

## رویه های تحلیلی در حسابرسی: کاربردی از رویکرد تحلیل پوششی داده بوت استرپ شده

\* راحله کلاته رحمانی  
\*\* علی اصغر انواری رستمی  
\*\*\* محمدعلی آقایی  
\*\*\*\* عادل آذر

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۴/۲۳

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۱/۱۷

### چکیده:

سودمندی تحلیل پوششی داده (DEA) به عنوان یک رویه تحلیلی برای حسابرسان مخصوصا در مرحله برنامه ریزی حسابرسی برای تعیین کردن اندازه حسابرسی (تحصیص منبع) و برای ارزیابی کردن سطح ریسک اولیه مشتری (تداوم فعالیت)، اثبات شده است. به هر حال، چندین پژوهشگر اشاره کرده اند که شمول نسبت های مالی در مدل های DEA، برآوردهای کارایی سوداری را در اجرای رویه های تحلیلی ایجاد می کنند. این مقاله به وسیله ی به کار بردن تکنیک بوت استرپ، کاربردی از تحلیل عملکرد ۲۰ شرکت بیمه با استفاده از داده های

\* دانشجوی دکتری حسابداری، گروه حسابداری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)  
Email: Raheleh.Rahmani@yahoo.com

\*\* استاد حسابداری، گروه حسابداری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.  
Email: anvary@modares.ac.ir

\*\*\* استاد دیار حسابداری، گروه حسابداری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.  
Email: aghaeim@modares.ac.ir

\*\*\*\* استاد مدیریت، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.  
Email: azara@modares.ac.ir

مالی را ارائه می کند. نتایج نشان می دهد که در اولین مرحله ی تحلیل حساسیت، کارایی های به دست آمده سودار هستند. به هر حال بعد از به کار بردن تکنیک بوت استرپ، تحلیل حساسیت آشکار می کند که رتبه های کارایی به طور مهمی بهبود یافته اند.

### واژه های کلیدی: رویه های تحلیلی، حسابرسی، تحلیل پوششی داده، بوت استرپ

#### - ۱- مقدمه

تحلیل نسبت به وسیله ی مقایسه مانده حساب ها یا نسبت ها، عمدتاً به عنوان یک رویه تحلیلی برای تایید کردن عملکرد مشتریان در یک کار حسابرسی استفاده می شود (برای مثال آرنز و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۳) را ببینید). محاسبه ی نسبت ها آسان است ولی در مقابل تفسیرشان ممکن است مشکل ساز باشد، مخصوصاً هنگامی که برخی نسبت ها علائم متضادی را نشان می دهند (فیروز و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳؛ هالکز و سالمورایز<sup>۳</sup>، ۲۰۰۴؛ مک لی و فیلدستد<sup>۴</sup>، ۱۹۸۷). عملاً، اغلب تحلیل نسبت از جهت ذهنی بودنش مورد انتقاد قرار می گیرد یعنی حسابرس باید نسبت هایی را به منظور ارزیابی کردن عملکرد جامع یک مشتری انتخاب کند و از سوی دیگر نمی توان یک رتبه عملکرد کلی برای نسبت های مختلف استفاده شده، فراهم کرد (سیریوپلس و زایج کدیس<sup>۵</sup>، ۲۰۱۰). بیگز و همکارانش<sup>۶</sup> در پژوهشی که در سال ۱۹۹۵ انجام دادند به این نتیجه رسیدند که برای اجرای رویه های تحلیلی نیاز به ابزارهای جدیدی مانند تحلیل پوششی داده است. مطالعات موجود که DEA را برای تصمیمات مدیریتی به کار برده اند، نشان داده اند که DEA اطلاعات اضافی، بیشتر از تحلیل نسبت فراهم می کند (اسمیت<sup>۷</sup>، ۱۹۹۰؛ تنسیلش و همکاران<sup>۸</sup>، ۱۹۹۶؛ فیروز و همکاران، ۲۰۰۳). فیروز و همکارانش (۲۰۰۵) نشان می دهند که در اجرای رویه های تحلیلی، DEA می تواند به عنوان ابزاری برای برنامه ریزی حسابرسی برای ارزیابی کردن سطح ریسک اولیه مشتری و برای تعیین کردن اندازه حسابرسی، استفاده شود. آنها اعتقاد دارند که تکنیک تحلیل پوششی داده همچنین می تواند در مرحله ی بررسی کلی برای کشف کردن هر نابهنجاری و برای دیدن معقولیت ارائه

1- Arens, et al.

2- Feroz, et al.

3- Halkos & Salamouris

4- McLeay & Fieldsend

5- Sirloupoulos & Tziogkidis

6- Biggs, et al.

7- Smith

8- Thanassoulis, et al.

صورت های مالی استفاده شود. به هر حال این روش در معرض نتایج سودار (اریب) و رتبه های کارایی اضافه/کمتر براورد شده است، واحدها می توانند به طور اشتباه به عنوان کارا و ناکارا طبقه بندی شوند، و رتبه بندی درستی نمی تواند حاصل شود (داریو و سیمار<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷؛ جنکینز و اندرسن<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳؛ سیمار و ویلسون<sup>۳</sup>، ۱۹۹۸؛ اسمیت، ۱۹۹۷). بنابراین مساله پژوهش به این صورت مطرح می شود: چگونه می توان رویه های تحلیلی را با استفاده از روش شناسی DEA به گونه ای اجرا کرد که نتایج غیر سودار (نا اریب) فراهم شوند؟ بنابراین هدف این پژوهش ارائه الگویی است که بتواند مقیاس های مالی را داخل یک مقیاس تکی ترکیب کند به طوری که نتایج غیر سودار تولید شود. در ادامه، نخست به مبانی نظری و پیشینه پژوهش اشاره می گردد و متناسب با آن، فرضیات تدوین می گردد. در بخش بعدی روش پژوهش و در پایان یافته های پژوهش، نتیجه گیری و همچنین پیشنهادهای لازم ارائه می شود.

## ۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

همانطور که بیانیه استانداردهای حسابرسی شماره ۵۶ بیان می کند، "رویه های تحلیلی شامل مقایسه هایی از مبالغ ثبت شده، یا نسبت های ایجاد شده از مبالغ ثبت شده بر اساس انتظارات شکل گرفته به وسیله ای حسابرس است. حسابرس چنین انتظار ای را به وسیله ای شناسایی کردن و استفاده کردن از روابط محتملی شکل می دهد که به طور منطقی انتظار می رود بر مبنای فهم و درکش از مشتری و از صنعتی که مشتری عمل می کند، وجود داشته باشند، ... (جامعه حسابداران رسمی آمریکا<sup>۴</sup>، ۱۹۸۸).".

یکی از تکنیک های ساده که عمدها در رویه های تحلیلی استفاده می شود، تحلیل نسبت متداول می باشد. به دلیل برخی نقاط ضعف روش تحلیل نسبت متداول، ادبیات حسابرسی تکنیک های جایگزینی را توسعه داده است. این تکنیک های جایگزین عبارتند از: تحلیل پوششی داده، تحلیل تمايزی<sup>۵</sup>، تحلیل رگرسیون چندگانه<sup>۶</sup> (کنی<sup>۷</sup>، ۱۹۸۷) و مدل های شبکه ای عصبی مصنوعی<sup>۸</sup> (برای مثال کوکلی و بروان<sup>۹</sup>، ۱۹۹۳؛ فیروز و همکاران، ۲۰۰۰ را

1- Daraio & Simar

2- Jenkins & Anderson

3- Simar & Wilson

4- AICPA

5- Discriminant Analysis

6- Multivariate Regression Analysis

7-Kinney

8- Artificial Neural Networks

9- Coakley & Brown

ببینید). در ادامه مختصررا به برخی مزایای DEA بر سایر رویکردهای استفاده شده در روش‌های تحلیلی اشاره می‌شود:

**۱-۱- مزیت بر تحلیل نسبت تک متغیره:** از نقاط ضعف تحلیل نسبت تک متغیره، گزینش‌های ذهنی حسابرس از نسبت‌های خاص برای مقایسه کردن و ارزیابی کردن سلامتی جامع مشتری است. همچنین این روش تشخیص یک مجموعه کوچکی از شاخص‌های مالی را الزامی می‌کند و هیچ ابزاری برای حل کردن علامت‌های متضادی که ممکن است از مقایسه نسبت‌ها ظاهر شوند را فراهم نمی‌کند (فرناندزکاسترو و اسمیت<sup>۱</sup>، ۱۹۹۴). این رویکرد همچنین وابستگی‌های متقابل بین نسبت‌ها را نادیده می‌گیرد (لو<sup>۲</sup>، ۱۹۷۴؛ هالکز و زیرمس<sup>۳</sup>، ۲۰۱۲). ناکارایی‌ها معمولاً نمی‌توانند از طریق تحلیل نسبت به طور دقیق تعیین شوند، زیرا چنین نسبت‌هایی نمی‌توانند خروجی‌های چندگانه را به طور همزمان در نظر بگیرند. از سوی دیگر برخی ورودی‌ها به طور مشترک در تولید کردن چند خروجی استفاده می‌شوند که تفکیک کردن ورودی‌ها و خروجی‌ها برای استفاده کردن هر یک از آنها در یک نسبت، کار درستی نمی‌باشد (شمن<sup>۴</sup>، ۱۹۸۴).

