Iran J. Insur. Res., 5(4): 235-250, Autumn 2016, Serial #18

Iranian Journal of Insurance Research
(IJIR)
Homepage: https://ijir.irc.ac.ir/?lang=en

Insurance Research Center (IRC)

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Efficiency measurement of selected insurance companies using two-stage DEA models along with window analysis

M.R. Alirezaee, Z. Cheraghali, F. Rakhshan

Department of Applied Mathematics, Faculty of Mathematical Sciences, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Article History
Received: 17 September 2015
Revised: 17 October 2015
Accepted: 26 December 2016

Keywords
Data Envelopment Analysis; Insurance Companies; Efficiency; Two-stage Processes; Window Analysis.

ABSTRACT

In recent years, the evaluation of insurance companies has attracted the attention of many researchers. Evaluation of insurance companies plays an important role in improving their performance. One of the most widely used performance evaluation methods, especially in recent years, is data coverage analysis. In this article, the changes in the efficiency rate of 5 selected insurance companies according to their performance in the years 2009 to 2012 are investigated using data coverage analysis along with window analysis. Considering the position of two-step processes in recent studies and the progress of these types of models in recent years, two-step processes have been used to investigate and evaluate insurance companies. The two-stage model used in this study is one of the latest two-stage models that has solved the problems of the previous models. The outputs of this two-stage model have been used to obtain the sizes available in the window analysis. The efficiency score of the first stage is related to performance in the marketing of insurance services, and the efficiency score of the second stage shows profitability. The obtained results show that during the years 1389 to 1392, the reasons for the inefficiency of companies are related to the existence of weakness in the second stage, that is, insurance companies often perform poorly in the stage of profitability. To solve this problem, insurance companies should be able to take steps in the direction of reaching the optimal middle sizes that are considered for them. The research results show that in some units there is a big difference between the optimal average size obtained from the model and the initial average size.

***Corresponding Author:**
Email: *rakhshan@mathdep.iust.ac.ir*
DOI: 10.22056/ijir.2016.04.01

نشریه علمی پژوهشنامه بیمه دوره ۵، شماره ۴، پاییز ۱۳۹۵، شماره پیاپی ۱۸، ص ۲۳۵-۲۵۰

نشریه علمی پژوهشنامه بیمه

سایت نشریه: https://ijir.irc.ac.ir/?lang=fa

مقاله علمی

اندازه‌گیری کارایی شرکت‌های بیمهٔ منتخب با استفاده از مدل‌های دومرحله‌ای همراه با تحلیل پنجره ای در تحلیل پوششی داده‌ها

محمدرضا علیرضایی، زهرا چراغعلی، فاطمه رخشان*

گروه ریاضی کاربردی، دانشکدهٔ علوم ریاضی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۲۶ شهریور ۱۳۹۴

تاریخ داوری: ۲۵ مهر ۱۳۹۴

تاریخ پذیرش: ۰۶ دی ۱۳۹۵

کلمات کلیدی

تحلیل پوششی داده‌ها

شرکت‌های بیمه

کارایی

فرایندهای دومرحله‌ای

تحلیل پنجره‌ای

چکیده:

در سال‌های اخیر، ارزیابی شرکت‌های بیمه مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. ارزیابی شرکت های 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. نمرهٔ کارایی مرحلهٔ اول مربوط به عملکرد در بازاریابی خدمات بیمه‌ای است و نمرهٔ کارایی مرحلهٔ 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 مرحلهٔ دوم مربوط می‌شود، یعنی شرکت‌های بیمه اغلب در مرحلهٔ 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 اندازهٔ میانی بهینهٔ به دست آمده از مدل و اندازهٔ میانی اولیه وجود دارد.

***نویسنده مسئول:**

ایمیل: *rakhshan@mathdep.iust.ac.ir*

DOI: 10.22056/ijir.2016.04.01

مقدمه

بررسی کارایی، یکی از مسائل مهم در ارزیابی عملکرد شرکتهاست. مفهوم کارایی، جایگاه ویژه‌ای در بررسی عملکرد شرکتها دارد، به‌طوری 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 اِعمال 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 حوزهٔ کارایی پیشرفتهای زیادی به دست آمده است و نظریه‌هایی که در این علم به دست آمده‌اند، بر پایهٔ نظریه‌های بزرگان اقتصاد است و پایهٔ علمی و ریاضی آن بسیار کم است. به همین دلیل جهان در جهتی 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[1]) 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 بیمهٔ کشور به‌عنوان یکی از نهادهای مالی، جایگاه ویژه‌ای در رشد و توسعه اقتصادی دارد، به‌طوری 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 توسعهٔ اقتصادی هر کشوری در گرو گسترش و پیشرفت صنعت بیمهٔ آن کشور است و کشورهای توسعه‌یافته اغلب کشورهایی هستند که صنعت بیمهٔ 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 توسعهٔ 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 بیمهٔ قدرتمند خارجی و افزایش تعداد شرکتهای بیمه داخلی روبه‌رو شده است. لذا صنعت بیمهٔ موجود در کشور برای بقاء 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 بیمهٔ منتخب در ایران به کمک فرایندهای دومرحله‌ای طی دورهٔ ۱۳۸۹-۱۳۹۲ بررسی شده است و ضمن اندازه‌گیری کارایی تکنیکی، عواملی که سبب ناکارایی شرکتها 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 محاسبهٔ کارایی شرکتهای بیمه، اندازه‌های میانی بهینه را نیز به دست آوریم. بخش ۵، با توجه به داده‌های واقعی که از ترازنامهٔ مالی ۵ شرکت بیمهٔ 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.

