

کاربرد مدل ارتباطی تحلیل پوششی داده‌های دو مرحله‌ای در ارزیابی کارایی

دانشور

رشتار

مدیریت و پیشرفت

Management and Achievement

• دریافت مقاله: ۸۷/۷/۲۳

• پذیرش مقاله: ۸۸/۱۲/۲۴

Scientific-Research
Journal of
Shahed University
Eighteenth Year
No. 47-1
Jun.Jul.2011

دوماهنامه علمی - پژوهشی
دانشگاه شاهد
سال هجدهم - دوره جدید
شماره ۱-۴۷
تیر ۱۳۹۰

نویسندگان: دکتر منصور مؤمنی^۱، نادر شاه‌خواه^{۲*}

۱. استادیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه تهران

* Email: N_shahkhah@yahoo.com

چکیده

هدف این تحقیق این است که با استفاده از مدل ارتباطی تحلیل پوششی داده‌های دو مرحله‌ای تفکیک کارایی را در یک فرآیند تولید دو مرحله‌ای که خروجی‌های مرحله اول ورودی‌های مرحله دوم می‌باشند بررسی کند. متفاوت با کارهای گذشته که فرآیند تولید کل و دو زیرفرآیند رامستقل تلقی می‌کنند، این تحقیق، ارتباط رشته‌ای دو زیرفرآیند را در اندازه‌گیری کارایی‌ها لحاظ می‌کند. از شرکت‌های بیمه ایران که فرآیند تولیدشان فرآیندی دو مرحله‌ای می‌باشد استفاده شده تا این موضوع را تشریح کنند. نتایج به دست آمده از رویکرد دو مرحله‌ای ارتباطی با نتایج به دست آمده از رویکرد دو مرحله‌ای مستقل مقایسه شدند.

با بررسی جواب‌های حاصل از مدل ارتباطی و مستقل این نتیجه به دست می‌آید که جواب‌های مدل‌های ارتباطی و مستقل با یکدیگر همبستگی دارند، اما مدل ارتباطی جواب‌های منطقی‌تر و قابل اطمینان‌تری نسبت به مدل مستقل ارائه می‌دهد. مثلاً نتایج مدل ارتباطی در جدول ۲ نشان می‌دهد که شرکت بیمه ملت از نظر کارایی کل کارا می‌باشد و از نظر کارایی هر دو مرحله اول و دوم نیز کارا می‌باشد که این امر با منطق سازگار است و می‌تواند انتظار مردم را در رابطه با ارتباط فیزیکی فرآیند کل و دو زیرفرآیند توصیف کند. اما نتایج مدل مستقل در همان جدول نشان می‌دهد که شرکت بیمه پاسارگاد از نظر کارایی کل کارا می‌باشد اما از نظر کارایی مرحله اول کارایی بسیار پایینی دارد که این نتیجه با منطق سازگار نیست و نمی‌تواند انتظار مردم را در رابطه با ارتباط فیزیکی فرآیند کل و دو زیرفرآیند توصیف کند.

واژه‌های کلیدی: کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها، مدل ارتباطی دو مرحله‌ای، مدل مستقل دو مرحله‌ای.

مقدمه

مشابهی را تولید کنند به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شود. نتایج این اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهند که هر واحد تصمیم‌گیری در تبدیل ورودی‌ها به خروجی‌ها چطور عمل کرده است. یک مسئله حائز اهمیت برای واحدهای غیرکارا

امروزه از تحلیل پوششی داده‌ها برای اندازه‌گیری کارایی نسبی یک مجموعه از واحدهای تصمیم‌گیری که ورودی‌های مشابهی را به کار می‌برند تا خروجی‌های

این است که چه عواملی هستند که این ناکارایی را ایجاد می‌کنند.

به منظور پاسخ به این سؤال، بیشتر تلاش‌ها صرف شده‌اند بر تفکیک کارایی کل به اجزاء سازنده تا اینکه بتوانند منابع ناکارایی را شناسایی کنند. یک نوع از تفکیک بر ساختار مدل DEA تمرکزی می‌کند. بنکر و دیگران (۱۹۸۴) کارایی کل یک واحد تصمیم‌گیری را به محصول کارایی مقیاس و کارایی فنی تفکیک می‌کنند. بایرنز و دیگران (۱۹۸۴) تأثیر تخصیصی را از کارایی فنی تفکیک می‌کنند. کائو (۱۹۹۵) کارایی کل را به یک میانگین حسابی موزون از خروجی‌های جداگانه تفکیک می‌کند. نوع دیگری از تفکیک بر مراحل تولید تمرکزی می‌کند. در این نوع از تفکیک فرایند تولید پیچیده به زیرفرایندها تقسیم می‌شود، از این نظر که برخی از محصولات میانی از یک طرف خروجی‌های یک زیر فرایند می‌باشند و از طرف دیگر ورودی‌های زیرفرایند بعدی می‌باشند. کارهای فار و گراسکوف (۱۹۹۶ و ۲۰۰۰) و سیفورد و ژو (۱۹۹۹) برخی از مثال‌های مربوط به این رویکرد می‌باشند.

در نوع اول تفکیک کارایی کل که بر ساختار مدل DEA تمرکزی می‌کند، نوعی رابطه ریاضی بین کارایی کل و کارایی‌های جزء وجود دارد در حالی که در نوع دوم تفکیک کارایی کل که بر مراحل تولید تمرکزی می‌کند رابطه به خصوصی بین کارایی کل و کارایی‌های جزء وجود ندارد. دلیل این امر این است که چون زیرفرایندها در نوع دوم در محاسبه کارایی‌های آن‌ها به عنوان فرایندهای مستقل در نظر گرفته می‌شوند و مدل برای محاسبه کارایی‌های زیرفرایندها هیچ‌گونه رابطه‌ای را بین اجزاء و کل سیستم منعکس نمی‌کند.

این تحقیق تفکیک کارایی را در یک فرایند تولید دومرحله‌ای که خروجی‌های مرحله اول ورودی‌های مرحله دوم است بررسی می‌کند و با کارهای گذشته که فرایند تولید کل و دو زیرفرایند را مستقل تلقی می‌کنند متفاوت است، این تحقیق ارتباط رشته‌ای دو زیرفرایند را در اندازه‌گیری کارایی‌ها لحاظ می‌کند.

