

## اندازه‌گیری کارایی شرکت‌های بیمه منتخب با استفاده از مدل‌های دومرحله‌ای همراه با تحلیل پنجره‌ای در تحلیل پوششی داده‌ها

محمد رضا علیرضایی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۶/۲۶

زهرا چراغعلی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۰/۰۶

فاطمه رخشان<sup>۳</sup>

### چکیده

در سال‌های اخیر، ارزیابی شرکت‌های بیمه مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. ارزیابی شرکت‌های بیمه نقش مهمی در بهبود عملکرد آنها دارد. یکی از پرکاربردترین روش‌های ارزیابی عملکرد، به‌ویژه در سال‌های اخیر، تحلیل پوششی داده‌هاست. در این مقاله، تغییرات نرخ کارایی ۵ شرکت بیمه‌ای منتخب با توجه به عملکرد آنها در سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲، با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها همراه با تحلیل پنجره‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به جایگاه فرایندهای دومرحله‌ای در مطالعات اخیر و پیشرفت این نوع مدل‌ها در سال‌های اخیر، برای بررسی و ارزیابی شرکت‌های بیمه از فرایندهای دومرحله‌ای استفاده شده است. مدل دومرحله‌ای مورد استفاده در این مطالعه، یکی از جدیدترین مدل‌های دومرحله‌ای است که اشکالات مدل‌های قبلی را برطرف کرده است. برای به دست آوردن اندازه‌های موجود در تحلیل پنجره‌ای از خروجی‌های این مدل دومرحله‌ای استفاده شده است. نمره کارایی مرحله اول مربوط به عملکرد در بازاریابی خدمات بیمه‌ای است و نمره کارایی مرحله دوم، سودآوری را نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهند که در طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲، دلایل ناکارایی شرکت‌ها به وجود ضعف در مرحله دوم مربوط می‌شود، یعنی شرکت‌های بیمه اغلب در مرحله

۱. دانشیار گروه ریاضی کاربردی، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه علم و صنعت ایران، [mralirez@iust.ac.ir](mailto:mralirez@iust.ac.ir)

۲. کارشناسی ارشد رشته ریاضی کاربردی، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه علم و صنعت ایران،

[zahrachheraghali@yahoo.com](mailto:zahrachheraghali@yahoo.com)

۳. دانشجوی دکتری رشته ریاضی کاربردی، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه علم و صنعت ایران (نویسنده

مسئول)، [rakhsan@mathdep.iust.ac.ir](mailto:rakhsan@mathdep.iust.ac.ir)

سودآوری ضعیف عمل می‌کنند. برای رفع این مشکل، شرکتهای بیمه باید بتوانند در جهتی گام بردارند که خود را به اندازه‌های میانی بهینه‌ای که برای آنها در نظر گرفته می‌شود، برسانند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در برخی از واحدها تفاوت زیادی بین اندازه میانی بهینه به دست آمده از مدل و اندازه میانی اولیه وجود دارد.

**واژگان کلیدی:** تحلیل پوششی داده‌ها، شرکتهای بیمه، کارایی، فرایندهای دومارحله‌ای، تحلیل پنجره‌ای.

## ۱. مقدمه

بررسی کارایی، یکی از مسائل مهم در ارزیابی عملکرد شرکتهاست. مفهوم کارایی، جایگاه ویژه‌ای در بررسی عملکرد شرکتها دارد، به طوری که امروزه این مفهوم، در بسیاری از صنایع به کار گرفته شده است و مقالات زیادی در این زمینه به چاپ رسیده‌اند. هدف از این مطالعه، بررسی روشی برای شناسایی مرز کارایی شرکتهای بیمه است. لذا سعی در به وجود آمدن مدل‌هایی است که با اعمال تغییراتی منجر به بهبود کارایی شرکتها شود. لذا نیاز به علمی است که بتواند محدودیتها را پوشش دهد و هم‌زمان به اندازه‌گیری کارایی نیز بپردازد. در علم اقتصاد، در حوزه کارایی پیشرفتهای زیادی به دست آمده است و نظریه‌هایی که در این علم به دست آمده‌اند، بر پایه نظریه‌های بزرگان اقتصاد است و پایه علمی و ریاضی آن بسیار کم است. به همین دلیل جهان در جهت حرکت می‌کند که نظریه‌هایی ارائه شوند، که پایه و اساس آنها علم ریاضیات باشد. یکی از شاخه‌هایی که امروزه توجه زیادی به آن می‌شود، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)<sup>۱</sup> است. این شاخه با آنکه قدمت زیادی ندارد ولی توانسته است، رشد و پیشرفت خوبی داشته باشد. تحلیل پوششی داده‌ها، کاربردی‌ترین روش در بررسی تحلیل مرز کارایی است.

صنعت بیمه کشور به‌عنوان یکی از نهادهای مالی، جایگاه ویژه‌ای در رشد و توسعه اقتصادی دارد، به طوری که عملکرد کارای این بخش، محرک سایر بخشهای

اقتصادی خواهد بود. در واقع وجوه اندکی که توسط بیمه‌گذاران به شرکتهای بیمه واگذار می‌شود، علاوه بر تأمین خسارت پیش‌آمده و احیای فعالیتها، و تأمین امنیت مالی در صورت پیشامدهای مختلف، مبلغ هنگفتی را نیز تشکیل می‌دهند که چرخهای بزرگ اقتصادی را به گردش در می‌آورند (حسینی‌زاد اسکندر، ۱۳۸۴). لذا یکی از عوامل رشد و توسعه اقتصادی هر کشوری در گرو گسترش و پیشرفت صنعت بیمه آن کشور است و کشورهای توسعه‌یافته اغلب کشورهای هستند که صنعت بیمه توسعه‌یافته‌تری دارند. تا زمانی که صنعت بیمه نتواند بسترهای لازم برای حضور ایمن و توأم با اطمینان خاطر سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی را در بخشهای مختلف اقتصادی فراهم آورد، نمی‌توان انتظار داشت که یک کشور به بالندگی و تعالی اقتصادی دست یابد. از این رو صنعت بیمه را می‌توان از مهم‌ترین عوامل شتاب‌بخشیدن به رشد اقتصاد ملی هر کشور به حساب آورد (هاشمی، ۱۳۸۶). با توجه به این مهم به سهولت می‌توان دریافت که ناکارایی در صنعت بیمه نه تنها بر کیفیت سطوح زندگی تأثیرگذار خواهد بود، بلکه مانع بهبود کارایی در بخشهای اقتصادی نیز می‌شود و این امر به معنای عدم دسترسی به اهداف توسعه اقتصادی کشور است (کاظمی کسمایی، ۱۳۸۳). صنعت بیمه در سالهای اخیر با توجه به بحث پیوستن به سازمان تجارت جهانی با چالشهای جدیدی همچون ورود صنایع بیمه قدرتمند خارجی و افزایش تعداد شرکتهای بیمه داخلی روبه‌رو شده است. لذا صنعت بیمه موجود در کشور برای بقا و رقابت در این محیط پویا نیاز به ارزیابی عملکرد صحیح و در صورت لزوم بهبود کارایی دارد (مؤمنی و شاه‌خواه، ۱۳۸۸). با توجه به موارد ذکرشده، وجود مدل‌هایی که سبب افزایش کارایی شود از اهمیت بسزایی برخوردار است.

