فصلنامه علمی پژوهشی حسابداری مالی/سال هفتم/ شماره ۲۵ /بهار۹۴ /صفحات ۷۰-۴۹

# 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 دریافت: ۹۳/۰۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۴/۲۳

**چکیده:**

سودمندی تحلیل پوششی داده (DEA) به عنوان یک رویه تحلیلی برای حسابرسان مخصوصا در مرحله برنامه ریزی حسابرسی برای تعیین کردن اندازه حسابرسی (تخصیص 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، براوردهای کارایی سوداری را در اجرای رویه های تحلیلی ایجاد می کند. این مقاله به وسیله ی به کار بردن تکنیک بوت استرپ، کاربردی از تحلیل عملکرد۲۰ 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
*** استادیار 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

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

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، عمدتا به عنوان یک رویه تحلیلی برای تایید کردن عملکرد مشتریان در یک کار حسابرسی استفاده می شود (برای مثال آرنز و همکاران[1] (۲۰۰۳) را ببینید). محاسبه ی نسبت ها آسان است ولی در مقابل تفسیرشان ممکن است مشکل ساز باشد، مخصوصا هنگامی که برخی نسبت ها علائم متضادی را نشان می دهند (فیروز و همکاران[2]، ۲۰۰۳؛ هالکز و سالامورایز[3]، ۲۰۰۴؛ مک لی و فیلدسند[4]، ۱۹۸۷). عملا، 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[5]، ۲۰۱۰). بیگز و همکارانش[6] 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[7]، ۱۹۹۰؛ تنسیلش و همکاران[8]، 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- Siriopoulos & Tziogkidis
6- Biggs, et al.
7- Smith
8- Thanassoulis, et al.

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

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[۱]، ۲۰۰۷؛ جنکینز و اندرسن[۲]، ۲۰۰۳؛ سیمار و ویلسون[۳]، 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 ی حسابرس است. حسابرس چنین انتظاراتی را به وسیله ی 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[۴]، ۱۹۸۸)".

یکی از تکنیک های ساده که عمدتا 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 تمایزی[۵]، تحلیل رگرسیون چندگانه[۶] (کنی[۷]، ۱۹۸۷) و مدل های شبکه ی عصبی مصنوعی[۸] (برای مثال کوکلی و بروان[۹]، 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

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

ببینید). در ادامه مختصرا به برخی مزایای DEA بر سایر رویکردهای استفاده شده در رویه های تحلیلی اشاره می شود:

**۲-۱- مزیت بر تحلیل نسبت تک متغیره:** از نقاط ضعف تحلیل نسبت تک متغیره، گزینش های ذهنی حسابرس از نسبت های خاص برای مقایسه کردن و ارزیابی کردن سلامتی جامع مشتری است. همچنین این روش تشخیص یک مجموعه کوچکی از شاخص های مالی را الزامی می کند و هیچ ابزاری برای حل کردن علامت های متضادی که ممکن است از مقایسه نسبت ها ظاهر شوند را فراهم نمی کند (فرناندزکاسترو و اسمیت[۱]، ۱۹۹۴). این رویکرد همچنین وابستگی های متقابل بین نسبت ها را نادیده می گیرد (لو[۲]، ۱۹۷۴؛ هالکز و زیرمس[۳]، ۲۰۱۲). ناکارایی ها معمولا نمی توانند از طریق تحلیل نسبت به طور دقیق تعیین شوند، زیرا چنین نسبت هایی نمی توانند خروجی های چندگانه را به طور همزمان در نظر بگیرند. از سوی دیگر برخی ورودی ها به طور مشترک در تولید کردن چند خروجی استفاده می شوند که تفکیک کردن ورودی ها و خروجی ها برای استفاده کردن هر یک از آنها در یک نسبت، کار درستی نمی باشد (شرمن[۴]، ۱۹۸۴).

**۲-۲- مزیت بر تحلیل نسبت چند متغیره:** به منظور استفاده از تحلیل نسبت چند متغیره برای اهداف ارزیابی و پیش بینی عملکرد، ضروری است نسبت هایی انتخاب شوند که فرض می شوند برای رویدادهای آینده معرف ترین باشند، بنابراین اهمیت نسبی هر نسبت برای پیش بینی باید بررسی شود. تکنیک های بر مبنای رگرسیون می توانند برای ایجاد کردن یک رتبه ی پیش بینی استفاده شوند، اما فرضیات آماری زیربنای تحلیل پارامتریک (برای اجرای رگرسیون) اغلب در طی تحلیل نقض می شوند (هالکز و زیرمس، ۲۰۱۲).