**۱-۲- مزیت بر تحلیل نسبت چند متغیره:** به منظور استفاده از تحلیل نسبت چند متغیره برای اهداف ارزیابی و پیش‌بینی عملکرد، ضروری است نسبت‌های انتخاب شوند که فرض می‌شوند برای رویدادهای آینده معرف ترین باشند، بنابراین اهمیت نسبی هر نسبت برای پیش‌بینی باید بررسی شود. تکنیک‌های بر مبنای رگرسیون می‌توانند برای ایجاد کردن یک رتبه‌ی پیش‌بینی استفاده شوند، اما فرضیات آماری زیربنای تحلیل پارامتریک (برای اجرای رگرسیون) اغلب در طی تحلیل نقض می‌شوند (هالکز و زیرمس، ۲۰۱۲).

**۱-۳- مزیت بر تحلیل تمایزی:** رایجترین فرضی که در مورد تحلیل تمایزی الزامی می‌شود، نرمال بودن متغیرها است. چندین مطالعات نشان داده اند که تعداد زیادی از نسبت‌ها و داده‌های مالی غیر نرمال هستند که این غیرنرمال بودن را می‌توان به وسیله‌ی حضور چولگی و وجود داده‌های پرت تشخیص داد (برد و مک‌هیگ<sup>۵</sup>، ۱۹۷۷؛ باجن و دروری<sup>۶</sup>،

1- Fernandez-Castro & Smith

2- Lev

3- Halkos & Tzeremes

4- Sherman

5- Bird & McHugh

6- Bougen & Drury

۱۹۸۰؛ ازمل و همکاران<sup>۱</sup>، ۱۹۸۷؛ مسیمور<sup>۲</sup>، ۱۹۸۳). تافلر<sup>۳</sup> (۱۹۸۳) بیان می کند از آنجا که تکنیک هایی شبیه DEA، روی فرض محدود کننده‌ی توزیع نرمال تکیه نمی کنند، قطعاً نسبت به سایر روش‌ها برتری دارند.

**۴-۲- مزیت بر تحلیل رگرسیون چندگانه و شبکه‌ی عصبی مصنوعی:** تحلیل رگرسیون می تواند برآوردهای نا اریب خطی ایجاد کند ولی در شرایط کار حسابرسی معمولی، اغلب یک یا چند قلم در صورت‌های مالی مشتری با یکدیگر ارتباطی غیر خطی و غیر قابل پیش‌بینی دارند. رویه‌های تحلیلی که با استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی اجرا می شود می تواند ویژگی غیر خطی بودن داده‌های مالی را در نظر بگیرد بنابراین به نظر می رسد روش شبکه‌ی عصبی بر تحلیل رگرسیون چندگانه برتری داشته باشد. از سوی دیگر رویه‌های تحلیلی که با استفاده از DEA اجرا می شود علاوه بر اینکه می تواند غیر خطی بودن داده‌ها مالی را در نظر بگیرد، همچنین می تواند اطلاعات مهمی در خصوص واحدهای ناکارا ارائه کند و پیشنهاداتی برای ارتقای واحد ناکارا ارائه کند. بنابراین روش DEA بر هر دو روش تحلیل رگرسیون و شبکه‌ی عصبی مصنوعی برتری دارد (شمن، ۱۹۸۴؛ فیروز و همکاران، ۲۰۰۵).

از سوی دیگر همانطور که بیان شد روش DEA در معرض نتایج سودار و رتبه‌های کارایی اضافه/کمتر برآورد شده است، یعنی رتبه‌ها ممکن است تحت تاثیر داده‌ها یا نسبت‌های انتخاب شده باشند، بنابراین واحدها می توانند به طور اشتباه به عنوان کارا و ناکارا طبقه‌بندی شوند و هدف ما در این پژوهش ارائه الگویی است که بتواند مقیاس‌های مالی را داخل یک مقیاس تکی ترکیب کند به طوری که نتایج غیر سودار تولید شود.

سیمار و ویلسون (۱۹۹۸، ۲۰۰۷، ۲۰۰۰) بر مبنای تکنیک‌های بوت استرپ (افرن، ۱۹۷۹)، رویکردی را به منظور تصحیح کردن و برآورد کردن تورش شاخص‌های کارایی DEA معرفی کردند. لو و هانگ<sup>۴</sup> (۲۰۱۱) تحلیل پوششی داده همراه با بوت استرپینگ را برای تحلیل عملکرد ۳۰ شرکت خرده فروشی الکترونیکی جهانی به کار برداشتند. نتایج پژوهش اشاره دارد بر اینکه مطالعه DEA باید بوت استرپینگ را به عنوان روشی استاندارد برای کشف کردن قابلیت انتکای رتبه‌بندی کارایی و برای ایجاد یک معیار دقیق تری از عملکرد شرکت‌ها، به کار برد. دی نیکلا و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۲) نشان دادند بوت استرپ کردن رتبه‌های کارایی حاصل از

1- Ezzamel et al.

2-Mecimore

3- Taffler

4- Lu & Hung

5- De Nicola, et al.

DEA قبل از اجرا کردن درخت رگرسیون و طبقه بندی<sup>۱</sup>، می تواند کیفیت نتایج را افزایش دهد. همچنین آنها طی تحقیقی در سال ۲۰۱۳ به منظور رفع تورش از رتبه های کارایی ۳۹۰ بیمارستان عمومی ایتالیایی از روش بوت استرپ استفاده کردند. امبیووی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۲) بعد از برآورد کردن رتبه های کارایی فنی بخش آب شهری آفریقا، برای تصحیح کردن آنها از لحاظ تورش و برآورد کردن کواریانس های کارایی از رویکرد بوت استرپ استفاده کردند. هالکز و زبرمس (۲۰۱۲) مدل DEA را همراه با تکنیک بوت استرپ استفاده کردند. نتایج نشان می دهد که در اولین مرحله محاسبه ی رتبه های کارایی بدون استفاده از تکنیک بوت استرپ، کارایی های به دست آمده سودار هستند یعنی تحت تاثیر داده ها و نسبت های مالی انتخاب شده قرار دارند اما بعد از به کار بردن تکنیک های بوت استرپ، رتبه های کارایی به طور مهمی بهبود یافته اند. بنابراین این مقاله برای پاسخ به مساله پژوهش از تکنیک بوت استرپ<sup>۳</sup> معرفی شده به وسیله ی سیمار و ویلسون (۱۹۹۸، ۲۰۰۷، ۲۰۰۰) استفاده می کند. با توجه به مطالب ذکر شده، می توان فرضیه های پژوهش را به صورت زیر بیان نمود:

**فرضیه اصلی:** بوت استرپ کردن رتبه های کارایی مدل DEA می تواند حساسیت رتبه ها به داده ها/نسبت های مالی را رفع کند و خطا در برآورد (که در نتیجه کاربرد داده ها/نسبت های مالی مختلف در رویه های تحلیلی حسابرسی ایجاد می شود) را کاهش دهد.

**فرضیه فرعی ۱:** رتبه های کارایی حاصل از مدل DEA قبل از کاربرد تکنیک بوت استرپ،

نسبت به داده ها/نسبت های مالی استفاده شده در رویه های تحلیلی حسابرسی حساس است.

**فرضیه فرعی ۲:** رتبه های کارایی حاصل از مدل DEA که به کمک تکنیک بوت استرپ از

لحاظ تورش تصحیح شده است، نسبت به داده ها/نسبت های مالی استفاده شده در رویه های تحلیلی حسابرسی حساس نیست.

