

# ارزیابی عملکرد شرکت با استفاده از نسبت‌های مالی: کاربرد از رویکرد تحلیل پوششی داده بوت استرپ شده

علی اصغر انواری رستمی\* (استاد)

راحله کلاشه رحمانی (دکتری)

محمدعلی آفایی (استادیار)

عادل آذر (استاد)

دانشکده‌ی مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس

مهندسی صنایع و مدیریت شریف، زمستان ۱۳۹۵ (۱۳۹۵)  
دوری ۱، شماره ۲/۱، ص. ۱۰۹-۱۰۱، (پاداشت فنی)

در مدل‌های تحلیل پوششی داده (DEA)، کاربرد نسبت‌ها و داده‌های مالی به منظور تولید مقیاس یکتایی از عملکرد رواج دارد. محققین بر این باورند که استفاده از نسبت‌های مالی در مدل‌های DEA، در ارزیابی عملکرد شرکت‌ها برآوردهای کارایی اریب ایجاد می‌کند. در این نوشتار با به‌کارگیری تکنیک بوت استرپ، ابزاری برای تحلیل عملکرد ۲۰ شرکت بیمه در ایران با استفاده از داده‌ها و نسبت‌های مالی ارائه شده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که تکنیک بوت استرپ می‌تواند مشکل خطا در اندازه‌گیری (بایاس) رتبه‌های کارایی را حل کند، و بنابراین رتبه‌ها حساسیت کم‌تری نسبت به گزینش داده‌ها و نسبت‌های مالی اتخاذ شده خواهند داشت.

anvary@modares.ac.ir  
raheleh.rahmani@yahoo.com  
aghaeim@modares.ac.ir  
azara@modares.ac.ir

واژگان کلیدی: ارزیابی عملکرد، نسبت‌های مالی، تحلیل پوششی داده، بوت استرپ.

## ۱. مقدمه

«تحلیل پوششی داده» (DEA) روشی است برای اندازه‌گیری کارایی ناپارامتریک بر مبنای برنامه‌ریزی خطی، که مهم‌ترین نقاط قوت آن عبارت‌است از: عینیت، بررسی ورودی‌های و خروجی‌های چندگانه، ماهیت ناپارامتریک (یعنی در این روش، نوع توزیع ورودی‌های و خروجی‌ها مستلزم هیچ فرضی نیست)، ارائه‌ی یک مقیاس عملکرد تلفیقی، و تعیین اهداف کمی مفصل.<sup>[۱]</sup> این ویژگی‌ها باعث می‌شود روش DEA نسبت به برخی روش‌های دیگر ارزیابی عملکرد -- نظیر رویکردهای ترسیمی، کارت امتیازی متوازن، تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل اجزاء اصلی، تحلیل نسبت تک‌متغیره، تحلیل نسبت چندمتغیره، روش‌های آماری، مدل‌های شبکه‌ی عصبی مصنوعی -- برتری داشته باشد.<sup>[۲-۴]</sup> توضیح بیشتر در خصوص دلایل برتری DEA در قسمت مبانی نظری و پیشینه‌ی پژوهش ارائه شده است. به هر حال روش DEA در معرض نتایج سودار (اریب) و رتبه‌های کارایی اضافه/کم‌تر برآورد شده است؛ واحدها می‌توانند به‌طور اشتباه به‌عنوان کارا و ناکارا طبقه‌بندی شوند، و رتبه‌بندی درستی نمی‌تواند حاصل شود.<sup>[۵-۹]</sup> بنابراین مسئله‌ی تحقیق به این صورت مطرح می‌شود: چگونه می‌توان تحلیل عملکرد را با استفاده از روش شناسی DEA به‌گونه‌ی اجرا کرد که نتایج ناریب فراهم شود؟ بنابراین هدف این پژوهش ارائه روشی تشریحی از طریق‌ی است که مقیاس‌های مالی می‌توانند داخل یک مقیاس تکی ترکیب

\* نویسنده مستقر

تاریخ: دریافت ۱۳۹۳/۴/۲۳، اصلاحیه ۱۳۹۳/۱۰/۲۴، پذیرش ۱۳۹۳/۱۰/۲۷.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه‌ی پژوهش

بررسی‌ها نشان می‌دهد برخی ابزارها برای اندازه‌گیری عملکرد عبارت‌اند از: روش DEA، رویکردهای ترسیمی<sup>۱</sup>، کارت امتیازی متوازن<sup>۲</sup>، تحلیل سلسله‌مراتبی<sup>۳</sup> و تحلیل اجزاء اصلی<sup>۴</sup>، تحلیل نسبت تک‌متغیره، تحلیل نسبت چندمتغیره، روش‌های آماری (مانند تحلیل تمایزی<sup>۵</sup>، تحلیل رگرسیون چندگانه<sup>۶</sup>)، مدل‌های شبکه‌ی عصبی مصنوعی<sup>۷</sup>. نقطه ضعف رویکردهای ترسیمی استفاده از فقط یک مقیاس انفرادی به منظور بهینه‌کاوی در هر زمان است.<sup>[۱۰]</sup> روش کارت امتیازی متوازن نیز محدودیت عمده در تعیین اهداف کمی<sup>۸</sup> دارد و فقط در صورتی که با روش‌های دیگر ترکیب شود می‌تواند مقیاسی تلفیقی از عملکرد ارائه کند. ضعف عمده‌ی روش‌های تحلیل

سلسله‌مراتبی و تحلیل اجزاء اصلی نیز در ذهنی بودن آنهاست. برخلاف چهار روش مرور شده، DEA از عینیت بالایی برخوردار است و توانایی در نظر گرفتن ورودی‌های و خروجی‌های چندگانه و ارائه‌ی یک مقیاس عملکرد تلفیقی و نیز تعیین اهداف کمی مفصل را نیز دارد.<sup>[۱]</sup> در ادامه به اختصار به برخی مزایای DEA در مقایسه با سایر روش‌های مورد اشاره در بالا می‌پردازیم:

-- **مزیت DEA بر تحلیل نسبت تک‌متغیره.** از نقاط ضعف تحلیل نسبت تک‌متغیره، گزینش‌های ذهنی ارزیاب از معیارهای خاص برای مقایسه و سنجش عملکرد واحد تحت ارزیابی است. همچنین این روش تشخیص مجموعه‌ی کوچکی از شاخص‌های مالی را الزامی می‌کند و هیچ ابزاری برای حل علامت‌های متضادی که ممکن است از مقایسه‌ی نسبت‌ها ظاهر شوند فراهم نمی‌کند.<sup>[۲]</sup> این رویکرد همچنین وابستگی‌های متقابل بین نسبت‌ها را نادیده می‌گیرد.<sup>[۱]</sup> ناکارایی‌ها معمولاً از طریق تحلیل نسبت به‌طور دقیق تعیین نمی‌شوند، زیرا چنین نسبت‌هایی نمی‌توانند خروجی‌های چندگانه را به‌طور همزمان در نظر بگیرند. از طرف دیگر، برخی ورودی‌های به‌طور مشترک در تولید چند خروجی مورد استفاده قرار می‌گیرند که تفکیک ورودی‌های و خروجی‌ها برای استفاده‌ی هر یک از آنها در یک نسبت، کار درستی نیست.<sup>[۱۲]</sup> با توجه به اینکه روش DEA توانایی در نظر گرفتن ورودی‌های و خروجی‌های چندگانه را دارد، از قابلیت رفع مشکلات یادشده در روش تحلیل نسبت تک‌متغیره برخوردار است.