**۲-۳- مزیت بر تحلیل تمایزی:** رایجترین فرضی که در مورد تحلیل تمایزی الزامی می شود، نرمال بودن متغیرها است. چندین مطالعات نشان داده اند که تعداد زیادی از نسبت ها و داده های مالی غیر نرمال هستند که این غیرنرمال بودن را می توان به وسیله ی حضور چولگی و وجود داده های پرت تشخیص داد (برد و مک هیگ[۵]، ۱۹۷۷؛ باجن و دروری[۶]،

1- Fernandez-Castro & Smith
2- Lev
3- Halkos & Tzeremes
4- Sherman
5- Bird & McHugh
6- Bougen & Drury

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

۱۹۸۰؛ ازمل و همکاران[1]، ۱۹۸۷؛ مسیمور[2]، ۱۹۸۷). تافلر[3] (۱۹۸۳) بیان می کند از آنجا که تکنیک هایی شبیه DEA، روی فرض محدود کننده ی توزیع نرمال تکیه نمی کنند، قطعا نسبت به سایر روش ها برتری دارند.

**۲-۴- مزیت بر تحلیل رگرسیون چندگانه و شبکه ی عصبی مصنوعی:** تحلیل رگرسیون می تواند براوردهای نا اریب خطی ایجاد کند ولی در شرایط کار حسابرسی معمولی، اغلب یک یا چند قلم در صورت های مالی مشتری با یکدیگر ارتباطی غیر خطی و غیر قابل پیش بینی دارند. رویه های تحلیلی که با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی اجرا می شود می تواند ویژگی غیر خطی بودن داده های مالی را در نظر بگیرد بنابراین به نظر می رسد روش شبکه عصبی بر تحلیل رگرسیون چندگانه برتری داشته باشد. از سوی دیگر رویه های تحلیلی که با استفاده از DEA اجرا می شود علاوه بر اینکه می تواند غیر خطی بودن داده ها 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 شبکه عصبی مصنوعی برتری دارد (شرمن، ۱۹۸۴؛ فیروز و همکاران، ۲۰۰۵).

از سوی دیگر همانطور که بیان شد روش DEA در معرض نتایج سودار و رتبه های کارایی اضافه/کمتر براورد شده است، یعنی رتبه ها ممکن است تحت تاثیر داده ها یا نسبت‌های انتخاب شده باشند، بنابراین واحدها می توانند به طور اشتباه به عنوان کارا و ناکارا طبقه بندی شوند و هدف ما در 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.

سیمار و ویلسون (۱۹۹۸، ۲۰۰۰، ۲۰۰۷) بر مبنای تکنیک های بوت استرپ (افرن، ۱۹۷۹)، رویکردی را به منظور تصحیح کردن و براورد کردن تورش شاخص های کارایی DEA معرفی کردند. لو و هانگ[4] (۲۰۱۱) تحلیل پوششی داده همراه با بوت استرپینگ را برای تحلیل عملکرد ۳۰ شرکت خرده فروشی الکترونیکی جهانی به کار بردند. نتایج پژوهش اشاره دارد بر اینکه مطالعه DEA باید بوت استرپینگ را به عنوان روشی استاندارد برای کشف کردن قابلیت اتکای رتبه بندی کارایی و برای ایجاد یک معیار دقیق تری از عملکرد شرکت ها، به کار برد. دی نیکلا و همکاران[5] (۲۰۱۲) نشان دادند بوت استرپ کردن رتبه های کارایی حاصل از

1- Ezzamel et al.
2-Mecimore
3- Taffler
4- Lu & Hung
5- De Nicola, et al.

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

DEA قبل از اجرا کردن درخت رگرسیون و طبقه بندی[1]، 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[2] (۲۰۱۲) بعد از براورد کردن رتبه های کارایی فنی بخش آب شهری آفریقا، برای تصحیح کردن آنها از لحاظ تورش و براورد کردن کواریانس های کارایی از رویکرد بوت استرپ استفاده کردند. هالکز و زیرمس (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[3] معرفی شده به وسیله ی سیمار و ویلسون (۱۹۹۸، ۲۰۰۰، ۲۰۰۷) استفاده می کند. با توجه به مطالب ذکر شده، می توان فرضیه های پژوهش را به صورت زیر بیان نمود:

**فرضیه اصلی:** بوت استرپ کردنِ رتبه های کارایی مدل DEA می تواند حساسیت رتبه ها به داده ها/نسبت های مالی را رفع کند و خطا در براورد (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 براوردگر DEA به وسیله ی فارل[4] (۱۹۵۷) برای اندازه گیری کارایی فنی معرفی شد. به هر حال DEA عمومی تر شد، هنگامی که به وسیله ی چارنز و همکاران[5] (۱۹۷۸) برای

1- Classification and Regression Trees (CART)
2- Mbuvi, et al.
3-Bootstrap Technique
4- Farrell
5- Charnes, et al.