### ۳- روش پژوهش

#### ۳-۱- مدل پیشنهادی برای تحلیل پوششی داده

اولین برآوردها<sup>۴</sup> DEA به وسیله ی فارل (۱۹۵۷) برای اندازه گیری کارایی فنی معرفی شد. به هر حال DEA عمومی تر شد، هنگامی که به وسیله ی چارنز و همکاران<sup>۵</sup> (۱۹۷۸) برای

1- Classification and Regression Trees (CART)

2- Mbuvi, et al.

3-Bootstrap Technique

4- Farrell

5- Charnes, et al.

برآورد کردن رتبه کارایی و در نظر گرفتن بازده به مقیاس ثابت (مدل CCR) معرفی شد. بعده بنکر و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۸۴) برآوردگری از DEA را که درنظرگرفتن بازده به مقیاس متغیر (از این به بعد VRS) را ممکن می‌سازد، معرفی کردند (مدل BCC). این مطالعه به تبعیت از هالینگسورت و اسمیت<sup>۲</sup> (۲۰۰۳) مشخصه VRS را استفاده می‌کند. آنها اشاره می‌کنند به اینکه هنگام استفاده کردن از نسبت‌ها در DEA، باید مدل تحت فرض VRS استفاده شود در غیر این صورت ممکن است نتایج نادرستی حاصل شود. بعلاوه، ما از فرمول ورودی محور DEA استفاده می‌کنیم زیرا می‌خواهیم با ثابت نگهداشتن مقادیر ورودی، مقادیر خروجی را حداقل کنیم (کلی و همکاران، ۱۹۹۸). بنابراین برآوردگر رتبه کارایی ورودی محور با فرض VRS، برای واحد تحت ارزیابی معین، می‌تواند از حل برنامه خطی تشریح شده در زیر به دست آید:

$$\begin{aligned}
 & \text{Min} \quad \theta \\
 \text{subject to} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0}, \quad r = 1, 2, \dots, s; \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0}, \quad i = 1, 2, \dots, m; \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \quad j = 1, 2, \dots, n; \\
 & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n.
 \end{aligned} \tag{1}$$

به طوری که در مدل بالا  $\theta$  رتبه کارایی واحد تحت ارزیابی (واحد صفر)،  $x_{ij}$ ،  $y_{rj}$ ،  $x_{i0}$ ،  $y_{r0}$ ،  $i = 1, 2, \dots, m$ ،  $j = 1, 2, \dots, n$ ،  $r = 1, 2, \dots, s$ ، میزان خروجی ام ( $i$ )، میزان ورودی ام ( $r$ ) و قیمت سایه واحد  $j$  ام ( $j$ ) می‌باشد که از حل معادله بالا به دست می‌آیند.

### ۲-۳- تکنیک بوت استرپ پیشنهادی جهت تصحیح تورش<sup>۳</sup>

چندین مولف، ماهیت تکنیک‌های بوت استرپ را به عنوان یک روش جایگزین هدایت کننده استنباط معرفی کرده اند جایی که اندازه نمونه بزرگ نیست یا توزیع‌های نمونه گیری در نتیجه ناهمخطی یا پیش آزمون وغیره از لحاظ تحلیلی مشخص نیست (آلنسو و همکاران<sup>۴</sup>،

1- Banker, et al.

2- Hollingsworth & Smith

3-Bias Correction

4- Alonso, et al.

۲۰۰۶؛ Assaf و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰؛ هالکز و زیرمس، ۲۰۱۰). با استفاده از تکنیک های بوت استرپ می توان از خطای در برآورد رتبه عملکرد اجتناب کرد. به منظور پیاده کردن الگوریتم بوت استرپ برای به دست آوردن نمونه ای از برآوردهای بوت استرپ از رتبه های DEA اولیه (که در اینجا با نماد  $\hat{\theta}^k$  نشان داده می شود) هشت گام زیر را به تبعیت از بگتوف و اتو<sup>۲</sup> (۲۰۱۱) و والدن<sup>۳</sup> (۲۰۰۶) دنبال می کنیم<sup>۴</sup>.

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

۲. از بوت استرپ استفاده کنید از طریق نمونه گیری هموار از  $\hat{\theta}^1, \dots, \hat{\theta}^n$  برای به دست آوردن یک تکرار بوت استرپ  $\hat{\theta}^{n*}, \dots, \hat{\theta}^{1*}$ . این مورد به صورت زیر انجام می شود:

۱-۲. نمونه گیری با جایگذاری را از میان  $\hat{\theta}^1, \dots, \hat{\theta}^n$  اجرا کنید و نتایج را  $\beta^1, \dots, \beta^n$  بنامید،

۲-۲. متغیرهای تصادفی نابسته<sup>۵</sup> نرمال استاندارد  $\epsilon^1, \dots, \epsilon^n$  را شبیه سازی کنید،

۳-۲.  $\tilde{\theta}^k$  را به وسیله ای هموارسازی کردن ارزش های نمونه گیری شده (مرحله ۱-۲) به صورت زیر محاسبه کنید:

$$\tilde{\theta}^k = \begin{cases} \beta^k + h\epsilon^k & \text{if } \beta^k + h\epsilon^k \leq 1 \\ 2 - \beta^k - h\epsilon^k & \text{otherwise} \end{cases}$$

به طوری که  $h$  پارامتر پهنای باند<sup>۶</sup> است و با استفاده از "قاعده انگشتی"<sup>۷</sup> (Silverman<sup>۸</sup>) محاسبه می شود. توجه داشته باشید که در نهایت  $1 \leq \tilde{\theta}^k \leq 1$  خواهد بود.

1- Assaf et al.

2- Bogetoft & Otto

3- Walden

۶- برای بحث بیشتری در خصوص تکنیک های بوت استرپ، سیمار و ویلسون (۱۹۹۸، ۲۰۰۰، ۲۰۰۷، ۲۰۰۸) را ببینید.

5- Independent Random Variables

6- Bandwidth Parameter

7- Rule of Thumb

8- Silverman

۴-۲. مقدار  $\theta^{k*} = \bar{\beta} + \frac{1}{\sqrt{1+h^2/\hat{\sigma}^2}} (\tilde{\theta}^k - \bar{\beta})$  را به وسیله‌ی فرمول محاسبه کنید، در حالی که

$$\cdot \bar{\beta} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \beta^k \quad \text{و} \quad \hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (\hat{\theta}^k - \bar{\theta})^2$$

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

۴. برنامه DEA اولیه را برای هر یک از مشاهدات نمونه اولیه و با استفاده از مجموعه مرجع ساخته شده به وسیله‌ی ورودی‌های بوت استرپ در مرحله ۳ بالا، برای برآورد ارزش‌های بوت استرپ مجدد حل کنید،

۵. برای به دست آوردن ارزش‌های بوت استرپ  $\hat{\theta}^{1b}, \hat{\theta}^{nb}, \dots, \hat{\theta}^{Bb}$  برای  $b=1, \dots, B$ ، گام‌ها را از (۱-۲) تکرار کنید،

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

برآورد تورش بوت استرپ برای برآورده‌گر DEA اولیه  $\hat{\theta}^k$  به صورت زیر محاسبه می‌شود:

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

به طوری که  $\hat{\theta}^{kb}$  ارزش‌های بوت استرپ و  $B$  تعداد تکرارهای بوت استرپ (در این مقاله ۲۰۰۰ بار) هستند. بنابراین برآورده‌گر تصحیح شده از لحاظ تورش می‌تواند به صورت زیر محاسبه شود:

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

به هر حال بر طبق سیمار و ویلسون (۲۰۰۸) این تصحیح تورش می‌تواند جزء اخلاق اضافی ایجاد کند و نیاز است که واریانس نمونه ارزش‌های بوت استرپ  $\hat{\theta}^{kb}$  به صورت زیر محاسبه شود:

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

در پایان یک قاعده ساده بر طبق داریو و سیمار (۲۰۰۷) این است که اگر قدرمطلق تورش از انحراف استاندارد ارزش های بوت استرپ بزرگتر است (معادله ۵)، براوردهای تصحیح شده باید به ارزش های اولیه ترجیح داده شود.