-- **مزیت DEA بر تحلیل نسبت چندمتغیره.** به‌منظور استفاده از تحلیل نسبت چندمتغیره برای اهداف ارزیابی و پیش‌بینی عملکرد، ضروری است نسبت‌هایی انتخاب شود که بهترین معرف رویدادهای آینده فرض می‌شوند. بنابراین اهمیت نسبی هر نسبت برای پیش‌بینی باید بررسی شود. تکنیک‌های مبتنی بر رگرسیون را می‌توان برای ایجاد یک رتبه‌ی پیش‌بینی استفاده کرد، اما فرضیات آماری زیربنای تحلیل پارامتریک (برای اجرای رگرسیون) معمولاً طی تحلیل نقض می‌شوند.<sup>[۲]</sup> ماهیت ناپارامتریک DEA قادر به رفع این محدودیت است.

-- **مزیت DEA بر تحلیل تمایزی.** رایج‌ترین فرض لازم در مورد تحلیل تمایزی، نرمال چندمتغیره بودن است. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که تعداد زیادی از نسبت‌ها و داده‌های مالی غیر نرمال به نظر می‌رسند که این ویژگی به‌وسیله‌ی حضور چولگی و وجود داده‌های پرت قابل تشخیص است.<sup>[۱۳-۱۵]</sup> به باور تافلر<sup>[۱۶]</sup> تکنیک‌هایی شبیه DEA، چون بر فرض محدودکننده‌ی توزیع نرمال تکیه نمی‌کنند، قطعاً نسبت به سایر روش‌ها برترند.

-- **مزیت DEA بر تحلیل رگرسیون چندگانه و شبکه‌ی عصبی مصنوعی (ANN).** تحلیل رگرسیون بر فراهم کردن بهترین برآوردهای نااریب خطی متمرکز است ولی در دنیای واقعی، اغلب یک یا چند شاخص عملکرد با یکدیگر، متقابلاً در روشی غیرخطی و غیر قابل پیش‌بینی عمل می‌کنند. در تحلیل عملکرد برمبنای ANN چنین غیرخطی بودن‌هایی را می‌توان لحاظ کرد، در حالی که در هر دو روش DEA و ANN برای در نظر گرفتن شرایط غیرخطی در ارزیابی عملکرد تلاش می‌شود. قدرت خاص DEA این است که اطلاعات مهمی درخصوص واحدهای ناکارا ارائه می‌کند و با استفاده از قیمت‌های سایه که از نتایج DEA به دست می‌آید، می‌توان ترکیب موزونی از واحدهای مجموعه‌ی مرجع (الگوهای انتخاب شده) را برای ارتقای واحد ناکارا پیشنهاد داد.<sup>[۱۳]</sup>

با توجه به مطالب گفته شده، در این پژوهش از روش DEA برای ارزیابی عملکرد استفاده می‌شود. از سوی دیگر، چنان که بیان شد روش DEA در معرض نتایج اریب و رتبه‌های کارایی اضافه/کم‌تر برآورد شده است؛ یعنی رتبه‌ها ممکن است

تحت تأثیر داده‌ها یا نسبت‌های انتخاب شده باشند. بنابراین ممکن است واحدها به‌طور اشتباه به‌عنوان کارا و ناکارا طبقه‌بندی شوند. هدف ما در این پژوهش ارائه‌ی روشی تشریحی است که طی آن مقیاس‌های مالی داخل یک مقیاس تکی ترکیب می‌شوند در حالی که نتایج غیراریب تولید می‌کنند.

سیمار و ویلسون.<sup>[۱۷،۱۸]</sup> برمبنای تکنیک‌های بوت استرپ، رویکردی به‌منظور تصحیح و برآورد بایاس (خطا در اندازه‌گیری) شاخص‌های کارایی DEA معرفی کردند. لو وهانگ<sup>[۱۸]</sup> نیز از تحلیل پوششی داده همراه با بوت استرپینگ برای تحلیل عملکرد ۳۰ شرکت خرده فروشی الکترونیکی جهانی بهره بردند. نتایج تجربی حاصله بیان می‌دارد که در مطالعه‌ی DEA به‌کارگیری تکنیک بوت استرپینگ به‌عنوان روشی استاندارد برای کشف قابلیت اتکای رتبه‌بندی کارایی و نیز برای ایجاد معیار دقیق‌تری از عملکرد شرکت‌ها ضروری است. دی نیکلا و همکاران<sup>[۱۹]</sup> نشان دادند که استفاده از بوت استرپ برای DEA قبل از اجرای درخت‌های رگرسیون و طبقه‌بندی<sup>۹</sup> به ارتقای کیفیت نتایج می‌انجامد. همچنین آنها طی تحقیقی در سال ۲۰۱۳ به منظور رفع بایاس از رتبه‌های کارایی ۳۹۰ بیمارستان عمومی ایتالیایی از روش بوت استرپ استفاده کردند.<sup>[۲۰]</sup> امیووی و همکاران<sup>[۲۱]</sup> بعد از برآورد رتبه‌های کارایی فنی بخش آب شهری آفریقا، برای تصحیح آنها از نظر بایاس و برآورد کواریانس‌های کارایی از رویکرد بوت استرپ استفاده کردند.

نوشتر حاضر برای پاسخ‌گویی به مسئله‌ی تحقیق از تکنیک بوت استرپ<sup>[۱۷،۱۸]</sup> استفاده می‌کند. با توجه به مطالب ذکر شده، می‌توان فرضیه‌های تحقیق را چنین بیان نمود:

**فرضیه‌ی اصلی:** با بوت استرپ کردن رتبه‌های کارایی حاصل از مدل DEA می‌توان حساسیت رتبه‌ها به داده‌ها/نسبت‌های مالی را رفع کرد و در نتیجه خطای برآورد را کاهش داد.

**فرضیه‌ی فرعی ۱:** رتبه‌های کارایی حاصل از مدل DEA قبل از کاربرد تکنیک بوت استرپ، نسبت به داده‌ها/نسبت‌های مالی حساس است.

**فرضیه‌ی فرعی ۲:** رتبه‌های کارایی حاصل از مدل DEA که به‌کمک تکنیک بوت استرپ از لحاظ بایاس تصحیح شده، نسبت به داده‌ها/نسبت‌های مالی حساس نیست.

### ۳. روش پژوهش

#### ۳.۱. مدل پیشنهادی برای تحلیل پوششی داده

اولین برآوردکننده‌ی DEA به‌وسیله‌ی فارل<sup>[۲۲]</sup> برای اندازه‌گیری کارایی فنی معرفی شد. هنگامی که DEA برای برآورد رتبه‌ی کارایی و در نظر گرفتن بازده به مقیاس ثابت (مدل CCR) معرفی شد<sup>[۲۳]</sup> عمومیت یافت. سپس برآوردکننده‌ی از DEA، که در نظر گرفتن بازده به مقیاس متغیر (VRS) را ممکن می‌سازد،<sup>[۲۵]</sup> معرفی شد (مدل BCC). در این مطالعه به تبعیت از هالینگزورث و اسمیت<sup>[۲۶]</sup> مشخصه VRS مورد استفاده قرار گرفته است. آنها اشاره می‌کنند به این که هنگام استفاده از نسبت‌ها در DEA، باید مدل تحت فرض VRS استفاده شود، در غیر این صورت ممکن است نتایج نادرستی حاصل شود. به‌علاوه، ما از فرمول ورودی محور DEA استفاده می‌کنیم زیرا می‌خواهیم با ثابت نگه‌داشتن مقادیر ورودی، مقادیر خروجی را بیشینه کنیم.<sup>[۲۷]</sup> بنابراین برآوردگر رتبه‌ی کارایی ورودی محور با فرض VRS، برای واحد تحت ارزیابی معین می‌تواند از حل برنامه‌ی خطی تشریح شده در زیر به

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta \\ & \text{subject to } \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{r^0}, \quad r = 1, 2, \dots, s; \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i^0}, \quad i = 1, 2, \dots, m; \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \quad j = 1, 2, \dots, n; \\ & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n. \end{aligned} \quad (1)$$

به طوری که در مدل بالا  $\theta$  رتبه‌ی کارایی واحد تحت ارزیابی (واحد صفر)،  $x_{ij}$ ،  $y_{rj}$ ،  $\lambda_j$  به ترتیب، میزان ورودی  $i$ ام ( $i = 1, 2, \dots, m$ )، میزان خروجی  $r$ ام ( $r = 1, 2, \dots, s$ ) و قیمت سایه‌ی واحد  $j$ ام ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) هستند و از حل معادله‌ی ۱ حاصل می‌شوند.