مبانی نظری پژوهش

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

[1]. Data Envelopment Analysis

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[1] با انتشار مقاله‌ای در سال ۱۹۵۷، مبدأ توسعهٔ رویکرد ناپارامتری شد.

رایج‌ترین رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی تحلیل پوششی داده‌هاست. تحلیل پوششی داده‌ها، نمرهٔ کارایی را به صورت یک نتیجهٔ بهینه‌سازی مشخص می‌کند. تحلیل پوششی داده‌ها، روشی برای شناسایی بهترین عملکردِ واحدهای تصمیم‌گیرندهٔ مشابه که دارای ورودیها و خروجیهای متعدد هستند، است (Charnes et al., 1978). تحلیل پوششی داده‌ها نه تنها نمرهٔ کارایی را برای واحدهای تصمیم‌گیرندهٔ (DMU[2]) ناکارا نشان می‌دهد، بلکه قادر است راهکاری برای بهبود عملکرد آن واحد ناکارا نیز فراهم کند. بدین مفهوم که واحدهایی را به‌عنوان مرجع و الگو برای آن مشخص می‌کند. تعریف اولیهٔ کارایی، به صورت مجموع موزون خروجیها به مجموع موزون ورودیهاست. برخی از تحقیقهای داخلی انجام‌شده به شرح زیر است:

فلاح (۱۳۸۶) به بررسی کارایی شرکتهای بیمه کشور می‌پردازد. در این مقاله به بررسی عملکرد سه شرکت بیمهٔ ایران، البرز، و آسیا پرداخته شده است. طبق نتایج به دست آمده، از ۲۰۴ شعبهٔ بیمهٔ ایران ۱۵۳ شعبه مورد ارزیابی قرار گرفت. علت این گزینش، خاص‌بودن 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 شعبهٔ دستهٔ اول در حالت بازده به مقیاس متغیر، تعداد ۱۲ واحد کارا هستند. در ۸۳ شعبهٔ دستهٔ دوم تعداد ۸ واحد کارا هستند. از ۴۳ شعبهٔ شرکت بیمهٔ البرز، ۶ واحد کارایی نسبی صد در صد را دارا هستند. در شرکت بیمهٔ 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 مقایسهٔ کارایی بین آنها نتایج منطقی و قابل اعتمادی نخواهد داشت.

گلستانی (۱۳۸۶) روند کارایی شرکتهای بیمهٔ دولتی در سالهای ۱۳۸۰-۱۳۸۴ را با استفاده از مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها مورد ارزیابی قرار می‌دهد. طبق نتایج عملکرد، تنها نیمی از شرکتهای بیمهٔ دولتی در بازهٔ ۵ ساله عملکرد کارا داشته‌اند و بجز یک شرکت، کارایی سایر شرکتهای بیمهٔ دولتی روندی نزولی داشته است.

صفری و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها به ارزیابی کارایی شبکهٔ فروش یک شرکت بیمه در حوزهٔ بیمه مسئولیت به‌خصوص 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 بیمهٔ کشور طی دورهٔ ۱۳۸۴-۱۳۸۷ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته‌اند. بر اساس نتایج، روند کارایی تکنیکی به دست آمده از مدل CCR[3] و مدل BCC[4] در برخی از شرکتها ثابت، در برخی نوسانی و در برخی کاهشی بوده است. روند کارایی تخصیصی، طی دورهٔ مورد بررسی، در برخی از شرکتها ثابت، در برخی نوسانی و در برخی کاهشی بوده است.

در ادامه، به ذکر برخی مطالعات انجام‌شده در سایر کشورها با استفاده از روش DEA می‌پردازیم. در جدول ۱، به طور خلاصه به ذکر مواردی مانند هدف از مطالعهٔ انجام‌شده و شاخصهای درنظرگرفته‌شده و محدودهٔ جغرافیایی تحقیق صورت‌گرفته و سایر موارد می‌پردازیم. برای مطالعهٔ بیشتر به الینگ و لانن[5] (۲۰۱۰) مراجعه کنید.