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

### ۳-۳- داده های استفاده شده برای آزمون تجربی

به منظور اجرای مدل های پیشنهادی از اطلاعات شرکت های بیمه در سراسر ایران که بعضا در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده اند، استفاده می شود. از آنجا که واحدهای مورد بررسی در تکنیک DEA باید مشابه باشند، نمونه مورد بررسی پس از اجرای عملیات حذفی (بر اساس زمینه های فعالیت شرکت های بیمه) به دست آمد. نمونه نهایی متشکل از ۲۰ شرکت می باشد که برای سال ۱۳۸۹ مورد بررسی قرار گرفتند. جدول ۱ آماره های توصیفی را در خصوص ورودی ها/خروجی های استفاده شده در روش شناسی DEA ارائه می کند. ورودی ها، منابعی را ارائه می کنند که یک واحد تصمیم گیری به منظور اجرا کردن عملیاتش به کار می گیرد. خروجی ها نتایجی را که از ورودی های به کار رفته مورد انتظار است، منعکس می کنند. با توجه به ادبیات ارزیابی عملکرد صنعت بیمه (برای مثال هوانگ و کاو<sup>۱</sup>؛ کاو<sup>۲</sup>؛ کاو<sup>۳</sup>؛ کاو و هوانگ<sup>۴</sup>، ۲۰۰۸ را ببینید)، سه ورودی به نام جمع دارایی ها، حقوق صاحبان سهام و هزینه های بیمه ای<sup>۵</sup> در تحلیل استفاده شده اند. بعلاوه سه نسبت مالی (نسبت های سودآوری) به منظور درنظر گرفتن عملکرد شرکت ها، به عنوان خروجی استفاده شدند. این خروجی ها عبارتند از نسبت سود ناخالص فعالیت بیمه ای<sup>۶</sup> به میانگین دارایی ها، بازده سرمایه گذاری<sup>۷</sup> و معکوس نسبت هزینه های اداری، عمومی و کارمزد.<sup>۸</sup>

#### ۱- Hwang and Kao

۲-هزینه های بیمه ای، مجموع یا تفاضل هزینه خسارت سهم نگهداری و هزینه (درآمد) کارمزد و کارمزد منافع سهم نگهداری به علاوه خالص سایر هزینه های بیمه ای می باشد [۱].

۳-سود ناخالص فعالیت بیمه ای حاصل درآمد حق بیمه سهم نگهداری منهای هزینه های بیمه ای به علاوه درآمد سرمایه گذاری از محل ذخایر فنی است [۱].

۴-بازده سرمایه گذاری عبارت است از درآمد سرمایه گذاری شناسایی شده در صورت های مالی به میانگین بهای تمام شده سرمایه گذاری ها (ابتدا و پایان دوره مالی) ضربدر ۱۰۰ [۱].

۵-نسبت هزینه های اداری، عمومی و کارمزد از تقسیم مجموع هزینه کارمزد و کارمزد منافع و هزینه های اداری و عمومی بر حق بیمه های صادره، ضربدر ۱۰۰ به دست می آید [۱]. از آنجایی که در این مقاله از مدل DEA ورودی محور استفاده می شود یعنی به دنبال افزایش خروجی هستیم، از معکوس این نسبت به عنوان خروجی مطلوب استفاده می کنیم.

جدول (۱): آماره های توصیفی داده های مالی استفاده شده در تحلیل

متغیرها	میانگین	انحراف استاندارد	میانیم	ماکسیمم
جمع دارایی ها (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
هزینه های بیمه ای (میلیون ریال) (ورودی)	۴.۷۵۶.۰۰۰	۱۱.۴۹۶.۱۱۰	۸.۴۹۵	۵۰.۶۳۰.۰۰۰
نسبت سود ناخالص فعالیت بیمه ای به میانگین دارایی ها (خروجی)	۱۰/۲۷	۷/۸۹	۱/۸۰	۳۸/۱۶
بازده سرمایه گذاری (خروجی)	۱۷/۴۰	۸/۱۶	۴/۰۰	۴۲/۴۰
معکوس نسبت هزینه های اداری، عمومی و کارمزد (خروجی)	۵/۹۷	۱/۶۸	۲/۵۶	۹/۱۰

منبع: یافته های پژوهشگران

با نگاه کردن به آماره های توصیفی در میان ۶ متغیر، می توانیم ارزش های بالای قابل ملاحظه ی انحراف استانداردها را مشاهده کنیم که حاکی از اثر اندازه و تمایز در میان شرکت های بررسی شده است. همچنین این اولین علامت نامناسب بودن نسبت ها به منظور مقایسه کردن عملکرد شرکت های مختلف با اندازه های متفاوت است.

همان طور که ذکر شد برای ایجاد مقیاس واحدی از عملکرد، این مقاله روش شناسی DEA را استفاده می کند. برای آزمون کردن فرضیه های پژوهش و بررسی حساسیت رتبه های کارایی نسبت به داده های مالی استفاده شده، ۷ مدل DEA متفاوت ایجاد شدند. جدول ۲ متغیرها (ورودی ها/خروجی ها) استفاده شده برای این مدل های DEA متفاوت را نشان می دهد. ایده پشتیبان هر مدل، آزمودن این است که آیا رتبه های کارایی به داده ها/ نسبت های مالی استفاده شده در تحلیل، حساس هستند یا خیر. با توجه به اینکه در مدل DEA انتخاب شده (ورودی محور)، به دنبال حداکثر کردن خروجی با ورودی ثابت هستیم، بنابراین در ۷ مدل معرفی شده، تمرکز روی تغییر متغیرهای خروجی است. برای مثال مدل ۵، هر سه ورودی را با دو خروجی (نسبت سود ناخالص فعالیت بیمه ای به میانگین دارایی ها و معکوس تغییری که در کارایی مدل ۵ نسبت به دیگر مدل های DEA، هنگام مستثنی کردن "بازده سرمایه گذاری" اتفاق می افتد. همینطور مدل ۶، سه ورودی و دو خروجی را استفاده می کند (به منظور آزمون کردن اثر "نسبت سود ناخالص فعالیت بیمه ای به میانگین دارایی ها" روی اندازه گیری عملکرد) و غیره. برای هر یک از ۷ مدل اشاره شده، رتبه های کارایی با استفاده از مدل های DEA ورودی محور با VRS (معادله ۱)، تورش (معادله ۲)، واریانس نمونه ی ارزش

های بوت استرپ (معادله ۴) و رتبه های کارایی تصحیح شده از لحاظ تورش (معادله ۳ به تبعیت از قاعده به دست آمده از معادله ۵) محاسبه می شوند. برای پیاده سازی مدل های DEA و الگوریتم بوت استرپ از نرم افزارهای<sup>۱</sup> GAMS و R استفاده می شود.

جدول(۲): مشخصات ورودی خروجی های استفاده شده در ساخت هفت مدل تحلیل پوششی داده

مشخصات مدل ها								متغیرها
مدل ۲	مدل ۶	مدل ۵	مدل ۴	مدل ۳	مدل ۲	مدل ۱		
*	*	*	*	*	*	*	*	جمع دارایی ها (میلیون ریال) (ورودی)
*	*	*	*	*	*	*	*	حقوق صاحبان سهام (میلیون ریال) (ورودی)
*	*	*	*	*	*	*	*	هزینه های بیمه ای (میلیون ریال) (ورودی)
*		*	*				*	نسبت سود ناخالص فعالیت بیمه ای به میانگین دارایی ها (خروجی)
*	*		*			*		بازده سرمایه گذاری (خروجی)
*	*	*		*				معکوس نسبت هزینه های اداری، عمومی و کارمزد (خروجی)

منبع: یافته های پژوهشگران

به منظور آزمون فرضیه اول، میانگین رتبه های کارایی ۷ مدل قبل از تصحیح تورش را با استفاده از آزمون ناپارامتریک کروسکال-والیس (آزمون H) مقایسه می کنیم. چنانچه فرض صفر مبنی بر برابر بودن میانگین رتبه حاصل از ۷ مدل رد شود، بنابران فرضیه فرعی اول تایید می شود. برای آزمون فرضیه دوم میانگین رتبه کارایی ۷ مدل بعد از تصحیح تورش را نیز به وسیلهٔ آزمون ناپارامتریک H مقایسه می کنیم. چنانچه فرض صفر مبنی بر برابری میانگین رتبه کارایی ۷ مدل تایید شود، آنگاه فرضیه فرعی دوم تایید می شود. در هر یک از آزمون های H که فرض صفر رد شود، برای نشان دادن مدل هایی که میانگین رتبه متفاوتی ایجاد می کنند از آزمون ناپارامتریک من-ویتنی استفاده خواهد شد. با توجه به این حقیقت که Yک تکنیک ناپارامتریک است، این مقاله از آزمون من-ویتنی (مشابه با گرسکف و والدمانیز<sup>۲</sup>، ۱۹۸۷؛ بروکت و گلنی، ۱۹۹۶) استفاده می کند. آزمون های آماری فرضیات با استفاده از نرم افزار SPSS انجام می شود. چنانچه هر دو فرضیه فرعی تایید شوند، فرضیه اصلی تایید می شود یعنی کاربرد تکنیک بوت استرپ می تواند حساسیت رتبه های کارایی مدل های DEA به داده ها/نسبت های مالی را رفع کند و خطای در برآورد را کاهش دهد.