### ۲.۳. تکنیک بوت استرپ پیشنهادی برای تصحیح بایاس<sup>۱۱</sup>

محققین ماهیت تکنیک‌های بوت استرپ را به عنوان یک روش جایگزین هدایت‌کننده استنباط معرفی کرده‌اند، جایی که اندازه‌ی نمونه بزرگ نیست یا توزیع‌های نمونه‌گیری در نتیجه‌ی ناهم‌خطی یا پیش‌آزمون و غیره به لحاظ تحلیلی مشخص نیست. [۲۰-۲۸] با استفاده از تکنیک‌های بوت استرپ می‌توان از خطا در برآورد رتبه‌ی عملکرد اجتناب کرد. به منظور پیاده‌سازی الگوریتم بوت استرپ برای به دست آوردن نمونه‌ی از برآوردهای بوت استرپ از رتبه‌های DEA اولیه (که در اینجا با نماد  $\hat{\theta}^k$  نشان داده می‌شود) هشت گام زیر را به تبعیت از بگتوف و اتو<sup>[۳۱]</sup> و والدن<sup>[۳۲]</sup> دنبال می‌کنیم<sup>۱۲</sup>:

۱.  $\hat{\theta}^k$  را به عنوان راه حل‌هایی برای مدل DEA اولیه برای  $k = 1, \dots, n$  محاسبه کنید؛

۲. از طریق نمونه‌گیری هموار از  $\hat{\theta}^1, \dots, \hat{\theta}^n$  برای به دست آوردن یک تکرار بوت استرپ  $\hat{\theta}^{k*}, \dots, \hat{\theta}^{n*}$  از بوت استرپ استفاده کنید. مراحل اجرای این مورد عبارت است از:

الف) نمونه‌گیری با جایگذاری را از میان  $\hat{\theta}^1, \dots, \hat{\theta}^n$  اجرا کنید و نتایج را  $\beta^1, \dots, \beta^n$  بنامید.

ب) متغیرهای تصادفی نابسته<sup>۱۳</sup> نرمال استاندارد  $\varepsilon^1, \dots, \varepsilon^n$  را شبیه‌سازی کنید.

ج)  $\tilde{\theta}^k$  را به وسیله‌ی هموارسازی ارزش‌های نمونه‌گیری شده (مرحله‌ی الف) محاسبه کنید:

$$\tilde{\theta}^k = \begin{cases} \beta^k + h\varepsilon^k & \text{if } \beta^k + h\varepsilon^k \leq 1 \\ 1 - \beta^k - h\varepsilon^k & \text{otherwise} \end{cases}$$

$h$  پارامتر پهنای باند<sup>۱۴</sup> است و با استفاده از «قاعده‌ی انگشتی<sup>[۳۳]</sup>»<sup>[۳۳]</sup> محاسبه می‌شود. توجه داشته باشید که در نهایت  $\tilde{\theta}^k \leq 1$  خواهد بود.

د) مقدار  $\theta^{k*}$  را به وسیله‌ی فرمول  $\theta^{k*} = \bar{\beta} + \frac{1}{\sqrt{1+h^2/\sigma^2}} (\tilde{\theta}^k - \bar{\beta})$  محاسبه کنید، درحالی که  $\bar{\beta} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \beta^k$  و  $\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (\tilde{\theta}^k - \bar{\theta})^2$ .

هـ) ورودی بوت استرپ را با استفاده از  $x^{kb} = \frac{\hat{\theta}^k}{\theta^{k*}} x^k$  محاسبه کنید.

و) برنامه‌ی DEA اولیه را برای هر یک از مشاهدات نمونه‌ی اولیه و با استفاده از مجموعه‌ی مرجع ساخته شده به وسیله‌ی ورودی‌های بوت استرپ در مرحله‌ی ۳، برای برآورد ارزش‌های آن مجدداً حل کنید.

ز) برای به دست آوردن ارزش‌های بوت استرپ  $\hat{\theta}^{1b}, \dots, \hat{\theta}^{nb}$  برای  $b = 1, \dots, B$ ، گام‌ها را از مرحله‌ی الف تکرار کنید.

ح) میانگین و واریانس ارزش‌های بوت استرپ  $\hat{\theta}^{1b}, \dots, \hat{\theta}^{nb}$  را برای به دست آوردن برآورد تصحیح شده از لحاظ بایاس  $\tilde{\theta}^{k*}$  محاسبه کنید.

برآورد بایاس بوت استرپ برای برآوردکننده‌ی DEA اولیه  $\hat{\theta}^k$  محاسبه می‌شود:

$$\text{bias}^{k*} = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \hat{\theta}^{kb} - \hat{\theta}^k = \bar{\theta}^{k*} - \hat{\theta}^k. \quad (2)$$

به طوری که  $\hat{\theta}^{kb}$  ارزش‌های بوت استرپ و  $B$  تعداد تکرارهای بوت استرپ (در این مقاله ۲۰۰۰ بار) است. بنابراین برآوردکننده‌ی تصحیح شده از لحاظ بایاس را می‌توان چنین محاسبه کرد:

$$\tilde{\theta}^{k*} = \hat{\theta}^k - \text{bias}^{k*} = \hat{\theta}^k - \bar{\theta}^{k*} + \hat{\theta}^k = 2\hat{\theta}^k - \bar{\theta}^{k*} \quad (3)$$

این تصحیح بایاس می‌تواند جزئی اخلال اضافی ایجاد کند [۳۴] و محاسبه‌ی واریانس نمونه ارزش‌های بوت استرپ  $\hat{\theta}^{kb}$  ضروری خواهد بود:

$$\hat{\sigma}^k = \sqrt{\frac{1}{B} \sum_{b=1}^B (\hat{\theta}^{kb} - \bar{\theta}^{k*})^2}. \quad (4)$$

در پایان، یک قاعده‌ی ساده این است که اگر قدرمطلق بایاس از انحراف استاندارد ارزش‌های بوت استرپ بزرگ‌تر است (معادله ۵)، برآوردهای تصحیح شده باید به ارزش‌های اولیه ترجیح داده شود.<sup>[۵]</sup>

$$|\text{bias}^{k*}| > \hat{\sigma}^k \quad (5)$$

### ۳.۳. داده‌های استفاده شده برای آزمون تجربی

به منظور اجرای مدل‌های پیشنهادی، از اطلاعات صورت‌های مالی حسابرسی شده‌ی شرکت‌های بیمه که بعضاً در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده، استفاده می‌شود. از آنجا که واحدهای مورد بررسی در تکنیک DEA باید مشابه باشند، نمونه‌ی مورد بررسی پس از اجرای عملیات حذفی (براساس زمینه‌های فعالیت شرکت‌های بیمه) به دست آمد. نمونه‌ی نهایی متشکل از ۲۰ شرکت است که برای سال ۱۳۸۹ مورد بررسی قرار گرفتند. در جدول ۱ آماره‌های توصیفی درخصوص ورودی‌ها/خروجی‌های استفاده شده در روش شناسی DEA ارائه شده است. ورودی‌ها ارائه‌کننده‌ی منابعی هستند که یک واحد تصمیم‌گیری به منظور اجرای عملیاتش به کار می‌گیرد. خروجی‌ها نیز منعکس‌کننده‌ی نتایجی هستند که از ورودی‌های به کار رفته مورد انتظار است. با توجه به ادبیات ارزیابی عملکرد شرکت‌های بیمه‌ی، [۳۷-۳۵] از سه ورودی به نام‌های «جمع دارایی‌ها»، «حقوق صاحبان سهام» و «هزینه‌های بیمه‌ی»<sup>۱۶</sup> در تحلیل استفاده شده است. به علاوه، سه نسبت مالی (نسبت‌های سودآوری) به منظور در نظر گرفتن عملکرد شرکت‌ها، به عنوان خروجی استفاده شدند. این خروجی‌ها عبارت‌اند از: نسبت سود ناخالص فعالیت بیمه‌ی<sup>۱۷</sup> به میانگین دارایی‌ها، بازده سرمایه‌گذاری<sup>۱۸</sup> و معکوس نسبت هزینه‌های اداری، عمومی و کارمزد<sup>۱۹</sup>.