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

براورد کردن رتبه کارایی و در نظر گرفتن بازده به مقیاس ثابت (مدل CCR) معرفی شد. بعدا بنکر و همکاران[1] (۱۹۸۴) براوردگری از DEA را که درنظرگرفتن بازده به مقیاس متغیر (از این به بعد VRS) را ممکن می سازد، معرفی کردند (مدل BCC). این مطالعه به تبعیت از هالینگسورت و اسمیت[2] (۲۰۰۳) مشخصه VRS را استفاده می کند. آنها اشاره می کنند به اینکه هنگام استفاده کردن از نسبت ها 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 می کنیم زیرا می خواهیم با ثابت نگهداشتن مقادیر ورودی، مقادیر خروجی را حداکثر کنیم (کلی و همکاران، ۱۹۹۸). بنابراین براوردگر رتبه کارایی ورودی محور با فرض VRS، برای واحد تحت ارزیابی معین، می تواند از حل برنامه خطی تشریح شده در زیر به دست آید:

$$
\begin{aligned}
&Min \quad \theta \\
&\text{subject to } \sum_{j=1}^{n}\lambda_j y_{rj} \geq y_{r0}, \quad r=1,2\ldots,s; \\
&\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0}, \quad i=1,2,\ldots,m; \\
&\sum_{j=1}^{n}\lambda_j = 1, \qquad j=1,2,\ldots,n; \\
&\lambda_j \geq 0, \qquad j=1,2,\ldots,n.
\end{aligned}
\tag{۱}
$$

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

## ۳-۲- تکنیک بوت استرپ پیشنهادی جهت تصحیح تورش[3]

چندین مولف، ماهیت تکنیک های بوت استرپ را به عنوان یک روش جایگزین هدایت کننده استنباط معرفی کرده اند جایی که اندازه نمونه بزرگ نیست یا توزیع های نمونه گیری در نتیجه ناهمخطی یا پیش آزمون و غیره از لحاظ تحلیلی مشخص نیست (آلنسو و همکاران[4]،

1- Banker, et al.
2- Hollingsworth & Smith
3-Bias Correction
4- Alonso, et al.

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

۲۰۰۶؛ اساف و همکاران[1]، ۲۰۱۰؛ هالکز و زیرمس، ۲۰۱۰). با استفاده از تکنیک های بوت استرپ می توان از خطا در براورد رتبه عملکرد اجتناب کرد. به منظور پیاده کردن الگوریتم بوت استرپ برای به دست آوردن نمونه ای از براوردهای 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[2] (۲۰۱۱) و والدن[3] (۲۰۰۶) دنبال می کنیم[4].

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

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

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

۲-۲. متغیرهای تصادفی نابسته[5] نرمال استاندارد $\varepsilon^1,\ldots,\varepsilon^n$ را شبیه سازی کنید،

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

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

به طوری که $h$ پارامتر پهنای باند[6] است و با استفاده از "قاعده انگشتی[7]" (سیلورمن[8]، ۱۹۸۶) محاسبه می شود. توجه داشته باشید که در نهایت $\tilde{\theta}^k \le 1$ 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

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

۲-۴. مقدار $\theta^{k*}$ را به وسیله ی فرمول $\theta^{k*} = \overline{\beta} + \frac{1}{\sqrt{1+h^2/\hat{\sigma}^2}}\left(\tilde{\theta}^k - \overline{\beta}\right)$ محاسبه کنید، در حالی که $\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\left(\hat{\theta}^k - \overline{\hat{\theta}}\right)^2$ و $\overline{\beta} = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\beta^k$.

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 وسیله ی ورودی های بوت استرپ در مرحله ۳ بالا، برای براورد ارزش های بوت استرپ مجددا حل کنید،

۵. برای به دست آوردن ارزش های بوت استرپ $\hat{\theta}^{1b},...,\hat{\theta}^{nb}$ برای $b = 1,\ldots,B$، گام ها را از (۲-۱) تکرار کنید،

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

براورد تورش بوت استرپ برای براوردگر DEA اولیه $\hat{\theta}^k$ به صورت زیر محاسبه می شود:

$$bias^{k*} = \frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B}\hat{\theta}^{kb} - \hat{\theta}^k = \overline{\theta}^{k*} - \hat{\theta}^k. \qquad (۲)$$

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

$$\tilde{\theta}^{k*} = \hat{\theta}^k - bias^{k*} = \hat{\theta}^k - \overline{\theta}^{k*} + \hat{\theta}^k = 2\hat{\theta}^k - \overline{\theta}^{k*} \qquad (۳)$$

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

$$\hat{\sigma}^k = \sqrt{\frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B}\left(\hat{\theta}^{kb} - \overline{\theta}^{k*}\right)^2}. \qquad (۴)$$

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

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.

$$\left|bias^{k*}\right| > \hat{\sigma}^{k} \qquad (۵)$$

## 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[۱]، ۲۰۰۶؛ کاو، ۲۰۰۹؛ کاو و هوانگ، ۲۰۰۸ را ببینید)، سه ورودی به نام جمع دارایی ها، حقوق صاحبان سهام و هزینه های بیمه ای[۲] 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[۳] به میانگین دارایی ها، بازده سرمایه گذاری[۴] و معکوس نسبت هزینه های اداری، عمومی و کارمزد[۵].