مبانی نظری تحقیق

از نظر فارل (۱۹۵۷) کارایی انواع مختلفی دارد عبارت‌اند از

تکنیکی (فنی)^۱، تخصیصی (قیمتی)^۲، اقتصادی (هزینه‌ای)^۳ و ساختاری^۴. کارایی تکنیکی توانایی یک بنگاه را برای به‌دست آوردن ماکزیمم ستانده از یک مجموعه از نهاده‌های داده‌شده منعکس می‌کند. کارایی تخصیصی توانایی یک بنگاه را برای استفاده از نهاده‌ها در نسبت‌های بهینه با توجه به قیمت‌های متناظر نهاده‌ها نشان می‌دهد. کارایی اقتصادی ترکیبی از کارایی تکنیکی و کارایی تخصیصی مرتبط است. یک سازمان فقط در صورتی کارایی اقتصادی دارد که از لحاظ تکنیکی و هم از لحاظ تخصیصی کارا باشد، و در آخر کارایی ساختاری است که از آن برای سنجش کارایی صنعت می‌توان استفاده کرد. کارایی ساختاری یک صنعت از متوسط وزنی کارایی بنگاه‌های آن صنعت به‌دست می‌آید (۱).

نظر فارل اساس کار مقاله چارنز، کوپر و رودز شد. آن‌ها تحلیل اولیه فارل را که در حالت تک‌داده و تک‌ستاده مطرح شده بود به حالت چندداده و چندستاده تبدیل کردند و نام آن را CCR^5 گذاشتند. نام CCR از حروف اول چارنز، کوپر و رودز گرفته شده است. پس از آن بنکر، چارنز و کوپر با کامل کردن مقاله چارنز و دیگران مدل BBC^6 را ارائه کردند. نام BCC از حروف اول بنکر، چارنز و کوپر گرفته شده است. این دو مقاله اخیر پایه بسیاری از مطالعات تحلیل کارایی شدند و این شاخه از علم به عنوان تحلیل پوششی داده‌ها نامیده شد (۲).

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یک روش برنامه‌ریزی ریاضی برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری است که چندین ورودی را برای تولید چندین خروجی استفاده می‌کنند. در تحلیل پوششی داده‌ها به اختصاص وزن‌ها به ورودی‌ها و خروجی‌ها نیازی نیست، این روش خود، وزن‌ها را تعیین می‌کند. این روش واحدهایی را به عنوان واحد مرجع معرفی می‌کند و واحد مجازی با توجه به وزن‌های این واحدهای مرجع (λ) برای واحد تصمیم‌گیری ناکارا ساخته می‌شوند. وزن‌های واحدهای مرجع (λ) نسبتی از ورودی‌ها و خروجی‌های تمامی

1. Technic Efficiency (TE).
2. Allocative Efficiency (AE).
3. Economic Efficiency (EE).
4. Structural Efficiency(SE).
5. Chanes, Cooper and Rhodes
6. Banker, Charnes & Cooper

دهد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که صنعت بیمه عمر و سلامت کانادا، در طی دوره مورد بررسی نسبتاً به‌طور کارا عمل کرده‌است (۴).

کائو و هوآنگ (۲۰۰۶) از تحلیل پوششی داده‌های دومرحله‌ای برای ارزیابی عملکرد مدیریتی در ۲۴ شرکت بیمه غیر عمر تایوان استفاده کرده‌اند. در این تحقیق عملکرد توسط قابلیت بازاریابی در مرحله اول و قابلیت سودآوری در مرحله دوم اندازه‌گیری شده‌است. کایو و هوآنگ کارایی مرحله اول، یعنی قابلیت بازاریابی و مرحله دوم، یعنی قابلیت سودآوری را به‌طور مستقل با استفاده از DEA متداول اندازه‌گیری کرده‌اند و در قسمت نتیجه‌گیری مقاله اظهار می‌کنند که به جای اینکه کارایی یک شرکت بیمه را فقط در حالت کل و یک بار اندازه بگیریم بهتر است که کارایی یک شرکت بیمه را در دو مرحله اندازه بگیریم و این کار سبب خواهد شد تا کارایی مدیریتی بهتر نشان داده شود و کمک خواهد تا شرکت‌های بیمه به‌طور روشن‌تری مزایا و معایب به خصوص خود را درک کنند (۵).

کائو و هوآنگ (۲۰۰۷) برای ارزیابی کارایی شرکت‌های بیمه غیر عمر تایوان از مدل ارتباطی DEA دومرحله‌ای استفاده کرده‌اند. مدل ارتباطی DEA دومرحله‌ای در حقیقت توسعه‌یافته مدل DEA متداول است تا بتواند رابطه فیزیکی بین فرایند کار و زیرفرایندهای جزء را توصیف کند. در مدل ارتباطی DEA دومرحله‌ای، محدودیت‌های هردو زیر فرایند، به محدودیت فرایند کل اضافه می‌شوند (۶).

تحقیقات داخلی

محمد فلاح کوشک مهدی (۱۳۸۵) در تحقیق خود کارایی شعب منتخب بیمه در تهران را به روش DEA ارزیابی کرده‌است. نگارنده در بخش نتیجه‌گیری تحقیق خود اشاره می‌کند که "نتایج این تحقیق مقایسه‌ای بین کارایی در شرکت‌های بیمه ارایه‌نمی‌دهد، بلکه هر شرکت به‌طور جداگانه سنجش و ارزیابی خواهد شد. اصولاً در صورتی که هدف مقایسه عملکرد شرکت‌های بیمه با هم باشد، پارامترهای دیگر مانند حجم سرمایه‌گذاری‌ها، درآمدهای ناشی از محل سرمایه‌گذاری، درآمدهای ناشی از محل حق بیمه، تعداد و ارزش هریک از انواع بیمه‌نامه‌ها، سرمایه اولیه، سنوات فعالیت و ... می‌بایست مدنظر

واحدهاست که باهم ترکیب می‌شوند و واحد مجازی را می‌سازند (۳).

تعریف: در ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری از طریق مدل‌های اساسی تحلیل پوششی داده‌ها، مجموعه مرجع مجموعه تمام واحدهایی است که در یکی از جواب‌های بهین λ متناظر آن مخالف صفر باشد به عبارت دیگر، اگر E_0 مجموعه مرجع DMU_0 باشد:

$E_0 = \{DMU_j \mid \text{حداقل در یکی از جواب‌های بهین مدل پوششی متناظر واحد صفر مثبت باشد } \lambda_j^* \}$
از نظر تیوری تا به حال روش مؤثری برای پیدا کردن مجموعه فوق ارایه نشده‌است (۶).
با توجه به مجموعه مرجع:

◀ یا DMU_0 ناکاراست، یعنی $\theta^* < 1$. در نتیجه تعدادی واحد تصمیم‌گیری به عنوان واحدهای مرجع آن معرفی می‌شود.