در این مقاله کارایی تکنیکی شرکتهای بیمه منتخب در ایران به کمک فرایندهای دومرحله‌ای طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۹۲ بررسی شده است و ضمن اندازه‌گیری کارایی تکنیکی، عواملی که سبب ناکارایی شرکتهای می‌شود نیز شناسایی و راهکارهای لازم

جهت ارتقاء کارایی بیان می‌شود که با توجه به این راهکارها می‌توانیم در جهت بهبود عملکرد شرکتهای بیمه عمل کنیم. بخش ۲، اشاره‌ای به ادبیات موضوعی مدل‌سازی ارزیابی شرکتهای بیمه خواهد داشت. بخش ۳، مروری به فرایندهای دومرحله‌ای خواهیم داشت. بخش ۴ که بخش اصلی و محوری مقاله است، به بیان مدلی دومرحله‌ای می‌پردازد که با استفاده از آن و البته به کمک تحلیل پنجره‌ای می‌توانیم علاوه بر محاسبه کارایی شرکتهای بیمه، اندازه‌های میانی بهینه را نیز به دست آوریم. بخش ۵، با توجه به داده‌های واقعی که از ترانزنامه مالی ۵ شرکت بیمه منتخب در ایران در سالهای ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ استخراج شده است، کاربردی از مدل مطرح‌شده در بخش ۴ را نشان می‌دهد و سپس به اعتبارسنجی مدل می‌پردازد. بخش ۶، مربوط به جمع‌بندی و نتایج این مطالعه است.

## ۲. ادبیات موضوعی مدل‌سازی ارزیابی شرکتهای بیمه با استفاده از تحلیل

### پوششی داده‌ها

اندازه‌گیری کارایی در بیمه یکی از جذاب‌ترین موضوعات در سالیان اخیر بوده است. ارزیابی کارایی را می‌توان با دو رویکرد پارامتری (اقتصادسنجی) و ناپارامتری (ریاضی) مورد بررسی قرار داد. در رویکرد پارامتری، ابتدا برای تابع تولید یک شکل خاص در نظر گرفته می‌شود و سپس ضرایب مجهول در تابع تولید به کمک داده‌ها تعیین می‌شوند. در رویکرد ناپارامتری، نیازی به برآورد تابع تولید از قبل نیست و با توجه به داده‌ها، تابع تولید برآورد می‌شود. فارل<sup>۱</sup> با انتشار مقاله‌ای در سال ۱۹۵۷، مبدأ توسعه رویکرد ناپارامتری شد.

رایج‌ترین رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی تحلیل پوششی داده‌هاست. تحلیل پوششی داده‌ها، نمره کارایی را به صورت یک نتیجه بهینه‌سازی مشخص می‌کند. تحلیل پوششی داده‌ها، روشی برای شناسایی بهترین عملکرد واحدهای

تصمیم‌گیرنده مشابه که دارای ورودیها و خروجیهای متعدد هستند، است (Charnes et al., 1978). تحلیل پوششی داده‌ها نه تنها نمره کارایی را برای واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMU)<sup>۱</sup> ناکارا نشان می‌دهد، بلکه قادر است راهکاری را برای بهبود عملکرد آن واحد ناکارا نیز فراهم کند. بدین مفهوم که واحدهایی را به‌عنوان مرجع و الگو برای آن مشخص می‌کند. تعریف اولیه کارایی، به صورت مجموع موزون خروجیها به مجموع موزون ورودیهاست. برخی از تحقیقات داخلی انجام‌شده به شرح زیر است:

فلاح (۱۳۸۶) به بررسی کارایی شرکت‌های بیمه کشور می‌پردازد. در این مقاله به بررسی عملکرد سه شرکت بیمه ایران، البرز، و آسیا پرداخته شده است. طبق نتایج به دست آمده، از ۲۰۴ شعبه بیمه ایران ۱۵۳ شعبه مورد ارزیابی قرار گرفت. علت این گزینش، خاص بودن نوع فعالیت برخی شعب بود که با سایر شعب همسان و همگن نبود. در این مطالعه، ارزیابی کارایی در دو سطح جدا انجام گرفت: شعبی که تعداد نمایندگیهای آن حداقل ۱۰ عدد بوده که شامل ۶۹ شعبه است و شعبی که تعداد نمایندگیهای تحت نظارت آن کمتر از ۱۰ عدد است که ۸۴ شعبه را شامل می‌شود. در ۶۹ شعبه دسته اول در حالت بازده به مقیاس متغیر، تعداد ۱۲ واحد کارا هستند. در ۸۳ شعبه دسته دوم تعداد ۸ واحد کارا هستند. از ۴۳ شعبه شرکت بیمه البرز، ۶ واحد کارایی نسبی صد در صد را دارا هستند. در شرکت بیمه آسیا با توجه به اینکه شعب این شرکت به صورت تخصصی یا به صدور بیمه‌نامه یا پرداخت خسارت می‌پردازند، با یکدیگر همگن و همسان نیستند، لذا مقایسه کارایی بین آنها نتایج منطقی و قابل اعتمادی نخواهد داشت.

گلستانی (۱۳۸۶) روند کارایی شرکت‌های بیمه دولتی در سالهای ۱۳۸۰-۱۳۸۴ را با استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها مورد ارزیابی قرار می‌دهد. طبق نتایج

عملکرد، تنها نیمی از شرکتهای بیمه دولتی در بازه ۵ ساله عملکرد کارا داشته‌اند و بجز یک شرکت، کارایی سایر شرکتهای بیمه دولتی روندی نزولی داشته است. صفری و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها به ارزیابی کارایی شبکه فروش یک شرکت بیمه در حوزه بیمه مسئولیت به خصوص بیمه‌های شخص ثالث در ۱۹۵ شعبه از ۲۵۰ شعبه شرکت می‌پردازد که تمامی عملیات فوق با فرض بازده به مقیاس متغیر انجام می‌شود و سپس اقدام به رتبه‌بندی شعب می‌کند.

پورکاظمی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی کارایی تکنیکی و تخصیصی شرکتهای بیمه در صنعت بیمه کشور طی دوره ۱۳۸۴-۱۳۸۷ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته‌اند. بر اساس نتایج، روند کارایی تکنیکی به دست آمده از مدل CCR<sup>۱</sup> و مدل BCC<sup>۲</sup> در برخی از شرکتهای ثابت، در برخی نوسانی و در برخی کاهش یافته است. روند کارایی تخصیصی، طی دوره مورد بررسی، در برخی از شرکتهای ثابت، در برخی نوسانی و در برخی کاهش یافته است.

در ادامه، به ذکر برخی مطالعات انجام شده در سایر کشورها با استفاده از روش DEA می‌پردازیم. در جدول ۱، به طور خلاصه به ذکر مواردی مانند هدف از مطالعه انجام شده و شاخصهای در نظر گرفته شده و محدوده جغرافیایی تحقیق صورت گرفته و سایر موارد می‌پردازیم. برای مطالعه بیشتر به الینگ و لائن<sup>۳</sup> (۲۰۱۰) مراجعه کنید.

- 
1. Charnes, Cooper, and Rhodes
  2. Banker, Charnes, and Cooper
  3. Eling and Luhn

جدول ۱. مروری بر مطالعات خارجی

نویسندگان	کشور / منطقه	تعداد واحدها	دوره بررسی	ورودی	خروجی	هدف
مهلبرگ (۲۰۰۰)	آلمان	۳۴۸	۱۹۹۲-۱۹۹۶	هزینه‌های توزیع و اجرایی	مطالبه‌ها، تغییرات در ذخایر، بازپرداخت حق بیمه	بررسی رشد کارایی
دیاکن (۲۰۰۱)	۶ کشور اروپایی	۴۳۱	۱۹۹۹	مجموع هزینه‌های عملیاتی، مجموع سرمایه، مجموع ذخایر فنی، مجموع قرضه‌های طلبکاران	حق بیمه خالص به دست آمده، درآمد کلی سرمایه‌گذاری	بررسی کارایی
بونیسای (۲۰۰۲)	کره، فیلیپین، تایوان، تایلند	۴۹-۱۱۰	۱۹۷۸-۱۹۹۷	نیروی کار، سرمایه، مواد	درآمد حق بیمه، درآمد سرمایه‌گذاری خالص	تأثیر آزادسازی و قانون‌زدایی بر کارایی
بروکت و همکاران (۲۰۰۴)	ایالت متحده	۵۳۸	۱۹۹۵	حق بیمه‌ها (از دیدگاه مشتریان)، هزینه (از دیدگاه جامعه)	تعداد بیمار ویزیت شده سرپایی، تعداد روزهای بیمارستان، مجموع اعضای ماه	بررسی کارایی
باروس و همکاران (۲۰۰۵)	پرتغال	۲۷	۱۹۹۵-۲۰۰۱	درآمد سرمایه‌گذاری کلی، حق بیمه، دستمزد، سرمایه	مطالبه‌های پرداخت نشده، سود	بررسی کارایی تکنیکی
بدوننکو و همکاران (۲۰۰۶)	اوکراین	۱۶۳	۲۰۰۳-۲۰۰۵	داراییهای ثابت، داراییهای جاری، بدهیها، دارایی خالص	حق بیمه	افزایش سرمایه
کامینز و همکاران (۲۰۰۷)	ایالت متحده	۸۱۷	۱۹۹۳-۱۹۹۷	نیروی کار، خدمات تجاری و مواد، سرمایه خالص مالی	بیمه عمر (سود حقیقی تحقق یافته، ذخایر اضافی)، بیمه اشخاص و مسئولیت (بهای خسارت تحقق یافته حقیقی، داراییهای حقیقی اعطاشده به سرمایه‌گذاران)	بررسی حوزه اقتصادی به وسیله برآورد کارایی