جدول ۱. آماره‌های توصیفی داده‌های مالی استفاده شده در تحلیل.

متغیرها	میانگین	انحراف استاندارد	کمینه	بیشینه
جمع دارایی‌ها (میلیون ریال) (ورودی)	۹,۵۸۸,۰۰۰	۲۴,۷۲۶,۳۴۰	۷۲,۴۶۰	۱۱۴,۸۰۰,۰۰۰
حقوق صاحبان سهام (میلیون ریال) (ورودی)	۱,۸۳۹,۰۰۰	۴,۵۱۶,۵۳۷	۲۰,۳۶۰	۲۰,۷۷۰,۰۰۰
هزینه‌های بیمه‌ی (میلیون ریال) (ورودی)	۴,۷۵۶,۰۰۰	۱۱,۴۹۴,۱۱۰	۸,۴۹۵	۵۰,۶۳۰,۰۰۰
نسبت سود ناخالص فعالیت بیمه‌ی به میانگین دارایی‌ها (خروجی)	۱۰,۲۷	۷,۸۹	۱,۸۰	۳۸,۱۶
بازده سرمایه‌گذاری (خروجی)	۱۷,۴۰	۸,۱۶	۴,۰۰	۴۲,۴۰
معکوس نسبت هزینه‌های اداری، عمومی و کارمزد (خروجی)	۵,۹۷	۱,۶۸	۲,۵۶	۹,۱۰

جدول ۲. مشخصات ورودی‌ها/خروجی‌های استفاده شده در ساخت هفت مدل تحلیل پوششی داده.

متغیرها	مشخصات مدل‌ها						
	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴	مدل ۵	مدل ۶	مدل ۷
جمع دارایی‌ها (میلیون ریال) (ورودی)	*	*	*	*	*	*	*
حقوق صاحبان سهام (میلیون ریال) (ورودی)	*	*	*	*	*	*	*
هزینه‌های بیمه‌ی (میلیون ریال) (ورودی)	*	*	*	*	*	*	*
نسبت سود ناخالص فعالیت بیمه‌ی به میانگین دارایی‌ها (خروجی)	*	*	*	*	*	*	*
بازده سرمایه‌گذاری (خروجی)	*	*	*	*	*	*	*
معکوس نسبت هزینه‌های اداری، عمومی و کارمزد (خروجی)	*	*	*	*	*	*	*

می‌شود. برای پیاده‌سازی مدل‌های DEA و الگوریتم بوت استرپ از نرم‌افزارهای GAMS<sup>۲۰</sup> و R استفاده می‌شود. به منظور آزمون فرضیه‌ی اول، میانگین رتبه‌های کارایی هفت مدل قبل از تصحیح بایاس را با استفاده از آزمون ناپارامتریک کروسکال - والیس (آزمون H) مقایسه می‌کنیم. چنانچه فرض صفر مبنی بر برابر بودن میانگین رتبه‌ی حاصل از هفت مدل رد شود، و بنابراین فرضیه‌ی فرعی اول تأیید می‌شود. برای آزمون فرضیه‌ی دوم، میانگین رتبه‌ی کارایی هفت مدل بعد از تصحیح بایاس را نیز به وسیله‌ی آزمون ناپارامتریک H مقایسه می‌کنیم. چنانچه فرض صفر مبنی بر برابری میانگین رتبه‌ی کارایی ۷ مدل تأیید شود، آنگاه فرضیه‌ی فرعی دوم تأیید می‌شود. در هر یک از آزمون‌های H که فرض صفر رد شود، برای نشان دادن مدل‌هایی که میانگین رتبه‌ی متفاوتی ایجاد می‌کنند از آزمون ناپارامتریک من - ویتنی استفاده خواهد شد. با توجه به این حقیقت که DEA یک تکنیک ناپارامتریک است، این مقاله از آزمون من - ویتنی<sup>[۲۹][۳۸]</sup> استفاده می‌کند. آزمون‌های آماری فرضیات با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام می‌شود. چنانچه هر دو فرضیه‌ی فرعی تأیید شود، فرضیه‌ی اصلی تأیید می‌شود یعنی کاربرد تکنیک بوت استرپ می‌تواند حساسیت رتبه‌های کارایی مدل‌های DEA به داده‌ها/نسبت‌های مالی را رفع کند و میزان خطا در برآورد را کاهش دهد.

#### ۴. یافته‌های پژوهش

در جدول ۳ رتبه‌های کارایی، بایاس و انحراف استاندارد برآورد شده مدل به وسیله‌ی معادلات ۱، ۲، ۳، ۴، متناسب با هفت مدل مشخص شده در جدول ۲، ارائه شده است.

با تمرکز بر آماره‌های توصیفی در میان شش متغیر، شاهد ارزش‌های قابل ملاحظه‌ی انحراف استاندارد‌ها هستیم که حاکی از اثر اندازه و تمایز در میان شرکت‌های بررسی شده است. همچنین این اولین علامت نامناسب بودن نسبت‌ها به منظور مقایسه‌ی عملکرد شرکت‌های مختلف با اندازه‌های متفاوت است. چنان که ذکر شد برای ایجاد مقیاس واحدی از عملکرد، در این نوشتار از تکنیک DEA استفاده شده است. برای آزمون فرضیه‌های تحقیق و بررسی حساسیت رتبه‌های کارایی نسبت به داده‌های مالی استفاده شده، هفت مدل DEA متفاوت ایجاد شد. در جدول ۲ متغیرهای (ورودی‌ها/خروجی‌ها) مورد استفاده برای این مدل‌ها ثبت شده است. ایده‌ی پشتیبان هر مدل، آزمون حساسیت رتبه‌های کارایی به داده‌ها/نسبت‌های مالی مورد استفاده در تحلیل است. با توجه به این که در مدل DEA انتخاب شده (ورودی‌محور)، به دنبال بیشینه‌سازی خروجی با ورودی ثابت هستیم، بنابراین در هفت مدل معرفی شده، تمرکز بر تغییر متغیرهای خروجی است. برای مثال در مدل ۵، هر سه ورودی با دو خروجی (نسبت سود ناخالص فعالیت بیمه‌ی به میانگین دارایی‌ها و معکوس نسبت هزینه‌های اداری، عمومی و کارمزد) به منظور تشخیص هر تغییری که در کارایی مدل ۵ نسبت به دیگر مدل‌های DEA، هنگام مستثنی کردن «بازده سرمایه‌گذاری» اتفاق می‌افتد، به کار گرفته می‌شود. همچنین در مدل ۶، سه ورودی و دو خروجی (به منظور آزمون اثر «نسبت سود ناخالص فعالیت بیمه‌ی به میانگین دارایی‌ها» روی اندازه‌گیری عملکرد) و غیره استفاده می‌شود. برای هر یک از ۷ مدل اشاره شده، رتبه‌های کارایی با استفاده از مدل‌های DEA ورودی‌محور با VRS (معادله‌ی ۱)، بایاس (معادله‌ی ۲)، واریانس نمونه‌ی ارزش‌های بوت استرپ (معادله‌ی ۴) و رتبه‌های کارایی تصحیح شده از لحاظ بایاس (معادله‌ی ۳) به تبعیت از قاعده‌ی حاصل از معادله‌ی (۵) محاسبه

جدول ۳. رتبه‌های کارایی، بایاس و انحراف استاندارد برآورد شده به‌وسیله‌ی معادلات ۱، ۲ و ۴.