◀ یا کاراست که به مجموعه مرجع سه نوع بستگی دارد:

۱. کارای رأسی: واحد تصمیم‌گیری کارا، که مرجع آن فقط خودش باشد. یا اگر و فقط اگر

$$E_0 = \{DMU_0\}$$

۲. کارای غیررأسی: واحد تصمیم‌گیری که به مفهوم پارتو کارا بوده و مجموعه مرجع آن حداقل دو عضو داشته‌باشد.

$$|E_0| \geq 2$$

۳. کارای ضعیف: یعنی $\theta^* = 1$ ولی متغیرهای کمبود غیرصفر باشند.

پیشینه تحقیق

تحقیقات خارجی

زیجیانگ یانگ (۲۰۰۶) در تحقیق خود یک مدل DEA دومرحله‌ای را برای ارزیابی کارایی سیستماتیک صنعت بیمه عمر و سلامتی کانادا ارایه می‌دهد. به ویژه این مدل جدید به تلفیق عملکردهای تولید و سرمایه‌گذاری شرکت‌های بیمه اجازه می‌دهد. در تمام این تحقیق، تأکید ویژه‌ای بر چگونگی ارایه نتایج DEA برای مدیریت شده‌است تا اینکه به آن‌ها درباره اینکه چه چیزی را مدیریت و چگونه تغییرات را محقق‌کنند راهنمایی بیشتری

داخل فرایند کل است. با این چارچوب کارایی فرایند کل می‌تواند به کارایی‌های دو زیر فرایند تجزیه شود. مدل تحلیل پوششی داده‌های متداول برای اندازه‌گیری کارایی واحد تصمیم‌گیری k م با فرض بازگشت به مقیاس ثابت مدل CCR به صورت زیر است (۶):

$$E_k = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}} \quad (1)$$

s.t

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq \epsilon, \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m.$$

که در آن x, y به ترتیب ورودی و خروجی واحد تصمیم‌گیری می‌باشد. هر واحد تصمیم‌گیری m تا ورودی را به کار می‌گیرد تا s تا خروجی تولید کند و E_k کارایی نسبی واحد تصمیم‌گیری k ، $E_k = 1$ نشان‌دهنده کارایی واحد و $E_k < 1$ نشان‌دهنده عدم کارایی می‌باشد. اکنون فرض می‌کنیم که یک فرایند تولید از یک مجموعه دارای دو زیر فرایند تشکیل می‌شود، همان‌طور که در تصویر زیر نشان داده شده است.

قرارگیرد، لذا نمی‌توان با مشاهده کلی سطح کارایی شعب یک شرکت، این کارایی را به آن شرکت تعمیم داد" (۷).

مژده گلستانی (۱۳۸۶) روند کارایی شرکت‌های بیمه دولتی در سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۸۰ با استفاده از مدل DEA ارزیابی شده است. در بخش نتیجه‌گیری بیان شده است که (۸):

۱. عملکرد شرکت‌های بیمه دولتی در بازه ۵ ساله کاملاً کارا نبوده، بلکه فقط نیمی از واحدهای تصمیم‌گیر عملکرد کارا داشته‌اند؛

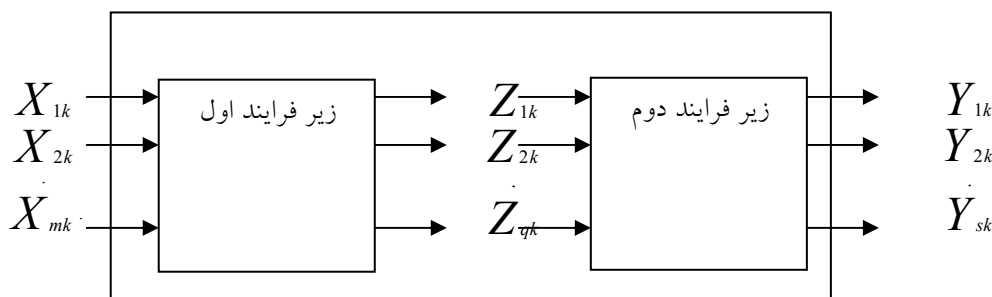
۲. نه تنها بالابردن پورتنفو و ترکیب سرمایه‌گذاری‌های مالی دلیل بر کارایی بالاترین شرکت‌ها نیست، بلکه تصمیم‌گیری بر اساس فاکتورهای مجرد پورتنفوی حق بیمه، سرمایه‌گذاری مدیران و ذی‌نفعان صنعت بیمه را به گمراهی خواهد کشاند؛

۳. کارایی شرکت‌های بیمه دولتی کارا به جز یک واحد بقیه واحدها با روند نزولی همراه بوده است.

مدل ارتباطی تحلیل پوششی داده‌های دومرحله‌ای

کارایی فرایندهای تصمیمی که می‌توانند به دو مرحله تقسیم شوند به منظور شناسایی دلایل ناکارایی برای کل فرایند و نیز برای هر مرحله به صورت مستقل با استفاده از روش DEA متداول اندازه‌گیری شده‌اند. مدل ارتباطی تحلیل پوششی داده‌های دومرحله‌ای در حقیقت اصلاح شده مدل تحلیل پوششی داده‌ها با لحاظ کردن دو زیرفرایند

شکل ۱- فرایند تولید با دو زیرفرایند (۶)



میانی Z_{pk} خروجی‌های مرحله یک و نیز ورودی‌های مرحله دو می‌باشند.

