندی شرکت‌ها براساس این مدل، فعالیت جمعی و همکاری را بین شرکت‌ها تقویت نموده و فضای رقابتی را گسترش دهند. از آنجا که این تحقیق به مطالعه عوامل درون‌سازمانی به‌عنوان معیارهای ارزیابی عملکرد پرداخته است، پیشنهاد می‌گردد که در تحقیقات آتی، به مطالعه عوامل برون‌سازمانی، اعم از سیاست‌های کلان دولت در زمینه‌های اقتصادی، اجتماعی و روابط بین‌الملل و تأثیر آن‌ها بر نحوه فعالیت شرکت‌های بیمه، پرداخته شود.

تقدیر و تشکر

این مقاله از رساله‌ای استخراج شده که با همکاری و حمایت پژوهشکده بیمه انجام پذیرفته است.

منابع

۱. امیری، مقصود؛ مظلومی، نادر؛ و حجازی، محسن (۱۳۹۰). کاربرد کارت امتیازی و رویکرد در رتبه‌بندی شرکت‌های بیمه. *پژوهشنامه بیمه.۲(۱۰۲)*،ص۱۴۴-۱۰۵.

۲. پورعینی، مریم (۱۳۹۱). ارائه یک مدل ترکیبی Promethee وFANP جهت ارزیابی عملکرد شرکت های بیمه و اولویت‌بندی آنها. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین.

۳. رحیمی، غفور (۱۳۸۵). ارزیابی عملکرد و بهبود مستمر سازمان. *مجله تدبیر. ۱۷۳*،.ص۴۵-۴۱.

۴. صالحی صدقیانی، جمشید؛ امیری، مقصود؛ رضوی، سید. حسین؛ هاشمی، شیده. سادات؛ و حبیب‌زاده، اصحاب (۱۳۸۸). ارائه مدل برنامه‌ریزی آرمانی خطی برای محاسبه اوزان مشترک در مسائل تحلیل پوششی داده‌ها، *نشریه مدیریت صنعتی. ۱(۲)*،.ص۸۹-۱۰۴.

۵. صفری، حسین؛ قاسمی، احمد رضا؛ عینیان، مجیده؛ پهلوانی، عبدالکریم؛ و منوچهری، مسعود (۱۳۹۰). نگاهی جامع بر نظام سنجش عملکرد، تهران، موسسه کتاب مهربان نشر.

۶. عادلی، علیرضا (۱۳۸۴). "ارزیابی عملکرد نیروی انتظامی جمهوری اسلامی ایران در برقراری نظم و امنیت شهرستان بم" پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه علوم انتظامی.

۷. گلستانی، مژده (۱۳۸۶). بررسی روند کارایی شرکتهای بیمه دولتی ایران در سال۸۴-۱۳۸۰ با استفاده از مدل تحلیل فراگیر داده‌ها، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد؛ دانشگاه علامه طباطبایی.

۸. مانلی، بی. اف. جی (۱۳۷۳). آشنائی با روش‌های آماری چندمتغیّره؛ ترجمه مقدم، محمد؛ محمدی، سید ابواقاسم؛ آقایی سربرزه، مصطفی. تبریز، انتشارات پیشتاز علم.

۹. محمدیان، زهره (۱۳۸۱). رتبه‌بندی نتایج حاصل از مدل تحلیل پوششی داده‌ها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد؛ دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

۱۰. موتمنی، علیرضا؛ فتاحی، وحید؛ و کریمی، سیدمحمد (۱۳۹۱). *پژوهشنامه بیمه.۳(۱۰۷)*. ص۶۹-۵۱.

۱۱. مومنی، منصور؛ خدایی، سمیه؛ و بشیری، مجتبی (۱۳۸۸). ارزیابی عملکرد سازمان تأمین اجتماعی با استفاده از مدل ترکیبی BSC و FDEA *نشریه مدیریت صنعتی. ۵(۳)*. ص۱۳۷-۱۵۲.

۱۲. مهرگان، محمدرضا؛ کامیاب، مقدس؛ امین، و کاظمی عالیه (۱۳۸۷). ارائه یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی جهت ارزیابی پالایشگاههای نفت کشور، *دانش مدیریت ۲۱(۸۱)*. ص۱۴۴-۱۲۷.