شرکت‌ها	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴	مدل ۵	مدل ۶	مدل ۷
رتبه کارایی							
۱	۰٫۰۰۴	۰٫۰۰۴	۰٫۱۰۱	۰٫۰۰۴	۰٫۱۰۱	۰٫۱۱۲	۰٫۱۱۲
۲	۰٫۱۳	۰٫۱۲۹	۱	۰٫۱۳	۱	۱	۱
۳	۰٫۰۳	۰٫۰۳	۰٫۰۳۹	۰٫۰۳	۰٫۰۳۹	۰٫۰۳۹	۰٫۰۳۹
۴	۰٫۰۲۳	۰٫۰۲۳	۰٫۰۲۹	۰٫۰۲۳	۰٫۰۲۹	۰٫۰۲۹	۰٫۰۲۹
۵	۰٫۰۳۹	۰٫۰۳۹	۰٫۰۴۷	۰٫۰۳۹	۰٫۰۴۷	۰٫۰۴۷	۰٫۰۴۷
۶	۰٫۰۱	۰٫۰۱	۱	۰٫۰۱	۱	۱	۱
۷	۰٫۰۳۷	۰٫۰۳۷	۰٫۰۵۶	۰٫۰۳۷	۰٫۰۵۶	۰٫۰۵۶	۰٫۰۵۷
۸	۱	۰٫۰۵۹	۰٫۰۹۷	۱	۱	۰٫۰۹۷	۱
۹	۰٫۰۴۴	۱	۰٫۸۳۹	۱	۰٫۸۳۹	۱	۱
۱۰	۰٫۰۴۱	۰٫۰۴۱	۱	۰٫۰۴۱	۱	۱	۱
۱۱	۰٫۱۱۸	۰٫۲۱۲	۱	۰٫۲۱۲	۱	۱	۱
۱۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۳	۰٫۳۴۲	۰٫۳۴۲	۰٫۸۱۳	۰٫۳۴۲	۰٫۸۱۳	۰٫۸۱۳	۰٫۸۱۳
۱۴	۰٫۶۵۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۵	۰٫۰۴۹	۰٫۰۴۹	۰٫۰۷۷	۰٫۰۴۹	۰٫۰۷۷	۰٫۰۷۷	۰٫۰۷۷
۱۶	۰٫۰۵۲	۰٫۰۵۲	۰٫۱۲۸	۰٫۰۵۲	۰٫۱۲۸	۰٫۱۲۸	۰٫۱۲۸
۱۷	۰٫۰۷	۰٫۰۷	۰٫۰۹۷	۰٫۰۷	۰٫۰۹۷	۰٫۰۹۷	۰٫۰۹۷
۱۸	۰٫۰۳۸	۰٫۰۳۸	۰٫۰۸۹	۰٫۰۳۸	۰٫۰۸۹	۰٫۰۸۹	۰٫۰۸۹
۱۹	۰٫۲۷۹	۰٫۲۷۸	۰٫۵۸۵	۰٫۲۷۹	۰٫۵۸۵	۰٫۵۸۶	۰٫۵۸۶
۲۰	۰٫۰۱	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۵
میانگین	۰٫۱۹۹	۰٫۲۲۱	۰٫۴۵۱	۰٫۲۶۹	۰٫۴۹۶	۰٫۴۵۹	۰٫۵۰۴
انحراف استاندارد	۰٫۳۱۵	۰٫۳۴۸	۰٫۴۴۲	۰٫۳۸۶	۰٫۴۵۰	۰٫۴۵۷	۰٫۴۵۷
کمینه	۰٫۰۰۴	۰٫۰۰۴	۰٫۰۱۵	۰٫۰۰۴	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۵
بیشینه	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
بایاس							
۱	-۰٫۰۰۴	-۰٫۰۰۴	-۰٫۰۴۶	-۰٫۰۰۴	-۰٫۰۵۶	-۰٫۰۶۴	-۰٫۰۱
۲	-۰٫۱۳	-۰٫۱۲۸	-۰٫۵۲۱	-۰٫۱۲۹	-۰٫۱۷۸	-۰٫۲۵	-۰٫۳۱
۳	-۰٫۰۳	-۰٫۰۳	-۰٫۰۳۹	-۰٫۰۳	-۰٫۰۳۸	-۰٫۰۳۸	-۰٫۰۳۹
۴	-۰٫۰۲۳	-۰٫۰۲۳	-۰٫۰۲۹	-۰٫۰۲۳	-۰٫۰۲۸	-۰٫۰۲۸	-۰٫۰۲۸
۵	-۰٫۰۳۹	-۰٫۰۳۸	-۰٫۰۴۷	-۰٫۰۳۸	-۰٫۰۴۶	-۰٫۰۴۶	-۰٫۰۴۶
۶	-۰٫۰۱	-۰٫۰۱	-۲۶٫۹۷۸	-۰٫۰۱	-۱۴٫۴۱۲	-۲۸٫۰۰۸	-۴۹٫۵۰۱
۷	-۰٫۰۳۷	-۰٫۰۳۷	-۰٫۰۴۷	-۰٫۰۳۷	-۰٫۰۴۴	-۰٫۰۴۴	-۰٫۰۴۲
۸	۳۶۷۵٫۸۷۹	-۰٫۰۵۹	-۰٫۰۸۲	۵۰٫۶۳۴	۹۳٫۸۸۹	-۰٫۰۷۸	۲۴٫۷۷۹
۹	-۰٫۰۴۴	۲۹٫۷۹۵	۰٫۸۰۷	۱۶٫۴۵۹	۴٫۶۰۷	۱۰۵٫۳۷۲	۲۳٫۹۵۹
۱۰	-۰٫۰۴۱	-۰٫۰۴۱	۱۳٫۷۹۲	-۰٫۰۴۱	۱۶٫۳۴۲	۵٫۰۵۵	۳٫۴۲۱
۱۱	-۰٫۱۱۸	-۰٫۰۷۴	-۰٫۲۶۱	-۰٫۱۷۳	-۰٫۴۲۱	۱٫۰۶	-۰٫۱
۱۲	-۱	-۰٫۸۴۹	-۰٫۹۸۵	-۰٫۹۰۴	-۰٫۹۷۷	-۰٫۹۲۷	-۰٫۹۳۱
۱۳	-۰٫۳۴۲	-۰٫۳۴۲	-۰٫۸۰۷	-۰٫۳۴۲	-۰٫۸۰۵	-۰٫۸۰۶	-۰٫۸۰۷
۱۴	-۰٫۶۵۷	-۰٫۶۵۷	-۰٫۸۱۵	۳٫۶۶۳	-۰٫۷۴۵	۹٫۳۵۳	۳٫۰۵۴
۱۵	-۰٫۰۴۹	-۰٫۰۴۹	-۰٫۰۷۶	-۰٫۰۴۹	-۰٫۰۷۶	-۰٫۰۷۶	-۰٫۰۷۶
۱۶	-۰٫۰۵۲	-۰٫۰۵۲	-۰٫۱۲۵	-۰٫۰۵۲	-۰٫۱۲۵	-۰٫۱۲۴	-۰٫۱۲۵
۱۷	-۰٫۰۷	-۰٫۰۹۶	-۰٫۰۹۵	-۰٫۰۶۹	-۰٫۰۹۴	-۰٫۰۹۳	-۰٫۰۹۴
۱۸	-۰٫۰۳۸	-۰٫۰۳۸	-۰٫۰۸۸	-۰٫۰۳۸	-۰٫۰۸۷	-۰٫۰۸۷	-۰٫۰۸۷
۱۹	-۰٫۲۷۹	-۰٫۲۷۶	-۰٫۵۸۱	-۰٫۲۷۸	-۰٫۵۸۱	-۰٫۵۷۹	-۰٫۵۸۱
۲۰	-۰٫۰۱	-۰٫۰۲۷	-۰٫۰۱۵	-۰٫۰۰۲	-۰٫۰۱۵	-۰٫۰۰۸	-۰٫۰۱

ادامه جدول ۳.