نویسندگان	کشور / منطقه	تعداد واحدها	دوره بررسی	ورودی	خروجی	هدف
هوانگ و کائو (۲۰۰۸)	تایوان	۲۴	۲۰۰۱-۲۰۰۲	هزینه عملیاتی، هزینه بیمه	مرحله اول: حق بیمه صادره مستقیم، حق بیمه اتکایی. مرحله دوم: درآمد بیمه‌گری، درآمد سرمایه‌گذاری شده	ارائه مدل جدید در اندازه‌گیری کارایی
باروس و همکاران (۲۰۱۰)	یونان	۷۱۰	۱۹۹۴-۲۰۰۳	هزینه نیروی کار، هزینه غیرنیروی کار، سرمایه خالص	ذخایر اتکایی، ذخایر شخصی، دارایی اعطاشده به سرمایه‌گذاران، خسارت واقع شده	اثر قانون‌زدایی بر کارایی صنعت بیمه یونان
بای-کینگ و همکاران (۲۰۱۲)	چین	۵۶	۲۰۰۶-۲۰۱۰	مجموع داراییها، کارمندان، هزینه خالص	ذخایر نهایی، درآمد سرمایه‌گذاری شده، سود بیمه‌گری، حق بیمه خالص	بررسی کارایی تکنیکی، تکنیکی محض، قیاسی
آیدیرت و همکاران (۲۰۱۳)	چین	۲۴	۲۰۰۰-۲۰۰۶	شمار کارکنان برای فعالیتهای بازدارنده شده	حجم کلی واکنشهای زده شده	بررسی کارایی
باروس و همکاران (۲۰۱۴)	موزامبیک	۵	۲۰۰۲-۲۰۱۱	هزینه عملیاتی، دستمزدها، سرمایه، تعداد کارمندان	مطالبه‌های پرداخت شده، سودهای پرداخت شده، حق بیمه‌های دریافتی، بیمه اتکایی واگذاری	بررسی کارایی

### ۳. مروری بر انواع مدل‌های دومرحله‌ای موجود

فرایندهای دومرحله‌ای که ابتدا مورد بررسی قرار می‌گرفتند، به نحوی بودند که کل سیستم را مستقل از زیرفرایندهای آن در نظر می‌گرفتند. بدین معنا که ارزیابی در هر مرحله را مستقل از دیگر مراحل و با توجه به ورودیها و خروجیهای خاص همان زیرفرایند انجام دادند. در حالی که از درگیریهای ذاتی بین این دو مرحله صرف‌نظر کردند. این درگیری ذاتی از آنجا ناشی می‌شود که خروجیهای مرحله اول که باید ماکسیمم شوند، همان ورودیهای مرحله دوم هستند که هدف مینیمم‌سازی آنهاست (البته در حالت ورودی‌محور). اما در سالهای اخیر، تعدادی از مطالعات تحلیل



پوششی داده‌ها روی فرایندهای دومرحله‌ای متمرکز شده‌اند. برای مثال سیفورد و ژو<sup>۱</sup> (۱۹۹۹)، یک روش تحلیل پوششی داده‌ها را برای ارزیابی بانکهای بازرگانی ایالات متحده در یک فرایند دومرحله‌ای که با سودآوری و قابلیت عرضه در بازار مشخص می‌شد، ایجاد کردند. در مطالعه آنها، سودبخشی با استفاده از نیروی انسانی و داراییها به‌عنوان ورودی، و درآمد و سود به‌عنوان خروجی بررسی شد. در مرحله دوم قابلیت عرضه در بازار، درآمد و سود به‌عنوان ورودی استفاده شدند، در حالی که مقادیر بازار، بازده و سود هر سهم به‌عنوان خروجی در نظر گرفته شد.

ژو (۲۰۰۰) همان فرایند دومرحله‌ای ذکر شده را برای ثروت جهانی ۵۰۰ شرکت به کار برده است. در مقالات فوق برای محاسبه کارایی تکنیکی هر مرحله از مدل پایه‌ای CCR استفاده شده است و سپس به محاسبه کارایی مقیاسی با توجه به نمره کارایی مدل‌های پایه‌ای CCR و BCC برای هر مرحله و کل فرایند به صورت مجزا پرداخته‌اند. در مقاله سیفورد و ژو، اشاره‌ای به درگیرهای ذاتی بین دو مرحله نشده است. بسیاری از مطالعات DEA، در تلاش برای نشان‌دادن این نوع درگیرها هستند. سکتون و لويس<sup>۲</sup> (۲۰۰۳) روش‌شناسی مشابه با روش‌شناسی سیفورد و ژو (۱۹۹۹) را ارائه کردند. آنها مدل DEA خروجی محور را در نظر گرفتند و سپس نمره کارایی کل فرایند را به صورت نسبت خروجیهای مرحله دوم به خروجیهای تصویر شده مرحله اول پیشنهاد دادند. سپس برای رفع این نقص، مدل‌هایی را مطرح کردند که در آنها برای محاسبه کارایی فرایند کل سیستم، ارتباط میان فرایند کل سیستم با زیرفرایندها نیز در محاسبه کارایی در نظر گرفته شد.

با توجه به اهمیت این فرایندها، در این مطالعه از فرایند دومرحله‌ای استفاده می‌شود که در آن ارتباط بین فرایند کل سیستم و زیرفرایندها نیز در نظر گرفته می‌شود. نمره کارایی کل فرایند به دست آمده از هوانگ و کائو<sup>۳</sup> (۲۰۰۸) را نمی‌توان

- 
1. Seiford and Zhu
  2. Sexton and Lewis
  3. Hwang and Kao

برای مشخص شدن اندازه‌های میانی بهینه در DMU های ناکارا به کار برد. این اندازه‌های میانی بهینه برای تشخیص مرز کارا لازم هستند. مدلی که هوانگ و کائو (۲۰۰۸) پیشنهاد کردند، مدلی بود که در آن ارتباط بین زیرفرایندها با فرایند کل در نظر گرفته می‌شد و نسبت به مدلهایی که قبلاً ارائه شده بودند، منطقی‌تر به نظر می‌رسید ولی به کمک این مدل نمی‌توانیم تصاویر DMU های ناکارا را پیدا کنیم. زیرا مدل، این قابلیت را ندارد که بتوانیم با توجه به آن اندازه‌های میانی بهینه را به دست آوریم. در نتیجه، مدل نیاز به اصلاحاتی دارد که در ادامه به آن اشاره خواهد شد. چن<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۰)، مدلی مشابه با مدل هوانگ و کائو (۲۰۰۸) اما در شکل جمعی را نشان دادند. با این حال، حتی در فرم مضربی هم با تنظیم ورودی و خروجی یک واحد ناکارا، تصویری روی مرز کارا نخواهیم داشت. مدلی که آنها به کار گرفته‌اند، به شرح زیر است:

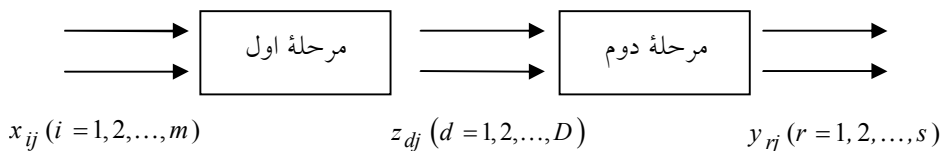
در بسیاری از موارد اشاره شده در متون تحلیل پوششی داده‌ها که با ساختار DMU ها مرتبط هستند، برای مرز کارایی چنین وضعیتی پیش می‌آید. به عبارت دیگر نتیجه نمره DEA اطلاعات کاملی را درباره اینکه چطور DMU های ناکارا در مرز فرایندهای دومرحله‌ای DEA تصویر می‌شوند، فراهم نمی‌کند. با وجود اینکه نمره کارایی فرایند کل را می‌دانیم، اما هنوز نمی‌توانیم مرز DEA را تشخیص دهیم. مدلی که در ادامه بیان می‌شود، قادر است علاوه بر نمایش نمره کارایی فرایند کل، اندازه‌های میانی بهینه را نیز تشخیص دهد و این امر سبب می‌شود که بتوانیم مرز کارایی را تشخیص داده و به کمک آن نقاط ضعف هر واحد تصمیم‌گیرنده را تشخیص دهیم. در نتیجه می‌توانیم در جهتی حرکت کنیم که این نقاط ضعف را برطرف سازیم.

#### ۴. روش تحقیق

همان‌طور که اشاره شد، تحلیل پوششی داده‌ها، روشی ناپارامتری است و شامل مجموعه‌ای از مدل‌های ریاضی است. تابع تولید<sup>۱</sup>، با توجه به عوامل ورودی، ماکزیمم خروجی (تولید) را نتیجه می‌دهد. هر سازمانی با توجه به ورودیهایش، می‌تواند ترکیب مختلفی از خروجیها را تولید کند. به مجموعه این ترکیبها، مجموعه امکان تولید<sup>۲</sup> گفته می‌شود. تابع تولید، مرز مجموعه امکان تولید است. اندازه‌های میانی<sup>۳</sup>، فاکتورهایی هستند که در فرایندهای دومرحله‌ای، نقش ورودی را برای مرحله دوم، و نقش خروجی را برای مرحله اول ایفا می‌کنند. مدل دومرحله‌ای که در ادامه بیان می‌شود بر اساس فرض بازده به مقیاس ثابت عمل می‌کند.

شکل ۱. فرایند دومرحله‌ای

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



در فرایند دومرحله‌ای که در شکل ۱ نشان داده شده است، فرض کنیم که هر  $DMU_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) دارای  $m$  ورودی به صورت  $x_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) برای مرحله اول و  $D$  خروجی به صورت  $z_{dj}$  ( $d = 1, 2, \dots, D$ ) برای مرحله ذکرشده دارد. این  $D$  خروجی سپس به‌عنوان ورودی برای مرحله دوم در نظر گرفته می‌شوند که به‌عنوان اندازه‌های میانی هستند و خروجیهای مرحله دوم  $y_{rj}$  ( $r = 1, 2, \dots, s$ ) هستند.

- 
1. Production Function
  2. Production Possibility Set
  3. Intermediate Measures

#### ۴-۱ شرح مدل

مدل ورودی محور هوانگ و کائو (۲۰۰۸) (مدل ۱)، به صورت مینیمم سازی اندازه کارایی  $\tilde{\theta}$ ، با محدودیتهای

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq \tilde{\theta} x_{io}, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \mu_j y_{rj} &\geq y_{ro}, \quad r = 1, 2, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n (\lambda_j - \mu_j) z_{dj} &\geq 0, \quad d = 1, 2, \dots, D \end{aligned}$$

است، که در آن برای  $j = 1, 2, \dots, n$ ،  $\lambda_j \geq 0$  و  $\mu_j \geq 0$  و وزنهای DMU  $\tilde{\theta} \leq 1$  است، و  $x_{io}$  و  $y_{ro}$  به ترتیب ورودی و خروجی  $i$ ام DMU مورد ارزیابی یعنی  $DMU_0$  هستند. مدل خروجی محور هوانگ و کائو (۲۰۰۸) (مدل ۲)، به صورت ماکسیم سازی  $\varphi$  با محدودیتهای

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq x_{io}, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \mu_j y_{rj} &\geq \varphi y_{ro}, \quad r = 1, 2, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n (\lambda_j - \mu_j) z_{dj} &\geq 0, \quad d = 1, 2, \dots, D \end{aligned}$$

است، که در آن برای  $j = 1, 2, \dots, n$ ،  $\lambda_j \geq 0$ ،  $\mu_j \geq 0$  و  $\varphi \geq 1$  است. در مدل‌های فوق اگر  $\lambda_j = \mu_j$  باشد، در این صورت همان مدل‌های پوششی DEA استاندارد هستند. همان‌طور که اشاره شد، مدل هوانگ و کائو (۲۰۰۸) نمی‌تواند مرز کارایی را مشخص کند. برای رفع این نقص، چن و همکاران (۲۰۱۰) مدلی معادل با مدل ۱ و مدل ۲ ارائه کرده‌اند که نمره کارایی یکسانی با مدل هوانگ و کائو دارد و دارای این مزیت است که بتواند اندازه‌های میانی بهینه را نشان دهد. برای تحقق این هدف، برای واحد مورد ارزیابی ( $DMU_0$ )، مجموعه  $\bar{z}_{d0}$ ، به ازای

$d = 1, 2, \dots, D$  در نظر گرفته می‌شود که نمایشی از مجموعه‌های اندازه‌های میانی جدید را بیان می‌کند. سپس محدودیت

$$\sum_{j=1}^n (\lambda_j - \mu_j) z_{dj} \geq 0,$$

را به دو مجموعه جدید از محدودیتها به صورت

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j z_{dj} \geq \bar{z}_{d0} \quad \text{و} \quad \sum_{j=1}^n \mu_j z_{dj} \leq \bar{z}_{d0},$$

تبدیل می‌کنیم. اولین مجموعه جدید از محدودیتها،  $\bar{z}_{d0}$  را به‌عنوان خروجی فرض می‌کند و دومین مجموعه  $\bar{z}_{d0}$  را به‌عنوان ورودی در نظر می‌گیرد. حال مدل

ورودی‌محور DEA (مدل ۳) را که به صورت مینیم‌سازی  $\bar{\theta}$ ، با محدودیتهای

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \bar{\theta} x_{i0}, \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j y_{rj} \geq y_{r0}, \quad r = 1, 2, \dots, s,$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j z_{dj} \geq \bar{z}_{d0}, \quad d = 1, 2, \dots, D,$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j z_{dj} \leq \bar{z}_{d0}, \quad d = 1, 2, \dots, D,$$

است، و در آن برای  $d = 1, 2, \dots, D$ ،  $j = 1, 2, \dots, n$ ،  $\bar{z}_{d0} \geq 0$ ،  $\lambda_j \geq 0$ ،  $\mu_j \geq 0$  و  $\bar{\theta} \leq 1$  است، پیشنهاد می‌شود. با اعمال تغییرات فوق در مدل خروجی‌محور هوانگ و کائو، مدل خروجی‌محور DEA (مدل ۴) را که به صورت ماکسیم‌سازی  $\varphi$  با محدودیتهای

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{i0}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j y_{rj} \geq \varphi y_{r0}, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j z_{dj} \geq \bar{z}_{d0}, \quad d = 1, 2, \dots, D$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j z_{dj} \leq \bar{z}_{d0}, \quad d = 1, 2, \dots, D$$