1. Farrell
2. Decision Making Units.
3. Charnes, Cooper, and Rhodes
4. Banker, Charnes, and Cooper
5. Eling and Luhnen

جدول ۱: مروری بر مطالعات خارجی

نویسندگان	کشور/ منطقه	تعداد واحدها	دورهٔ بررسی	ورودی	خروجی	هدف
مهلبرگ (۲۰۰۰)	آلمان	۳۴۸	۱۹۹۶- ۱۹۹۲	هزینه‌های توزیع و اجرایی	مطالبه‌ها، تغییرات در ذخایر، بازپرداخت حق‌بیمه	بررسی رشد کارایی
دیاکن (۲۰۰۱)	۶ کشور اروپایی	۴۳۱	۱۹۹۹	مجموع هزینه‌های عملیاتی، مجموع سرمایه، مجموع ذخایر فنی، مجموع قرضهای طلبکاران	حق‌بیمهٔ خالص به دست آمده، درآمد کلی سرمایه‌گذاری	بررسی کارایی
بونیسای (۲۰۰۲)	کره، فیلیپین، تایوان، تایلند	۴۹-۱۱۰	۱۹۹۷ -۱۹۷۸	نیروی کار، سرمایه، مواد	درآمد حق‌بیمه، درآمد سرمایه‌گذاری خالص	تأثیر آزادسازی و قانون‌زدایی بر کارایی
بروکت و همکاران (۲۰۰۴)	ایالت متحده	۵۳۸	۱۹۹۵	حق‌بیمه‌ها (از دیدگاه مشتریان)، هزینه (از دیدگاه جامعه)	تعداد بیمار ویزیت شدهٔ سرپایی، تعداد روزهای بیمارستان، مجموع اعضای ماه	بررسی کارایی
باروس و همکاران (۲۰۰۵)	پرتغال	۲۷	۲۰۰۱ -۱۹۹۵	درآمد سرمایه‌گذاری کلی، حق‌بیمه، دستمزد، سرمایه	مطالبه‌های پرداخت‌نشده، سود	بررسی کارایی تکنیکی
بدوننکو و همکاران (۲۰۰۶)	اوکراین	۱۶۳	۲۰۰۵-۲۰۰۳	داراییهای ثابت، داراییهای جاری، بدهیها، دارایی خالص	حق‌بیمه	افزایش سرمایه
کامینز و همکاران (۲۰۰۷)	ایالت متحده	۸۱۷	۱۹۹۷-۱۹۹۳	نیروی کار، خدمات تجاری و مواد، سرمایهٔ خالص مالی	بیمهٔ عمر (سود حقیقی تحقق-یافته، ذخایر اضافی)، بیمهٔ اشخاص و مسئولیت (بهای خسارت تحقق‌یافتهٔ حقیقی، داراییهای حقیقی اعطاشده به سرمایه‌گذاران)	بررسی حوزهٔ اقتصادی به وسیلهٔ برآورد کارایی
هوانگ و کائو (۲۰۰۸)	تایوان	۲۴	۲۰۰۲-۲۰۰۱	هزینهٔ عملیاتی، هزینهٔ بیمه	مرحلهٔ اول: حق‌بیمهٔ صادره مستقیم، حق‌بیمهٔ اتکایی. مرحلهٔ دوم: درآمد بیمه‌گری، درآمد سرمایه‌گذاری‌شده	ارائهٔ مدل جدید در اندازه‌گیری کارایی
باروس و همکاران (۲۰۱۰)	یونان	۷۱۰	۲۰۰۳-۱۹۹۴	هزینهٔ نیروی کار، هزینه غیرنیروی کار، سرمایه خالص	ذخایر اتکایی، ذخایر شخصی، دارایی اعطاشده به سرمایه‌گذاران، خسارت واقع‌شده	اثر قانون‌زدایی بر کارایی صنعت بیمه یونان
بای-کینگ و همکاران (۲۰۱۲)	چین	۵۶	۲۰۱۰-۲۰۰۶	مجموع داراییها، کارمندان، هزینه	ذخایر نهایی، درآمد سرمایه-گذاری‌شده، سود بیمه‌گری، حق‌بیمهٔ خالص	بررسی کارایی تکنیکی، تکنیکی محض، قیاسی
آیدیبرت و همکاران (۲۰۱۳)	چین	۲۴	۲۰۰۶-۲۰۰۰	شمار کارکنان برای فعالیتهای بازداری شده	حجم کلی واکسنهای زده‌شده	بررسی کارایی
باروس و همکاران (۲۰۱۴)	موزامبیک	۵	۲۰۱۱-۲۰۰۲	هزینهٔ عملیاتی، دستمزدها، سرمایه، تعداد کارمندان	مطالبه‌های پرداخت‌شده، سودهای پرداخت‌شده، حق‌بیمه-های دریافتی، بیمهٔ اتکایی واگذاری	بررسی کارایی

مروری بر پیشینه پژوهش

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 مرحلهٔ اول که باید ماکسیمم شوند، همان ورودیهای مرحلهٔ 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[1] (۱۹۹۹)، یک روش تحلیل پوششی داده‌ها را برای ارزیابی بانکهای بازرگانی ایالات‌متحده در یک فرایند دومرحله‌ای که با سودآوری و قابلیت عرضه در بازار مشخص می‌شد، ایجاد کردند. در مطالعهٔ آنها، سودبخشی با استفاده از نیروی انسانی و داراییها به‌عنوان ورودی، و درآمد و سود به‌عنوان خروجی بررسی شد. در مرحلهٔ 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 ذکرشده را برای ثروت جهانی ۵۰۰ شرکت به کاربرده است. در مقالات فوق برای محاسبهٔ کارایی تکنیکی هر مرحله از مدل پایه‌ای CCR استفاده شده است و سپس به محاسبهٔ کارایی مقیاسی با توجه به نمرهٔ کارایی مدلهای پایه‌ای CCR و BCC برای هر مرحله و کل فرایند به صورت مجزا پرداخته‌اند. در مقالهٔ سیفورد و ژو، اشاره‌ای به درگیریهای ذاتی بین دو مرحله نشده است. بسیاری از مطالعات DEA، در تلاش برای نشان‌دادن این نوع درگیریها هستند.