---

1- 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].

٤-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.

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

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

| متغیرها | میانگین | انحراف استاندارد | مینیمم | 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 | ۱۱.۴۹۴.۱۱۰ | 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 نسبت هزینه های اداری، عمومی و کارمزد) استفاده می کند به منظور تشخیص دادن هر 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

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

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 GAMS[1] و R استفاده می شود.

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

| متغیرها | مشخصات مدل ها | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مدل ۱ | مدل ۲ | مدل ۳ | مدل ٤ | مدل ٥ | مدل ٦ | مدل ۷ |
| 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 وسیله ی 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 DEA یک تکنیک ناپارامتریک است، این مقاله از آزمون من-ویتنی (مشابه با گرسکف و والدمنایز[2]، ۱۹۸۷؛ بروکت و گلنی[3]، 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 خطا در براورد را کاهش دهد.

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

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

## ۴- یافته‌های پژوهش

جدول ۳ رتبه های کارایی، تورش و انحراف استاندارد براورد شده به وسیله ی به ترتیب معادلات (۱)، (۲) و (۴) را متناسب با ۷ مدل مشخص شده در جدول ۲ ارائه می کند.

**جدول (۳): رتبه های کارایی، تورش و انحراف استاندارد براورد شده به وسیله ی معادلات (۱)، (۲) و (٤)**

| شرکت ها | مدل ۱ | مدل ۲ | مدل ۳ | مدل ٤ | مدل ٥ | مدل ٦ | مدل ۷ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| رتبه کارایی | | | | | | | |
| ۱ | ۰/۰۰٤ | ۰/۰۰٤ | ۰/۱۰۱ | ۰/۰۰٤ | 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 |
| ٤ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۲۹ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۲۹ | ۰/۰۲۹ | ۰/۰۲۹ |
| ٥ | ۰/۰۳۹ | ۰/۰۳۹ | ۰/۰٤۷ | ۰/۰۳۹ | ۰/۰٤۷ | ۰/۰٤۷ | ۰/۰٤۷ |
| ٦ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۱ | ۰/۰۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۷ | ۰/۰۳۷ | ۰/۰۳۷ | ۰/۰٥٦ | ۰/۰۳۷ | ۰/۰٥۷ | ۰/۰٥٦ | ۰/۰٥۷ |
| ۸ | ۱ | ۰/۰٥۹ | ۰/۰۹۷ | ۱ | ۱ | ۰/۰۹۷ | ۱ |
| ۹ | ۰/۰٤٤ | ۱ | ۰/۸۳۹ | ۱ | ۰/۸۳۹ | ۱ | ۱ |
| ۱۰ | ۰/۰٤۱ | ۰/۰٤۱ | ۱ | ۰/۰٤۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۱۱ | ۰/۱۱۸ | ۰/۲۱۲ | ۱ | ۰/۲۱۲ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۱۲ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۱۳ | ۰/۳٤۲ | ۰/۳٤۲ | ۰/۸۱۳ | ۰/۳٤۲ | ۰/۸۱۳ | ۰/۸۱۳ | ۰/۸۱۳ |
| ۱٤ | ۰/٦٥۷ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۱٥ | ۰/۰٤۹ | ۰/۰٤۹ | ۰/۰۷۷ | ۰/۰٤۹ | ۰/۰۷۷ | ۰/۰۷۷ | ۰/۰۷۷ |
| ۱٦ | ۰/۰٥۲ | ۰/۰٥۲ | ۰/۱۲۸ | ۰/۰٥۲ | 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 | ۰/٥۸٥ | ۰/۲۷۹ | ۰/٥۸٦ | ۰/٥۸٥ | ۰/٥۸٦ |
| ۲۰ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱٥ | ۰/۰۱٥ | ۰/۰۱٥ | ۰/۰۱٥ | ۰/۰۱٥ | ۰/۰۱٥ |
| میانگین | ۰/۱۹۹ | ۰/۲۲۱ | ۰/٤٥۱ | ۰/۲٦۹ | ۰/٤۹٦ | ۰/٤٥۹ | ۰/٥۰٤ |
| انحراف استاندارد | ۰/۳۱٥ | ۰/۳٤۸ | ۰/٤٤۲ | ۰/۳۸٦ | ۰/٤٥۰ | ۰/٤٥۰ | ۰/٤٥۷ |
| مینیمم | ۰/۰۰٤ | ۰/۰۰٤ | ۰/۰۱٥ | ۰/۰۰٤ | ۰/۰۱٥ | ۰/۰۱٥ | ۰/۰۱٥ |
| ماکسیمم | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| تورش | | | | | | | |
| ۱ | -۰/۰۰٤ | -۰/۰۰٤ | -۰/۰٤٦ | -۰/۰۰٤ | -۰/۰٥٦ | ۰/۰٦٤ | -۰/۰۱ |
| ۲ | -۰/۱۳ | -۰/۱۲۸ | ۰/٥۲۱ | -۰/۱۲۹ | ۰/۱۷۸ | ۰/۰۲٥ | ۰/۰۳۱ |
| ۳ | -۰/۰۳ | -۰/۰۳ | -۰/۰۳۹ | -۰/۰۳ | -۰/۰۳۸ | -۰/۰۳۸ | -۰/۰۳۹ |
| ٤ | -۰/۰۲۳ | -۰/۰۲۳ | -۰/۰۲۹ | -۰/۰۲۳ | -۰/۰۲۸ | -۰/۰۲۸ | -۰/۰۲۸ |
| ٥ | -۰/۰۳۹ | -۰/۰۳۸ | -۰/۰٤۷ | -۰/۰۳۸ | -۰/۰٤۷ | -۰/۰٤٦ | -۰/۰٤٦ |
| ٦ | -۰/۰۱ | -۰/۰۱ | ۲٦/۹۷۸ | -۰/۰۱ | ۱٤/٤۱۲ | ۲۸/۰۰۸ | ٤۹/٥۰۱ |
| ۷ | -۰/۰۳۷ | -۰/۰۳۷ | -۰/۰٤۷ | -۰/۰۳۷ | -۰/۰٤٤ | -۰/۰٤٤ | -۰/۰٤۲ |