است، و در آن برای  $\mu_j \geq 0, \lambda_j \geq 0, \bar{z}_{d0} \geq 0, j = 1, 2, \dots, n, d = 1, 2, \dots, D$  و  $\varphi \geq 1$  است، پیشنهاد می‌شود. در مدل ورودی‌محور (مدل ۳) تصویر  $DMU_0$  به صورت  $(\bar{\theta}^* x_{io}, \bar{z}_{dj}^*, y_{ro})$  و در مدل خروجی‌محور (مدل ۴) تصویر  $DMU_0$  به صورت  $(x_{io}, \bar{z}_{dj}^*, \bar{\varphi}^* y_{ro})$  به دست می‌آید. با توجه به نقاط تصویر به دست آمده، برای هر واحد کارایی برابر یک به دست می‌آید و این نشان می‌دهد که تمام نقاط تصویر شده به صورت کارا عمل می‌کنند. مدل مورد استفاده در این مطالعه، مدل چن و همکاران است که با تحلیل پنجره‌ای<sup>۱</sup> همراه شده است. تحلیل پنجره‌ای به بررسی تغییرات کارایی واحدهای مورد ارزیابی طی یک دوره زمانی مشخص می‌پردازد. این نوع تحلیل، عموماً زمانی سودمند است که تعداد واحدهای مورد ارزیابی نسبت به تعداد شاخصها کمتر باشد که در این مطالعه موردی صدق می‌کند. این مطالعه، به بررسی نرخ رشد و زوال بهره‌وری پنج شرکت بیمه‌ای منتخب طی دوره زمانی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ می‌پردازد. برای محاسبه کارایی و اندازه‌های میانی بهینه که از مدل ۳ و مدل ۴ به دست می‌آید، با توجه به اینکه تعداد DMUها کم است، برای افزایش تعداد آنها و حصول نتیجه بهتر از روش تحلیل پنجره‌ای استفاده شده است. منظور از تحلیل پنجره‌ای، استفاده از مدل‌های DEA در شرایط وابسته به زمان است. این نام و مفهوم اولیه آن به سال ۱۹۸۵ برمی‌گردد. در تحلیل پنجره‌ای، هر DMU در هر تاریخ، به‌عنوان یک DMU متفاوت در نظر گرفته می‌شود. در اینجا مختصری به توضیح فرمولهای این روش برای بررسی خواص تحلیل پنجره‌ای می‌پردازیم. فرض کنیم  $n$ ، تعداد DMUها،  $p$  طول پنجره  $(p \leq k)$ ،  $k$  تعداد

دوره‌های زمانی مورد بررسی و  $w$  معرف تعداد پنجره‌هاست. تعداد DMU ها در اینجا برابر ۵ است ( $n=5$ ). با توجه به داده‌ها،  $k=4$  است و طول پنجره برابر ۳ در نظر گرفته شده است ( $p=3$ )، بنابراین

$$2 = 5 - 3 + 1 = 4 - 3 + 1 = 2 = w = k - p + 1 = \text{تعداد پنجره‌ها (تعداد دفعات تحلیل انجام شده)}$$

$$15 = 5 \times 3 = np = \text{تعداد DMU در هر پنجره}$$

$$30 = 5 \times 3 \times 2 = npw = \text{تعداد DMU های متفاوت}$$

است. طبق نتایج به دست آمده از فرمولهای فوق، تحلیل برای داده‌ها در دو دوره مختلف انجام می‌شود. دوره اول، مربوط به سالهای مالی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ است و دوره دوم، مربوط به سالهای مالی ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ است. در هر دوره تحلیل، تعداد DMU هایی که مورد بررسی قرار می‌گیرند با توجه به فرمول، ۱۵ مورد هستند. برای حل این مدل از نرم‌افزار GAMS نسخه ۲۳,۴ استفاده شده است.

#### ۲-۴. ورودیها، خروجیها و اندازه‌های میانی مدل

ورودیهای مرحله اول هزینه‌های اداری و عمومی و هزینه‌های بیمه‌ای هستند، و خروجی مرحله دوم سود انباشته شده طی دوره مورد بررسی است. اندازه‌های میانی بین دومرحله، حقیبیمه صادره ( $Z_1$ ) و حقیبیمه اتکایی ( $Z_2$ ) است. داده‌های جمع‌آوری شده برای اجرای مدل، از ترازنامه مالی موجود در وب‌گاه ۵ شرکت بیمه‌ای منتخب در ایران از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ جمع‌آوری شده است.

#### ۵. محاسبات و نتایج

شرکت‌های بیمه‌ای مورد ارزیابی را با نامهای DMU1، DMU2، DMU3، DMU4 و DMU5 نشان می‌دهیم. کارایی که ابتدا برای کل فرایند با توجه به ورودی، خروجی و اندازه میانی اولیه در حالت ورودی محور به دست می‌آید، در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به میانگین ستونی برای DMU ها در جدول ۲ کمترین کارایی، مربوط به DMU1 در سال ۹۰ و بیشترین نمره کارایی مربوط به DMU5 در سال ۹۲ است.

جدول ۲. کارایی اولیه ورودی محور

۹۲	۹۱	۹۰	۸۹	
	۰/۱۴۹۰۸۴	۰/۰۹۵۷۸۲	۰/۱۱۵۲۳۰	DMU1
۰/۲۱۶۳۴۶	۰/۱۷۴۱۰۰	۰/۱۱۱۰۴۴		
۰/۲۱۶۳۴۶	۰/۱۶۱۵۹۷	۰/۱۰۳۴۱۳	۰/۱۱۵۲۳۰	میانگین ستونی
	۰/۵۴۰۱۰۶	۰/۵۴۰۲۲۲	۰/۶۹۵۷۹۵	DMU2
۰/۷۰۰۳۰۱	۰/۵۴۱۴۶۷	۰/۵۱۲۴۵۷		
۰/۷۰۰۳۰۱	۰/۵۴۰۷۸۶	۰/۵۲۶۳۳۹	۰/۶۹۵۷۹۵	میانگین ستونی
	۰/۲۲۹۰۲۷	۰/۲۸۷۹۹۰	۰/۵۵۴۷۴۳	DMU3
۰/۳۰۳۲۴۸	۰/۲۲۲۸۳۷	۰/۲۷۵۹۷۶		
۰/۳۰۳۲۴۸	۰/۲۲۵۹۳۲	۰/۲۸۱۹۸۳	۰/۵۵۴۷۴۳	میانگین ستونی
	۰/۱۱۸۷۶۲	۰/۱۷۴۳۲۸	۰/۳۷۱۳۵۶	DMU4
۰/۲۳۶۵۷۷	۰/۱۱۵۹۱۶	۰/۱۶۱۷۸۰		
۰/۲۳۶۵۷۷	۰/۱۱۷۳۳۹	۰/۱۶۸۰۵۴	۰/۳۷۱۳۵۶	میانگین ستونی
	۰/۵۳۸۹۲۲	۰/۷۲۰۳۹۹۸	۰/۹۲۹۵۲۱	DMU5
۱	۰/۵۲۹۱۹۴	۰/۷۲۳۱۳۶		
۱	۰/۵۳۴۰۵۹	۰/۷۲۱۷۶۷	۰/۹۲۹۵۲۱	میانگین ستونی

با توجه به تغییرات سطری کارایی در جدول ۲ برای DMU1، مشاهده می‌شود که در حالت سطری تغییرات نشان‌دهنده افزایش نمره کارایی است که با توجه به آن می‌توان پیشرفت DMU1 را با توجه به تغییرات زمان نتیجه گرفت. با توجه به تغییرات سطری کارایی در جدول ۲ برای DMU2، مشاهده می‌شود که در حالت سطری تغییرات نشان‌دهنده نمره ثابتی، برای کارایی است که با توجه به آن می‌توان رفتار ثابتی برای DMU2، در طول تغییرات زمان نتیجه گرفت. با توجه به تغییرات سطری کارایی در جدول ۲ برای DMU3، DMU4 و DMU5 مشاهده می‌شود که در حالت سطری تغییرات نشان‌دهنده کاهش نمره کارایی است که با توجه به آن می‌توان رفتاری رو به بدتر شدن را برای آنها، با توجه به تغییرات زمان نتیجه گرفت. با توجه به مدل ورودی محور، اندازه‌های میانی بهینه به دست آمده در جدول ۳ و جدول ۴ مشاهده می‌شود.



