



پژوهشنامه‌ی اقتصاد کلان

دانشگاه مازندران

سال چهاردهم، شماره‌ی ۲۸، نیمه‌ی دوم ۱۳۹۸

ارزیابی عملکرد بانک‌های تجاری ایران: روش الگوریتم بوت استرپ

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۱۳

سید محمدرضا سید نورانی *

مرتضی عبادی **

doi: 10.22080/iejm.2020.17001.1703

چکیده

ارزیابی اقتصاد کشورهای مختلف جهان نشان می‌دهد که بانک‌ها نقش شریان اقتصادی کشورها را دارند و اقتصاد ایران نیز از این قاعده نه تنها مستثنی نیست بلکه اقتصاد ایران، اقتصاد بانک محور است؛ لذا بررسی عملکرد بانک‌های ایران نقش بسیار مهمی در سیاستگذاری‌های آتی دارد. این مطالعه با هدف بررسی عملکرد مجموعه بانک‌های تجاری ایران در بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۸۰ انجام شده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که نوع بازدهی به مقیاس بانک‌های تجاری ایران در بازه زمانی مذکور ثابت بوده است و الگوریتم بوت استرپ باعث کاهش متوسط کارایی در بازه زمانی مذکور شده است به طوری که در این بازه با اعمال الگوریتم بوت استرپ، مجموعه بانک‌های تجاری ایران در تمامی سال‌ها ناکارا بوده است. بوت استرپ باعث کاهش ۴ درصدی متوسط کارایی شده است. همچنین باعث کاهش تورش و واقعی‌تر شدن نمرات کارایی شده است. بهترین عملکرد بانک‌های تجاری مربوط به سال ۱۳۸۷ و بدترین عملکرد مربوط به سال ۱۳۸۰ بوده است. بوت استرپ باعث می‌شود تا نمرات کارایی را رتبه بندی نمود. این امکان در حالت عدم استفاده از الگوریتم وجود نداشت. ارزیابی دقیق عملکرد بانکی می‌تواند باعث اصلاح بانکی شود.

واژگان کلیدی: بانک، تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی، بوت استرپ، آزمون کولموگروف-اسمیرنوف

طبقه‌بندی JEL: G21, C19, C02, C12

* نویسنده مسئول، استاد گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران seyednourani@atu.ac.ir
** دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران mortezaebadi12@gmail.com

۱- مقدمه

ارزیابی اقتصاد کشورهای مختلف نشان می‌دهد که بانک‌ها نقش اساسی در رونق یا رکود اقتصادی دارند، صنعت بانکداری یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصاد هر کشور به شمار می‌رود، زیرا بانک‌ها به عنوان واسطه منابع در کنار بورس و بیمه از ارکان اصلی بازارهای مالی محسوب می‌شوند. به دلیل فقدان توسعه لازم بازار سرمایه در ایران، شبکه بانکی از اهمیت بیشتری برخوردار است، چرا که در عمل بانک‌ها عهده دار تامین مالی بلندمدت هستند (سوری و همکاران، ۱۳۸۶). بانک‌ها با هدایت و سازماندهی دریافت‌ها و پرداخت‌ها، مبادلات تجاری و بازرگانی را تسهیل کرده و موجب گسترش بازارها و رشد و شکوفایی اقتصادی می‌گردند (کاظمی زاده و همکاران، ۱۳۹۵).

هر سازمان برای آگاهی از نقاط قوت و ضعف خود به ویژه در محیط‌های پویا نیازمند ارزیابی عملکرد^۱ می‌باشد. عملکرد، نتیجه یک عمل و مقایسه نتایج با چند الگو یا مرجع انتخاب شده یا تحمیل شده داخلی یا خارجی است. سنجش عملکرد، مجموعه‌ای از روش‌ها و دستورالعمل‌های رسمی و غیررسمی است که مدیریت سازمان، از آن برای حفظ یا تغییر الگوهای رفتاری و فعالیت‌های سازمان استفاده می‌کند.

در ارزیابی عملکرد بانک‌ها، عملکردهای غیرمالی نیز از اهمیت زیادی برخوردار هستند. در سال‌های اخیر توجه به عملکردهای غیرمالی به خصوص در ارزیابی عملکرد بانک‌ها افزایش یافته است. دو مفهوم عمده نهفته در ساختار ارزیابی عملکرد عبارتند از: (۱) اثربخشی (۲) کارایی؛ اثربخشی به مفهوم دستیابی به نتایج مورد انتظار و پیشبرد راهبردهاست و کارایی یعنی وجود رابطه‌ای منطقی بین منابع به کار گرفته شده با نتایج حاصله (صادقی و همکاران، ۱۳۹۷). یکی از روش‌های ارزیابی کارایی روش غیرپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها^۲ می‌باشد. روش DEA شامل تکنیک‌ها و روش

1 - Performance

2 - DEA

هایی برای ارزیابی کارایی و یا سنجش بهره وری واحدهای تصمیم گیرنده است و کارایی واحدها را بطور نسبی اندازه گیری کرده و راهکارهای مدیریتی ارائه می دهد. در روش DEA نیازی به انتخاب شکل تابعی خاص نداریم. بنابراین در این روش از فروض کمتری استفاده می شود. این روش اگرچه در مطالعات بسیاری مورد استفاده قرار گرفته است، ولی عموماً به دلیل استفاده از نمونه های کوچک در اندازه گیری کارایی، نمرات کارایی بدست آمده از این روش دارای همبستگی، برآورد کارایی ناسازگار و برخی نمرات کارایی غیر واقعی می باشد. به منظور حل این مشکل، روشی که در برخی مطالعات مورد استفاده قرار گرفته است، استفاده از الگوریتم بوت استرپ^۱ است. فرآیند بوت استرپ یک روش کامپیوتر محور برمبنای بازنمونه گیری با جایگزینی از مجموعه داده های اصلی برای حصول استنتاج آماری معتبر است. به عبارت دیگر فرآیند بوت استرپ از داده های موجود به شبیه سازی مجموعه های متعدد داده ها و تولید آماره های متعدد به تخمین تابع توزیع این آماره ها پرداخته که بر این اساس امکان استنتاج آماری معتبر فراهم می شود

در این پژوهش کارایی به روش کلاسیک محاسبه شده سپس نوع بازدهی به مقیاس مشخص شده و در نهایت تاثیر الگوریتم بوت استرپ مورد بررسی قرار می گیرد. این مطالعه با هدف اندازه گیری کارایی بانک های تجاری در ایران در بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۸۰ با استفاده از الگوریتم بوت استرپ انجام شده و تاثیر این الگوریتم بر نمرات کارایی بررسی شده است.

ساختار پژوهش، پس از مقدمه، بخش دوم شامل پیشینه و ادبیات تحقیق، در بخش سوم معرفی روش تحقیق و الگوریتم بوت استرپ می باشد و بخش چهارم شامل یافته های تحقیق و بخش پایانی تحقیق در برگیرنده نتایج و پیشنهادات می باشد.