1. General Algebraic Modeling System
2. Grosskopf & Valdmanis
3. Brockett & Golany

#### ۴- یافته‌های پژوهش

جدول ۳ رتبه‌های کارایی، تورش و انحراف استاندارد براورد شده به وسیله‌ی به ترتیب معادلات (۱)، (۲) و (۴) را متناسب با ۷ مدل مشخص شده در جدول ۲ ارائه می‌کند.

**جدول (۳): رتبه‌های کارایی، تورش و انحراف استاندارد براورد شده  
به وسیله‌ی معادلات (۱)، (۲) و (۴)**

شرکت‌ها								
مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴	مدل ۵	مدل ۶	مدل ۷	رتبه کارایی	مدل
۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۰۱	۰/۰۰۴	۰/۱۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۱	۰/۱۱۲
۱	۱	۱	۰/۱۳	۱	۰/۱۲۹	۰/۱۳	۲	۰/۰۳۹
۰/۰۳۹	۰/۰۳۹	۰/۰۳۹	۰/۰۳	۰/۰۳۹	۰/۰۳	۰/۰۳	۳	۰/۰۲۹
۰/۰۲۹	۰/۰۲۹	۰/۰۲۹	۰/۰۲۳	۰/۰۲۹	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۴	۰/۰۴۷
۰/۰۴۷	۰/۰۴۷	۰/۰۴۷	۰/۰۳۹	۰/۰۴۷	۰/۰۳۹	۰/۰۳۹	۵	۰/۰۵۷
۱	۱	۱	۰/۰۱	۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۶	۰/۰۵۷
۰/۰۵۷	۰/۰۵۷	۰/۰۵۷	۰/۰۳۷	۰/۰۵۷	۰/۰۳۷	۰/۰۳۷	۷	۰/۰۹۷
۱	۱	۱	۰/۰۹۷	۱	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۸	۰/۰۸۳۹
۱	۱	۱	۰/۰۸۳۹	۱	۰/۰۸۳۹	۱	۹	۰/۰۸۱۳
۱	۱	۱	۰/۰۴۱	۱	۰/۰۴۱	۰/۰۴۱	۱۰	۰/۰۲۱۲
۱	۱	۱	۰/۰۲۱۲	۱	۰/۰۲۱۲	۰/۰۱۸	۱۱	۰/۰۱۸
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۲	۰/۰۱۳
۰/۰۱۳	۰/۰۱۳	۰/۰۱۳	۰/۰۳۴۲	۰/۰۱۳	۰/۰۳۴۲	۰/۰۳۴۲	۱۳	۰/۰۱۰
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۰۱۰	۱۴	۰/۰۷۷
۰/۰۷۷	۰/۰۷۷	۰/۰۷۷	۰/۰۴۹	۰/۰۷۷	۰/۰۴۹	۰/۰۴۹	۱۵	۰/۰۱۲۸
۰/۰۱۲۸	۰/۰۱۲۸	۰/۰۱۲۸	۰/۰۵۲	۰/۰۱۲۸	۰/۰۵۲	۰/۰۵۲	۱۶	۰/۰۹۷
۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۲	۰/۰۹۷	۰/۰۲	۰/۰۲	۱۷	۰/۰۸۹
۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۳۸	۰/۰۸۹	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۱۸	۰/۰۸۶
۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۲۷۹	۰/۰۸۶	۰/۰۲۷۹	۰/۰۲۷۹	۱۹	۰/۰۱۰
۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۲۰	۰/۰۰۴
۰/۰۰۴	۰/۰۴۵۹	۰/۰۴۹۶	۰/۰۲۶۹	۰/۰۴۵۱	۰/۰۲۲۱	۰/۱۹۹	میانگین	۰/۴۰۷
۰/۴۰۷	۰/۴۰۰	۰/۴۰۰	۰/۳۸۶	۰/۴۴۲	۰/۳۴۸	۰/۳۱۵	انحراف	۰/۰۱۰
۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۴	۰/۰۱۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	استاندارد	۰/۰۴۵۲
۰/۰۴۵۲	۰/۰۴۰	۰/۰۴۰	۰/۰۴۴	۰/۰۴۴	۰/۰۴۷	۰/۰۳۷	مینیمم	۰/۰۱۰
۰/۰۱۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	ماکسیمم	۰/۰۳۷
تورش								
۰/۰/۰۱	۰/۰/۶۴	۰/۰/۰۶	۰/۰/۰۰۴	۰/۰/۰۴۶	۰/۰/۰۰۴	۰/۰/۰۰۴	۱	۰/۰/۰۱
۰/۰/۳۱	۰/۰/۲۵	۰/۰/۱۷۸	۰/۰/۱۲۹	۰/۰/۰۲۱	۰/۰/۱۲۸	۰/۰/۱۳	۲	۰/۰/۰۳۱
۰/۰/۰۳۹	۰/۰/۰۳۸	۰/۰/۰۳۸	۰/۰/۰۳	۰/۰/۰۳۹	۰/۰/۰۳	۰/۰/۰۳	۳	۰/۰/۰۴۸
۰/۰/۰۲۸	۰/۰/۰۲۸	۰/۰/۰۲۸	۰/۰/۰۲۳	۰/۰/۰۲۹	۰/۰/۰۲۳	۰/۰/۰۲۳	۴	۰/۰/۰۴۶
۰/۰/۰۴۶	۰/۰/۰۴۶	۰/۰/۰۴۶	۰/۰/۰۳۸	۰/۰/۰۴۷	۰/۰/۰۴۷	۰/۰/۰۳۸	۵	۰/۰/۰۵۰۱
۰/۰/۰۵۰۱	۰/۰/۰۰۸	۰/۰/۰۱۲	۰/۰/۰۱	۰/۰/۰۷۸	۰/۰/۰۱	۰/۰/۰۱	۶	۰/۰/۰۴۲
۰/۰/۰۴۲	۰/۰/۰۴۴	۰/۰/۰۴۴	۰/۰/۰۳۷	۰/۰/۰۴۷	۰/۰/۰۳۷	۰/۰/۰۳۷	۷	۰/۰/۰۳۷