مدل تحلیل پوششی داده‌های دومرحله‌ای سیفورد و ژو (۱۹۹۹) از مدل (۱) برای اندازه‌گیری کارایی کل و

فرایند کل از m تا ورودی X_{ik} برای تولید s تا خروجی Y_{rk} استفاده می‌کند. متفاوت با فرایند تولید یک مرحله‌ای متداول این‌جا فرایند تولید از دو زیرفرایند با q تا محصول میانی Z_{pk} تشکیل می‌شود. علاوه بر این، محصولات

$$\text{s.t. } \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}}{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n,$$

$$u_r, w_p \geq \epsilon, \quad r = 1, \dots, s; \quad p = 1, \dots, q.$$

این دو مدل اساساً شبیه مدل (1) است و کارایی‌های فرایند کل و دو زیرفرایند به صورت مستقل محاسبه می‌شوند. به منظور پیوند دادن دو زیرفرایند با فرایند کل، یک مدل باید ارتباط رشته‌ای بین فرایند کل و دو زیرفرایند را توصیف کند. در نظر بگیریم واحد تصمیم‌گیری k برای محاسبه کارایی کل آن E_K و کارایی‌های زیرفرایندهای E_k^1 و E_k^2 انتخاب شده است. در این صورت کارایی کل نتیجه کارایی‌های دو زیرفرایند می‌باشد، یعنی:

$$E_k^2 \times E_k^1 = E_K$$

بر اساس این مفهوم، راه محاسبه کارایی کل، یعنی E_K و لحاظ کردن ارتباط رشته‌ای دو زیرفرایند این است که محدودیت‌های نسبتی دو زیرفرایند به مدل (1) اضافه شود:

(3)

$$E_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rk}}{\sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pk}}, \quad E_k^1 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik}},$$

$$E_k^2 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rk}}{\sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pk}}$$

مجموعه محدودیت‌های مدل کل جدید شامل محدودیت‌های مدل‌های (1)، (2a) و (2b) است. مدل (3) یک برنامه کسری خطی می‌باشد که به برنامه خطی زیر می‌تواند تبدیل شود:

$$E_k = \max \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}$$

$$\text{s.t. } \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1,$$

مدل‌های (2a) و (2b) زیر به ترتیب برای اندازه‌گیری کارایی‌های مرحله یک E_K^1 و مرحله دو E_k^2 استفاده می‌کند (9).

$$E_k^1 = \max \frac{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pk}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}}$$

$$\text{s.t. } \frac{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n,$$

$$w_p, v_i \geq \epsilon, \quad p = 1, \dots, q, \quad i = 1, \dots, m,$$

(2a)

$$E_k = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}}$$

$$\text{s.t. } \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n,$$

$$\frac{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n,$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}}{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n,$$

$$u_r, v_i, w_p \geq \epsilon, \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m; \quad p = 1, \dots, q.$$

(2b)

$$E_k^2 = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}}{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pk}}$$

روشن است که رابطه زیر برقرار است:

$$E_K = E_k^1 \times E_k^2$$

کاملاً محتمل است که ضرایب بهینه‌ای که از مدل (4) حل می‌شوند ممکن است که منحصر به فرد نباشند، در نتیجه تجزیه نیز منحصر به فرد نخواهد بود، این باعث خواهد شد که مقایسه E_k^1 یا E_k^2 در میان همه واحدهای تصمیم‌گیری فاقد یک اساس مشترک باشد. یک راه‌حل برای این مشکل این است که مجموعه ضرایبی را پیدا کنیم که بزرگ‌ترین E_k^1 را تولید می‌کنند در حالی که نمره کارایی کل E_K محاسبه شده از مدل (4) را حفظ می‌کنند. این ایده می‌تواند به صورت زیر فرمول‌بندی شود:

(5)

بعد از اینکه E_k^1 از طریق مدل بالا محاسبه شد، کارایی مرحله دوم را می‌توان محاسبه کرد، یعنی:

$$E_k^2 = \frac{E_k}{E_k^1}$$

راه دیگر اینکه اگر کارایی مرحله دوم دارای اهمیت بیشتری برای تصمیم‌گیرنده باشد، تصمیم‌گیرنده می‌تواند اول E_k^2 را با جایگزین کردن تابع هدف مدل Z با $\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}$ و محدودیت اول با $\sum_{p=1}^q w_p Z_{pk}$ اندازه‌گیری کند. در این باره E_k^1 به این صورت محاسبه می‌شود:

$$E_k^1 = \frac{E_k}{E_k^2}$$

مدل مستقل DEA دومرحله‌ای

منظور از مدل مستقل همان DEA متداول می‌باشد. به این صورت که برای اندازه‌گیری کارایی فرایند دومرحله‌ای، کارایی زیرفرایند اول، زیرفرایند دوم و کل فرایند به صورت جداگانه با استفاده از DEA متداول و بدون لحاظ کردن ارتباط رشته‌ای دو زیرفرایند داخل فرایند کل، محاسبه می‌شوند (۸).

ورودی‌ها و خروجی‌های مدل برای ارزیابی کارایی شرکت‌های بیمه

ورودی‌های مرحله اول

هزینه‌های عملیاتی X_1 : حقوق کارمندان و انواع مختلف هزینه‌هایی که در عملیات روزمره ایجاد می‌شوند.

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n,$$

$$\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n,$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n,$$

$$u_r, v_i, w_p \geq \epsilon, \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m; \quad p = 1, \dots, q.$$

$$E_k^2 \times E_k^1 = E_K$$

(4)

$$E_k^1 = \max \sum_{p=1}^q w_p Z_{pk}$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1,$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} - E_k \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 0,$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n,$$

$$\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n,$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n,$$

$$u_r, v_i, w_p \geq \epsilon, \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m; \quad p = 1, \dots, q.$$

که در آن:

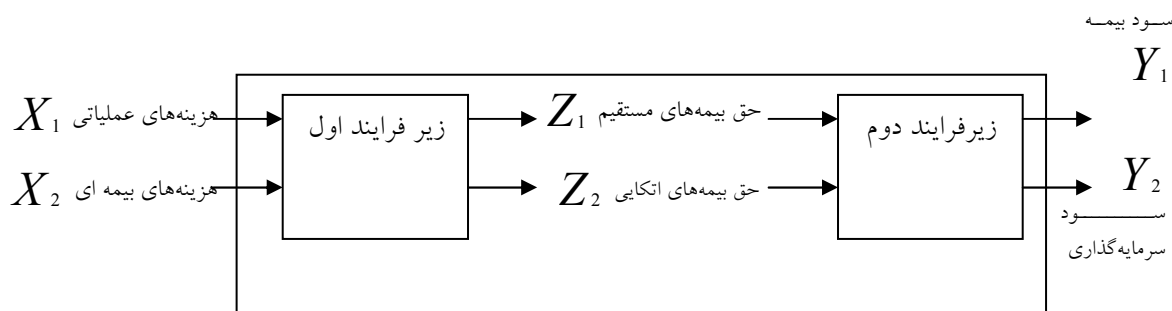
v_i : وزن داده شده به داده X_{ij} مقدار داده i از واحد j

u_r : وزن داده شده به ستاده r مقدار ستاده r از واحد j

w_p : وزن داده شده به متغیر میانجی Z_{pj} مقدار متغیر میانجی p از واحد j (۱۰).