۲- پیشینه پژوهش

تعریف ساده کارایی عبارت است از ارزش ستانده به ارزش نهاده و در واقع نشان دهنده توانایی یک بنگاه برای حداکثر سازی تولید با توجه به عوامل تولید مشخص است. کارایی با چگونگی عملکرد یک واحد اقتصادی در فرآیند تولید ارتباط دارد. کارایی، میانگین چگونگی عملکرد اجزای فرآیند تولید و ترکیب بهینه آن در جریان رسیدن به حداکثر میزان تولید است. برای مثال اگر با یک واحد تولیدی سروکار داشته باشیم که از یک سطح سرمایه و نیروی کار در تکنولوژی ثابتی به تولید کالا یا خدمات می پردازد، تولید زمانی کاراست که بتوانیم از نیروی کار و سرمایه در دسترس در جهت دستیابی به تولید، بیشترین استفاده را داشته باشیم، به طوری که نتوان با این امکانات در دسترس، تولید را از نظر فنی افزایش داد یا اینکه نتوان با جایگزینی سرمایه و کار تولید را به گونه ای افزایش داد که هزینه تولید افزایش نیابد. در نتیجه کارایی را می توان میزان دستیابی یک واحد اقتصادی به سطح تولید بهینه تعریف کرد و میزان کمی آن را از نسبت میزان تولید جاری به تولید بالقوه به دست آورد (امامی میبیدی، ۱۳۸۴).

به طور کلی دو روش برای اندازه گیری کارایی وجود دارد ۱- روش تحلیل پوششی داده ها یا DEA و ۲- روش تحلیل تابع مرزی تصادفی یا SFA است. روش تحلیل تابع مرزی تصادفی با کمک مدل‌های اقتصاد سنجی و تئوری های اقتصاد خرد به کارایی بنگاه ها را برآورد می کند. در روش تابع مرز تصادفی، تابع تولید مرزی که نشان دهنده مکان هندسی بنگاه های کاراست با استفاده از مدل های اقتصاد سنجی تخمین زده شده و براساس آن ناکارایی بنگاه ها اندازه گیری می شود.

سال ۱۹۷۸، چارنز^۱، کوپر^۲ و رودز^۳ طی مقاله‌ای برای اولین بار از عبارت تحلیل فراگیر داده‌ها (DEA)^۴ استفاده کردند که در این روش توسط برنامه‌ریزی خطی به طور

1- Charnes

2- Cooper

3- Rhodes

4- Data Envelopment Analysis

عملی می‌توان کارایی را محاسبه نمود (کوئلی و همکاران، ۱۹۹۸). در این روش با استفاده از برنامه‌ریزی خطی و بدون تحمیل فرم تبعی خاص، اقدام به یک رشته بهینه‌یابی می‌شود و مقدار کارایی واحدهای مورد بررسی محاسبه می‌شود. بطوریکه عملکرد هر بنگاه با بهترین عملکرد بالفعل بنگاههای موجود در آن صنعت مقایسه شده و با استفاده از برنامه‌ریزی خطی، تابع تولید و هزینه مرزی تخمین زده می‌شود.

برای تعیین نقاط مرزی می‌توان از دو فرض بازدهی ثابت و بازدهی متغیر نسبت به مقیاس استفاده کرد. در این روش به جای استفاده از لفظ تولیدکننده به منظور جامعیت بخشیدن، از عنوان واحد تصمیم ساز (DMU)^۱ استفاده می‌شود. روش DEA، تمام داده‌ها (ارقام و اطلاعات) را تحت پوشش قرار می‌دهد و به این دلیل است که تحلیل پوششی داده‌ها نامگذاری شده است. همچنین در این روش اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری برای بنگاههای با چندین محصول (ستانده) قابل محاسبه می‌باشد. (کوئلی و همکاران، ۱۹۹۸) پس از مطالعات مبنایی در اندازه گیری کارایی مطالعات تجربی بسیاری انجام شده است که برخی از این مطالعات داخلی و خارجی عبارتند از:

نظری و همکارانش (۱۳۹۷)، طی مطالعه ای با استفاده از روش دو مرحله ای سیمار و ویلسون به بررسی عوامل موثر بر کارایی بخش بانکی خصوصی و دولتی ایران به صورت مجزا پرداخته اند. آنها در مرحله اول با استفاده از تحلیل پوششی داده بوت استرپ کارایی بخش بانکی خصوصی و دولتی را در بازه زمانی ۱۳۸۴-۱۳۹۴ برآورد کرده اند و در مرحله دوم نیز با استفاده از رگرسیون بوت استرپ، عوامل موثر بر کارایی این دو بخش مورد بررسی قرار داده اند که نتایج مرحله اول حاکی از افزایش کارایی در بازه مورد نظر بوده است و در مرحله دوم متغیرهای موثر بر کارایی بخش بانکی شناسایی نموده اند که این متغیرها عبارتند از: ریسک اعتباری، ریسک نقدینگی، هزینه های

عملیاتی، درآمد غیربهره‌ای، اندازه بانک، تولید ناخالص داخلی، سرمایه و شاخص تمرکز هرفیندال و هیرشمن.

شهیکی تاش و همکاران(۱۳۹۴) با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های بوت استرپ نهاده محور و با استفاده از الگوریتم LSW، به تخمین مقادیر کارایی، تورش اصلاح شده کارایی فنی، مدیریتی و مقیاس کارگاههای صنعتی دارای ده نفر کارگر و بیشتر در سال ۱۳۹۰ پرداخته‌اند. آنها به دلیل خواص باز نمونه‌گیری روش بوت استرپ، با استفاده از این روش نمرات کارایی کارگاههای صنعتی را محاسبه نموده‌اند. نتایج تحقیق آنها نشان می‌دهد که میانگین کارایی مدیریتی و مقیاس بخش صنعت کشور به ترتیب ۷۷ و ۹۴ درصد می‌باشد که این موضوع حاکی از آن است که مهم‌ترین علت ناکارایی فنی بخش صنعت، ناکارایی مدیریتی می‌باشد و تنها ۹ درصد از صنایع کشور به لحاظ فنی به صورت کاملا کارآمد عمل می‌نمایند و ۴۸ درصد از آنها کارایی فنی پایین تر از ۷۰ درصد دارند.

کلاته رحمانی و همکارانش(۱۳۹۴) طی مطالعه‌ای به بررسی رویه‌های تحلیلی در حسابرسی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌بوت استرپ شده، می‌پردازند. آنها کاربردی از تحلیل عملکرد ۲۰ شرکت بیمه با استفاده از داده‌های مالی را ارائه می‌نمایند. نتایج مطالعه کلاته رحمانی و همکارانش نشان می‌دهد که در اولین مرحله‌ی تحلیل، کارایی‌های به دست آمده، سود دار هستند و بعد از به کار بردن تکنیک بوت استرپ، تحلیل حساسیت آشکار می‌کند که رتبه‌های کارایی به طور چشمگیری بهبود یافته‌اند.

پاریچاتنان^۱ و همکاران(۲۰۱۸) در پژوهش خود کارایی فنی تولید لاستیک(شرکت تای^۲) را در کشور تایلند با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده از چهار منطقه در بازه

1 - Parichatnon

2 - Thai

زمانی ۲۰۱۴-۲۰۰۵ با بکارگیری مدل تحلیل پوششی داده های سه مرحله ای، مورد بررسی قرار داده اند. آنها همچنین با استفاده از شاخص مالم کوئست تغییرات کارایی و روند بهره وری تولید لاستیک را اندازه گیری نموده اند. نتایج این تحقیق نشان می دهد که نمرات کارایی به دست آمده از ورودی های تعدیل شده در مرحله ۳ بیشتر از نمرات کارایی بدست آمده از روش DEA در مرحله یک است و همچنین نمرات کارایی منطقه شمال بدترین نمرات کارایی در بین مناطق چهارگانه است.