شرکت ها	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴	مدل ۵	مدل ۶	مدل ۷
۸	۳۶۷۵/۸۷۹	-۰/۰۹	-۰/۰۸۲	۰/۰۷۳	۹۳/۸۸۹	-۰/۰۷۸	۲۴/۷۷۹
۹	-۰/۰۴۴	۲۹/۷۹۰	۰/۰۷	۱۶/۰۴۹	۴/۶۰۷	۱-۰/۳۷۲	۲۳/۹۰۹
۱۰	-۰/۰۴۱	-۰/۰۴۱	۱۳/۹۹۲	-۰/۰۴۱	۱۶/۰۴۲	۰/۰۵۰	۳۴/۴۲۱
۱۱	-۰/۰۱۸	-۰/۰۷۴	-۰/۰۲۱	-۰/۰۷۳	-۰/۰۴۱	۱/۰۶	-۰/۱
۱۲	-۱	-۰/۸۴۹	-۰/۰۹۸۵	-۰/۰۹۰۴	-۰/۰۹۷۷	-۰/۰۹۲۷	-۰/۰۳۱
۱۳	-۰/۰۳۴۲	-۰/۰۳۴۲	-۰/۰۸۰۲	-۰/۰۳۴۲	-۰/۰۸۰	-۰/۰۸۰۲	-۰/۰۸۰۲
۱۴	-۰/۰۶۰۷	۱۷/۰۵۲۶	-۰/۰۸۱۰	۳/۶۶۳	-۰/۰۷۴۰	۹/۰۵۳	۳/۰۵۴
۱۵	-۰/۰۴۹	-۰/۰۴۹	-۰/۰۷۶	-۰/۰۴۹	-۰/۰۷۶	-۰/۰۷۶	-۰/۰۷۶
۱۶	-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۲	-۰/۱۲۰	-۰/۰۰۲	-۰/۱۲۰	-۰/۱۲۴	-۰/۱۲۰
۱۷	-۰/۰۰۷	-۰/۰۹۶	-۰/۰۹۰	-۰/۰۶۹	-۰/۰۹۶	-۰/۰۹۳	-۰/۰۹۴
۱۸	-۰/۰۰۳۸	-۰/۰۰۳۸	-۰/۰۰۸۸	-۰/۰۰۳۸	-۰/۰۰۸۷	-۰/۰۰۸۷	-۰/۰۰۸۷
۱۹	-۰/۰۲۷۹	-۰/۰۲۷۹	-۰/۰۰۸۱	-۰/۰۲۷۸	-۰/۰۰۸	-۰/۰۵۷۹	-۰/۰۰۸۱
۲۰	-۰/۰۱	-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۱۵	-۰/۰۰۰۲	-۰/۰۰۰۸	-۰/۰۰۰۱	-۰/۰۰۰۱
اچغراف استاندارد							
۱	۰/۰۰۵	۰/۱۷۰	۰/۰۰۱	۰/۱۰۲	۰/۲۷۳	۰/۷۷۲	۰/۷۷۲
۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۲۳/۷۲۱	۱۱/۲۴۰	۱۰/۲۴۳	۰/۰۰۳
۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
۵	۰/۰۱۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷
۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۹۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۱۹۹/۰۴۷	۴۰۴/۰۴۶	۱۹۰۴/۴۲۴
۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۲۸	۰/۰۰۲	۰/۰۳۶	۰/۰۳۳	۰/۰۴۹
۸	۱۶۹۸۱۱/۸۷۴	۰/۰۰۲	۰/۰۴۰	۷۰۳/۰۳۶۶	۳۰۴/۰۰۱	۰/۰۵۰	۲۲۰/۹۰۳
۹	۰/۰۰۱	۴۰۸/۰۲۳	۱۸/۳۴۰	۱۴۹/۹۶۳	۱۷۰/۰۳۲۴	۳۹۷۴/۰۵۳۰	۳۵۱/۰۳۹
۱۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲۶۹/۰۵۹	۰/۰۰۰	۴۹۰/۰۹۸	۱۱۲/۸۷۱	۴۳/۱۱۲
۱۱	۰/۰۰۴	۳/۳۷۷	۲/۴۸۶	۰/۲۱۲	۱/۹۴۸	۴۰/۰۵۹۳	۴/۷۱۹
۱۲	۰/۰۰۳	۰/۶۲۳	۰/۱۶۴	۰/۰۷	۰/۲۰۱	۰/۲۹۳	۰/۰۲۹۳
۱۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۷۸	۰/۰۶۶	۰/۰۶۶
۱۴	۰/۰۰۲	۳۱۳/۰۷۳	۰/۰۷۹	۰/۲۳۶۲	۰/۳۴۳	۲۰۲/۰۷۹	۴۷/۳۳۶
۱۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷
۱۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۱۷	۰/۰۰۴	۰/۰۱۹	۰/۰۱۸	۰/۰۱۶
۱۷	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۴	۰/۰۱۰	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴
۱۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۱۱	۰/۰۰۳	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲
۱۹	۰/۰۰۱	۰/۰۱۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۷۴	۰/۰۵۸	۰/۰۴۹
۲۰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۴۰	۰/۰۱۷

منبع: یافته های پژوهشگران

جدول (۴): رتبه های کارایی تصحیح شده از لحاظ تورش برآورد شده  
به وسیله ای معادله (۳) به تبعیت از قاعده به دست آمده از معادله (۵)

شرکت ها	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴	مدل ۵	مدل ۶	مدل ۷
۱	-۰/۰۰۸	-۰/۰۰۴	-۰/۱۰۱	-۰/۰۰۸	-۰/۱۱۲	-۰/۱۱۲	-۰/۱۱۲
۲	-۰/۲۰۹	-۰/۲۵۷	۱	-۰/۲۵۹	۱	۱	۱
۳	-۰/۰۶	-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	-۰/۰۹۴	-۰/۰۹۴	-۰/۰۹۴	-۰/۰۹۴
۶	-۰/۰۲	-۰/۰۲	۱	-۰/۰۲	۱	۱	۱
۷	-۰/۰۷۴	-۰/۰۷۳	-۰/۱۰۴	-۰/۰۷۳	-۰/۱۰۱	-۰/۱۰۱	-۰/۰۵۷
۸	۱	-۰/۱۱۸	-۰/۱۲۹	۱	۱	-۰/۱۲۵	-۰/۱۲۵
۹	-۰/۰۸۷	-۰/۰۸۸	-۰/۰۸۳	-۰/۰۸۳	-۰/۰۸۳	-۰/۰۸۳	-۰/۰۸۳
۱۰	-۰/۰۸۲	-۰/۰۸۲	۱	-۰/۰۸۲	۱	-۰/۰۸۲	-۰/۰۸۲
۱۱	-۰/۲۳۷	-۰/۲۱۲	۱	-۰/۲۱۲	۱	-۰/۲۱۲	-۰/۲۱۲
۱۲	۲	۱	-۰/۹۸۵	-۰/۹۰۴	-۰/۹۷۷	-۰/۹۲۷	-۰/۹۳۱
۱۳	-۰/۶۸۴	-۰/۶۲۱	-۰/۶۸۴	-۰/۶۱۸	-۰/۶۱۹	-۰/۶۱۹	-۰/۶۱۲
۱۴	-۰/۱۳۴	-۰/۱۸۰	۱	-۰/۱۸۰	-۰/۱۷۵	-۰/۱۰۱	-۰/۱۰۴
۱۵	-۰/۰۹۹	-۰/۰۸۹	-۰/۱۰۴	-۰/۰۸۹	-۰/۱۰۳	-۰/۱۰۳	-۰/۱۰۴
۱۶	-۰/۱۰	-۰/۱۰۴	-۰/۲۵۳	-۰/۱۰۴	-۰/۲۵۳	-۰/۲۵۲	-۰/۲۵۳
۱۷	-۰/۱۴۱	-۰/۱۳۹	-۰/۱۹۲	-۰/۱۳۹	-۰/۱۹۱	-۰/۱۹۱	-۰/۱۹۱
۱۸	-۰/۰۷۷	-۰/۰۷۶	-۰/۱۷۶	-۰/۰۷۶	-۰/۱۷۶	-۰/۱۷۶	-۰/۱۷۶
۱۹	-۰/۰۰۸	-۰/۰۰۴	-۰/۱۶۶	-۰/۰۰۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۷
۲۰	-۰/۰۲۱	-۰/۰۱۵	-۰/۰۳	-۰/۰۱۵	-۰/۰۱۰	-۰/۰۱۰	-۰/۰۱۰
میاتکین	-۰/۱۳۴۸	-۰/۲۸۱	-۰/۶۴۲	-۰/۳۷۱	-۰/۶۷۹	-۰/۶۰۶	-۰/۶۴۵
انحراف استاندارد	-۰/۰۲۸	-۰/۳۵۰	-۰/۶۴۵	-۰/۰۵۰	-۰/۶۳۳	-۰/۰۸۸	-۰/۰۵۸۸
مینیمم	-۰/۰۰۸	-۰/۰۰۴	-۰/۰۳	-۰/۰۰۸	-۰/۰۳	-۰/۰۱۰	-۰/۰۱۰
ماکسیمم	۲	۱	-۰/۹۸۰	-۰/۹۰۴	-۰/۹۷۷	-۰/۹۲۷	-۰/۹۳۸

منبع: یافته های پژوهشگران

در جدول ۳، می توان برای همه مدل ها مشاهده کرد که یک شرکت، شماره ۱۲، دارای بالاترین رتبه کارایی است. همین طور شرکت هایی با پایین عملکرد عبارتند از: شرکت شماره ۳، ۴ و ۲۰. همچنین در برخی موارد می توان مشاهده کرد که مشخصات مدل های مختلف، اثر عمده ای روی کارایی های کسب شده دارند. مخصوصاً شرکت های شماره ۶ و ۱۰ برای مدل های ۱، ۲ و ۴ دارای رتبه کارایی تقریباً صفر هستند در حالی که برای مدل های ۳، ۵، ۶ و ۷ دارای سطح کارایی ۱ هستند. این نوسانات به طور تحلیلی تر، با نگاه کردن به تورش برآورد شده، مشاهده می شود.