جدول ۳. اندازه میانی بهینه  $Z_1$  ورودی محور

۹۲	۹۱	۹۰	۸۹	
	۱۵۵۵۲۸۱	۵۸۹۳۹۸/۴	۴۴۵۲۹۳/۹	DMU1
۲۷۶۶۸۳۳	۱۶۴۴۹۵۷	۶۲۳۳۷۹/۷		میانگین ستونی
۲۷۶۶۸۳۳	۱۶۰۰۱۲۲	۶۰۶۳۸۹/۱	۴۴۵۲۹۳/۹	DMU2
	۳۴۶۰۴۲۱	۲۷۸۰۳۸۵	۲۵۲۰۶۶۶	میانگین ستونی
۵۵۹۱۰۹	۳۴۶۹۱۳۶	۲۷۸۷۳۸۷		DMU3
۵۵۹۱۰۹	۳۴۶۴۷۷۸	۲۷۸۳۸۸۶	۲۵۲۰۶۶۶	میانگین ستونی
	۵۷۲۶۲۵/۳	۴۹۹۷۳۷/۸	۴۸۵۶۸۷/۸	DMU4
۸۳۴۱۴۹/۸	۶۰۵۶۳۹/۵	۵۲۸۵۴۹/۸		میانگین ستونی
۸۳۴۱۴۹/۸	۵۸۹۱۳۲/۴	۵۱۴۱۴۳/۸	۴۸۵۶۸۷/۸	DMU5
	۱۲۰۶۵۹۹	۱۲۲۳۹۶۸	۱۳۱۱۲۰۸	میانگین ستونی
۲۰۹۰۶۰۲	۱۲۷۶۱۶۵	۱۲۹۴۵۳۴		DMU6
۲۰۹۰۶۰۲	۱۲۴۱۳۸۲	۱۲۵۹۲۵۱	۱۳۱۱۲۰۸	میانگین ستونی
	۱۶۳۳۹۰۲	۱۶۰۰۷۴۵	۲۰۴۴۳۶۸	DMU7
۳۱۸۰۴۳۵	۱۷۲۸۱۰۳	۱۶۹۳۰۳۴		میانگین ستونی
۳۱۸۰۴۳۵	۱۶۸۱۰۰۲	۱۶۴۶۸۸۹	۲۰۴۴۳۶۸	DMU8

جدول ۴. اندازه میانی بهینه  $Z_2$  ورودی محور

۹۲	۹۱	۹۰	۸۹	
	۴۶۹۵۴۳/۲	۱۸۱۶۵۹/۶	۱۴۳۳۹۸/۵	DMU1
۷۵۴۰۸۰/۷	۴۴۳۷۹۴/۶	۱۶۶۵۴۸/۵		میانگین ستونی
۷۵۴۰۸۰/۷	۴۵۶۶۶۸/۹	۱۷۴۱۰۴/۱	۱۴۳۳۹۸/۵	DMU2
	۹۴۴۷۷۱/۸	۷۵۹۱۰۶/۸	۶۹۶۵۸۱/۸	میانگین ستونی
۱۵۴۱۹۳۰	۹۴۷۱۵۱/۱	۶۶۴۴۷۶/۸		DMU3
۱۵۴۱۹۳۰	۹۴۵۹۶۱/۴	۷۱۱۷۹۱/۸	۶۹۶۵۸۱/۸	میانگین ستونی
	۲۱۴۳۱۹/۲	۱۸۵۱۳۷/۶	۱۵۷۱۷۷/۹	DMU4
۲۰۹۶۶۰/۱	۱۴۳۰۵۴/۷	۱۲۳۶۷۲/۳		میانگین ستونی
۲۰۹۶۶۰/۱	۱۷۸۶۸۶/۹	۱۵۴۴۰۴/۹	۱۵۷۱۷۷/۹	DMU5
	۴۵۲۵۴۰/۳	۴۴۳۳۸۰/۹	۳۸۷۰۷۷/۳	میانگین ستونی
۴۸۶۶۳۲/۴	۳۰۲۰۲۶/۸	۲۹۶۹۷۸/۸		DMU6
۴۸۶۶۳۲/۴	۳۷۷۲۸۳/۵	۳۷۰۱۷۹/۸	۳۸۷۰۷۷/۳	میانگین ستونی
	۶۱۵۲۳۶/۵	۶۱۱۳۲۴/۴	۷۳۴۶۵۶/۳	DMU7
۶۷۵۵۱۵	۴۱۰۵۳۰/۲	۴۰۷۷۹۱/۷		میانگین ستونی
۶۷۵۵۱۵	۵۱۲۸۸۳/۴	۵۰۹۵۵/۱	۷۳۴۶۵۶/۳	DMU8

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، تحت مدل ورودی‌محور، برای DMU5 در سال ۹۲ اندازه‌های میانی بهینه معادل با مقادیر اندازه‌های میانی مشاهده‌شده اولیه است. در مدل ورودی‌محور، با تغییر ورودی به صورت  $\theta_j x_{ij}^*$  و جایگزینی اندازه‌های میانی بهینه به جای اندازه‌های میانی اولیه، برای کارایی نمره یک به دست می‌آید. کارایی که ابتدا برای کل فرایند با توجه به ورودی، خروجی و اندازه میانی اولیه در حالت خروجی‌محور به دست می‌آید، در جدول ۵ مشاهده می‌شود.

جدول ۵. کارایی اولیه خروجی‌محور

۹۲	۹۱	۹۰	۸۹	
	۶۷۰۷۶۱۵	۱۰/۴۳۹۳۴	۸/۶۷۸۳۰۴	DMU1
۴/۶۲۲۲۲۱	۵/۷۴۳۸۱۹	۶/۰۵۴۵۵۳		میانگین ستونی
۴/۶۲۲۲۲۱	۶/۲۲۵۷۱۷	۹/۷۴۶۹۴۶	۸/۶۷۸۳۰۴	DMU2
	۱/۸۵۱۴۸۷	۱/۸۵۱۰۹۲	۱/۴۳۷۲۰۵	میانگین ستونی
۱/۴۲۷۹۵۷	۱/۸۴۶۸۳۶	۱/۹۵۱۳۸۳		DMU3
۱/۴۲۷۹۵۷	۱/۸۴۹۱۶۲	۱/۹۰۱۲۳۷	۱/۴۳۷۲۰۵	میانگین ستونی
	۴/۳۶۶۳۰۵	۳/۴۷۲۳۴۵	۱/۸۰۲۶۳۸	DMU4
۳/۲۹۷۶۲۸	۴/۴۸۷۵۹۴	۳/۶۲۳۴۹۸		میانگین ستونی
۳/۲۹۷۶۲۸	۴/۴۲۶۹۴۹	۳/۵۴۷۹۲۱	۱/۸۰۲۶۳۸	DMU5
	۴/۴۲۰۱۹۷	۵/۷۳۶۳۰۹	۲/۶۹۲۸۳۷	میانگین ستونی
۴/۲۲۶۹۵۸	۶/۶۲۶۹۲۴	۶/۱۸۱۲۱۸		DMU1
۴/۲۲۶۹۵۸	۸/۵۲۳۵۶۰	۵/۹۵۸۷۶۳	۲/۶۹۲۸۳۷	میانگین ستونی
	۱/۸۵۵۵۵۷	۱/۳۸۸۱۲۲	۱/۰۷۵۸۲۳	DMU2
۱	۱/۸۸۹۶۶۷	۱/۳۸۲۸۶۵		میانگین ستونی
۱	۱/۸۷۲۶۱۲	۱/۳۸۵۴۹۳	۱/۰۷۵۸۲۳	DMU3