رادویچیچ^۱ و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده های بوت استرپ به بررسی و ارزیابی کارایی ۲۹ بانک صربستان در بازه زمانی ۲۰۱۶-۲۰۰۵ پرداخته اند. هدف آنها از پژوهش نشان دادن روش جدیدی برای اندازه گیری کارایی می باشد در شرایطی که استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها مرسوم است. نتایج تحقیق آنها نشان می دهد که چگونه بانک ها می توانند زمانی که تأثیر تمام ورودی ها و خروجی های عملیاتی به طور مناسب در مطالعه لحاظ شود، مورد ارزیابی قرار گیرند،

لی^۲ و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه ای به بررسی کارایی بانک های کره ای با استفاده از یک روش دو مرحله ای تحلیل پوششی داده ها، پیشنهاد شده توسط سیمار و ویلسون، پرداخته اند. آنها ابتدا با استفاده از روش دو مرحله ای به اندازه گیری و تخمین نمرات نسبی کارایی پرداخته اند سپس در مرحله بعد اثر متغیرهای محیطی با استفاده از یک مدل رگرسیون کوتاه مدت برآورد می نمایند. نتایج نشان می دهد که متغیرهای محیطی اثر مثبت و معنادار بر کارایی بانک ها داشته اند.

1 - Radojicic

2 - Lee

کابونی^۱ (۲۰۱۷) در پژوهشی به بررسی و اندازه‌گیری کارایی تورسیم منطقه‌ای با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های بوت استرپ شده در ۳۱ استان کشور چین در بازه زمانی ۲۰۱۳-۲۰۰۸ پرداخته است. وی ابتدا با استفاده از فرآیند بوت استرپ یکنواخت همگرا نمرات کارایی را محاسبه نموده است سپس با استفاده معادله رگرسیون مجموعه‌ای از متغیرهای توضیحی را استفاده نموده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که کارایی تورسیم در چین در بازه زمانی مذکور پایین بوده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که باز بودن تجارت، تغییر آب و هوا و شدت رقابت بازاری کارایی تورسیم را افزایش می‌دهد.

پریکو^۲ و همکاران (۲۰۱۶) طی مطالعه‌ای به اندازه‌گیری کارایی ۳۰ بانک بزرگ برزیل در سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۱۰ با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته‌اند. آنها سپرده‌ها و نیروی کار را به عنوان ورودی (نهاده) این مدل در نظر گرفته‌اند. و عملیات‌های اعتباری که نقش اصلی بانک به عنوان واسطه‌گری را نشان می‌دهد را به عنوان خروجی (محصول) در نظر گرفته‌اند. همچنین این مطالعه از طریق آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و آزمون فرضیه HO نوع بازدهی به مقیاس بانک‌ها را تعیین نموده است. نتایج تحقیق آنها، سطح متوسط از کارایی را برای بانک‌های برزیل نشان می‌دهد که نشان می‌دهد که برای بهبود کارایی باید هزینه‌ها کاهش و درآمدها افزایش یابد.

از دیگر مطالعات انجام شده می‌توان به مطالعات ذیل اشاره نمود؛ صوفیان^۳ و همکارانش (۲۰۱۶) طی مطالعه‌ای با استفاده از فرآیند دو مرحله‌ای سیمار و ویلسون (۲۰۰۷) به بررسی و تحلیل کارایی سیستم بانکی مالزی می‌پردازند. آنها در مرحله اول روش تحلیل پوششی داده‌های بوت استرپ شده را به منظور محاسبه کارایی بانک‌های خصوصی در بازه زمانی ۲۰۰۸-۱۹۹۹ به کار می‌گیرند. سپس با استفاده از

1 - Chaabouni

2 -Périco

3 - Sufian

رگرسیون به بررسی اثر عوامل موثر بر کارایی بانک ها می پردازند، این در حالی است که اثر متغیرهای درونی مورد کنترل قرار گرفته است. نتایج نشان می دهد که سیستم بانکی مالزی در طول دوره مورد بررسی، افزایش کارایی داشته است. آنها همچنین به این نتیجه رسیده اند که بانک های کشورهای آسیایی در مقایسه با سایر همتهای داخلی خود کارا تر هستند.

سیمار و یلسون (۲۰۰۷) ضمن بررسی تخمین های رگرسیونی غیر پارامتریک در اندازه گیری کارایی و محاسبه عوامل بیرونی موثر در کارایی، اشاره می کنند که اکثر مطالعات قبلی فرآیند تولید داده^۱ منسجم (DGP) را توصیف می کنند. آنها عنوان می کنند اکثر روش های متعارف مورد استفاده به دلیل پیچیدگی و همبستگی سریالی در میان کارایی های تخمین زده شده، نامعتبر هستند. سیمار و ویلسون ابتدا یک فرآیند DGP حساس را برای این مدل ها توصیف می کنند و سپس با استفاده از روش بوت استرپ از طریق رگرسیون دو مرحله ای کارایی را بهبود می بخشند.

مطالعات داخلی و خارجی متعدد دیگری نیز در زمینه محاسبه کارایی بنگاههای اقتصادی انجام شده است اما نوآوری این پژوهش در محاسبه کارایی بانک های تجاری ایران با استفاده از الگوریتم بوت استرپ و مقایسه آن با روش مرسوم محاسبه کارایی و تعیین نوع بازدهی به مقیاس با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف می باشد که نتایج حاکی از افزایش دقت و کاهش تورش محاسبه کارایی می باشد.

۳- روش شناسی تحقیق

برای تحلیل کارایی بنگاههای چند محصولی و چند نهادهای از روش تحلیل پوششی داده ها استفاده می شود و تفکیک انواع کارایی اعم از کارایی فنی، مقیاس، بازده نسبت

به مقیاس اقتصادی، کارایی تخصیصی و مدیریتی و اقتصادی در این روش امکان پذیر می‌باشد.

با توجه به مزایای مذکور روش DEA، در این تحقیق برای اندازه‌گیری عملکرد بانک های تجاری از این روش استفاده شده است. ابتدا به توضیح مدل DEA بر مبنای فرض حداقل سازی عوامل تولید و با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس می‌پردازیم، چرا که ابتدا به طور وسیعی این روش بکار گرفته شد. بعد این مدل را با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس توضیح خواهیم داد. انتخاب تکنولوژی تولید موضوع کلیدی می‌باشد و انتخاب خودسرانه آن می‌تواند به نتایج تورش دار منجر شود.

الف) مدل DEA با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS)^۱

اگر واحدهای تصمیم ساز فقط از یک نهاد (X) برای تولید محصول (Y) استفاده کنند، محاسبه بهره‌وری بسیار ساده خواهد بود، بطوریکه بهره‌وری کل از نسبت ستاده به نهاد یعنی (Y/X) بدست خواهد آمد. اما مشکل زمانی برزو می‌کند که در این واحدهای تصمیم ساز تعداد نهاده‌ها و ستاده‌ها بیشتر از یک باشد. در این حالت برای محاسبه بهره‌وری کل باید نسبت کل ستاده‌ها به کل نهاده‌ها مدنظر قرار گیرد. اما در این نسبت باید به هر یک از نهاده‌ها و ستاده‌ها وزن داده شود، بطوریکه در انتخاب این وزنها اختلاف نظرهایی وجود دارد.