به علاوه جدول ۴ رتبه های کارایی تصحیح شده از لحاظ تورش به دست آمده از معادله (۳) را تشریح می کند. لازم به یادآوری است که رتبه های کارایی تصحیح شده از لحاظ تورش

به تبعیت از قاعده به دست آمده از معادله (۵) جایگزین براوردهای کارایی اولیه شده اند. همان طور می توان مشاهده کرد که رده بندی شرکت شماره ۱۲ که به عنوان کارا (رتبه ۱) گزارش شده بود، تغییر نکرده است (در جدول شماره ۴ رتبه های بزرگتر مساوی ۱ بالاترین سطح عملکرد را نشان می دهند). به هر حال نوسانات رتبه های کارایی در بین مدل های مختلف حداقل شده است (جدول ۴ را ببینید).

برای آزمون فرضیه های پژوهش ( مقایسه میانگین رتبه های کارایی قبل و بعد از تصحیح تورش بین ۷ مدل ) از آزمون کروسکال-والیس استفاده شد. نتایج در جدول ۵ ارائه شده است. آزمون H برای مقایسه میانگین رتبه های کارایی ۷ مدل قبل از تصحیح تورش نشان می دهد بین میانگین رتبه های آنها تفاوت آماری معنی داری وجود دارد. بنابراین فرضیه فرعی ۱ تایید می شود یعنی رتبه ها قبل از تصحیح تورش به داده ها/نسبت های مالی حساس هستند. با توجه به این نتیجه برای مشاهده مدل هایی که تفاوت آماری معنی داری دارند از آزمون ناپارامتریک من-ویتنی استفاده شده که نتایج در جدول ۶ نشان داده شده است.

**جدول (۵): آزمون کروسکال-والیس رتبه های کارایی قبل و بعد از تصحیح تورش**

شماره فرضه فرعی	آماره خی دو	تایید (رد) فرضیه فرعی
فرضیه فرعی ۱	۱۵/۵۷۳	تایید
فرضیه فرعی ۲	۱۴/۴۶۴**	تایید

\*\* اهمیت در سطح٪ ۰.۲ منبع: یافته های پژوهشگران

**جدول (۶): آزمون من-ویتنی رتبه های کارایی قبل از تصحیح تورش**

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

\*\* اهمیت در سطح٪ ۰.۲

منبع: یافته های پژوهشگران

همان طور که از جدول ۶ مشهود است بین رتبه های مدل ۱ با رتبه های مدل های ۵ و ۷ تفاوت آماری معنی داری وجود دارد. مقایسه میانگین رتبه های کارایی ۷ مدل بعد از تصحیح تورش نشان می دهد میانگین رتبه های آنها تفاوت آماری معنی داری ندارند. بنابراین فرضیه فرعی ۲ تایید می شود یعنی رتبه ها بعد از تصحیح تورش به داده ها/نسبت های مالی حساس نیستند. بنابراین تایید دو فرضیه فرعی نشان می دهد که به کار بردن تکنیک بوت استرپ در ارزیابی کردن کارایی واحدهای تحت بررسی منجر می شود که نتایج به شمول یا عدم شمول نسبت ها کمتر حساس باشد و برآوردهای قابل اتقانتری فراهم شود (فرضیه اصلی پژوهش). این یافته در مطابقت با هالکز و زیرمس (۲۰۱۲) و لو و هانگ (۲۰۱۱) می باشد.

## ۵- نتیجه‌گیری

تکنیک DEA یک ابزار مرکب برای رویه های تحلیلی، مخصوصا در مرحله‌ی برنامه ریزی حسابرسی برای تعیین کردن حد و اندازه حسابرسی (تخصیص منبع) و برای ارزیابی کردن سطح ریسک اولیه مشتری (تداوی فعالیت) است. اعتقاد بر آن است که DEA همچنین می تواند در مرحله‌ی بررسی کلی برای کشف کردن هر نابهنجاری و برای بررسی معقول بودن صورت های مالی استفاده شود. به هر حال هنگام ترکیب کردن نسبت های مالی در مدل های DEA به احتمال زیاد نتایج اریب و رتبه های کارایی اضافه برآورد شده/کمتر برآورد شده ایجاد می شود. این مقاله مدارک تجربی فراهم می کند مبنی بر اینکه به وسیله‌ی کاربرد تکنیک بوت استرپ، مشکل سوداری رتبه ها می تواند اجتناب شود و رتبه های عملکرد کمتر به شمول/عدم شمول، مقیاس ها/نسبت ها/داده ها حساس هستند. از لحاظ تحلیل هزینه-فایده، DEA بوت استرپ شده می تواند به وسیله‌ی فراهم کردن معیارهای دقیق و قابل اتقا و پرچم های قرمز در حداقل بهای تمام شده معقول، خطأ در قضاؤت حسابرسی را حداقل کند. نرم افزاهای DEA می توانند به طور داخلی توسط شرکت های حسابرسی با حداقل هزینه توسعه داده شوند. بهای تمام شده آموزش حسابرسان در برنامه ریزی DEA بوت استرپ شده در مقایسه با بهای تمام شده خطأ در قضاؤت حسابرسی که می تواند منجر به دعاوی قضایی بالقوه گرانی شود، بسیار کم است.

## ۶- پیشنهادهای پژوهش

- ۱) مدل فراهم شده در اینجا کلی است و می تواند برای شرایط حسابرسی دیگر، جایی که یک رابطه خطی یا غیر خطی پیچیده بین ورودی ها و خروجی های مشتری وجود

- دارد، تطبیق داده شود. به عبارت دیگر می‌توان از سایر مدل‌های تحلیل پوششی داده مناسب با شرایط مورد حسابرسی استفاده کرد.
- (۲) پژوهش حاضر فقط در صنعت بیمه و برای سال ۱۳۸۹ پیاده شده است، اجرا کردن آن برای سایر صنایع یا همین صنعت در سال‌های دیگر یا برای چند سال متوالی، می‌تواند به تقویت نتایج کند.
- (۳) به حسابرسان پیشنهاد می‌شود در اجرای رویه‌های تحلیلی، از مدل پیشنهاد شده در این پژوهش استفاده نمایند.

## ۷- محدودیت‌های پژوهش

- (۱) محدودیت مربوط به تکنیک تحلیل پوششی داده که برای استفاده از آن، تعداد شرکت‌های مورد بررسی نباید از تعداد خاصی کمتر باشد (یعنی محدودیتی که در آن اشاره می‌شود به اینکه تعداد واحدهای مورد بررسی باید بزرگتر یا مساوی دو برابر ورودی‌ها ضربدر خروجی‌ها باشد).
- (۲) با توجه به محدودیت ۱ بالا، تعداد شرکت‌های مورد بررسی در پژوهش حاضر می‌باشد بزرگتر یا مساوی با هجده واحد باشد. بنابراین با توجه اینکه تعداد شرکت‌های بیمه پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران کمتر از هجده واحد بود، در این پژوهش از شرکت‌های بیمه حسابرسی شده خارج از بورس نیز استفاده شد و جهت اطمینان از قابل مقایسه بودن شرکت‌های خارج از بورس و پذیرفته شده در بورس، اطلاعات مالی آنها به دقت مورد بررسی قرار گرفت.
- (۳) محدودیت زمانی: برای استخراج داده‌ها علاوه بر بهره برداری از سایت بورس اوراق بهادار، نرم افزارهای تدبیر پرداز و رهآوردهای نوین و صورت‌های مالی شرکت‌ها به سالنامه آماری صنعت بیمه نیاز داشتیم. در زمان اجرای پژوهش حاضر، این سالنامه فقط برای سال ۱۳۸۹ و قبل از آن موجود بود. بنابراین آخرین سالی را که می‌توانستیم برای جمع آوری داده انتخاب کنیم سال ۱۳۸۹ بود.