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

| شرکت ها | مدل ۱ | مدل ۲ | مدل ۳ | مدل ٤ | مدل ٥ | مدل ٦ | مدل ۷ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۸ | ۳٦۷٥/۸۷۹ | -۰/۰٥۹ | -۰/۰۸۲ | ٥۰/٦۳٤ | ۹۳/۸۸۹ | -۰/۰۷۸ | ۲٤/۷۷۹ |
| ۹ | -۰/۰٤٤ | ۲۹/۷۹٥ | ۰/۸۰۷ | ۱٦/٤٥۹ | ٤/٦۰۷ | ۱۰٥/۳۷۲ | ۲۳/۹٥۹ |
| ۱۰ | -۰/۰٤۱ | -۰/۰٤۱ | ۱۳/۷۹۲ | -۰/۰٤۱ | ۱٦/۳٤۲ | ٥/۰٥٥ | ۳/٤۲۱ |
| ۱۱ | -۰/۱۱۸ | -۰/۰۷٤ | -۰/۲٦۱ | -۰/۱۷۳ | -۰/٤۲۱ | ۱/۰٦ | -۰/۱ |
| ۱۲ | -۱ | -۰/۸٤۹ | -۰/۹۸٥ | -۰/۹۰٤ | -۰/۹۷۷ | -۰/۹۲۷ | -۰/۹۳۱ |
| ۱۳ | -۰/۳٤۲ | -۰/۳٤۲ | -۰/۸۰۷ | -۰/۳٤۲ | -۰/۸۰٥ | -۰/۸۰٦ | -۰/۸۰۷ |
| ۱٤ | -۰/٦٥۷ | ۱۷/٥۲٦ | -۰/۸۱٥ | ۳/٦٦۳ | -۰/۷٤٥ | ۹/۳٥۳ | ۳/۰٥٤ |
| ۱٥ | -۰/۰٤۹ | -۰/۰٤۹ | -۰/۰۷٦ | -۰/۰٤۹ | -۰/۰۷٦ | -۰/۰۷٦ | -۰/۰۷٦ |
| ۱٦ | -۰/۰٥۲ | -۰/۰٥۲ | -۰/۱۲٥ | -۰/۰٥۲ | -۰/۱۲٥ | -۰/۱۲٤ | -۰/۱۲٥ |
| ۱۷ | -۰/۰۷ | -۰/۰۹٦ | -۰/۰۹٥ | -۰/۰٦۹ | -۰/۰۹٤ | -۰/۰۹۳ | -۰/۰۹٤ |
| ۱۸ | -۰/۰۳۸ | -۰/۰۳۸ | -۰/۰۸۸ | -۰/۰۳۸ | -۰/۰۸۷ | -۰/۰۸۷ | -۰/۰۸۷ |
| ۱۹ | -۰/۲۷۹ | -۰/۲۷٦ | -۰/٥۸۱ | -۰/۲۷۸ | -۰/٥۸ | -۰/٥۷۹ | -۰/٥۸۱ |
| ۲۰ | -۰/۰۱ | -۰/۰۲۷ | -۰/۰۱٥ | -۰/۰۰۲ | -۰/۰۱٥ | -۰/۰۰۸ | -۰/۰۱ |
| انحراف استاندارد | | | | | | | |
| ۱ | ۰ | ۰/۰۰٥ | ۰/۱۷٥ | ۰/۰۰۱ | ۰/۱۰۲ | ۰/۲۷۳ | ۰/۷۷۲ |
| ۲ | ۰ | ۰/۰۰۷ | ۳۰/۰۹٤ | ۰/۰۰٦ | ۲۳/۷۲۱ | ۱۱/۲٤٥ | ۱٥/۲٤۳ |
| ۳ | ۰ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰٤ | ۰/۰۰٤ | ۰/۰۰۳ |
| ٤ | ۰ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۳ |
| ٥ | ۰ | ۰/۰۱۹ | ۰/۰۰٥ | ۰/۰۰٦ | ۰/۰۰٦ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۰٦ |
| ٦ | ۰ | ۰ | ۳۹٥/۰٥۲ | ۰ | ۱۹۹/٤۷ | ٤٥٤/۰٤٦ | ۱۷٥٤/٤۲٤ |