چارنز، کوپر و رودرس (CCR) مدلی را پیشنهاد کردند که نهاد گرا بود و فرض بازده ثابت به مقیاس را اعمال می‌کرد. مدل CCR در سال ۱۹۷۸ به این علت معروف شد که توانست مشکل محاسبه وزنها و ضرایب را حل کند. این مدل، پس از تعیین منحنی مرزی کارا، مشخص می‌کند که واحدهای تصمیم ساز در کجای این مرز قرار دارند و برای رسیدن به مرز کارا چه ترکیبی از نهاده‌ها و ستاده‌ها را می‌بایست انتخاب کنند، که این امر میسر نمی‌شود مگر بوسیله مشخص کردن وزن یا ضرایب نهاده‌ها و

1- Constant Return to Scale

ستاده‌ها برای هر واحد. در واقع شاهکار و نقطه عطف مدل فوق این بود که توانست با استفاده از روش برنامه ریزی خطی ضرایب و وزنهای ذکر شده را محاسبه کند (امامی میبیدی، علی، ۱۳۷۹). فرض کنید N بنگاه وجود دارد که از K نهاده برای تولید M ستاده استفاده می‌کند. بطوریکه برای بنگاه i ام بردار X_i ، بردار عوامل تولید و بردار Y_i بردار ستاده‌ها یا محصول را نشان می‌دهد. همچنین ماتریس X ، یک ماتریس $K * N$ از عوامل تولید و ماتریس Y ، یک ماتریس $M * N$ از محصولات می‌باشد، بطوریکه این ماتریسها همه اطلاعات N بنگاه یا واحد تصمیم ساز را منعکس می‌کند. در روش DEA برای هر بنگاه باید میزان نسبت همه محصولات روی همه عوامل تولید محاسبه شود که بوسیله نسبت $U'Y_i / V'X_i$ نشان داده می‌شود. در این نسبت U یک بردار $M * 1$ شامل وزنهای محصولات و V یک بردار $K * 1$ شامل وزنهای عوامل تولید می‌باشد. وزنهای بهینه توسط حل یک مساله برنامه‌ریزی خطی به صورت زیر بدست می‌آید:

$$\begin{aligned} & \text{Max } U, V && \text{رابطه شماره (۱)} \\ & (U'_i Y_j / V'_i X_j) \\ & \text{S.t } U'_i Y_j / V'_i X_j \leq 1 \quad j=1,2,\dots,N \\ & U, V \geq 0 \end{aligned}$$

مقادیر بهینه U و V توسط ماکزیمم کردن اندازه کارایی بنگاه i ام بدست می‌آید مشروط و مقید به اینکه اندازه کارایی هر بنگاه کوچکتر یا مساوی یک باشد. مشکل رابطه فوق این است که دارای بی‌نهایت جواب بهینه می‌باشد. برای مثال اگر (U^*, V^*) یک جواب بهینه باشد، $(\alpha U^*, \alpha V^*)$ نیز می‌تواند جواب بهینه باشد. برای جلوگیری از این مشکل می‌توان قید $(V^* X_i)$ را به مدل اضافه کرد.

$$\begin{aligned} & \text{Max } \mu' Y_i && \text{رابطه شماره (۲)} \\ & \text{S.t } v' X_i = 1 \end{aligned}$$

$$\mu'Y_j - v'X_j \leq 0 \quad j=1, \dots, N$$

$$\mu, v \geq 0$$

در اینجا استفاده از علامت μ ، v به جای U ، V به منظور تاکید بر این است که این برنامه‌ریزی خطی متفاوت از مورد قبل می‌باشد و این فرم جدید، به فرم فزاینده^۱ در مساله برنامه‌ریزی خطی DEA معروف است. اگر از دوگان برنامه‌ریزی خطی استفاده کنیم فرم فراگیر^۲ زیر بدست می‌آید.

$$\text{Min } \theta, \lambda \quad \theta \quad \text{رابطه شماره (۳)}$$

$$\text{S.t } -y_i + Y\lambda \geq 0$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

بطوریکه θ اسکالر می باشد و λ یک بردار $N \times 1$ می‌باشد. این فرم فراگیر، قیده‌ای کمتری نسبت به فرم فزاینده دارد. زیرا رابطه $[(K+M) < (N+1)]$ برقرار است. بنابراین فرم دوگان برای حل مساله ترجیح داده می‌شود. ارزش بدست آمده برای θ کارایی بنگاه آم را نشان خواهد داد که شرط $\theta \leq 1$ را تامین کند. فرم دوگان در واقع میزان کارایی فنی (θ) برای هر بنگاه را به تفکیک ارایه می‌کند. مدل برنامه‌ریزی خطی باید N بار و هر مرتبه برای یکی از بنگاهها حل شود. در نتیجه مقدار کارایی (θ) برای هر بنگاه بدست خواهد آمد. (کوئلی و همکارانش، ۱۹۹۸)

در رابطه دوگان، اولین قید بیان می‌کند که آیا مقادیر واقعی محصول تولید شده توسط بنگاه آم با استفاده از عوامل تولید مورد استفاده، می‌تواند بیش از این باشد.

1- Multiplier Form
2- Envelopment Form

محدودیت دوم دلالت بر این دارد که عوامل تولیدی که توسط بنگاه آم بکار می‌روند، حداقل بایستی به اندازه عوامل بکار رفته توسط بنگاه مرجع یا مجموعه مرجع^۱ باشند.

در یک صنعت اگر تولیدکنندگانی قادر باشند با مقدار حداقل ساز عوامل تولید، مقدار معینی از محصولات مختلف را تولید نمایند یا اینکه با مقدار معینی از عوامل تولید، حداکثر ممکن از محصولات مختلف را تولید نمایند، سایر تولیدکنندگان این صنعت در صورتی کارا خواهند بود که بتوانند مشابه این تولیدکنندگان عمل کنند. کلیه بنگاههای کارا بر روی منحنی هم‌مقداری تولید یا منحنی تابع تولید مرزی قرار دارند.

ب) مدل بازدهی متغیر نسبت به مقیاس (VRS)^۲
 بانکر، چارنز و کوپر (BCC)^۳ در سال ۱۹۸۴ مدل DEA با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس را به حالت بازدهی متغیر نسبت به مقیاس بسط دادند. با اضافه کردن قید $N_i \lambda = 1$ (قید تحدب) به مدل برنامه ریزی خطی با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس به راحتی می‌توان محاسبات را با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس نام داد. مدل برنامه‌ریزی خطی با فرض بازده متغیر نسبت به صورت زیر خواهد بود.

رابطه شماره (۴) $\text{Min } \theta, \lambda$

S.t $-Y_i + Y\lambda \geq 0$

$\theta X_i - X\lambda \geq 0$

$N_i \lambda = 1, \lambda \geq 0$

به طوریکه N_i یک بردار $1 * N$ می باشد. در این مدل، مشخص نمی‌شود که بنگاه در ناحیه بازده صعودی یا نزولی نسبت به مقیاس قرار دارد. برای اینکه بتوان نوع بازده

1- Reference Set
 2- Variable Returns to Scale
 3- Banker, Charnes, Cooper

نسبت به مقیاس را معین کرد. باید مدل را با قید بازده غیر صعودی نسبت به مقیاس یعنی $(N_i' \leq 1)$ حل نمود و سپس برای یک بنگاه خاص، مقدار کارایی فنی در حالت بازده غیر صعودی (ثابت یا نزولی) نسبت به مقیاس را با مقدار کارایی فنی بدست آمده در مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس مقایسه نمود. اگر این دو با هم مساوی باشند، نتیجه خواهیم گرفت که بنگاه مورد نظر با بازده نزولی نسبت به مقیاس (DRS) مواجه می‌باشد و در غیر اینصورت بازده صعودی نسبت به مقیاس (IRS) می‌باشد. مدل برنامه‌ریزی خطی با قید بازده غیر صعودی نسبت به مقیاس به صورت زیر می‌باشد:

رابطه شماره (۵) $\text{Min } \theta, \lambda$

$$\text{S.t } -Y_i + Y\lambda \geq 0$$

$$\theta X_i - X\lambda \geq 0$$

$$N_i' \lambda \leq 1$$

$$\lambda \geq 0$$

الگوریتم بوت استرپ

حال اگر $\{P_1^*, P_2^*, \dots, P_n^*\}$ مجموعه‌ی نمرات کارایی به دست آمده از دو روش مذکور باشد، این نمرات کارایی با مشکلات وابستگی نمرات، ناسازگاری، عدم دقت و مشکلات ناشی از نمونه‌های کوچک مواجه هستند و همچنین طبق مطالعات تجربی گوناگون، نمرات کارایی به دست آمده سطح واحدهای تصمیم‌گیر را به صورت کاملاً کارا نشان می‌دهد که با نمرات کارایی واقعی فاصله دارد. سیمار^۱ و ویلسون^۲ (۲۰۰۷) به منظور جلوگیری از همبستگی نمرات کارایی و برآورد ناسازگار کارایی و همچنین به منظور جلوگیری از مشکلات ناشی از نمونه‌های کوچک از روش بوت استرپ استفاده نمودند.