## منابع:

۱. بیمه مرکزی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۹): سالنامه آماری صنعت بیمه، تهران.
۲. AICPA. (1988). **Statement on Auditing Standards #56, Analytical Procedures**. New York: American Institute of Certified Public Accountants.
۳. AICPA. (1998). **Audit and Accounting Guide: Audits of Entities with Oil and Gas Producing Activities**. New York: American Institute of Certified Public Accountants.
۴. Alonso, A. M., Pena, D., & Romo, J. (2006). "Introducing model uncertainty by moving blocks bootstrap". **Statistical Papers**, 47, 167–179.
۵. Arens, A. Elder, R. & Beasley, M. (2003). **Auditing: An Integrated Approach, (ninth edition)**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
۶. Assaf, A. G., Barros, C. P., & Matousek, E. (2010). "Technical efficiency in Saudi banks". **Expert Systems with Applications**, 38 (5), 5781–5786.
۷. Banker, D. R., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). "Models for estimation of technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis". **Management Science**, 30(9), 1078–1092.
۸. Biggs, S., Knechel, W.R., Walker, N., Wallace, W., & Willingham, J. (1995). "Analytical Procedures" in T. Bell and A. Wright eds. **Auditing Practice, Research and Education**. New York: AICPA: 110-143.
۹. Bird, R. G., & McHugh, A. J. (1977). "Financial ratios – An empirical study". **Journal of Business Finance and Accounting**, 4, 29–45.
۱۰. Bogetoft, P. & Otto, L. (2011). **Benchmarking with DEA, SFA, and R**, International Series in Operations Research & Management Science, 157.
۱۱. Bougen, P. D., & Drury, J. C. (1980). "UK statistical distributions of financial ratios". **Journal of Business Finance and Accounting**, 7(1), 39–47.
۱۲. Brockett, P. L., & Golany, B. (1996). "Using rank statistics for determining programming efficiency differences in data envelopment analysis". **Management Science**, 42(3), 466–472.
۱۳. Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. L. (1978). "Measuring the efficiency of decision making units. European". **Journal of Operational Research**, 2(6), 429–444.
۱۴. Coakley, J. R. & Brown, C.E. (1993). "Neural Networks Applied to Ratio Analysis in the Analytical Review Process". **International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management**, 2(1), 19-39.

15. Coelli, T., Rao, D. S. P., & Battese, G. E. (1998). **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Boston: Kluwer Academic Publishers.
16. Daraio, C., & Simar, L. (2007). "Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis". **Methodology and Applications**. New York: Springer.
17. De Nicola, A., & Gitto, S., & Mancuso, P. (2012). "Uncover the predictive structure of healthcare efficiency applying a bootstrapped data envelopment analysis". **Expert Systems with Applications**, 39, 10495–10499.
18. De Nicola, A., Gitto, S., Mancuso, P. (2013). "Evaluating Italian public hospital efficiency using bootstrap DEA and CART". **International Journal of Applied Decision Sciences**, 6, 3, 281–292.
19. Efron, B. (1979). "Bootstrap Methods: Another Look at the jackknife". **Annals of Statistics**, 7, 1–26.
20. Ezzamel, M., Brodie, J., & Mar-Molinero, C. (1987). "Financial patterns of UK manufacturing companies". **Journal of Business Finance and Accounting**, 14(4), 519–536.
21. Fernandez-Castro, A., & Smith, P. (1994). "Towards a general non-parametric model of corporate performance". **OMEGA – The International Journal of Management Science**, 22(3), 237–249.
22. Feroz, E. H., S. Kim & Raab, R. (2003). "Financial Statement Analysis: A Data Envelopment Analysis Approach". **Journal of the Operational Research Society**, 54, 48-58.
23. Feroz, E., Kim, S., & Raab, R. (2005). "Analytic procedures: A data envelopment approach". **Journal of Emerging Technologies in Accounting**, 2, 17-31.
24. Feroz, E.H., T. Kwon, V.S. Pastena, & Park, K. (2000). "The Efficacy of Red Flags in Predicting the SEC's Targets: An Artificial Neural Networks Approach". **International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance, and Management**, 9, 145-157.
25. Gonzalez-Bravo, M. I. (2007). "Prior-Ratio-Analysis procedure to improve data envelopment analysis for performance measurement". **Journal of the Operational Research Society**, 58(9), 1214–1222.
26. Grosskopf, S., & Valdmanis, V. (1987). "Measuring hospital performance: A nonparametric approach". **Journal of Health Economics**, 6(2), 89–107.
27. Halkos, E. G., & Salamouris, D. (2004). "Efficiency measurement of the Greek commercial banks with the use of financial ratios: A data envelopment analysis approach". **Management Accounting Research**, 15, 210–224.

28. Halkos, E. G., & Tzeremes, N. (2010). "The effect of foreign ownership on SMEs performance: An efficiency analysis perspective". **Journal of Productivity Analysis**, 34(2), 167–180.
29. Halkos, G. H & Tzeremes, N. G. (2012). "Industry performance evaluation with the use of financial ratios: An application of bootstrapped DEA". **Expert Systems with Applications**, 39, 5872–5880.
30. Hollingsworth, B., & Smith, P. (2003). "Use of ratios in data envelopment analysis". **Applied Economics Letters**, 10(11), 733–735.
31. Hwang, S. N., & Kao, T. L. (2006). "Measuring managerial efficiency in non-life insurance companies: An application of two-stage data envelopment analysis technique". **International Journal of Management**, 23, 699-720.
32. Jenkins, L., & Anderson, M. (2003). "A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis". **European Journal of Operational Research**, 147(1), 51–61.
33. Kao, C. (2009). "Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model". **European Journal of Operational Research**, 192, 949-962.
34. Kao, C., & Hwang, S. N. (2008). "Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: an application to non-life insurance companies in Taiwan". **European Journal of Operational Research**, 185, 418-29.
35. Kinney, W. R. (1987). "Attention Directing Analytical Review Using Accounting Ratios: A Case Study". **Auditing: A Journal of Practice and Theory**, 59-73.
36. Lev, B. (1974). **Financial statement analysis**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
37. Lu, W.M., & Hung,S. W. (2011). "Exploring the efficiency and effectiveness in global e-retailing companies". **Computers & Operations Research**, 38, 1351–1360.
38. Mbuvu, D., De Witte, K., & Perelman, S. (2012). "Urban water sector performance in Africa: A step-wise bias-corrected efficiency and effectiveness analysis". **Utilities Policy**, 22, 31-40.
39. McLeay, S., & Fieldsend, S. (1987). "Sector and size effects in ratio analysis: An indirect tests of a ratio proportionality". **Accounting and Business Research**, 17, 133–140.
40. Mecimore, D. C. (1987). "Some empirical distributions of financial ratios". **Management Accounting**, 50, 13–16.
41. Sherman, H. D. (1984). "Data Envelopment Analysis as a New Managerial Audit Methodology-Test and Evaluation". **Auditing: Journal of Practice and Theory**. Vol. 4, No. 1, 35-53.

42. Silverman, B. W. (1986). **Density estimation for statistics and data analysis**. London: Chapman and Hall.
43. Simar, L., & Wilson, P. W. (1998). "Sensitivity analysis of efficiency scores: How to bootstrap in nonparametric frontier models". **Management Science**, 44(1), 49–61.
44. Simar, L., & Wilson, P. W. (2000). "A general methodology for bootstrapping in nonparametric frontier models". **Journal of Applied Statistics**, 27, 779–802.
45. Simar, L., & Wilson, P. W. (2007). "Estimation and inference in two stage, semiparametric models of productive efficiency". **Journal of Econometrics**, 136, 31–64.
46. Simar, L., & Wilson, P. W. (2008). **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.
47. Siriopoulos, C., & Tziogkidis, P. (2010). "How do Greek banking institutions react after significant events? – A DEA approach". **Omega**, 38, 294–308.
48. Smith, P. (1990). "Data Envelopment Analysis Applied to Financial Statements". **Omega**, 18, 131–138.
49. Smith, P. (1997). "Model misspecification in data envelopment analysis". **Annals of Operations Research**, 73, 233–252.
50. Taffler, R. J. (1983). "The assessment of company solvency and performance using a statistical model". **Journal of Accounting Business Research**, 15(52), 295–308.
51. Thanassoulis, E., Boussofiane, A., & Dyson, R. (1996). "A comparison of data envelopment analysis and ratio analysis as tools for performance assessment". **OMEGA – The International Journal of Management Science**, 24, 229–244.
52. Walden, J. (2006). "Estimating vessel efficiency using a bootstrapped data envelopment analysis model". **Marine Resource Economics**, 21, 181–192.