شرکت‌ها	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴	مدل ۵	مدل ۶	مدل ۷
انحراف استاندارد							
۱	۰	۰/۰۰۵	۰/۱۷۵	۰/۰۰۱	۰/۱۰۲	۰/۲۷۳	۰/۷۷۲
۲	۰	۰/۰۰۷	۳۰/۰۹۴	۰/۰۰۶	۲۳/۷۲۱	۱۱/۲۴۵	۱۵/۲۴۳
۳	۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳
۴	۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
۵	۰	۰/۰۱۹	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶
۶	۰	۰	۳۹۵/۰۵۲	۰	۱۹۹/۴۷	۴۵۴/۰۴۶	۱۷۵۴/۴۲۴
۷	۰	۰/۰۰۲	۰/۰۲۸	۰/۰۰۲	۰/۰۳۶	۰/۰۳۳	۰/۰۴۹
۸	۱۶۹۸۱۱/۸۷۴	۰/۰۰۲	۰/۰۴۵	۷۵۳/۳۶۶	۳۰۴۱/۰۰۱	۰/۰۰۵	۲۲۰/۹۰۳
۹	۰/۰۰۱	۴۰۸/۰۲۳	۱۸/۳۴۵	۱۴۹/۹۶۳	۱۷۰/۳۲۴	۳۹۷۴/۵۳۵	۳۵۱/۳۰۹
۱۰	۰	۰	۲۶۹/۵۹	۰	۴۹۵/۹۰۸	۱۱۲/۸۷۱	۴۴/۱۷
۱۱	۰	۳/۳۷۷	۲/۴۸۶	۰/۲۱۲	۱/۹۴۸	۴۵/۵۹۳	۴/۷۱۹
۱۲	۰/۰۰۳	۰/۰۶۲۳	۰/۱۶۴	۰/۰۵۰۷	۰/۲۰۱	۰/۳۲۳	۰/۲۹۳
۱۳	۰	۰/۰۰۱	۰/۰۷۷	۰/۰۰۲	۰/۰۸۶	۰/۰۷۸	۰/۰۶۶
۱۴	۰/۰۰۲	۳۱۳/۵۷۳	۰/۰۵۷۹	۲۲/۳۴۲	۰/۷۳۴	۲۰۲/۵۷۹	۴۷/۳۲۶
۱۵	۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷
۱۶	۰	۰/۰۰۴	۰/۰۱۷	۰/۰۰۴	۰/۰۱۹	۰/۰۱۸	۰/۰۱۶
۱۷	۰	۰/۰۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۰۸	۰/۰۱۴	۰/۰۱۵	۰/۰۱۴
۱۸	۰	۰/۰۰۴	۰/۰۱۱	۰/۰۰۳	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱
۱۹	۰/۰۰۱	۰/۰۱۷	۰/۰۵۸	۰/۰۱۶	۰/۰۶۴	۰/۰۵۸	۰/۰۴۹
۲۰	۰	۰/۳۴۶	۰/۰۰۲	۰/۰۴۷	۰/۰۰۳	۰/۰۴۵	۰/۰۱۷

تصحیح بایاس بین هفت مدل) از آزمون کروسکال - والیس استفاده شد (جدول ۵). آزمون H برای مقایسه‌ی میانگین رتبه‌های کارایی هفت مدل قبل از تصحیح بایاس نشان می‌دهد که بین میانگین رتبه‌های آنها تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد. بنابراین فرضیه‌ی فرعی ۱ تأیید می‌شود یعنی رتبه‌ها قبل از تصحیح بایاس به داده‌ها/نسبت‌های مالی حساس‌اند. بنابراین، برای مشاهده‌ی مدل‌هایی که تفاوت آماری معنی‌داری دارند از آزمون ناپارامتریک من - ویتنی استفاده شده است (جدول ۶).

چنان‌که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، بین رتبه‌های مدل ۱ با رتبه‌های مدل‌های ۵ و ۷ تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد. مقایسه‌ی میانگین رتبه‌های کارایی هفت مدل بعد از تصحیح بایاس نشان می‌دهد میانگین رتبه‌های آنها تفاوت آماری معنی‌داری ندارند. بنابراین فرضیه‌ی فرعی ۲ تأیید می‌شود؛ یعنی رتبه‌ها بعد از تصحیح بایاس به داده‌ها/نسبت‌های مالی حساس نیستند. تأیید دو فرضیه‌ی فرعی نشان می‌دهد که به کار بردن تکنیک بوت استرپ در ارزیابی کارایی واحدهای تحت بررسی باعث کاهش حساسیت نتایج به شمول یا عدم شمول نسبت‌ها و اتکاپذیر شدن برآوردها می‌شود (فرضیه‌ی اصلی تحقیق).

می‌توان برای همه‌ی مدل‌ها مشاهده کرد که یک شرکت، شماره ۱۲، دارای بالاترین رتبه کارایی است. همچنین شرکت‌های با عملکرد پایین عبارت‌اند از: شرکت شماره ۳، ۴ و ۲۰. در برخی موارد می‌توان مشاهده کرد که مشخصات مدل‌های مختلف، تأثیر عمده‌ی بر کارایی‌های کسب شده دارند. مخصوصاً رتبه‌ی کارایی شرکت‌های شماره ۶ و ۱۰ برای مدل‌های ۱، ۲ و ۴ تقریباً صفر است، در حالی که رتبه‌ی کارایی این شرکت‌ها برای مدل‌های ۳، ۵، ۶ و ۷ تقریباً ۱ است. این نوسانات به‌طور تحلیلی‌تر، با نگاه کردن به بایاس برآورد شده مشاهده می‌شود.

در جدول ۴ رتبه‌های کارایی تصحیح شده از لحاظ بایاس به دست آمده از معادله‌ی ۳ تشریح شده است. یادآور می‌شود که رتبه‌های کارایی تصحیح شده از لحاظ بایاس به تبعیت از قاعده‌ی به دست آمده از معادله‌ی ۵ جایگزین برآوردهای کارایی اولیه شده‌اند. مشاهده می‌شود که رده‌بندی شرکت شماره ۱۲ که به‌عنوان کارا (رتبه‌ی ۱) گزارش شده بود، تغییر نکرده است (در جدول ۴ رتبه‌های بزرگ‌تر یا مساوی ۱ بالاترین سطح عملکرد را نشان می‌دهند)، اما نوسانات رتبه‌های کارایی در بین مدل‌های مختلف کمیته شده است (جدول ۴).

برای آزمون فرضیه‌های تحقیق (مقایسه‌ی میانگین رتبه‌های کارایی قبل و بعد از

جدول ۴. رتبه‌های کارایی تصحیح شده از لحاظ بایاس برآورد شده به وسیله‌ی معادله‌ی ۳ به تبعیت از قاعده‌ی به دست آمده از معادله‌ی ۵.