بوت استرپ یک روش شبیه سازی بر پایه داده های نمونه در دست بررسی است که برای ارائه تحلیل های آماری مورد استفاده قرار می گیرد. نخستین بار افرون^۱ (۱۹۹۳) این نام را بر آن نهاد. بعد از معرفی روش بوت استرپ توسط افرون، سیماز از بوت استرپ برای تخمین کارایی مربوط به داده های پانل در مدل های ناپارامتری استفاده کرد. سپس سیماز با همکاری ویلسون برای اولین بار از بوت استرپ برای تحلیل حساسیت اندازه کارایی از طریق روش DEA استفاده کردند (بهار، و همکاران، ۱۳۹۰).

بوت استرپ یک روش باز نمونه گیری آماری است که کارآمدی آن برای انجام استنباط آماری در مسایل پیچیده ثابت شده است و برای تخمین خواص توزیع نمونه گیری یک تخمین زننده به کار می رود. دلیل و مزیت استفاده از این روش در این مقاله وابستگی و حساسیت مقادیر کارایی بانک های تجاری به تغییرات ترکیب نمونه و لزوم اصلاح تورش ایجاد شده ناشی از محاسبه مقادیر کارایی در روش های معمول تحلیل پوششی داده ها است. به دلیل اینکه روش بوت استرپ در برخی شرایط به طور مجانبی ثابت است، تضمین نمونه متناهی عمومی را فراهم نمی کند. علاوه بر این برخی معتقدند که خیلی خوشبینانه عمل کند. ظاهر ساده این روش ممکن است پیش فرضهای مهم برای آنالیز بوت استرپ (مثل فرض مستقل بودن نمونه ها) را پنهان کند در حالی که در روش های دیگر این پیش فرضها به صورت رسم بیان می شوند. با استفاده از تکنیک های بوت استرپ می توان از خطا در برآورد رتبه عملکرد اجتناب کرد (شهیکی تاش و همکاران، ۱۳۹۶). در این روش، نمرات کارایی مورد توجه قرار می گیرد و بوت استرپ روی نمرات کارایی اصلی اعمال می شود و با توجه به این که بوت استرپ یک روش باز نمونه گیری است، فقط ورودی ها هستند که در نمونه ی جدید تعدیل می شوند.

نمونه‌ی جدید از نمرات کارایی اصلی که از حل مدل DEA به دست آمده‌اند، حاصل می‌شود. به طوری مجموعه‌ی نمرات کارایی اصلی $P^* = \{P_1^*, P_2^*, \dots, P_n^*\}$ و مجموعه‌ی جدید نمرات کارایی $p_b = \{P_1b, P_2b, \dots, P_nb\}$ که $P_1b \in P^*$ می‌باشد. برای این منظور می‌توان روش بوت استرپ را در چهار مرحله‌ی زیر اجرا کرد:

حل مدل DEA برای ورودی و خروجی X و Y و به دست آوردن نمرات کارایی:

$$P^* = \{P_1^*, P_2^*, \dots, P_n^*\}$$

تعدیل ماتریس ورودی X توسط ماتریس D به $X^* = D \times X$ (ماتریس D یک ماتریس قطری است که روی قطر اصلی آن به ترتیب نمرات کارایی اصلی قرار گرفته‌اند).

برای هر DMU_t ($t=1, 2, \dots, n$):

الف. جابجایی $n-1$ نمره‌ی کارایی از مجموعه‌ی P^* و به دست آوردن نمونه‌ی جدید از نمرات کارایی به صورت $P_t(b) = \{P_1b, P_2b, \dots, P_t^*, \dots, P_nb\}$ که $P_jb \in P^*$ یعنی تمام P_jb ها از نمرات کارایی بدست آمده از مرحله‌ی اول هستند و به غیر از t امین نمره، بقیه جابجا شده‌اند.

ب. ساختن ماتریس ورودی جدید $X_t(b) = [D_t(b)]^{-1} \times X^*$ که در آن $D_t(b)$ یک ماتریس قطری $n \times n$ می‌باشد که روی قطر اصلی آن مقادیر نمرات کارایی بوت استرپ شده به ترتیب زیر قرار دارند:

$$\{P_1b, P_2b, \dots, P_t^*, \dots, P_nb\}$$

طبیعی است که در نمونه‌ی جدید بعضی از DMU ها کارا و برخی دیگر ناکارا خواهد بود و بردار ورودی t امین DMU همان بردار اولیه‌ی X_t می‌باشد، یعنی در مولفه‌ی t ام، $X_t(b)$ همان X_t را خواهیم داشت. زیرا عملیاتی که روی این مولفه انجام می‌شود به صورت زیر است:

$$(1/p_t^*) \cdot (p_t^* \cdot x_t) = x_t \quad \text{رابطه شماره (۶)}$$

ج. کارایی تکنیکی t امین DMU را نسبت به نمونه ی جدید با متغیرهای Y و $X_t(b)$ با استفاده از مدل DEA محاسبه می کنیم و نمره ی بوت استرپ شده ی $P_t^*(b)$ را به دست می آوریم. حال اگر مراحل الف تا ج را B بار تکرار کنیم نمرات کارایی بوت استرپ شده ی $\{P_t^*(1), \dots, P_t^*(B)\}$ برای t امین DMU به دست می آید.

۴- توزیع تجربی نمرات کارایی اصلی P_t^* ؛ $t=1, \dots, n$ می تواند با استفاده از توزیع نمرات کارایی بوت استرپ شده ی $\{P_t^*(1), \dots, P_t^*(B)\}$ ؛ $t=1, \dots, n$ تخمین زده شود.

اگر فرض کنیم بزرگترین تعداد نمونه های جدید B باشد و کارایی نسبت به هر نتیجه تکنولوژی محاسبه شده باشد، توزیع تجربی برای نمرات کارایی، از نتایج B نمره ی کارایی ساخته می شود. در کل تعداد $B \times n$ تعداد نمره ی کارایی بوت استرپ شده در این روش داریم (عبادی، ۱۳۹۰).