سکتون و لویس[2] (۲۰۰۳) روش‌شناسی مشابه با روش‌شناسی سیفورد و ژو (۱۹۹۹) را ارائه کردند. آنها مدل DEA خروجی‌محور را در نظر گرفتند و سپس نمرهٔ کارایی کل فرایند را به صورت نسبت خروجیهای مرحلهٔ دوم به خروجیهای تصویرشدهٔ مرحلهٔ اول پیشنهاد دادند. سپس برای رفع این نقص، مدلهایی رامطرح کردند که در آنها برای محاسبهٔ کارایی فرایند کل سیستم، ارتباط میان فرایند کل سیستم با زیرفرایندها نیز در محاسبهٔ 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. نمرهٔ کارایی کل فرایند به دست آمده از هوانگ و کائو[3] (۲۰۰۸) را نمی‌توان برای مشخص‌شدن 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. درنتیجه، مدل نیاز به اصلاحاتی دارد که در ادامه به آن اشاره خواهد شد. چن[4] 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:

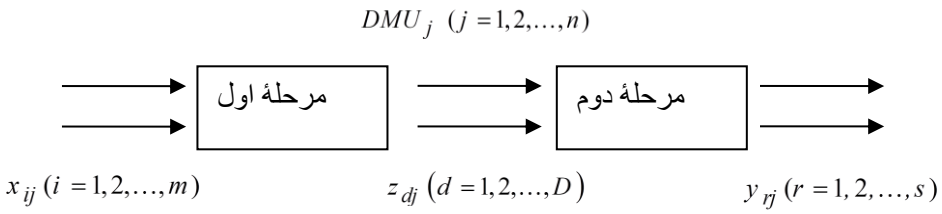
در بسیاری از موارد اشاره‌شده در متون تحلیل پوششی داده‌ها که با ساختار DMU ها مرتبط هستند، برای مرز کارایی چنین وضعیتی پیش می‌آید. به عبارت دیگر نتیجهٔ نمرهٔ DEA اطلاعات کاملی را دربارهٔ اینکه چطور DMU های ناکارا در مرز فرایندهای دومرحله‌ای DEA تصویر می‌شوند، فراهم نمی‌کند. با وجود اینکه نمرهٔ کارایی فرایند کل را می‌دانیم، اما هنوز نمی‌توانیم مرز DEA را تشخیص دهیم. مدلی که در ادامه بیان می‌شود، قادر است علاوه بر نمایش نمرهٔ 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. درنتیجه می‌توانیم در جهتی حرکت کنیم که این نقاط ضعف را برطرف سازیم.

---

[1]. Seiford and Zhu
[2]. Sexton and Lewis
[3]. Hwang and Kao
[4]. Chen

روش‌شناسی پژوهش

همان‌طور که اشاره شد، تحلیل پوششی داده‌ها، روشی ناپارامتری است و شامل مجموعه‌ای از مدلهای ریاضی است. تابع تولید[۱]، 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 مجموعهٔ این ترکیبها، مجموعهٔ امکان تولید[۲] گفته می‌شود. تابع تولید، مرز مجموعهٔ امکان تولید است. اندازه‌های میانی[۳]، فاکتورهایی هستند که در فرایندهای دومرحله‌ای، نقش ورودی را برای مرحلهٔ دوم، و نقش خروجی را برای مرحلهٔ اول ایفا می‌کنند. مدل دومرحله‌ای که در ادامه بیان می‌شود بر اساس فرض بازده به مقیاس ثابت عمل می‌کند.



شکل ۱: فرایند دومرحله‌ای

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

شرح مدل

مدل ورودی‌محور هوانگ و کائو (۲۰۰۸) (مدل ۱)، به صورت مینیمم‌سازی اندازهٔ کارایی $\tilde{\theta}$، با محدودیتهای

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_{ij} \le \tilde{\theta} x_{io},\ \ i=1,2,\ldots,m$$

$$\sum_{j=1}^{n}\mu_j y_{rj} \ge y_{ro},\ \ r=1,2,\ldots,s$$

$$\sum_{j=1}^{n}(\lambda_j-\mu_j)z_{dj} \ge 0,\ \ d=1,2,\ldots,D$$

است، که در آن برای $j=1,2,\ldots,n$، $\lambda_j \ge 0$ و $\mu_j \ge 0$ وزنهای DMU و $\tilde{\theta} \le 1$ است، و x_{io} و y_{ro} به‌ترتیب ورودی و خروجی iام DMU ی مورد ارزیابی یعنی DMU_o هستند. مدل خروجی‌محور هوانگ و کائو (۲۰۰۸) (مدل ۲)، به صورت ماکسیم‌سازی φ با محدودیتهای

---

۱. Production Function

۲. Production Possibility Set

۳. Intermediate Measures

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_{ij} \le x_{io},\ \ i=1,2,\ldots,m$$

$$\sum_{j=1}^{n}\mu_j y_{rj} \ge \varphi y_{ro},\ \ r=1,2,\ldots,s$$

$$\sum_{j=1}^{n}(\lambda_j-\mu_j)z_{dj} \ge 0,\ \ d=1,2,\ldots,D$$

است، که در آن برای $j=1,2,\ldots,n$، $\lambda_j \ge 0$، $\mu_j \ge 0$ و $\varphi \ge 1$ 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 نمرهٔ 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_o)، مجموعهٔ $\tilde{z}_{d0}$، به ازای $d=1,2,\ldots,D$ در نظر گرفته می‌شود که نمایشی از مجموعه‌های اندازه‌های میانی جدید را بیان می‌کند. سپس محدودیت

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

را به دو مجموعهٔ جدید از محدودیتها به صورت

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j z_{dj} \ge \tilde{z}_{d0} \qquad \sum_{j=1}^{n}\mu_j z_{dj} \le \tilde{z}_{d0},$$