| ۷ | ۰ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۲۸ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۳٦ | ۰/۰۳۳ | ۰/۰٤۹ |
| ۸ | ۱٦۹۸۱۱/۸۷٤ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰٤٥ | ۷٥۳/۳٦٦ | ۳۰٤۱/۰۰۱ | ۰/۰٥ | ۲۲۰/۹۰۳ |
| ۹ | ۰/۰۰۱ | ٤۰۸/۰۲۳ | ۱۸/۳٤٥ | ۱٤۹/۹٦۳ | ۱۷۰/۳۲٤ | ۳۹۷٤/٥۳٥ | ۳٥۱/۳۰۹ |
| ۱۰ | ۰ | ۰ | ۲٦۹/٥۹ | ۰ | ٤۹٥/۹۰۸ | ۱۱۲/۸۷۱ | ٤٤/۱۷ |
| ۱۱ | ۰ | ۳/۳۷۷ | ۲/٤۸٦ | ۰/۲۱۲ | ۱/۹٤۸ | ٤٥/٥۹۳ | ٤/۷۱۹ |
| ۱۲ | ۰/۰۰۳ | ۰/٦۲۳ | ۰/۱٦٤ | ۰/٥۰۷ | ۰/۲۰۱ | ۰/۳۲۳ | ۰/۲۹۳ |
| ۱۳ | ۰ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۷۷ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۸٦ | ۰/۰۷۸ | ۰/۰٦٦ |
| ۱٤ | ۰/۰۰۲ | ۳۱۳/٥۷۳ | ۰/٥۷۹ | ۲۲/۳٤۲ | ۰/۷۳٤ | ۲۰۲/٥۷۹ | ٤۷/۳۲٦ |
| ۱٥ | ۰ | ۰/۰۰٤ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۱ | ۰/۰۰۷ |
| ۱٦ | ۰ | ۰/۰۰٤ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۰٤ | ۰/۰۱۹ | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۱٦ |
| ۱۷ | ۰ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱۲ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۱٤ | ۰/۰۱٥ | ۰/۰۱٤ |
| ۱۸ | ۰ | ۰/۰۰٤ | ۰/۰۱۱ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۱۲ | ۰/۰۱۲ | ۰/۰۱ |
| ۱۹ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰٥۸ | ۰/۰۱٦ | ۰/۰٦٤ | ۰/۰٥۸ | ۰/۰٤۹ |
| ۲۰ | ۰ | ۰/۳٤٦ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰٤۷ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰٤٥ | ۰/۰۱۷ |

منبع: یافته های پژوهشگران

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

**جدول (٤): رتبه های کارایی تصحیح شده از لحاظ تورش براورد شده به وسیله ی معادله (۳) به تبعیت از قاعده به دست آمده از معادله (۵)**