بعد از اینکه ضرایب بهینه u_r^* ، v_i^* و w_p^* حل شدند کارایی‌ها از این طریق به دست آورده می‌شوند:

شکل ۲- فرایند تولید شرکت بیمه (۵)



حقوقی پرداخت می‌شوند و نیز هزینه‌های مرتبط با بازاریابی خدمات بیمه‌ای به این نوع هزینه‌ها، هزینه‌های بیمه‌ای می‌گویند.

بنابراین ورودی‌های مرحله اول یا زیر فرایند اول عبارت‌اند از هزینه‌های عملیاتی X_1 و هزینه‌های بیمه‌ای X_2 . در نتیجه این مرحله شرکت بیمه حق بیمه‌هایی به صورت مستقیم (از مشتریان بیمه‌گذار) و به صورت اتکایی (از شرکت‌های واگذارکننده) دریافت می‌کند. پس خروجی‌های مرحله اول عبارت‌اند از حق بیمه‌های مستقیم Z_1 و حق بیمه‌های اتکایی Z_2 .

مرحله دوم، مرحله توانمندی در سودآوری است که از حق بیمه‌های دریافت‌شده پرداخت‌های شرکت بیمه برای ضرر و زیان‌ها کسر می‌شوند و منابع مالی باقی‌مانده مؤسسه به منظور به‌دست‌آوردن بازده‌های سرمایه‌گذاری در بازارهای مالی و بازارهای سرمایه، سرمایه‌گذاری می‌شوند. بنابراین ورودی‌های این مرحله حق بیمه‌های مستقیم و حق بیمه‌های اتکایی می‌باشند که خروجی‌های مرحله قبل بودند. خروجی‌های این مرحله یکی سود حاصل از عملیات بیمه‌کردن Y_1 می‌باشد، سودی است که از کسب‌وکار بیمه حاصل می‌شود و دیگری سود حاصل از سرمایه‌گذاری Y_2 می‌باشد که سودی است که از پورتفولیوی سرمایه‌گذاری شرکت بیمه حاصل می‌شود.

بررسی نتایج اندازه‌گیری کارایی

داده‌های واحدهای تصمیم‌گیری که وارد مدل‌ها شدند به شرح جدول ۱ می‌باشند.

هزینه‌های بیمه‌ای X_2 : هزینه‌هایی که به آژانس‌ها، کارگزاران و مشاوران حقوقی پرداخت می‌شوند و نیز دیگر هزینه‌های مرتبط با بازاریابی خدمات بیمه.

خروجی‌های مرحله اول که ورودی‌های مرحله دوم می‌باشند:

حق بیمه‌های مستقیم Z_1 : حق بیمه‌هایی که از مشتریان بیمه‌گذار دریافت می‌شوند.

حق بیمه‌های اتکایی Z_2 : حق بیمه‌هایی که از شرکت‌های واگذارکننده دریافت می‌شوند.

خروجی‌های مرحله دوم

سود حاصل از بیمه‌کردن Y_1 : سودی که از کسب‌وکار بیمه حاصل می‌شود.

سود حاصل از سرمایه‌گذاری Y_2 : سودی که از پورتفولیوی سرمایه‌گذاری شرکت بیمه حاصل می‌شود. (۳)

دلیل انتخاب ورودی‌ها و خروجی‌های مدل

فرایند تولید صنعت بیمه، در حالت کلی شامل دو فعالیت است. یکی فعالیت بازاریابی که به بازاریابی، بیمه‌کردن و پرداختن ادعای خسارت‌ها مربوط می‌شود، و دیگری فعالیت سرمایه‌گذاری که عبارت است از منافع حاصله از سرمایه‌گذاری منابع مالی مؤسسه بیمه.

بنابراین کل فرایند تولید مؤسسه بیمه را می‌توان به دو مرحله تقسیم کرد: مرحله اول مرحله توانمندی در بازاریابی است. در این مرحله شرکت بیمه دو نوع هزینه دارد. هزینه نوع اول حقوق کارمندان و انواع مختلف هزینه‌هایی که در عملیات روزمره ایجاد می‌شوند. به این نوع هزینه‌ها، هزینه‌های عملیاتی گفته می‌شوند. هزینه نوع دوم، هزینه‌هایی است که به آژانس‌ها، کارگزاران و مشاوران