تبدیل می‌کنیم. اولین مجموعهٔ جدید از محدودیتها، $\tilde{z}_{d0}$ را به‌عنوان خروجی فرض می‌کند و دومین مجموعه $\tilde{z}_{d0}$ را به‌عنوان ورودی در نظر می‌گیرد. حال مدل ورودی‌محور DEA (مدل ۳) را که به صورت مینیم‌سازی $\tilde{\theta}$، با محدودیتهای

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_{ij} \le \tilde{\theta} x_{io},\ \ i=1,2,\ldots,m,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\mu_j y_{rj} \ge y_{ro},\ \ r=1,2,\ldots,s,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j z_{dj} \ge \tilde{z}_{d0},\ \ d=1,2,\ldots,D,$$

$$\sum_{j=1}^{n}\mu_j z_{dj} \le \tilde{z}_{d0},\ \ d=1,2,\ldots,D,$$

است، و در آن برای $d=1,2,\ldots,D$، $j=1,2,\ldots,n$، $\tilde{z}_{d0} \ge 0$، $\lambda_j \ge 0$، $\mu_j \ge 0$ و $\tilde{\theta} \le 1$ است، پیشنهاد می‌شود. با اِعمال تغییرات فوق در مدل خروجی‌محور هوانگ و کائو، مدل خروجی‌محور DEA (مدل ۴) را که به صورت ماکسیم‌سازی φ با محدودیتهای

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_{ij} \le x_{io},\ \ i=1,2,\ldots,m$$

$$\sum_{j=1}^{n}\mu_j y_{rj} \ge \varphi y_{ro},\ \ r=1,2,\ldots,s$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j z_{dj} \ge \tilde{z}_{d0},\ \ d=1,2,\ldots,D$$

جدول ۲: کارایی اولیهٔ ورودی‌محور

$$\sum_{j=1}^{n}\mu_j z_{dj} \le \tilde{z}_{d_0},\ d=1,2,\ldots,D$$

است، و در آن برای $d=1,2,\ldots,D$، $j=1,2,\ldots,n$، $\tilde{z}_{d_0}\ge 0$، $\lambda_j \ge 0$، $\mu_j \ge 0$ و و $\varphi \ge 1$ است، پیشنهاد می‌شود. در مدل ورودی‌محور (مدل ۳) تصویر $\mathrm{DMU_o}$ به صورت $(\tilde{\theta}^* x_{io}, \tilde{z}^*_{dj}, y_{ro})$ و در مدل خروجی‌محور (مدل ۴) تصویر $\mathrm{DMU_o}$ به صورت $(x_{io}, \tilde{z}^*_{dj}, \tilde{\varphi}^* y_{ro})$ 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 تصویرشده به صورت کارا عمل می‌کنند. مدل مورد استفاده در این مطالعه، مدل چن و همکاران است که با تحلیل پنجره‌ای[1] همراه شده است. تحلیل پنجره‌ای به بررسی تغییرات کارایی واحدهای مورد ارزیابی طی یک دورهٔ زمانی مشخص می‌پردازد. این نوع تحلیل، عموماً زمانی سودمند است که تعداد واحدهای مورد ارزیابی نسبت به تعداد شاخصها کمتر باشد که در این مطالعهٔ موردی صدق می‌کند. این مطالعه، به بررسی نرخ رشد و زوال بهره‌وری پنج شرکت بیمه‌ای منتخب طی دورهٔ زمانی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ می‌پردازد. برای محاسبهٔ 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 نتیجهٔ 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 اولیهٔ 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 $(\mathrm{p} \le \mathrm{k})$، k تعداد دوره‌های زمانی مورد بررسی و w معرف تعداد پنجره‌هاست. تعداد DMUها در اینجا برابر ۵ است (n=۵). با توجه به داده‌ها، k=۴ است و طول پنجره برابر ۳ در نظر گرفته شده است (p=۳)، بنابراین

$w = k - p + 1$ = ۴ - ۳ + ۱ = ۲ = تعداد پنجره‌ها (تعداد دفعات تحلیل انجام‌شده)

np = تعداد DMU در هر پنجره =۵ × ۳ =۱۵

npw = تعداد DMUهای متفاوت =۵× ۳ × ۲ =۳۰

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

ورودی‌ها، خروجی‌ها و اندازه‌های میانی مدل

ورودی‌های مرحلهٔ اول هزینه‌های اداری و عمومی و هزینه‌های بیمه‌ای هستند، و خروجی مرحلهٔ دوم سود انباشته‌شده طی دورهٔ مورد بررسی است. اندازه‌های میانی بین دومرحله، حق‌بیمهٔ صادره (Z_1) و حق‌بیمهٔ اتکایی (Z_2) است. داده‌های جمع‌آوری‌شده برای اجرای مدل، از ترازنامهٔ مالی موجود در وب‌گاه ۵ شرکت بیمه‌ای منتخب در ایران از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ جمع‌آوری شده است.

محاسبات و نتایج

شرکت‌های بیمه‌ای مورد ارزیابی را با نامهای $\mathrm{DMU1}$، $\mathrm{DMU2}$، $\mathrm{DMU3}$، $\mathrm{DMU4}$ و $\mathrm{DMU5}$ نشان می‌دهیم. کارایی که ابتدا برای کل فرایند با توجه به ورودی، خروجی و اندازهٔ میانی اولیه در حالت ورودی محور به دست می‌آید، در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به میانگین ستونی برای DMUها در جدول ۲ کمترین کارایی، مربوط به $\mathrm{DMU1}$ در سال ۹۰ و بیشترین نمرهٔ کارایی مربوط به $\mathrm{DMU5}$ در سال ۹۲ است.