۴- یافته های پژوهش

در نظام پولی و بانکی، انواع گوناگونی از بانک ها و موسسات اعتباری وجود دارد که بانک های تجاری یکی از مهمترین آنها محسوب می شوند. این نوع از بانک ها در واقع موسسات سپرده پذیر با بالاترین حجم دارایی ها به حساب می آیند. با توجه به ادبیات بیان شده، در این مطالعه با بکار گیری داده های سه ورودی حجم سپرده ها، سرمایه انباشته و تعداد کارکنان و خروجی تسهیلات پرداختی و برای مجموعه بانک های تجاری در بازه زمانی ۱۳۸۰-۱۳۹۴ کارایی بانک های تجاری ایران محاسبه می شود. پس از معرفی دو مدل بازدهی متغیر و ثابت به مقیاس و الگوریتم بوت استرپ، ابتدا کارایی بانک های تجاری ایران را در بازه زمانی مدنظر در دو مدل بازدهی ثابت به مقیاس و بازدهی متغیر به مقیاس تخمین زده می شود؛ سپس به منظور آزمون مدل بازدهی مورد نظر در بانک های تجاری، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده می

شود و در نهایت پس از مشخص شدن مدل بازدهی به مقیاس با استفاده از نرم افزار Matlab با اجرای الگوریتم بوت استرپ (به منظور کاهش تورش در محاسبه کارایی و واقعی تر شدن نمرات کارایی) کارایی بانک های تجاری ایران را به دست می آوریم و با نمرات کارایی روش عدم اعمال الگوریتم بوت استرپ مقایسه می نماییم و تاثیر الگوریتم بوت استرپ بر نمرات کارایی مورد بررسی و تحلیل قرار می گیرد.

جدول شماره یک: کارایی بانک های تجاری ایران در بازه زمانی ۱۳۸۰-۱۳۹۴ با

استفاده از دو مدل CRS و VRS

	سال	کارایی (مدل بازدهی ثابت به مقیاس)	کارایی (مدل بازدهی متغیر به مقیاس)
1	1380	0/735	1
2	1381	0/846	1
3	1382	1	1
4	1383	0/872	0/938
5	1384	0/867	0/896
6	1385	0/906	0/919
7	1386	0/99	0/992
8	1387	1	1
9	1388	0/978	1
10	1389	1	1
11	1390	1	1
12	1391	0/961	0/993
13	1392	0/998	1
14	1393	1	1
15	1394	1	1
	میانگین	0/943	0/982

منبع: یافته های تحقیق

جدول شماره یک کارایی بانک های تجاری ایران را در بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۸۰ به دو روش بازدهی به مقیاس ثابت و بازدهی متغیر به مقیاس نشان می دهد. سال هایی که نمرات کارایی عدد یک به دست آمده است نشان می دهد که مجموعه بانک های تجاری ایران کارایی کامل داشته است و اعداد غیر یک نشان از ناکارایی (عدم کارایی کامل) بانک های تجاری ایران طی بازه زمانی مذکور دارد. از سوی دیگر نمرات کارایی جدول فوق نشان می دهد که با لحاظ مدل CRS شش سال بانک های تجاری ایران در مرز کارایی بوده اند. اما در مدل VRS ده سال از پانزده سال در مرز کارایی بوده اند و میانگین کارایی مدل بازدهی به متغیر ۹۸ درصد می باشد که با توجه به وضعیت نظام بانکی ایران غیرواقعی به نظر می رسد. از میان مدل های تحلیل پوششی داده ها، انتخاب مدل مناسب از طریق آزمون فرضیه های بازده به مقیاس توصیه می شود. که اثبات میکند کدام فرضیه بازده به مقیاس (متغیر یا ثابت) برای مجموعه داده های استفاده شده قابل قبول تر است. بنکر (۱۹۹۶) بکار گیری آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بر پایه حداکثر توزیعات تجمعی نمرات کارایی مدل های تحلیل پوششی CRS و VRS را پیشنهاد می کند. اگر $\bar{\theta}_1$ میانگین کارایی های تخمین زده شده در مدل های (CCRS), IRS^1 , DRS^2 و $BCC(VRS)$ باشد رابطه زیر برقرار می باشد (فوکو شیگه و همکاران، ۲۰۱۴):

$$\bar{\theta}^{BCC} \geq \bar{\theta}^{IRS} > \bar{\theta}^{DRS} \geq \bar{\theta}^{CCR} \quad \text{رابطه شماره (۷)}$$

همیشه متوسط نمرات کارایی مدل BCC بالاترین و متوسط نمرات کارایی CCR کمترین مقدار نمرات کارایی می باشد جدول شماره یک نیز موید این مطلب می باشد.

آزمون کولموگروف-اسمیرنوف فرض صفر بازده به مقیاس ثابت را با جایگزین آن یعنی بازده به مقیاس متغیر مورد آزمون قرار می دهد. این آزمون بر مبنای ماکزیمم فاصله تجربی بین $F^c(\ln(\theta^c_j))$ و $F^v(\ln(\theta^v_j))$ بنا شده است؛ که تابع

1-Increasing Return to Scale
2-Decreasing Return to Scale

توزیع تجمعی است و توزیع‌های تجمعی $\ln(\hat{c}_j)$ و $\ln(\theta^c_j)$ می‌باشند. این آماره مقداری بین صفر و یک دارد. مقدارهای نزدیک به یک تمایل به رد فرض صفر و قبول فرض جایگزین را نشان می‌دهد(بنکر و همکاران، ۲۰۰۴). برای اینکه متوجه شویم کدامیک از دو مدل فوق به واقعیت نزدیک است اقدام به آزمون فرضیه ذیل می‌نماییم(پریکو و همکاران، ۲۰۱۶):

$$\begin{cases} H0: CRS \text{ (بازدهی ثابت به مقیاس)} \\ H1: VRS \text{ (بازدهی متغیر به مقیاس)} \end{cases}$$

جدول شماره ۲- آزمون کولموگروف-اسمیرنوف با فرض دو مدل CRS و VRS

	VRS Model	CRS Model
N	15	15
Normal Parameters	Mean	0/9825
	Std. Deviation	0/08068
		0/03460
Most Extreme Differences	Absolute	0/265
	Positive	0/307
	Negative	-0/408
Kolmogorov-Smirnov Z	1/579	1/028
Asymp. Sig. (2-tailed)	0/014	0/241

منبع: یافته‌های تحقیق

فرض H0 دلالت بر پذیرش مدل CRS و فرض H1 دلالت بر پذیرش فرض VRS دارد. به منظور آزمون این فروض از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده می‌نماییم این آزمون در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($\alpha=5\%$) انجام می‌شود. اگر در این

آزمون معیار تصمیم (P-Value) کمتر از ۵ درصد باشد فرض صفر رد می شود یعنی بازدهی به مقیاس مجموعه بانک های تجاری ایران متغیر می باشد و در صورت بزرگتر بودن از ۵ درصد فرض صفر پذیرفته می شود.

جدول شماره دو نتایج به دست آمده از اجرای آزمون مذکور را برای دو مدل CRS و VRS نشان می دهد. همانطور که نتایج بیانگر است با فرض خطای نوع اول ۵ درصد، مقدار Asymp. Sig. یا همان P-Value بالاتر از ۵ درصد می باشد و به این ترتیب فرض صفر مبنی بر بازدهی به مقیاس ثابت برای دو گروه کارایی محاسبه شده، پذیرفته می شود که با توجه تعداد نمرات کمتر کارایی کامل، این اثبات قابل قبول می باشد. در ادامه با توجه به اثبات بازدهی به مقیاس ثابت نمرات کارایی بانک های تجاری ایران، با استفاده از الگوریتم بوت استرپ تاثیر این الگوریتم را بر نمرات کارایی بررسی می نماییم.

با توجه به اینکه روش DEA یک روش قطعی است، یک نتیجه متفاوت از کارایی کامل می تواند به عنوان ناکارایی تفسیر شود. در میان سایر عوامل، این ناکارایی ممکن است به خطاهای جمع آوری اطلاعات یا عوامل شانسی مربوط باشد. با هدف تصحیح این ضعف، روش بوت استرپ برای بدست آوردن نتایج سازگارتر پیشنهاد شده است (پریکو و همکاران، ۲۰۱۵).