همان‌طور که مشاهده می‌شود نمره کارایی کل سیستم در مدل خروجی‌محور برابر مقدار  $\frac{1}{\text{نمره کارایی کل ورودی محور}}$  است و تحت شرط بازده به مقیاس ثابت همین انتظار می‌رود. با توجه به میانگین ستونی برای DMUها در جدول ۵ کمترین کارایی کل سیستم مربوط به DMU1 در سال ۹۰ و بیشترین نمره کارایی کل

سیستم مربوط به DMU5 در سال ۹۲ است. با توجه به تغییرات سطری کارایی کل سیستم در جدول ۶ برای DMU1، مشاهده می‌شود که در حالت سطری تغییرات نشان‌دهنده بهبود نمره کارایی است، با توجه به آن می‌توان پیشرفت DMU1 را با توجه به تغییرات زمان نتیجه گرفت. با توجه به تغییرات سطری کارایی کل سیستم در جدول ۵ برای DMU2، DMU3، DMU4 و DMU5، در حالت سطری تغییرات چشمگیری برای نمره کارایی کل مشاهده نمی‌شود، و با توجه به آن می‌توان رفتار ثابتی را برای آنها در طول تغییرات زمان نتیجه گرفت.

با توجه به مدل، اندازه‌های میانی بهینه به دست آمده از مدل خروجی محور، در جدول ۶ و ۷ مشاهده می‌شود.

جدول ۶. اندازه میانی بهینه  $Z_1$  خروجی محور

۹۲	۹۱	۹۰	۸۹	
	۱۰۴۳۲۲۷۲	۶۱۵۲۹۳۰	۳۸۶۴۳۹۶	DMU1
۱۲۷۸۸۹۱۵	۹۴۴۸۳۳۳	۵۶۴۴۴۲۴		میانگین ستونی
۱۲۷۸۸۹۱۵	۹۹۴۰۳۰۲	۵۸۹۸۶۷۷	۳۸۶۴۳۹۶	DMU2
	۶۴۰۶۹۲۶	۵۱۴۶۷۴۹	۳۶۲۲۷۱۵	میانگین ستونی
۷۹۸۵۰۰۷	۶۴۰۶۹۲۶	۵۴۳۹۲۶۰		DMU3
۷۹۸۵۰۰۷	۶۴۰۶۹۲۶	۵۲۹۳۰۰۴	۳۶۲۲۷۱۵	میانگین ستونی
	۲۵۰۰۲۵۷	۱۷۳۵۲۶۲	۳/۸۷۵۵۱۹	DMU4
۲۷۵۰۷۱۶	۲۷۱۷۸۶۵	۱۹۱۵۱۹۹		میانگین ستونی
۲۷۵۰۷۱۶	۲۶۰۹۰۶۱	۱۸۲۵۲۳۰	۳/۸۷۵۵۱۹	DMU5
	۱۰۱۵۹۸۰۶	۷۰۲۱۰۵۷	۳۵۳۰۸۷۰	میانگین ستونی
۸۸۳۶۸۸۸	۱۱۰۰۹۳۷۸	۸۰۰۱۷۹۹		DMU5
۸۸۳۶۸۸۸	۱۰۵۸۴۵۹۲	۷۵۱۱۴۲۸	۳۵۳۰۸۷۰	میانگین ستونی
	۳۰۳۱۷۹۸	۲۲۲۲۰۲۹	۲۱۹۹۳۷۸	DMU5
۳۱۸۰۴۳۵	۳۲۶۵۵۴۰	۲۳۴۱۲۳۷		میانگین ستونی
۳۱۸۰۴۳۵	۳۱۴۸۶۶۹	۲۲۸۱۶۳۳	۲۱۹۹۳۷۸	

جدول ۷. اندازه میانی بهینه  $Z_2$  خروجی محور

۹۲	۹۱	۹۰	۸۹	
	۳۱۴۹۵۱۵	۱۸۹۶۴۰۷	۱۲۴۴۴۵۶	DMU1
۳۴۸۵۵۲۸	۲۵۴۹۰۷۶	۱۵۰۸۰۲۲		
۳۴۸۵۵۲۸	۲۸۴۹۲۹۵	۱۷۰۲۲۱۴/۵	۱۲۴۴۴۵۶	میانگین ستونی
	۱۷۴۹۲۳۳	۱۴۰۵۱۷۷	۱۰۰۱۱۳۱	DMU2
۲۲۰۱۸۱۰	۱۷۴۹۲۳۳	۱۲۹۶۶۴۹		
۲۲۰۱۸۱۰	۱۷۴۹۲۳۳	۱۳۵۰۹۱۳	۱۰۰۱۱۱۳	میانگین ستونی
	۹۳۵۷۸۳	۶۴۲۸۶۱/۶	۲۸۳۳۳۴/۸	DMU3
۶۹۱۳۸۱	۶۴۱۹۷۱/۳	۴۴۸۱۲۶/۴		
۶۹۱۳۸۱	۷۸۸۸۷/۱	۵۴۵۴۹۴	۲۸۳۳۳۴/۸	میانگین ستونی
	۳۸۱۰۴۷۹	۲۵۴۳۳۷۰	۱۰۴۲۳۳۶	DMU4
۲۰۵۶۹۷۵	۲۶۰۵۵۶۳	۱۸۳۵۶۹۱		
۲۰۵۶۹۷۵	۳۲۰۸۰۲۱	۲۱۸۹۵۳۰/۵	۱۰۴۲۳۳۶	میانگین ستونی
	۱۱۴۱۶۰۷	۸۴۸۵۹۳	۷۹۰۳۶۰	DMU5
۶۷۵۵۱۵	۷۷۵۷۶۵/۶	۸/۵۶۳۹۲۰		
۶۷۵۵۱۵	۹۵۸۶۸۶/۳	۷۰۶۲۵۶/۹	۷۹۰۳۶۰	میانگین ستونی

طبق جدولهای ۷ و ۸، تحت مدل خروجی محور، برای DMU2 در سالهای ۸۹، ۹۱، ۹۲، برای DMU4 در سالهای ۸۹ و ۹۲ و برای DMU5 در سال ۹۲ اندازه‌های میانی بهینه، معادل با مقادیر اندازه‌های میانی اولیه است. پس از اعمال تغییرات در مدل خروجی محور، یعنی تغییر خروجی به صورت  $\phi_j \cdot y_{ij}^*$  و جایگزینی اندازه‌های میانی بهینه به جای اندازه‌های میانی اولیه، نمره کارایی برابر یک مشاهده می‌شود.

## ۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله به بررسی یکی از مدل‌های دومرحله‌ای، در چارچوب تحلیل پوششی داده‌ها اشاره شد. به واسطه وجود اندازه‌های میانی، فرایند تنظیم ورودیها یا خروجیها به وسیله نمرات کارایی همانند روش تحلیل پوششی داده‌های استاندارد، لزوماً منجر به تصویرسازی روی مرز نمی‌شود. مدلی که برای محاسبه کارایی از آن

استفاده شد، ارتباط بین زیرفرایندها با فرایند کل را نیز در نظر می‌گیرد و این یک امتیاز مثبت برای مدل بیان شده است. زیرا زمانی که ارتباط بین زیرفرایندها نیز در محاسبه کارایی کل سیستم در نظر گرفته شود، سبب می‌شود که مدل منطقی‌تر به نظر آید. شناسایی نقاط ضعف برای هر سازمانی سبب می‌شود که آن سازمان بتواند در جهت بهبود نقاط ضعف خود عمل کند و در جستجوی راهی باشد تا بتواند این عیوب را برطرف کند. با توجه به اینکه در مدل ارائه‌شده، امکان مشاهده اندازه‌های میانی بهینه نیز فراهم است، در نتیجه سیستم می‌تواند در جهت اندازه‌های میانی خود به نحوی حرکت کند که بتواند خود را به نقطه بهینه‌ای که برای اندازه میانی‌اش در نظر گرفته شده است، برساند. در نتیجه می‌توان تصاویر DMUهای ناکارا را نیز روی مرز کارا تصویر کرد، سپس با اعمال تغییرات در اندازه‌های میانی و ورودی یا خروجی (متناسب با نوع مدل)، نمره کارایی برای همه واحدهای تصمیم‌گیرنده، برابر یک مشاهده می‌شود. مدل ارائه‌شده، کاربرد مهمی در حوزه مدیریت زنجیره تأمین دارد. در پاسخ به نیاز برای درک بهتر زنجیره تأمین و لزوم ارزیابی عملکرد اعضای زنجیره تأمین، ابزارهایی نظیر این روش می‌توانند درباره این موضوع نگاه‌های جدیدی را فراهم کنند. مدل بیان‌شده این مزیت را دارد که می‌تواند نمایش واضحی را از اینکه در کجا در تنظیمات چندمرحله‌ای ضعف وجود دارد، نمایش دهد.