[1]. Window Analysis

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

با توجه به تغییرات سطری کارایی در جدول ۲ برای DMU1، مشاهده می‌شود که در حالت سطری تغییرات نشان‌دهندهٔ افزایش نمرهٔ 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 نشان‌دهندهٔ نمرهٔ 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 نشان‌دهندهٔ کاهش نمرهٔ کارایی است که با توجه به آن می‌توان رفتاری رو به بدترشدن را برای آنها، با توجه به تغییرات زمان نتیجه گرفت. با توجه به مدل ورودی‌محور، اندازه‌های میانی بهینهٔ به دست آمده در جدول ۳ و جدول ۴ مشاهده می‌شود.

جدول ۳: اندازهٔ میانی بهینه Z_1 ورودی‌محور

	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲
DMU1	۴۴۵۲۹۳/۹	۵۸۹۳۹۸/۴	۱۵۵۵۲۸۸	
		۶۲۳۳۷۹/۷	۱۶۴۴۹۵۷	۲۷۶۶۸۳۳
میانگین ستونی	۴۴۵۲۹۳/۹	۶۰۶۳۸۹/۱	۱۶۰۰۱۲۲	۲۷۶۶۸۳۳
DMU2	۲۵۲۰۶۶۶	۲۷۸۰۳۸۵	۳۴۶۰۴۲۱	
		۲۷۸۷۳۸۷	۳۴۶۹۱۳۶	۵۵۹۱۰۹
میانگین ستونی	۲۵۲۰۶۶۶	۲۷۸۳۸۸۶	۳۴۶۴۷۷۸	۵۵۹۱۰۹
DMU3	۴۸۵۶۸۷/۸	۴۹۹۷۳۷/۸	۵۷۲۶۲۵/۳	
		۵۲۸۵۴۹/۸	۶۰۵۶۳۹/۵	۸۳۴۱۴۹/۸
میانگین ستونی	۴۸۵۶۸۷/۸	۵۱۴۱۴۳/۸	۵۸۹۱۳۲/۴	۸۳۴۱۴۹/۸
DMU4	۱۳۱۱۲۰۸	۱۲۲۳۹۶۸	۱۲۰۶۵۹۹	
		۱۲۹۴۵۳۴	۱۲۷۶۱۶۵	۲۰۹۰۶۰۲
میانگین ستونی	۱۳۱۱۲۰۸	۱۲۵۹۲۵۱	۱۲۴۱۳۸۲	۲۰۹۰۶۰۲
DMU5	۲۰۴۴۳۶۸	۱۶۰۰۷۴۵	۱۶۳۳۹۰۲	
		۱۶۹۳۰۳۴	۱۷۲۸۱۰۳	۳۱۸۰۴۳۵
میانگین ستونی	۲۰۴۴۳۶۸	۱۶۴۶۸۸۹	۱۶۸۱۰۰۲	۳۱۸۰۴۳۵

جدول ۴: اندازهٔ میانی بهینه Z_2 ورودی‌محور

	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲
DMU1	۱۴۳۳۹۸/۵	۱۸۱۶۵۹/۶	۴۶۹۵۴۳/۲	
		۱۶۶۵۴۸/۵	۴۴۳۷۹۴/۶	۷۵۴۰۸۰/۷
میانگین ستونی	۱۴۳۳۹۸/۵	۱۷۴۱۰۴/۱	۴۵۶۶۶۸/۹	۷۵۴۰۸۰/۷
DMU2	۶۹۶۵۸۱/۸	۷۵۹۱۰۶/۸	۹۴۴۷۷۱/۸	
		۶۶۴۴۷۶/۸	۹۴۷۱۵۱/۱	۱۵۴۱۹۳۰
میانگین ستونی	۶۹۶۵۸۱/۸	۷۱۱۷۹۱/۸	۹۴۵۹۶۱/۴	۱۵۴۱۹۳۰
DMU3	۱۵۷۱۷۷/۹	۱۸۵۱۳۷/۶	۲۱۴۳۱۹/۲	
		۱۲۳۶۷۲/۳	۱۴۳۰۵۴/۷	۲۰۹۶۶۰/۱
میانگین ستونی	۱۵۷۱۷۷/۹	۱۵۴۴۰۴/۹	۱۷۸۶۸۶/۹	۲۰۹۶۶۰/۱
DMU4	۳۸۷۰۷۷/۳	۴۴۳۳۸۰/۹	۴۵۲۵۴۰/۳	
		۲۹۶۹۷۸/۸	۳۰۲۰۲۶/۸	۴۸۶۶۳۲/۴
میانگین ستونی	۳۸۷۰۷۷/۳	۳۷۰۱۷۹/۸	۳۷۷۲۸۳/۵	۴۸۶۶۳۲/۴
DMU5	۷۳۴۶۵۶/۳	۶۱۱۳۲۴/۴	۶۱۵۲۳۶/۵	
		۴۰۷۷۹۱/۷	۴۱۰۵۳۰/۲	۶۷۵۵۱۵
میانگین ستونی	۷۳۴۶۵۶/۳	۵۰۹۵۵۸/۱	۵۱۲۸۸۳/۴	۶۷۵۵۱۵

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، تحت مدل ورودی‌محور، برای DMU5 در سال ۹۲ اندازه‌های میانی بهینه معادل با مقادیر اندازه‌های میانی مشاهده‌شدهٔ 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 نمرهٔ 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 جدل ۵ مشاهده می‌شود.