در این تحقیق با استفاده از الگوریتم بوت استرپ و تحلیل پوششی داده های نهاده گرا و با ۲۰۰ تکرار (بازنمونه گیری $B=200$)، در فاصله اطمینان ۹۵ درصد و با فرض بازده به مقیاس ثابت، نمرات کارایی تخمین زده می شود. برای مقایسه دو روش ساده و روش الگوریتم بوت استرپ ابتدا نمرات کارایی با استفاده از مدل بازدهی ثابت نسبت به مقیاس برآورد می شود.

جدول شماره ۳- کارایی بانک های تجاری ایران در بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۸۰ با اعمال الگوریتم بوت استرپ و بدون الگوریتم بوت استرپ

سال	کارایی (با اجرای الگوریتم بوت استرپ)	رتبه نمرات کارایی	کارایی (بدون الگوریتم بوت استرپ)
1380	0/712	15	0/735
1381	0/815	14	0/846
1382	0/937	6	1
1383	0/847	13	0/871
1384	0/850	12	0/867
1385	0/886	11	0/905
1386	0/962	3	0/989
1387	0/968	1	1
1388	0/948	5	0/977
1389	0/960	4	1
1390	0/929	8	1
1391	0/926	9	0/960

1392	0/965	2	0/998
1393	0/935	7	1
1394	0/925	10	1
میانگین	0/904		0/943

منبع: یافته های تحقیق

همانطور که جدول شماره یک نشان می دهد کارایی بانک های تجاری طی سال های ۱۳۸۰ (سال ۱۳۸۰ به عنوان نقطه آغاز فعالیت جدی بانکداری خصوصی در تاریخ بانکداری ایران به عنوان نقطه آغاز بازه زمانی مورد مطالعه انتخاب شده است) و ۱۳۸۱ از سطح کارایی کامل فاصله داشته است. اما طی سال ۱۳۸۲ به سطح کارایی کامل بازگشته است. عدد کارایی یک به مفهوم کارایی کامل شبکه بانکی می باشد و نمره کارایی پایین تر از یک به مفهوم ناکارایی است. جدول شماره ۳ نشان می دهد که به کار بردن الگوریتم بوت استرپ باعث نتایج و نمرات کارایی متفاوت می شود که این نتایج متفاوت به شرح ذیل می باشد:

به کار بردن الگوریتم بوت استرپ باعث کاهش چهار درصدی متوسط کارایی بانک های تجاری در بازه زمانی مورد نظر شده است؛ در واقع اعمال الگوریتم بوت استرپ باعث کاهش و واقعی تر شدن نمرات کارایی شده است. همانطور که جدول شماره ۴ آزمون معنی داری تفاوت نمرات کارایی را نشان می دهد، تفاوت نمرات کارایی در دو حالت معنی دار است.

جدول شماره ۴-آزمون معنی دار بودن تفاوت نمرات کارایی در حالت بوت استرپ و

عدم بوت استرپ

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2- tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 VAR00008 - VAR00009	-4.06667	2.31352	.59735	-5.34785	-2.78548	-6.808	14	.000

منبع: یافته‌های تحقیق

اعمال الگوریتم بوت استرپ باعث می‌شود بتوان نمرات کارایی را بر اساس بهترین عملکرد به بدترین عملکرد رتبه بندی نمود. همانطور که جدول شماره ۳ نشان می‌دهد بهترین عملکرد بانک‌های تجاری مربوط به سال ۱۳۸۷ و بدترین عملکرد مربوط به سال ۱۳۸۰ می‌باشد. جدول مذکور بیانگر این است که امکان رتبه بندی کامل نمرات کارایی در حال عدم استفاده از الگوریتم بوت استرپ به دلیل وجود ۶ نمره کارایی کامل (عدد یک) وجود ندارد.

نکته قابل توجه، عدم کارایی کامل (عدم وجود عدد یک در نمرات کارایی محاسبه شده از طریق الگوریتم بوت استرپ) مجموعه بانک‌های تجاری ایران در هیچ یک از سال‌های بازه زمانی ۱۳۸۰-۱۳۹۴ در روش بوت استرپ می‌باشد که با توجه به وضعیت نظام بانکی ایران، دقیق‌تر به نظر می‌رسد. در مدل عدم اعمال الگوریتم بوت استرپ، شش سال از پانزده سال مورد محاسبه کارایی کامل مجموعه بانک‌های تجاری ایران را نشان می‌دهد که غیرواقعی و دارای تورش می‌باشد. مشکلات و ضعف عملکرد مجموعه بانک‌ها در سال‌های اخیر گویای بارز عدم کارایی کامل مجموعه بانک‌های تجاری می‌باشد، لذا عدم دستیابی به کارایی کامل در هیچ یک از سالهای بازه زمانی مورد محاسبه، واقعی‌تر و دارای تورش کمتر می‌باشد.

بیشترین کاهش در نمرات کارایی مدل الگوریتم بوت استرپ مربوط به سال هایی می باشد که کارایی آنها در مدل عدم الگوریتم بوت استرپ عدد یک (کارایی کامل) بوده است. بیشترین کاهش در نمرات کارایی، با کاهش ۷/۵ درصدی مربوط به سال ۱۳۹۴ می باشد. این نتایج اثبات می کند که با بکار گیری تحلیل کاملا قطعی و با در نظر نگرفتن اثر تورش آماری، نتایج ممکن است باعث بیش تخمینی شود.

با توجه به اینکه روش تحلیل پوششی داده های کلاسیک در پژوهش های مختلف جهت محاسبه کارایی و عملکرد بنگاه ها و نهادهای مختلف اقتصادی مورد استفاده بوده است، به کار بردن الگوریتم بوت استرپ باعث محاسبه دقیق تر و واقعی تر کارایی و عملکرد بنگاه ها و نهادهای مختلف خواهد شد.

۵- بحث و نتیجه گیری

هدف این مطالعه اندازه گیری دقیق تر و واقعی تر کارایی مجموعه بانک های تجاری ایران بود که برای این هدف سه مرحله محاسبه کارایی به روش کلاسیک DEA ، آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و نمرات کارایی بوت استرپ شده، انجام شد. همانطور که یافته های تحقیق نشان می دهد مدل بازدهی به مقیاس مجموعه بانک های تجاری ایران در بازه زمانی مورد محاسبه ثابت می باشد که نتایج به دست آمده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نیز موید این مطلب می باشد. از سوی بکار گیری الگوریتم بوت استرپ باعث واقعی تر شدن و کاهش تورش نمرات کارایی می شود و نمرات کارایی بوت استرپ شده نشان می دهد که مجموعه بانک های تجاری ایران در بازه زمانی ۱۳۸۰-۱۳۹۴ کارا نبوده اند و عدم کارایی این مجموعه به مفهوم آن است که بانک های تجاری با ورودی (نهاده های) مفروض می توانسته خروجی (ستاده) بیشتر تولید کند؛ به این مفهوم که نسبت تسهیلات پرداختی بانک های تجاری ایران با سپرده ها، نیروی کار و سرمایه متناسب نبوده و سرمایه و نیروی کار نسبت به تسهیلات پرداختی مازاد بوده است. بالاترین مقدار کارایی مربوط به سال ۱۳۸۷ و پایین ترین نمره کارایی مربوط به

سال ۱۳۸۰ بوده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد عملکرد مجموعه بانک‌های تجاری ایران در طی بازه زمانی ۱۳۸۰-۱۳۹۴ کارا نبوده است و استفاده از الگوریتم بوت استرپ این ناکارایی را به صورت دقیق‌تر نسبت به روش DEA نشان داده است. پیشنهاد می‌گردد کارایی کل شبکه بانکی کشور و یکایک بانک‌های کشور با استفاده از الگوریتم بوت استرپ محاسبه گردد.