۱۳. میرفخرالدینی، سید حیدر؛ زنجیرچی، سید محمود؛ و عزیزی، فاطمه (۱۳۹۱). چارچوب پایش عملکرد شرکت‌های فناور پارک علم و فناوری یزد با رویکرد ترکیبی DEA/GP *نشریه بهبود مدیریت*، ۶(۲).ص۹۹-۷۸.

۱۴. نیلی پور طباطبایی، سیداکبر؛ باقرزاده؛ و نیری، مهدی (۱۳۸۸). طراحی مدل کاربردی ارزیابی متوازن عملکرد سیستم‌های نگهداری و تعمیرات. چهارمین کنفرانس نگهداری و تعمیرات. دانشگاه اصفهان.

۱۵. هومن، حیدر (۱۳۸۵). تحلیل داده‌های چندمتغیره در پژوهش رفتاری، تهران، پیک فرهنگ، ص ۳۷۶-۳۷۴.

16. Adler, A., & Yazhemsky, E. (2010). Improving Discrimination in Data Envelopment Analysis: DEA-PCA or Variable Reduction. *European Journal of Operational Research*, 202, 273-284.

17. Adler, N., & Golany, B. (2001). Evaluation of deregulated airline networks using data envelopment analysis combined with principal component analysis with an application to Western Europe. *European Journal of Operational Research, 132(2),* 260-273.
18. Amado, C.A.F., Santos, SP., & Marques, P. M. (2012). Integrating the data envelopment analysis and the balanced scorecard approaches for enhanced performance assessment.*Omega, 40(3),* 390-403.
19. Bussi, M. Bititci, U.S. (2005). Collaborative performance management: present gaps and future research, *International Journal of productivity and performance management, 21(8),* 1096-1115.
20. Chen, TY. Chen, LH. (2007). DEA performance evaluation based on BSC indicators incorporated: the case of semiconductor industry, *International Journal of productivity and performance Management, 56(4),* 335-357.
21. Chiang, C.Y., & Lin, B. (2009). An integration of balanced scorecards and data envelopment analysis for firm's benchmarking management. *Total Quality Management, 20(11),* 1153-1172.
22. Cook, W.D & Zhu, J. (2007). Within-group common weights in DEA: an analysis of power plant efficiency, *European Journal of Operational Research, Vol.178, No.1,* 207-216.
23. Cravens, K., Piercy, N. & Cravens, D. (2000). Assessing the Performance of Strategic Alliances: Matching Metrics to Strategies, *European Management Journal, 18(5).*
24. Cummins, J.D. & Zi, H. (1998). 'Comparison of frontier efficiency methods: An application to the U.S. life insurance industry', *Journal of Productivity Analysis, 10(2),* 131–152.
25. Eling, M. & Luhnen, M. (2010). Frontier Efficiency Methodologies to Measure Performance in the Insurance Industry: Overview, Systematization, and Recent Developments, *The International Association for the Study of Insurance Economics, 35,* 217–265.
26. Folan, P. & Brown, J., (2005). "A Review of Performance Measurement: Towards Performance Management", *Computers in Industry, 56,* 663-680.
27. Garcia-Valderama, T., Mulero-Mendigorri, E., & Revuelta-Bordoy, D. (2009). Relating the perspectives of the Balanced Scorecard for R&D by means of DEA. *European Journal of Operation Research, 196,* 1177-1189.
28. Hatami- Marbini, A. Tvana, M. Agrell, P. Hosseinzadeh Lotfi F., & Ghelej Beigi, Z. (2015). *Computers & Industrial Engineering, 79,*195-203.
29. Jui-Chi Wang. & Hsing-Wu Colleage, (2006). "Corporate Performance Efficiency Investigated by Data Envelopment Analysis and Balance Scorecard", *Journal of American Academy of Business, Cambridge, 9(2),* 312.
30. Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1992). The balance scorecard – measures that drive performance. *Harvard Business Review, 70(1),* 71–79.
31. Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (1996). Using the balanced scorecard as a strategic management system, *Harvard Business Review, 74(1),* 75-85.
32. Kiani Mavi, R., Kazemi, S., & Jahangiri, J. M. (2013). Developing common set of weights with considering Non-discretionary Inputs and using Ideal point method, *Journal of applied mathematics.*
33. Lin, T.T., Lee, Ch-Ch., & Chiu, T-F. (2009). Application of DEA in analyzing a bank's operating performance. *Expert System with Applications, 36(5),* 8883-8891.