جدول۵: کارایی اولیهٔ خروجی‌محور

	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲
DMU1	۸/۶۷۸۳۰۴	۱۰/۴۳۹۳۴	۶/۷۰۷۶۱۵	
		۶/۰۵۴۵۵۳	۵/۷۴۳۸۱۹	۴/۶۲۲۲۲۱
میانگین ستونی	۸/۶۷۸۳۰۴	۹/۷۴۶۹۴۶	۶/۲۲۵۷۱۷	۴/۶۲۲۲۲۱
DMU2	۱/۴۳۷۲۰۵	۱/۸۵۱۰۹۲	۱/۸۵۱۴۸۷	
		۱/۹۵۱۳۸۳	۱/۸۴۶۸۳۶	۱/۴۲۷۹۵۷
میانگین ستونی	۱/۴۳۷۲۰۵	۱/۹۰۱۲۳۷	۱/۸۴۹۱۶۲	۱/۴۲۷۹۵۷
DMU3	۱/۸۰۲۶۳۸	۳/۴۷۲۳۴۵	۴/۳۶۶۳۰۵	
		۳/۶۲۳۴۹۸	۴/۴۸۷۵۹۴	۳/۲۹۷۶۲۸
میانگین ستونی	۱/۸۰۲۶۳۸	۳/۵۴۷۹۲۱	۴/۴۲۶۹۴۹	۳/۲۹۷۶۲۸
DMU4	۲/۶۹۲۸۳۷	۵/۷۳۶۳۰۹	۴/۴۲۰۱۹۷	
		۶/۱۸۱۲۱۸	۶/۶۲۶۹۲۴	۴/۲۲۶۹۵۸
میانگین ستونی	۲/۶۹۲۸۳۷	۵/۹۵۸۷۶۳	۸/۵۲۳۵۶۰	۴/۲۲۶۹۵۸
DMU5	۱/۰۷۵۸۲۳	۱/۳۸۸۱۲۲	۱/۸۵۵۵۵۷	
		۱/۳۸۲۸۶۵	۱/۸۸۹۶۶۷	۱
میانگین ستونی	۱/۰۷۵۸۲۳	۱/۳۸۵۴۹۳	۱/۸۷۲۶۱۲	۱

همان‌طور که مشاهده می‌شود نمرهٔ کارایی کل سیستم در مدل خروجی‌محور برابر مقدار $\frac{1}{\text{نمرهٔ کارایی کل ورودی محور}}$ است و تحت شرط بازده به مقیاس ثابت همین انتظار می‌رود. با توجه به میانگین ستونی برای DMU ها در جدول ۵ کمترین کارایی کل سیستم مربوط به DMU1 در سال ۹۰ و بیشترین نمرهٔ 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 نشان‌دهندهٔ بهبود نمرهٔ 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 نمرهٔ 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 خروجی‌محور، در جدول ۶ و ۷ مشاهده می‌شود.

جدول ۶: اندازهٔ میانی بهینه Z_1 خروجی‌محور

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

جدول ۷: اندازهٔ میانی بهینه Z_2 خروجی‌محور

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

طبق جدولهای ۷ و ۸، تحت مدل خروجی‌محور، برای DMU2 در سالهای ۸۹ ،۹۱ و۹۲، برای DMU4 در سالهای ۸۹ و۹۲ و برای DMU5 در سال ۹۲ اندازه‌های میانی بهینه، معادل با مقادیر اندازه‌های میانی اولیه است. پس از اِعمال تغییرات در مدل خروجی‌محور، یعنی تغییر خروجی به صورت $\varphi_j^* y_{ij}$ و جایگزینی اندازه‌های میانی بهینه به جای اندازه‌های میانی اولیه، نمرهٔ کارایی برابر یک مشاهده می‌شود.

نتایج و بحث

جمع‌بندی و پیشنهادها

در این مقاله به بررسی یکی از مدلهای دومرحله‌ای، در چارچوب تحلیل پوششی داده‌ها اشاره شد. به واسطهٔ وجود اندازه‌هایِ میانی، فرایند تنظیم ورودیها یا خروجیها به وسیلهٔ نمرات کارایی همانند روش تحلیل پوششی داده‌های استاندارد، لزوماً منجر به تصویرسازی روی مرز نمی‌شود. مدلی که برای محاسبهٔ 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 محاسبهٔ 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 مشاهدهٔ اندازه‌های میانی بهینه نیز فراهم است، درنتیجه سیستم می‌تواند در جهت اندازه‌های میانی خود به نحوی حرکت کند که بتواند خود را به نقطهٔ بهینه‌ای که برای اندازهٔ میانی-اش در نظر گرفته شده است، برساند. درنتیجه می‌توان تصاویر DMU های ناکارا را نیز روی مرز کارا تصویر کرد، سپس با اِعمال تغییرات در اندازه‌های میانی و ورودی یا خروجی (متناسب با نوع مدل)، نمرهٔ کارایی برای همهٔ واحدهای تصمیم‌گیرنده، برابر یک مشاهده می‌شود. مدل ارائه‌شده، کاربرد مهمی در حوزهٔ مدیریت زنجیرهٔ تأمین دارد. در پاسخ به نیاز برای درک بهتر زنجیرهٔ تأمین و لزوم ارزیابی عملکرد اعضای زنجیرهٔ تأمین، ابزارهایی نظیر این روش می‌توانند دربارهٔ این موضوع نگاه‌های جدیدی را فراهم کنند. مدل بیان‌شده این مزیت را دارد که می-تواند نمایش واضحی را از اینکه در کجا در تنظیمات چندمرحله‌ای ضعف وجود دارد، نمایش دهد.