نتایج به دست آمده برای شرکتهای بیمه منتخب طی سالهای ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ در تحلیل پنجره‌ای، بر پایین بودن نمره کارایی در مرحله دوم، که مربوط به عملکرد سودآوری شرکتهاست، نسبت به مرحله اول که بازاریابی خدمات بیمه‌ای را نشان می‌دهد، دلالت می‌کند. راهکار پیشنهادشده در این پژوهش برای رفع این ناکارایی، در قالب اندازه‌های میانی بهبودیافته برای هر شرکت ارائه شده است تا بتوانند خود را با آنها تنظیم کنند.

مدل نسبی دومرحله‌ای نمی‌تواند در شرایط بازده به مقیاس متغیر (VRS) به کار برده شود. مطالعه بیشتری برای ایجاد مدل‌هایی برای تعیین نقاط مرز DEA برای DMU‌های ناکارا تحت شرط VRS مورد نیاز است. همچنین، به کمک مدل نسبی مطرح شده می‌توان اندازه‌های میانی جدیدی را به دست آورد که این اندازه‌ها لزوماً یکتا نیستند و جواب چندگانه داریم و لازم است شرایطی بر مدل اعمال شود تا بتوانیم به شناسایی اندازه‌های میانی منحصری‌فرد دست یابیم و این امر نیازمند مطالعات بیشتر است.

## منابع

۱. پورکاظمی، م.ح.، صمصامی، ح. و ابراهیمی قوام‌آبادی، خ.، ۱۳۹۰، اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری شرکتهای بیمه دولتی و خصوصی با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم کوئیست. پژوهشنامه بیمه، ش ۴، صص ۱-۲۶.
۲. حسینی‌زاد اسکندر، ی.، ۱۳۸۴. بررسی آثار و پیامدهای خصوصی‌سازی صنعت بیمه بر ساختار داراییها و سرمایه‌گذارهای شرکتهای بیمه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی تهران. واحد علوم و تحقیقات.
۳. صفری، ح. و شریفی قلعه‌سری، س.ف.، ۱۳۹۲. ارزیابی کارایی شبکه فروش یک شرکت بیمه در حوزه بیمه‌های مسئولیت با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها. فصلنامه مطالعات بیمه، ش ۱.
۴. فلاح، م.، ۱۳۸۶. ارزیابی کارایی شعب شرکتهای بیمه با روش تحلیل پوششی داده‌ها. تازه‌های جهان بیمه، ش ۱۱۵ و ۱۱۶، صص ۲۱.
۵. کاظمی کسمایی، ح.، ۱۳۸۳. دو مدل پیشنهادی جهت اندازه‌گیری کارایی فنی شرکتهای بیمه. نشریه صنعت بیمه، ش ۷۴، صص ۳۰-۴۰.

۶. گلستانی، م.، ۱۳۸۶. بررسی روند کارایی شرکت‌های بیمه دولتی در سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۸۴ با استفاده از مدل DEA. *پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد*. دانشکده مدیریت. دانشگاه علامه طباطبایی.

۷. مؤمنی، م. و شاه‌خواه، ن.، ۱۳۸۸. ارزیابی شرکت‌های بیمه ایران با استفاده از مدل ارتباطی دو مرحله‌ای. *فصلنامه صنعت بیمه*، ص ۴۶.

۸. هاشمی، م.، ۱۳۸۶. سخنرانی رئیس کل بیمه مرکزی ج.ا.ا در همایش نقش بیمه در اقتصاد ملی تاریخ مشاهده: مهر ۱۳۸۹، [Farhangebimeh.blogfa.com/post-178.aspx](http://Farhangebimeh.blogfa.com/post-178.aspx)

9. Audibert, M., Mathonnat, J., Pelissier, A. and Huang, X., 2013. Health insurance re form and efficiency of township hospitals in rural China: An analysis from survey data. *China Economic Review*, 27, pp.326-338.

10. Badunenko, O., Grechanyuk, B. and Talavera, O., 2006. *Development under regulation: The way of the Ukrainian insurance market*. No. 644, DIW Discussion Papers.

11. Bai-qing, S., Yi-xing, X. and Wen-tao, C., 2012. The Efficiency Evaluation of Property Insurance Companies Based on Two-stage Correlative DEA Models. In: *Management Science and Engineering (ICMSE), 2012 International Conference on*. IEEE, pp.699-712.

12. Barros, P., Barroso, N. and Borges, M.R., 2005. Evaluating the efficiency and productivity of insurance companies with a Malmquist index: A case study for Portugal. *The Geneva Papers on Risk and Insurance Issues and Practice*, 30(2), pp.244-267

13. Barros, C. and Wanke, P., 2014. Insurance companies in Mozambique: a two-stage DEA and neural networks on efficiency and capacity slacks. *Applied Economics*, pp.3591-3600.

14. Boonyasai, T., Grace, M.F. and Skipper, Jr., H.D., 2002. The effect of liberalization and deregulation on life insurer efficiency. *Working Paper No.02-2*, Center for Risk Management and Insurance Research, Georgia State University, Atlanta.

15. Brockett, P.L., Cooper, W.W., Golden, L.L., Rousseau, J.J. and Wang, Y., 2004. Evaluating solvency versus efficiency performance and different forms of organization and marketing in US property—liability insurance companies. *European Journal of Operational Research*, 154(2), pp.492-514

16. Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E., 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, pp.429-444.
17. Chen, Y.,D. Cook, W. and Zhu, J., 2010. Deriving the DEA frontier for two-stage processes. *European Journal of Operational Research*, pp.138-142.
18. Cummins, J.D., Weiss, M.A. and Zi, H., 2007. Economics of scope in financial services: A DEA bootstrapping analysis of the US insurance industry. *Working Paper*, The Wharton School, Philadelphia, Pennsylvania.
19. Diacon, S.R., 2001. The Efficiency of UK General Insurance Companies. *CRIS Discussion paper Series. Centre for Risk & Insurance Studies*. The University of Nottingham.
20. Eling, M. and Luhnen, M., 2009. Frontier efficiency methodologies to measure performance in the insurance industry: Overview, systematization, and recent developments. *Working Paper*, Ulm University.
21. Farrell, M.J., 1957. The Measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, pp.253–281.
22. Hwang, S.N. and Kao, C., 2008. Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan. *European journal of operational research*, 185(1), pp.418-429.
23. Mahlberg, B., 2000. Technischer Fortschritt und Produktivitätsveränderungen in der deutschen Versicherungswirtschaft/Efficiency Progress and Productivity Change in Germany Insurance Industry. *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, 220(5), pp.565-591.
24. Seiford, LM. and Zhu, j.,1999. Profitability and marketability of the top 55 US commercial banks. *Management Science*, pp.1270-1288.
25. Sexton, T.R. and Lewis, H.F., 2003. Two-stage DEA: An application to major league baseball. *Journal of Productivity Analysis*, pp.227-249.
26. Zhu, j., 2000. Multi-factor performance measure model with an application to Fortune 500 companies. *European journal of Operational Research*, pp.105-124.