فهرست منابع

Ahn, Daniel P. & Rodney D. Ludema (2017). The Sword and the Shield: The Economics of Targeted Sanctions, mimeo, <https://papers.ssrn.com/sol/papers.cfm>

Alimohammadlou, M. & Mohammadi, S. (2016). Evaluating the productivity using Malmquist index based on double frontiers data *Procedia. Social and Behavioral Sciences* 230, 58 – 66 (In Persian).

Arab Mazar, A. & Keighbadi, S. (2006). The status of loan debt in the Iranian banking system. *Journal of Islamic Economics*, Sixth Year, Summer

Bahari, A. & Hosseini Nahad, Gh. (2011). Application of Bootstrap Process in Data Envelopment Analysis Models. *Third National Conference on Data Envelopment Analysis*, July.

Chaabouni, S. (2017). China's regional tourism efficiency: A two-stage double bootstrap data envelopment analysis. *Journal of Destination Marketing & Management*

Dreger, Christian, Jarko Fidrmuc, Konstantin Kholodilin & Dirk Ulbricht (2016). "Between the hammer and the anvil: The impact of economic sanctions and oil prices on Russia's ruble," *Journal of Comparative Economics*, 44(2), 295-308.

Ebadi, S. (2011). The method for ranking performance scores using Bootstrap. *Journal of Applied Mathematics*, Lahijan Branch, 8 (2), Summer, 29-44 (In Persian).

Elisa Périco, E., Brandão Santana, N., Aparecida do Nascimento Rebelatto, D. (2015). Estimating the efficiency from Brazilian banks: a bootstrapped Data Envelopment Analysis (DEA). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.185714>

Emami Meibodi, A. (2005) Principles of Measuring Efficiency and Productivity. *Institute for Business Studies and Research*, Second Edition.

Fallah, M. (2007). Evaluation of Performance of Insurance Branches Using Data Envelopment Analysis. *News in the World of Insurance*, Nos. 115 and 116, p. 24-18

Fukuyama, H., & Weber, WL. (2015). Measuring bank performance with a dynamic network Luenberger indicator. *Annals of Operational Research*, on line 18 June, forthcoming, DOI 10.1007/s10479-015-1922-5.

Fare, R., Grosskopf, S., & Hernandez-Sancho, F., (2004). Environmental performance: an index number approach. *Journal of Resource and Energy Economics* 26, 343–352

Ghaderi, E.(2015). The impact of the United States sanctions on Iran's trade flows– A gravity model approach. Södertörns University, Department of Economics. *Masters Thesis* 30 hp

Gitto,S.,Mancuso, P. (2011). Bootstrapping the Malmquist indexes for Italian airports. *Int. J. Production Economics* 135, 403–411

Heibati, F., Seyed Nourani, S M R, & Dadkhah, S. (2009). Evaluation Performance of Private Banks of Iran Compared to Arab Banks of Persian Gulf. *Special Letter of Bank*, No.6.

Kalate Rahmani, R., Anwar Rostami, A. A., Aghaei M A. & Azar, A. (2015). Analytical Procedures in Auditing: An Application of the Bootstrap Data Envelopment Analysis Approach. *Journal of Financial Accounting Research*, 7(25), 49-70

Khaki, Gh. (2009). Introduction to Productivity Management (Analysis in Organization). *sayenama Institute*, Fifth Edition.

Kordbache, H. (2010). Quasi-parametric robust estimation in determining inefficiencies in Iranian banking system: Bootstrap method. *Journal of Economic Research*, 46 (2), 159-192

Kordbache, H., Mehregan N., Taqavi, B. (2013). Will the performance of bank branches be affected by the characteristics of branch managers? *Journal of Applied Economics*, 3(11).

Korhonen, L. Simola, H. Solanko, L.(2018).Sanctions, counter-sanctions and Russia – Effects on economy, trade and finance. *Bank of Finland, BOFIT Institute for Economies in Transition*

Lee, Y. Tenerelli, T. Joo, S. (2017). An Analysis of Korean Bank Performance Using a Double Bootstrapped DEA Analysis, *International Journal on Governmental Financial Management XVII* (2)

Mardani, A. Streimikiene, D. Balezentis, T. Zameri Mat Saman, M. Md Nor, K. Khoshnava, M. (2018). *Data Envelopment Analysis in Energy and Environmental Economics: An Overview of the State-of-the-Art and Recent Development Trends*. Energies

Nazari, A., Tarkhani, A. & Niloufar, P. (2018). Investigating the Factors Affecting the Performance of Private and Public Banks in Iran (Simar and Wilson Two-Step Method). *Conference on National Production and Sustainable Employment, Challenges and Solutions*.

Neuenkirch, M., Neumeier, F. (2016). The impact of US sanctions on poverty. *Journal of Development Economics* 121,110–119

Neuenkirch, N. Neumeier, F.(2015). The Impact of UN and US Economic Sanctions on GDP Growth. *European Journal of Political Economy*

Nguyen, T., Ttip,D., & Ngo, T. (2018). Operational Efficiency of Bank Loans and Deposits: A Case Study of Vietnamese Banking System. *International Journal of Financial Studies*

Parichatnon, S. Maichum, K. & Peng, K. (2018). Measuring technical efficiency of Thai rubber production using the three-stage data envelopment analysis. *Agric. Econ. – Czech*, 64, 227–240

Radojicic, M. Radovanovic, S. Jeremic,V. (2018). Measuring The Efficiency Of Banks: The Bootstrapped I-Distance Gar Dea Approach. *Technological and Economic Development of Economy*, 24 (4): 1581–1605.

Radojicic, M. Savic, G. Radovanovic, S. Jeremic,V.(2015). A Novel Bootstrap DbA-Dea Approach In Evaluating Efficiency Of Banks. *“Mircea cel Batran” Naval Academy Scientific Bulletin*, XVIII (2).

Sahin, G, Gokdemir, L, Ozturk, D.,(2015). Global Crisis and Its Effect on Turkish Banking Sector: A Study with Data Envelopment Analysis. *Istanbul Conference of Economics and Finance*, ICEF, 22-23, Istanbul,Turkey

Saraiya, D.(2005). The Impact of Environmental Variables in Efficiency Analysis: A fuzzy clustering-DEA Approach. *Master of Science InIndustrial and Systems Engineering (Operations Research)*

Soheili, K., Fattahi, S., Sarkhondi, M. (2013). Assessing the Bank of Iran's Monetary Strategies for the Production Gap and Inflation

Deviation: A Bootstrap Approach. *Journal of Economic Modeling Research*, No. 21 Autumn 94.

Simar, L., Wilson, P., (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics* 136, 31–64.

Simar, L., Wilson, P.W., (2008). Statistical inference in nonparametric frontier models: recent developments and perspectives. In: Fried, H.O., Lovell, C.A.K., Schmidt, S.S. (Eds.), *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth Oxford University press*.

Sokhanvar. M., Sadeghi. H., Assari. A., Yavari. K. & Mehregan. N. (2012). Determining the Performance of Iranian Electricity Distribution Companies and their Factors Using Data Envelopment Analysis and Two-Stage Approach. *Journal of Economic Research*, 447 (2).

Sufian, F., Kamarudin, F. & Nassir, A., (2016). Determinants of efficiency in the Malaysian banking sector: Does bank origins matter? *Intellectual Economics* 10, 38-54

Whang, T. (2011), Playing to the home crowd? Symbolic use of economic sanctions in the United States, *International Studies Quarterly* 55(3), 787–801.