34. Neely, A. Gregory, M. & Platts, Ken. (1995)."Performance measurement system design: A literature review and research agenda", *International Journal of Operations & Production Management, 15(4),* 80 – 116.
35. Neely, A.(1999)The performance measurement revolution: Why not and what next? International Journal of Operation & production management, University of Cambridge,Uk: *MCB University press,19(2),*205-228.
36. Oztaysi B., & Ucal I, (2009). Comparing MADM techniques for use in performance measurement, Journal of proceedings of the international symposium on the analytic hierarchy process.
37. Pock, T., Westlund, A., & Fahmi, F. (2004). Gaining bilateral benefit through holistic performance management and reporting. *Total Quality Management & Business Excellence, 15(5),* 557–567.
38. Poldaru, R. & Roots, Juri. (2013). A PCA-DEA approach to measure the quality of life in Estonian Counties, Socio-Economic Planning Sciences.1-9.
39. Rao A., Kashani, H. & Marie, A. (2010). Analysis of managerial efficiency in insurance sector in the UAE, An emerging Economy, *International Journal of managerial finance, 6*, 329-343.
40. Razavi Hajiagha,S.H., Hashemi, Sh.S.& Amoozad Mahdiraji, H.(2014). Dea with common set of weights based on a multi objective fractional programming problem.*Internatonal Journal of Industrial Engineering & production research, 25(3)*, 207-214.
41. Serrano-Cinca, C., Fuertes-Callen, Y., & Mar–Molinero, C. (2005). Measuring Dea efficiency in internet companies. Decision Support Systems, 38(4), 557-73.
42. Shafiee, M., Hosseinzadeh Lotfi, F., & Saleh, H. (2014). Supply chain performance evaluation with data envelopment analysis and balanced scorecard approach, *Applied Mathematical Modelling, 38*, 5092-5112.
43. Shanmugam, R, & Johnson, C. (2007). At a crossroad of data envelopment and principal component analyses. *Omega, 35(4)*, 351-364.
44. Sorayaei, A., Aghajanmir, S. S., Hosseinzadeh, M., Babaeishafei, R. & Mahdinia, M. (2014). Evaluation of the performance and ranking of parsian insurance company in Mazandaran by using combined model BSC & DEA, *Journal of Indian Sci Res,6(1)*, 108-112.
45. Tone, K. & Sahoo, B. K. (2005). "Evaluating Cost Efficiency and Returns to Scale in the Life Insurance Corporation of India Using Data Envelopment Analysis", *Socio –Economic Planning Sciences, 39*, 261-285.
46. Wang, J. (2006). Corporate performance efficiency investigated by Data Envelopment Analysis and Balanced Scorecard. *The Journal of American Academy of Business, 9*, 312-318.
47. Wen, H.J., Lim, B., & Huang, H.L. (2003). Measuring Ecommerce efficiency: A data envelopment analysis (DEA) approach. *Industrial Management and Data Systems, 103(9)*, 703-710.
48. Wongrassamee, S. Gardiner, PD., & Simmons, JEL. (2003). Performance measurement tools, the Balanced Scorecard and EFQM Excellence Model. *Measuring Business Excellence, 7(1),* 14-29.
49. Wu, D., Yang, Z., Vela, S. & Liang, L. (2012). "Simulation Analysis of Production and Investments Performance of Canadian Life and Health Insurance Companies Using Data Envelopment Analysis", *Computer & Operation Research, Article in Press.*

50. Yang, Z. (2006). 'A two-stage DEA model to evaluate the overall performance of Canadian life and health insurance companies and computer', *Mathematical and Computer Modelling, 43(7),* 910–919.

51. Zhu, J. (1998). Data envelopment analysis vs. Principal component analysis: an illustrative study of economic performance of Chinese cities. *European Journal of Operation Research, 111,* 50-61.