| شرکت ها | مدل ۱ | مدل ۲ | مدل ۳ | مدل ٤ | مدل ۵ | مدل ٦ | مدل ۷ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰٤ | ۰/۱۰۱ | ۰/۰۰۸ | ۰/۱۰۱ | ۰/۱۱۲ | ۰/۱۱۲ |
| ۲ | ۰/۲۵۹ | ۰/۲۵۷ | ۱ | ۰/۲۵۹ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۳ | ۰/۰٦ | ۰/۰۵۹ | ۰/۰۷۸ | ۰/۰۵۹ | ۰/۰۷۷ | ۰/۰۷۷ | ۰/۰۷۸ |
| ٤ | ۰/۰٤٦ | ۰/۰٤٦ | ۰/۰۵۷ | ۰/۰٤٦ | ۰/۰۵۷ | ۰/۰۵۷ | ۰/۰۵۷ |
| ۵ | ۰/۰۷۹ | ۰/۰۷۷ | ۰/۰۹٤ | ۰/۰۷۸ | ۰/۰۹٤ | ۰/۰۹٤ | ۰/۰۹٤ |
| ٦ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۱ | ۰/۰۲ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۷ | ۰/۰۷٤ | ۰/۰۷۳ | ۰/۱۰٤ | 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 | ۱/۹۰٤ | ۱/۹۷۷ | ۱/۹۲۷ | ۱/۹۳۱ |
| ۱۳ | ۰/٦۸٤ | ۰/٦۸٤ | ۱/٦۲۱ | ۰/٦۸٤ | ۱/٦۱۸ | ۱/٦۱۹ | ۱/٦۲ |
| ۱٤ | ۱/۳۱٤ | ۱ | ۱/۸۱۵ | ۱ | ۱/۷٤۵ | ۱ | ۱ |
| ۱۵ | ۰/۰۹۹ | ۰/۰۸۹ | ۰/۱۵٤ | ۰/۰۸۹ | ۰/۱۵۳ | ۰/۱۵۳ | ۰/۱۵٤ |
| ۱٦ | ۰/۱۰۵ | ۰/۱۰٤ | ۰/۲۵۳ | ۰/۱۰٤ | ۰/۲۵۳ | ۰/۲۵۲ | ۰/۲۵۳ |
| ۱۷ | ۰/۱٤۱ | ۰/۱۳۹ | ۰/۱۹۲ | ۰/۱۳۹ | ۰/۱۹۱ | ۰/۱۹ | ۰/۱۹۱ |
| ۱۸ | ۰/۰۷۷ | ۰/۰۷٦ | ۰/۱۷٦ | ۰/۰۷٦ | ۰/۱۷٦ | ۰/۱۷٦ | ۰/۱۷٦ |
| ۱۹ | ۰/۵۵۸ | ۰/۵۵٤ | ۱/۱٦٦ | ۰/۵۵٦ | ۱/۱٦٦ | ۱/۱٦٤ | ۱/۱٦۷ |
| ۲۰ | ۰/۰۲۱ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۳ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۳ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۱۵ |
| **میانگین** | ۰/۳٤۸ | ۰/۲۸۱ | ۰/٦٤۲ | ۰/۳۷۱ | ۰/٦۷۹ | ۰/٦۰٦ | ۰/٦٤۵ |
| **انحراف استاندارد** | ۰/۵۲۸ | ۰/۳۵۵ | ۰/٦٤۵ | ۰/۵۰۵ | ۰/٦۳۳ | ۰/۵۸۸ | ۰/۵۸۸ |
| **مینیمم** | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰٤ | ۰/۰۳ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۳ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۱۵ |
| **ماکسیمم** | ۲ | ۱ | ۱/۹۸۵ | ۱/۹۰٤ | ۱/۹۷۷ | ۱/۹۲۷ | ۱/۹۳۸ |

منبع: یافته های پژوهشگران

در جدول ۳، می توان برای همه ی 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. مخصوصا شرکت های شماره ۶ و ۱۰ برای مدل های ۱، ۲ و ۴ دارای رتبه کارایی تقریبا 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 براورد 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

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

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 ی 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 فرضیه فرعی | آماره خی دو | تایید (رد) فرضیه فرعی |
|---|---|---|
| فرضیه فرعی ۱ | ۱۵/۵۷۳ | تایید |
| فرضیه فرعی ۲ | ۱٤/٤٦٤** | تایید |

** اهمیت در سطح ۲٪ منبع: یافته های پژوهشگران

**جدول (٦): آزمون من-ویتنی رتبه های کارایی قبل از تصحیح تورش**

| مدل ها | مدل ۲ | مدل ۳ | مدل ٤ | مدل ۵ | مدل ٦ | مدل ۷ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| مدل ۱ | ۱۹٤/۵ | ۱۱۷/۵ | ۱۸٦/۵ | ۱۱۱/۵** | ۱۱٦/۵ | ۱۱۰/۵** |
| مدل ۲ | | ۱۲٦ | ۱۹۲ | ۱۲۰/۵ | ۱۲٤/۵ | ۱۱۹ |
| مدل ۳ | | | ۱۳۸ | ۱۸۹/۵ | ۱۹٦ | ۱۸٦ |
| مدل ٤ | | | | ۱۳۲ | ۱۳٦ | ۱۳۰ |
| مدل ۵ | | | | | ۱۹٤/۵ | ۱۹۵/۵ |
| مدل ٦ | | | | | | ۱۹۰/۵ |