نتایج به دست آمده برای شرکتهای بیمهٔ منتخب طی سالهای ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ در تحلیل پنجره‌ای، بر پایین‌بودن نمرهٔ کارایی در مرحلهٔ دوم، که مربوط به عملکرد سودآوری شرکتهاست، نسبت به مرحلهٔ 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[1]) به کار برده شود. مطالعهٔ بیشتری برای ایجاد مدلهایی برای تعیین نقاط مرز DEA برای DMU های ناکارا تحت شرط VRS مورد نیاز است. همچنین، به کمک مدل نسبی مطرح‌شده می‌توان اندازه‌های میانی جدیدی را به دست آورد که این اندازه‌ها لزوماً یکتا نیستند و جواب چندگانه داریم و لازم است شرایطی بر مدل اِعمال شود تا بتوانیم به شناسایی اندازه‌های میانی منحصربفرد دست یابیم و این امر نیازمند مطالعات بیشتر است.

منابع و ماخذ

پورکاظمی، م.ح.، صمصامی، ح. ابراهیمی قوام‌آبادی، خ.، (۱۳۹۰)، اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری شرکتهای بیمهٔ دولتی و خصوصی با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم‌کوئیست. پژوهشنامهٔ بیمه، ش۴، صص ۱-۲۶.

حسینی‌زاد اسکندر، ی.، (۱۳۸۴). بررسی آثار و پیامدهای خصوصی‌سازی صنعت بیمه بر ساختار داراییها و سرمایه‌گذاریهای شرکتهای بیمه. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی تهران. واحد علوم و تحقیقات.

صفری، ح. شریفی قلعه‌سری، س.ف.، (۱۳۹۲). ارزیابی کارایی شبکهٔ فروش یک شرکت بیمه در حوزهٔ بیمه‌های مسئولیت با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها. فصلنامهٔ مطالعات بیمه، ش ۱.

فلاح، م.، (۱۳۸۶). ارزیابی کارایی شعب شرکتهای بیمه با روش تحلیل پوششی داده‌ها. تازه‌های جهان بیمه، ش ۱۱۵ و ۱۱۶، ص ۲۱.

[1]. Variable Return to Scale.

کاظمی کسمایی، ح.، (۱۳۸۳). دو مدل پیشنهادی جهت اندازه‌گیری کارایی فنی شرکتهای بیمه. نشریهٔ صنعت بیمه، ش ۷۴، صص ۳۰-۴۰.
گلستانی، م.، (۱۳۸۶). بررسی روند کارایی شرکتهای بیمهٔ دولتی در سالهای ۱۳۸۰-۱۳۸۴ با استفاده از مدل DEA. پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد. دانشکدهٔ مدیریت. دانشگاه علامه طباطبایی.
مؤمنی، م. شاه‌خواه، ن.، (۱۳۸۸). ارزیابی شرکتهای بیمه ایران با استفاده از مدل ارتباطی دو مرحله‌ای. فصلنامهٔ صنعت بیمه، ص ۴۶.
هاشمی، م.، (۱۳۸۶). سخنرانی رئیس کل بیمهٔ مرکزی ج.ا.ا در همایش نقش بیمه در اقتصاد ملی تاریخ مشاهده: مهر ۱۳۸۹، Farhangebimeh.blogfa.com/post-178.aspx.

Audibert, M.; Mathonnat, J.; Pelissier, A.; 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.

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

Bai-qing, S.; Yi-xing, X.; 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.

Barros, P.; Barroso, N.; 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.

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

Boonyasai, T.; Grace, M.F.; 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.

Brockett, P.L.; Cooper, W.W.; Golden, L.L.; Rousseau, J.J.; 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.

Charnes, A.; Cooper, W.W.; Rhodes, E., (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, pp.429-444.

Chen, Y.D.; Cook, W.; Zhu, J., (2010). Deriving the DEA frontier for two-stage processes. European Journal of Operational Research, pp.138-142.

Cummins, J.D.; Weiss, M.A.; 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.

Diacon, S.R., (2001). The Efficiency of UK General Insurance Companies. CRIS Discussion paper Series. Centre for Risk & Insurance Studies. The University of Nottingham.

Eling, M.; Luhnen, M., (2009). Frontier efficiency methodologies to measure performance in the insurance industry: Overview, systematization, and recent developments. Working Paper, Ulm University.

Farrell, M.J., (1957). The Measurement of productive efficiency. Journal of the Royal Statistical Society, pp.253–281.

Hwang, S.N.; 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.

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.

Seiford, LM.; Zhu, j., (1999). Profitability and marketability of the top 55 US commercial banks. Management Science, pp.1270-1288.

Sexton, T.R.; Lewis, H.F., (2003). Two-stage DEA: An application to major league baseball. Journal of Productivity Analysis, pp.227-249.

Zhu, j., (2000). Multi-factor performance measure model with an application to Fortune 500 companies. European journal of Operational Research, pp.105-124.