شرکت‌ها	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴	مدل ۵	مدل ۶	مدل ۷
۱	۰٫۰۰۸	۰٫۰۰۴	۰٫۱۰۱	۰٫۰۰۸	۰٫۰۰۱	۰٫۱۱۲	۰٫۱۱۲
۲	۰٫۲۵۹	۰٫۲۵۷	۱	۰٫۲۵۹	۱	۱	۱
۳	۰٫۰۰۶	۰٫۰۵۹	۰٫۰۷۸	۰٫۰۵۹	۰٫۰۷۷	۰٫۰۷۷	۰٫۰۷۸
۴	۰٫۰۴۶	۰٫۰۴۶	۰٫۰۵۷	۰٫۰۴۶	۰٫۰۵۷	۰٫۰۵۷	۰٫۰۵۷
۵	۰٫۰۷۹	۰٫۰۷۷	۰٫۰۹۴	۰٫۰۷۸	۰٫۰۹۴	۰٫۰۹۴	۰٫۰۹۴
۶	۰٫۰۰۲	۰٫۰۰۲	۱	۰٫۰۰۲	۱	۱	۱
۷	۰٫۰۷۴	۰٫۰۷۳	۰٫۱۰۴	۰٫۰۷۳	۰٫۱	۰٫۱۰۱	۰٫۰۵۷
۸	۱	۰٫۱۱۸	۰٫۱۷۹	۱	۱	۰٫۱۷۵	۱
۹	۰٫۰۸۷	۱	۰٫۸۳۸	۱	۰٫۸۳۹	۱	۱
۱۰	۰٫۰۸۲	۰٫۰۸۲	۱	۰٫۰۸۲	۱	۱	۱
۱۱	۰٫۲۳۷	۰٫۲۱۲	۱	۰٫۲۱۲	۱	۱	۱
۱۲	۲	۱	۱٫۹۸۵	۱٫۹۰۴	۱٫۹۷۷	۱٫۹۲۷	۱٫۹۳۱
۱۳	۰٫۶۸۴	۰٫۶۸۴	۱٫۶۲۱	۰٫۶۸۴	۱٫۶۱۸	۱٫۶۱۹	۱٫۶۲
۱۴	۱٫۳۱۴	۱	۱٫۸۱۵	۱	۱٫۷۴۵	۱	۱
۱۵	۰٫۰۹۹	۰٫۰۸۹	۰٫۱۵۴	۰٫۰۸۹	۰٫۱۵۳	۰٫۱۵۳	۰٫۱۵۴
۱۶	۰٫۱۰۵	۰٫۱۰۴	۰٫۲۵۳	۰٫۱۰۴	۰٫۲۵۳	۰٫۲۵۲	۰٫۲۵۳
۱۷	۰٫۱۴۱	۰٫۱۳۹	۰٫۱۹۲	۰٫۱۳۹	۰٫۱۹۱	۰٫۱۹	۰٫۱۹۱
۱۸	۰٫۰۷۷	۰٫۰۷۶	۰٫۱۷۶	۰٫۰۷۶	۰٫۱۷۶	۰٫۱۷۶	۰٫۱۷۶
۱۹	۰٫۵۵۸	۰٫۵۵۴	۱٫۱۶۶	۰٫۵۵۶	۱٫۱۶۶	۱٫۱۶۴	۱٫۱۶۷
۲۰	۰٫۰۲۱	۰٫۰۱۵	۰٫۰۰۳	۰٫۰۱۵	۰٫۰۰۳	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۵
میانگین	۰٫۳۴۸	۰٫۲۸۱	۰٫۶۴۲	۰٫۳۷۱	۰٫۶۷۹	۰٫۶۰۶	۰٫۶۴۵
انحراف استاندارد	۰٫۵۲۸	۰٫۳۵۵	۰٫۶۴۵	۰٫۵۰۵	۰٫۶۳۳	۰٫۵۸۸	۰٫۵۸۸
کمینه	۰٫۰۰۸	۰٫۰۰۴	۰٫۰۰۳	۰٫۰۰۸	۰٫۰۰۳	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۵
بیشینه	۲	۱	۱٫۹۸۵	۱٫۹۰۴	۱٫۹۷۷	۱٫۹۲۷	۱٫۹۳۸

جدول ۵. آزمون کروسکال - والیس رتبه‌های کارایی قبل و بعد از تصحیح بایاس.

شماره فرضیه فرعی	آماره خی دو	تأیید (رد) فرضیه فرعی
فرضیه‌ی فرعی ۱	۱۵٫۵۷۳	تأیید
فرضیه‌ی فرعی ۲	**۱۴٫۴۶۴	تأیید

\*\* اهمیت در سطح ۰٫۰۲٪

جدول ۶. آزمون من - ویننی رتبه‌های کارایی قبل از تصحیح بایاس.

مدل‌ها	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴	مدل ۵	مدل ۶	مدل ۷
مدل ۱	۱۹۴٫۵	۱۱۷٫۵	۱۸۶٫۵	**۱۱۱٫۵	۱۱۶٫۵	**۱۱۰٫۵
مدل ۲	۱۲۶	۱۲۴٫۵	۱۹۲	۱۲۰٫۵	۱۲۴٫۵	۱۱۹
مدل ۳	۱۳۸	۱۸۹٫۵	۱۳۸	۱۸۹٫۵	۱۹۶	۱۸۶
مدل ۴	۱۳۲	۱۳۲	۱۳۲	۱۳۲	۱۳۶	۱۳۰
مدل ۵	۱۹۴٫۵	۱۹۴٫۵	۱۹۴٫۵	۱۹۴٫۵	۱۹۴٫۵	۱۹۵٫۵
مدل ۶	۱۹۰٫۵	۱۹۰٫۵	۱۹۰٫۵	۱۹۰٫۵	۱۹۰٫۵	۱۹۰٫۵

\*\* اهمیت در سطح ۰٫۰۲٪

## ۵. نتیجه‌گیری

تکنیک DEA یک ابزار مرکب برای ارزیابی عملکرد است که عینیت، بررسی ورودی و خروجی‌های چندگانه، ماهیت ناپارامتریک، ارائه‌ی مقیاس عملکرد تلفیقی، و تعیین اهداف کمی مفصل از جمله ویژگی‌های بارز آن است. هنگام ترکیب نسبت‌های مالی در مدل‌های DEA به احتمال زیاد نتایج اریب خواهد بود و رتبه‌های کارایی اضافه برآورد شده/کم‌تر برآورد شده ایجاد می‌شود.

این مقاله مبتنی است بر این که با استفاده از تکنیک بوت استرپ می‌توان مانع از ایجاد مشکل اریب رتبه‌ها شد، و نیز رتبه‌های عملکرد کم‌تر به شمول یا عدم شمول مقیاس‌ها/نسبت‌ها/داده‌ها حساس‌اند. مدل فراهم شده در اینجا کلی است و می‌تواند برای سایر شرایط ارزیابی عملکرد، جایی که یک رابطه‌ی خطی یا غیرخطی پیچیده بین ورودی‌های و خروجی‌های واحد تحت ارزیابی وجود دارد، تطبیق داده شود. تحقیق حاضر فقط در صنعت بیمه و برای سال ۱۳۸۹ پیاده شده است، اجرای آن در تحقیقات آتی برای سایر صنایع یا همین صنعت در سال‌های دیگر یا برای چند سال متوالی، می‌تواند به تقویت نتایج بینجامد.