جدول ۱. داده‌های سال ۸۵ شرکت‌های بیمه

ردیف	نام شرکت	Y2	Y1	Z2	Z1	X2	X1
۱	بیمه ایران معین	۷,۹۳	۲۳,۳۷	۷,۷۲	۴۲,۳۹	۲۶,۹۷	۱,۲۰
۲	بیمه امید	۲,۴۹	۰,۰۰	۱۱,۲۳	۱۲,۴۵	۰,۲۰	۲,۵۹
۳	بیمه نوین	۲۵,۰۱	۸۰,۸۶	۱۱,۵۲	۸۲,۰۸	۴۵,۷۹	۷,۴۹
۴	بیمه حافظ	۲,۴۵	۷,۷۷	۴,۸۲	۷۱,۶۲	۶۸,۸۰	۳,۸۹
۵	بیمه پاسارگاد	۱۹,۴۱	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۷۰	۰,۲۵	۱,۲۷
۶	بیمه سامان	۱۱,۷۲	۵۰,۰۳	۱۸,۷۵	۱۰۹,۵۷	۹۲,۲۱	۱۰,۷۰
۷	بیمه توسعه	۱۱,۱۵	۲,۰۲	۵,۰۸	۲۳,۷۶	۱۹,۰۵	۹,۱۴
۸	بیمه ملت	۲۰۷,۷۴	۱۰۴۴,۴۶	۸۷,۳۶	۱۰۵۴,۳۲	۵۷۵,۷۱	۲۶,۲۸
۹	بیمه سینا	۳۸,۲۹	۲۳۶,۳۹	۸۴,۴۵	۴۳۱,۷۰	۳۶۵,۴۰	۳۱,۴۸
۱۰	بیمه رازی	۴۲,۵۸	۳۵,۶۱	۴۰,۹۶	۲۹۵,۲۳	۲۳۰,۳۵	۱۴,۲۵
۱۱	بیمه دی	۲۸,۳۱	۶۵,۸۴	۴۱,۵۲	۱۷,۹۱	۱۴۹,۰۱	۳۹,۰۵
۱۲	بیمه کار آفرین	۲۵,۹۴	۲۲۶,۳۷	۹۶,۷۷	۵۴۱,۴۱	۴۶۳,۵۸	۵۹,۷۶
۱۳	بیمه پارسیان	۵۳,۹۱	۴۰۱,۱۰	۹۶۱,۹۴	۲۰۰۷,۰۹	۱۹۲۹,۴۶	۶۸,۹۴
۱۴	بیمه معلم	۱۰,۰۹	۷,۱۶	۸,۰۴	۴۷,۴۲	۳۵,۳۹	۱۵,۷۶
۱۵	بیمه دانا	۹۳,۵۸	۲۱۹,۱۱	۴۹۴,۷۸	۲۱۷۰,۰۴	۲۳۲۴,۹۸	۲۳۲,۷۶
۱۶	بیمه البرز	۱۴۶,۴۴	۵۶۷,۲۲	۳۳۱,۷۳	۱۹۵۶,۹۹	۱۷۶۵,۶۵	۲۰۸,۱۸
۱۷	بیمه آسیا	۱۸۰,۱۹	۶۳۲,۷۵	۹۱۴,۴۹	۴۶۹۹,۸۱	۵۰۰۴,۱۸	۳۰۴,۷۵
۱۸	بیمه ایران	۱۰۳۱,۲۵	۳۵۸۰,۷۴	۳۰۴۸,۱۴	۱۴۲۰۱,۲۶	۱۴۶۱۴,۶۲	۶۴۳,۵۱

بر اساس نتایج مدل ارتباطی در جدول ۲، در سال ۸۵ از نظر کارایی کل (E_k) شرکت بیمه ملت کارا و بقیه شرکت‌ها ناکارا می‌باشند. از نظر کارایی مرحله اول (E_k^1) شرکت‌های بیمه امید، ملت و پارسیان کارا و بقیه شرکت‌ها ناکارا هستند. از نظر کارایی مرحله دوم (E_k^2) شرکت‌های بیمه پاسارگاد و ملت کارا و بقیه شرکت‌ها ناکارا می‌باشند.

پس از تعیین نمره کارایی شرکت‌ها، شرکت‌ها بر اساس نمرات کارایی به دست‌آمده رتبه‌بندی شدند برای رتبه‌بندی شرکت‌هایی که نمره کارایی ۱ داشتند از روش اندرسون-پیترسون استفاده شد. نتیجه این رتبه‌بندی در جدول ۳ آورده شده‌اند.

داده‌های جدول ۱ وارد مدل‌ها شدند و کارایی شرکت‌ها با استفاده از دو مدل اندازه‌گیری شدند. نتایج این اندازه‌گیری‌ها در جدول ۲ آورده شده‌اند.

لازم به یادآوری است که در جدول ۲ از مدل (۱) برای محاسبه E_K ، از مدل (2a) برای محاسبه E_K^1 و از مدل (2b) برای محاسبه E_k^2 مدل مستقل استفاده شده‌است. برای محاسبه E_K مدل ارتباطی از مدل (۴)، برای محاسبه E_K^1 مدل ارتباطی از مدل (۵) استفاده شده و برای محاسبه E_k^2 مدل ارتباطی از رابطه:

$$E_k^2 \times E_k^1 = E_k$$

استفاده شده‌است.

جدول ۲. نمرات کارایی شرکت‌های بیمه در سال ۸۵

ردیف	نام شرکت	مدل ارتباطی			مدل مستقل		
		E_k^2	E_k^1	E_k	E_k^2	E_k^1	E_k
۱	بیمه ایران معین	۰,۹۸۳	۰,۴۸۸	۰,۴۹۶	۰,۶۶۸	۱	۰,۴۹۸
۲	بیمه امید	۱	۰,۰۰۷	۰,۰۰۷	۰,۱۶۰	۱	۰,۰۰۷
۳	بیمه نوین	۰,۶۴۹	۰,۶۰۵	۰,۹۳۲	۰,۹۷۵	۰,۷۵۲	۰,۹۳۲
۴	بیمه حافظ	۰,۵۲۷	۰,۰۵۹	۰,۱۱۱	۰,۰۶۵	۰,۵۵۳	۰,۱۳۴
۵	بیمه پاسارگاد	۰,۱۱۰	۰,۱۱۰	۱	۱	۰,۱۱۰	۱
۶	بیمه سامان	۰,۵۲۶	۰,۲۱۹	۰,۴۱۶	۰,۲۹۹	۰,۵۴۹	۰,۴۱۶
۷	بیمه توسعه	۰,۲۴۲	۰,۰۲۱	۰,۰۸۶	۰,۰۸۲	۰,۳۲۲	۰,۰۸۶
۸	بیمه ملت	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۹	بیمه سینا	۰,۶۰۶	۰,۲۹۴	۰,۴۸۵	۰,۳۵۶	۰,۶۱۲	۰,۴۸۶
۱۰	بیمه رازی	۰,۶۹۰	۰,۰۸۱	۰,۱۱۷	۰,۲۲۵	۰,۶۹۴	۰,۱۱۷
۱۱	بیمه دی	۰,۱۱۶	۰,۱۱۵	۰,۹۹۱	۰,۲۴۴	۰,۱۸۹	۱
۱۲	بیمه کار آفرین	۰,۴۹۷	۰,۱۸۸	۰,۳۷۸	۰,۲۶۹	۰,۵۲۵	۰,۳۷۸
۱۳	بیمه پارسیان	۱	۰,۱۳۶	۰,۱۳۶	۰,۱۴۶	۱	۰,۱۳۶
۱۴	بیمه معلم	۰,۲۶۵	۰,۰۳۷	۰,۱۳۹	۰,۱۱۴	۰,۳۶۱	۰,۱۴۳
۱۵	بیمه دانا	۰,۴۷۰	۰,۰۴۰	۰,۰۸۵	۰,۰۵۲	۰,۴۷۲	۰,۰۸۷
۱۶	بیمه البرز	۰,۴۸۷	۰,۱۲۸	۰,۲۶۲	۰,۱۷۷	۰,۵۱۰	۰,۲۶۵
۱۷	بیمه آسیا	۰,۵۵۳	۰,۰۶۴	۰,۱۱۵	۰,۰۶۹	۰,۵۵۳	۰,۱۱۹
۱۸	بیمه ایران	۰,۶۴۱	۰,۱۳۸	۰,۲۱۵	۰,۱۷۲	۰,۶۴۹	۰,۲۱۹

ضعف آن‌ها در مرحله دوم می‌باشد، یعنی شرکت‌های با نمره کارایی بیشتر در فرایند کسب سود ضعیف پایین عمل کرده‌اند.