** اهمیت در سطح ۲٪

منبع: یافته های پژوهشگران

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

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 براوردهای قابل اتکاتری 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 مرحله ی برنامه ریزی حسابرسی برای تعیین کردن حد و اندازه حسابرسی (تخصیص منبع) و برای ارزیابی کردن سطح ریسک اولیه مشتری (تداوم فعالیت) است. اعتقاد بر آن است که DEA همچنین می تواند در مرحله ی 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 براورد شده/کمتر براورد شده ایجاد می شود. این مقاله مدارک تجربی فراهم می کند مبنی بر اینکه به وسیله ی 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 وسیله ی فراهم کردن معیارهای دقیق و قابل اتکا و پرچم های قرمز در حداقل بهای تمام شده معقول، خطا در قضاوت 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 خطا در قضاوت 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

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

دارد، تطبیق داده شود. به عبارت دیگر می توان از سایر مدل های تحلیل پوششی داده متناسب 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 سال های دیگر یا برای چند سال متوالی، می تواند به تقویت نتایج کند.

۳) به حسابرسان پیشنهاد می شود در اجرای رویه های تحلیلی، از مدل پیشنهاد شده در این پژوهش استفاده نمایند.

## ۷- محدودیت های پژوهش

۱) محدودیت مربوط به تکنیک تحلیل پوششی داده که برای استفاده از آن، تعداد شرکت های مورد بررسی نباید از تعداد خاصی کمتر باشد (یعنی محدودیتی که در آن اشاره می شود به اینکه تعداد واحدهای مورد بررسی باید بزرگتر یا مساوی دو برابر ورودی ها ضربدر خروجی ها باشد).

۲) با توجه به محدودیت ۱ بالا، تعداد شرکت های مورد بررسی در پژوهش حاضر می بایست بزرگتر یا مساوی با هجده واحد باشد. بنابراین با توجه اینکه تعداد شرکت های بیمه پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران کمتر از هجده واحد بود، در این پژوهش از شرکت های بیمه حسابرسی شده خارج از بورس نیز استفاده شد و جهت اطمینان از قابل مقایسه بودن شرکت های خارج از بورس و پذیرفته شده در بورس، اطلاعات مالی آنها به دقت مورد بررسی قرار گرفت.

۳) محدودیت زمانی: برای استخراج داده ها علاوه بر بهره برداری از سایت بورس اوراق بهادار، نرم افزارهای تدبیر پرداز و رهاورد نوین و صورت های مالی شرکت ها به سالنامه آماری صنعت بیمه نیز نیاز داشتیم. در زمان اجرای پژوهش حاضر، این سالنامه فقط برای سال ۱۳۸۹ و قبل از آن موجود بود. بنابراین آخرین سالی را که می توانستیم برای جمع آوری داده انتخاب کنیم سال ۱۳۸۹ بود.

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

## منابع:


۱. بیمه مرکزی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۹)؛ **سالنامه آماری صنعت بیمه**، تهران.

2. AICPA. (1988). **Statement on Auditing Standards #56, Analytical Procedures**. New York: American Institute of Certified Public Accountants.
3. AICPA. (1998). **Audit and Accounting Guide: Audits of Entities with Oil and Gas Producing Activities**. New York: American Institute of Certified Public Accountants.
4. Alonso, A. M., Pena, D., & Romo, J. (2006). "Introducing model uncertainty by moving blocks bootstrap". **Statistical Papers**, 47, 167–179.
5. Arens, A. Elder, R. & Beasley, M. (2003). **Auditing: An Integrated Approach, (ninth edition)**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
6. Assaf, A. G., Barros, C. P., & Matousek, E. (2010). "Technical efficiency in Saudi banks". **Expert Systems with Applications**. 38 (5), 5781–5786.
7. 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.
8. 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.
9. Bird, R. G., & McHugh, A. J. (1977). "Financial ratios – An empirical study". **Journal of Business Finance and Accounting**, 4, 29–45.
10. Bogetoft, P. & Otto, L. (2011). **Benchmarking with DEA, SFA, and R**, International Series in Operations Research & Management Science, 157.
11. Bougen, P. D., & Drury, J. C. (1980). "UK statistical distributions of financial ratios**". Journal of Business Finance and Accounting**, 7(1), 39–47.
12. Brockett, P. L., & Golany, B. (1996). "Using rank statistics for determining programming efficiency differences in data envelopment analysis". **Management Science**, 42(3), 466–472.
13. 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.
14. 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.


[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

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.

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

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. Mbuvi, 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.

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]

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.

[ Downloaded from qfaj.mobarakeh.iau.ir on 2026-11-23 ]