## پانویس‌ها

1. graphical approaches
2. BSC
3. analytic hierarchy process (AHP)
4. principal components analysis (PCA)
5. discriminant analysis
6. multivariate regression analysis
7. artificial neural networks (ANN)
8. target
9. classification and regression trees (CART)
10. bootstrap technique
11. bias correction
۱۲. برای بحث بیشتر درخصوص تکنیک‌های بوت استرپ، سیمار و ویلسون [۲۴] را ببینید.
13. independent random variables
14. bandwidth parameter
15. rule of thumb
۱۶. هزینه‌های بیمه‌ی، مجموع یا تفاضل هزینه‌ی خسارت سهم نگاه‌داری و هزینه‌ی (درآمد) کارمزد و کارمزد منافع سهم نگاه‌داری به‌علاوه‌ی خالص سایر هزینه‌های بیمه‌ی است. [۴۰]
۱۷. سود ناخالص فعالیت بیمه‌ی حاصل درآمد حق بیمه سهم نگاه‌داری منهای هزینه‌های بیمه‌ی به‌علاوه درآمد سرمایه‌گذاری از محل ذخایر فنی است. [۴۰]
۱۸. بازده سرمایه‌گذاری عبارت است از درآمد سرمایه‌گذاری شناسایی شده در صورت‌های مالی به میانگین بهای تمام شده سرمایه‌گذاری‌ها (ابتدا و پایان دوره مالی) ضربدر ۱۰۰. [۴۰]
۱۹. نسبت هزینه‌های اداری، عمومی و کارمزد از تقسیم مجموع هزینه کارمزد و کارمزد منافع و هزینه‌های اداری و عمومی بر حق بیمه‌های صادره، ضربدر ۱۰۰ به دست می‌آید. [۴۰] از آنجا که در این مقاله از مدل DEA ورودی محور استفاده می‌شود، یعنی به دنبال افزایش خروجی هستیم، از معکوس این نسبت به‌عنوان خروجی مطلوب استفاده می‌کنیم.
20. general algebraic modeling system

## منابع (References)

1. Ramanathan, R., *An Introduction to Data Envelopment Analysis: A Tool for Performance Measurement*, Sage, New Delhi (2003).
2. Siriopoulos, C. and Tziogkidis, P. "How do Greek banking institutions react after significant events? – A DEA approach", *Omega*, **38**, pp. 294-308 (2010).
3. Feroz, E., Kim, S. and Raab, R. "Analytic procedures: A data envelopment approach", *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, **2**, pp. 17-31 (2005).
4. Halkos, E.G. and Salamouris, D. "Efficiency measurement of the Greek commercial banks with the use of financial ratios: A data envelopment analysis approach", *Management Accounting Research*, **15**, pp. 210-224 (2004).
5. Daraio, C. and Simar, L., *Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis*, Methodology and Applications, New York, Springer (2007).
6. Jenkins, L. and Anderson, M. "A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis", *European Journal of Operational Research*, **147**(1), pp. 51-61 (2003).
7. Simar, L. and Wilson, P.W. "Sensitivity analysis of efficiency scores: How to bootstrap in nonparametric frontier models", *Management Science*, **44**(1), pp. 49-61 (1998).
8. Smith, P. "Model misspecification in data envelopment analysis", *Annals of Operations Research*, **73**, pp. 233-252 (1997).
9. Zhang, Y. and Bartels, R. "The effect of sample size on mean efficiency in DEA with an application to electricity distribution in Australia, Sweden and New Zealand", *Journal of Productivity Analysis*, **9**(3), pp. 187-204 (1998).
10. Zhu, J., *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets*, Third Edition, Springer, Kluwer, Boston (2003).
11. Lev, B., *Financial Statement Analysis: A New Approach*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall (1974).
12. Sherman, H.D. "Data envelopment analysis as a new managerial audit methodology-test and evaluation", *Auditing: Journal of Practice and Theory*, **4**(1), pp. 35-53 (1984).
13. Bougen, P.D. and Drury, J.C. "UK statistical distributions of financial ratios", *Journal of Business Finance and Accounting*, **7**(1), pp. 39-47 (1980).
14. Ezzamel, M., Brodie, J. and Mar-Molinero, C. "Financial patterns of UK manufacturing companies", *Journal of Business Finance and Accounting*, **14**(4), pp. 519-536 (1987).
15. Mecimore, D.C. "Some empirical distributions of financial ratios", *Management Accounting*, **50**, pp. 13-16 (1987).
16. Taffler, R.J. "The assessment of company solvency and performance using a statistical model", *Journal of Accounting Business Research*, **15**(52), pp. 295-308 (1983).
17. Simar, L. and Wilson, P.W. "A general methodology for bootstrapping in nonparametric frontier models", *Journal of Applied Statistics*, **27**, pp. 779-802 (2000).
18. Lu, W.M. and Hung, S.W. "Exploring the efficiency and effectiveness in global e-retailing companies", *Computers & Operations Research*, **38**, pp. 1351-1360 (2011).
19. De Nicola, A., Gitto, S. and Mancuso, P. "Uncover the predictive structure of healthcare efficiency applying a bootstrapped data envelopment analysis", *Expert Systems with Applications*, **39**, pp. 10495-10499 (2012).
20. De Nicola, A., Gitto, S. and Mancuso, P. "Evaluating Italian public hospital efficiency using bootstrap DEA and CART", *International Journal of Applied Decision Sciences*, **6**(3), pp. 281-292 (2013).
21. Mbuvi, D., De Witte, K. and Perelman, S. "Urban water sector performance in Africa: A step-wise bias-corrected efficiency and effectiveness analysis", *Utilities Policy*, **22**, pp. 31-40 (2012).
22. Simar, L. and Wilson, P.W. "Estimation and inference in two stage, semiparametric models of productive efficiency", *Journal of Econometrics*, **136**, pp. 31-64 (2007).
23. Farrell, M.J. "The measurement of productive efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society Series A*, **120**, pp. 253-281 (1957).

24. Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E.L. "Measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, **2**(6), pp. 429-444 (1978).
  25. Banker, D.R., Charnes, A. and Cooper, W.W. "Models for estimation of technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis", *Management Science*, **30**(9), pp. 1078-1092 (1984).
  26. Hollingsworth, B. and Smith, P. "Use of ratios in data envelopment analysis", *Applied Economics Letters*, **10**(11), pp. 733-735 (2003).
  27. Cooper, W.W., Seiford, L.M. and Zhu, J., *Data Envelopment Analysis: Handbook on Data Envelopment History, Models, and Interpretations*, Chapter 1, Analysis, New York, Springer, pp. 1-39 (2011).
  28. Alonso, A.M., Pena, D. and Romo, J. "Introducing model uncertainty by moving blocks bootstrap", *Statistical Papers*, **47**, pp. 167-179 (2006).
  29. Assaf, A.G., Barros, C.P. Matousek, E. "Technical efficiency in Saudi banks", *Expert Systems with Applications*, **38**(5), pp. 5781-5786 (2010).
  30. Halkos, E.G. and Tzeremes, N. "The effect of foreign ownership on SMEs performance: An efficiency analysis perspective", *Journal of Productivity Analysis*, **34**(2), pp. 167-180 (2010).
  31. Bogetoft, P. and Otto, L., *Benchmarking with DEA, SFA, and R*, *International Series in Operations Research & Management Science*, Springer, 157 p. (2011).
  32. Walden, J. "Estimating vessel efficiency using a bootstrapped data envelopment analysis model", *Marine Resource Economics*, **21**, pp. 181-192 (2006).
  33. Silverman, B.W., *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*, London: Chapman and Hall (1986).
  34. Simar, L. and Wilson, P.W., *Statistical Interference in Nonparametric Frontier Models: Recent Developments and Perspectives*. In H. Fried, C. A. K. Lovell, & S. Schmidt (Eds.), *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Change*, New York: Oxford University Press (2008).
  35. Hwang, S.N. and Kao, T.L. "Measuring managerial efficiency in non-life insurance companies: An application of two-stage data envelopment analysis technique", *International Journal of Management*, **23**, pp. 699-720 (2006).
  36. Kao, C. "Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model", *European Journal of Operational Research*, **192**, pp. 949-962 (2009).
  37. Kao, C. and Hwang, S.N. "Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: an application to non-life insurance companies in Taiwan", *European Journal of Operational Research*, **185**, pp. 418-29 (2008).
  38. Brockett, P.L. and Golany, B. "Using rank statistics for determining programming efficiency differences in data envelopment analysis", *Management Science*, **42**(3), pp. 466-472 (1996).
  39. Grosskopf, S. and Valdmanis, V. "Measuring hospital performance: A nonparametric approach", *Journal of Health Economics*, **6**(2), pp. 89-107 (1987).
۴۰. بیمه مرکزی جمهوری اسلامی ایران، سالنامه آماری صنعت بیمه (۱۳۸۹).