مقایسه نتایج مدل ارتباطی با نتایج مدل مستقل

به منظور بررسی تفاوت بین E_k های محاسبه شده از مدل‌های مستقل و ارتباطی مناسب‌تر تشخیص داده شد که به جای نمرات عددی آن‌ها رتبه‌های آن‌ها با هم مقایسه شوند.

آزمون ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن از رتبه‌های کارایی کل (E_k) در دو مدل مستقل و ارتباطی نشان داد که ضریب همبستگی بین رتبه‌های E_k در دو مدل ۰,۷۶۱ می‌باشد که در سطح ۰,۰۱ معنادار می‌باشد. در نتیجه بین رتبه‌های E_k در دو مدل مستقل و ارتباطی، همبستگی وجود دارد.

بر اساس نتیجه مدل ارتباطی در جدول ۳، از نظر کارایی کل بیمه ملت دارای بهترین رتبه است و بیمه امید دارای پایین‌ترین رتبه کارایی کل می‌باشد. از نظر کارایی مرحله اول، بیمه امید بهترین رتبه و بیمه پاسارگاد پایین‌ترین رتبه را دارند. از نظر کارایی مرحله دوم، بیمه ملت بهترین رتبه و بیمه امید پایین‌ترین رتبه را دارد.

پس از اندازه‌گیری کارایی شرکت‌های بیمه و رتبه‌بندی آن‌ها، به منظور شناسایی دلیل ناکارایی شرکت‌ها، بر اساس نمره کارایی مرحله اول (E_k^1) و نمره کارایی مرحله دوم (E_k^2) شرکت‌ها آزمون ویلکاکسون برگزار شد. آزمون ویلکاکسون نشان داد که در سال ۸۵ با $\alpha = 0,1$ تفاوت معناداری بین میانگین نمره کارایی مرحله اول و مرحله دوم وجود دارد و میانگین کارایی مرحله اول از کارایی مرحله دوم بیشتر است. در نتیجه در این سال دلیل پایین بودن نمره کارایی فرایند تولید کل شرکت‌های ناکارا عمدتاً به خاطر

جدول ۳. رتبه‌بندی شرکت‌های بیمه بر اساس نمرات کارایی در سال ۸۵

ردیف	نام شرکت	مدل ارتباطی			مدل مستقل		
		E_k^2	E_k^1	E_k	E_k^2	E_k^1	E_k
۱	بیمه ایران معین	۳	۴	۵	۴	۴	۵
۲	بیمه امید	۱۸	۱	۱۸	۱۲	۱	۱۸
۳	بیمه نوین	۲	۶	۴	۳	۵	۴
۴	بیمه حافظ	۱۴	۱۰	۱۵	۱۷	۹	۱۳
۵	بیمه پاسارگاد	۱۱	۱۸	۲	۱	۱۸	۳
۶	بیمه سامان	۵	۱۱	۷	۶	۱۱	۷
۷	بیمه توسعه	۱۷	۱۶	۱۶	۱۵	۱۶	۱۷
۸	بیمه ملت	۱	۳	۱	۲	۳	۲
۹	بیمه سینا	۴	۸	۶	۵	۸	۶
۱۰	بیمه رازی	۱۲	۵	۱۳	۹	۶	۱۵
۱۱	بیمه دی	۱۰	۱۷	۳	۸	۱۷	۱
۱۲	بیمه کارآفرین	۶	۱۲	۸	۷	۱۲	۸
۱۳	بیمه پارسیان	۸	۲	۱۲	۱۳	۲	۱۲
۱۴	بیمه معلم	۱۶	۱۵	۱۱	۱۴	۱۵	۱۱
۱۵	بیمه دانا	۱۵	۱۴	۱۷	۱۸	۱۴	۱۶
۱۶	بیمه البرز	۹	۱۳	۹	۱۰	۱۳	۹
۱۷	بیمه آسیا	۱۳	۹	۱۴	۱۶	۱۰	۱۴
۱۸	بیمه ایران	۷	۷	۱۰	۱۱	۷	۱۰

آزمون ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن از رتبه‌های کارایی مرحله اول (E_k^1) در دو مدل مستقل و ارتباطی نشان داد که ضریب همبستگی بین رتبه‌های E_k^1 در دو مدل ۰,۹۹۶ می‌باشد که در سطح ۰,۰۱ معنادار می‌باشد. در نتیجه بین رتبه‌های E_k^1 در دو مدل مستقل و ارتباطی، همبستگی شدیدی وجود دارد.

آزمون ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن از رتبه‌های کارایی مرحله دوم (E_k^2) در دو مدل مستقل و ارتباطی نشان داد که ضریب همبستگی بین رتبه‌های E_k^2 در دو مدل ۰,۹۸۳ می‌باشد که در سطح ۰,۰۱ معنادار می‌باشد. در نتیجه بین رتبه‌های E_k^2 در دو مدل مستقل و ارتباطی، همبستگی شدیدی وجود دارد.

نتایج این آزمون‌ها نشان می‌دهد که رتبه‌های کارایی حاصل از مدل ارتباطی و مستقل با یکدیگر همبستگی دارند.

نگاهی به رتبه‌های حاصل از این دو مدل نیز در جدول ۳ نشان می‌دهد که رتبه‌های حاصل از دو مدل تقریباً نزدیک به هم بوده و اختلاف معناداری با رتبه مشابه خود در مدل دیگر ندارند، اما نگاهی دقیق‌تر به نمرات کارایی حاصل از مدل‌های مستقل و ارتباطی در جدول ۲ نشان می‌دهد که مدل ارتباطی نسبت به مدل مستقل جواب‌های بهتری ارائه می‌دهد. به این صورت که نتایج مدل ارتباطی در جدول ۲ نشان می‌دهد که شرکت بیمه ملت از نظر کارایی کل کارا می‌باشد و از نظر کارایی هر دو مرحله اول و دوم نیز کارا است که این امر با منطق سازگار است و انتظار مردم را در رابطه با ارتباط فیزیکی فرایند کل و دو زیرفرایند می‌تواند توصیف‌کنند، اما نتایج مدل مستقل در همان جدول نشان می‌دهد که شرکت بیمه پاسارگاد از نظر کارایی کل کارا می‌باشد، اما از نظر کارایی مرحله اول کارایی بسیار پایینی دارد که این نتیجه با منطق سازگار

دو زیرفرایند نیز می‌تواند برای شناسایی عاملی که ایجاد ناکارایی در کل سیستم می‌کند محاسبه شود. عیب این تحقیقات این است که کارایی‌های کل فرایند و دو زیرفرایند به صورت مستقل محاسبه می‌شوند، بدون لحاظ کردن این حقیقت که خروجی‌های زیر فرایند اول، ورودی‌های زیرفرایند دوم می‌باشند.

در این تحقیق ارتباط رشته‌ای دو زیر فرایند برای توسعه مدل جدید لحاظ شد. با این چارچوب، کارایی کل حاصل ضرب کارایی‌های دو زیرفرایند می‌باشد. این ارتباط ریاضی بین کارایی کل و کارایی‌های جزء به‌طور مناسبی انتظار مردم را در رابطه با ارتباط فیزیکی فرایند کل و دو زیرفرایند توصیف می‌کند.

نتیجه این تحقیق نشان داد که جواب‌های مدل‌های ارتباطی و مستقل با یکدیگر همبستگی دارند، اما نسبت به مدل مستقل، مدل ارتباطی جواب‌های منطقی‌تر و قابل اطمینان‌تری ارائه می‌دهد.

منابع

1. هادیان، ابراهیم و عظیمی (۱۳۸۳)؛ "محاسبه کارایی نظام بانکی ایران با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها (DEA)", فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ش ۲۰، ص ۱-۲۵.
2. Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W. (1984). "Some Models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis", *Management science*, Vol. 30 No.9, pp. 61-92.
3. Cooper W.W, L.M. Seiford and K. Tone (2000). "Data Envelopment Analysis" Kluwer Academic Puplication, Boston, Dordrecht, London.
4. Yang, Z. "A Two-Stage DEA model to evaluate the overall performance of Canadian life and health insurance comanies", *Mathematical and Computer Modelling* 43(2006)910-919
5. Hwang, S.N. and T.L.Kao,(2006). "Measuring Managerial Efficiency in Insurance Companies: An Application of Two- Stage Data Envelopment Analysis", *International Journal of Management*, Vol.23,pp.699-720
6. Kao, C. and S.N. Hwang. "Efficiency decomposition in two-stage data envelopment

نیست و نمی‌تواند انتظار مردم را در رابطه با ارتباط فیزیکی فرایند کل و دو زیرفرایند توصیف کند.

همچنین نگاهی دیگر به نتایج مدل ارتباطی در جدول ۲ نشان می‌دهد که به جز موردی که شرکت کارا می‌باشد، نمره کارایی کل کوچک‌تر از نمره کارایی مرحله اول و نمره کارایی مرحله دوم می‌باشد که این امر با منطق سازگار است و می‌تواند انتظار مردم را در رابطه با ارتباط فیزیکی فرایند کل و دو زیرفرایند توصیف کند، اما نتایج مدل مستقل در همان جدول نشان می‌دهد که چنین نظمی در نمرات کارایی که مدل مستقل ارائه می‌دهد وجود ندارد به این صورت که نمره کارایی کل یک شرکت گاهی کوچک‌تر و گاهی بزرگ‌تر از نمره کارایی مرحله اول و دوم می‌باشد که این امر با منطق نیست و نمی‌تواند انتظار مردم را در رابطه با ارتباط فیزیکی فرایند کل و دو زیرفرایند توصیف کند.

دلیل این امر این می‌باشد که در مدل مستقل کارایی هر یک از زیر فرایندها و فرایند کل به صورت مستقل محاسبه می‌شوند، در مدل ارتباطی محدودیت‌های هر دو زیرفرایند به محدودیت‌های فرایند کل اضافه می‌شود و در نتیجه نمره کارایی کل کوچک‌تر از نمره کارایی هر دو زیر فرایند خواهد بود. در نتیجه استفاده از روش به‌کارگرفته شده در مدل ارتباطی، یعنی اضافه کردن محدودیت‌های زیرفرایندها به فرایند کل رابطه $E_k^2 \times E_k^1 = E_k$ بین نمره کارایی کل و کارایی هر یک از زیرفرایندها ایجاد می‌شود که به‌طور مناسبی رابطه فیزیکی بین فرایند کل و زیرفرایندهای جزء را توصیف می‌کند، اما چون در مدل مستقل کارایی هر یک از زیرفرایندها و فرایند کل به‌طور مستقل اندازه‌گیری می‌شود رابطه معناداری بین نمره کارایی کل و نمره کارایی دو زیرفرایند ایجاد نمی‌شود.

نتیجه‌گیری

هدف ارزیابی عملکرد شناسایی حوزه‌هایی هستند که عملکرد ضعیفی دارند تا بتوان با برنامه‌ریزی و تلاش عملکرد آن‌ها را بهبود بخشید. تحقیقات مختلف نشان می‌دهند که زمانی که بتوان یک سیستم تولیدی را به دو زیر فرایند تقسیم کرد علاوه بر محاسبه کارایی کل سیستم با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های متداول، کارایی‌های

استفاده از مدل DEA"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبایی.

analysis: An application to non-life insurance companies in taiwan ",European Journal of Operational Research 185 (2008) 418- 429.

9. Seiford, L. M. and J.Zhu (1999), "Profitability and Marketability of the Top 55 U.S. Commercial Banks", Management Science , 45(9): 1270-1288.

۷. کوشک مهدی، محمد فلاح (۱۳۸۵)، "ارزیابی کارایی شعب منتخب بیمه به روش DEA"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه امام صادق (ع).

۱۰. مومنی، منصور (۱۳۸۵)؛ "مباحث نوین تحقیق در عملیات، انتشارات دانشکده مدیریت" دانشگاه تهران.

۸. گلستانی، مزده (۱۳۸۶)؛ "بررسی روند کارایی شرکت‌های بیمه دولتی در سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۸۴ با