International Journal of Industrial Engineering & Production Management (2017)

September 2017, Volume 28, Number 1
PP 43- 54

http://IJIEPM.iust.ac.ir/

# Calculation of the Balanced Factor Using an integrated DEA and BSC Approach and its Effect on the Productivity Growth with a Case Study on the Branches of a Specialized Bank

**Mohammadreza Alirezaee * & Masoumeh Rajabi Tanha**

***Mohammadreza Alirezaee,*** *School of Mathematics, Iran University of Science and Technology*
***Masoumeh Rajabi Tanha,*** *School of Mathematics, Iran University of Science and Technology*

**Keywords**

**Data Envelopment Analysis (DEA), Balanced Scorecard (BSC), Malmquist Productivity Index, Balanced Factor.**

**ABSTRACT**

*In addition to the factors such as the efficiency, size and technology of decision making units (DMUs), the balance of DMU also affects the total factor productivity (TFP). The effect of efficiency, scale, and technology on the total factor productivity growth have been provided by a three-component decomposition of Malmquist index. In this paper, the fourth factor called the balanced factor of DMUs is defined using DEA-BSC method. This new concept leads to provide an extended Malmquist index and its four-component decomposition in which the effect of balanced factor on the total factor productivity growth can be detected. In fact, the balanced factor measures how much a DMU is align with some defined strategies. The proposed method in this paper has been implemented on the real data of specialized bank branches, and the results show that productivity growth has been affected by the changes in balanced factor and size of branches during the period under evaluation. In the case of positive effect of these changes, strengthen the activities is recommended, otherwise the activities should be changed or modified. Furthermore, providing such a precise and scientific improvement solutions considerably will help managers in order to adopt more constructive decisions.*

**© 2017 IUST Publication, IJIEPM Vol. 28, No. 1, All Rights Reserved**

[ Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2026-09-13 ]

نشـــریه بین المللـــی مهنـــدسی صنـــایع و مدیـــــریت تولیـــد
شمـــاره ۱، جلـــد ۲۸، بهار ۱۳۹۶
صفحـــه ۴۴- ۵۴
ISSN: 2008-4870
http://IJIEPM.iust.ac.ir/

# محاسبه شاخص توازن با رویکرد تلفیقی DEA و BSC و اثر آن در رشد بهره وری همراه با مطالعه موردی روی شعب یک بانک تخصصی

محمدرضا علیرضایی* و معصومه رجبی تنها

**کلمات کلیدی**

تحلیل پوششی داده ها[i]،
کارت امتیازی متوازن[ii]،
شاخص بهره وری ما لمکوئیست[iii]،
عامل توازن[iv].

**چکیده:**

به موازات فاکتور هایی مانند کارایی ، اندازه و تکنولوژی مورد استفاده واحد تصمیم گیرنده، عملکرد متوازن واحد تصمیم گیرنده می تواند در بهره وری کل عوامل آن موثر باشد. در مطالعات، اثر عوامل کارایی، اندازه و تکنولوژی بر رشد بهره وری کل عوامل با رویکرد تحلیل پوششی داده ها توسط تجزیه سه قسمتی شاخص مالمکوئیست ارائه شده است. در این مقاله با تعریف عامل چهارم تحت عنوان عامل توازن واحد تصمیم گیرنده که با رویکرد تلفیقی تحلیل پوششی داده ها و کارت امتیازی متوازن صورت می پذیرد شرایط تعریف تعمیم یافته ای از شاخص مالمکوئیست و تجزیه چهار قسمتی آن فراهم می شود که اثر عامل توازن نیز در رشد بهره وری کل عوامل شناسایی می شود. در واقع این عامل میزان همراستایی و همسویی سازمان ها با استراتژی های تعریف شده برای آن ها را با استفاده از مدل های ریاضی اندازه گیری می کند. مدل های تعمیم یافته در این مقاله روی داده های واقعی شعب یک بانک تخصصی اجرا شده و نتایج آن نشان می دهد که رشد بهره وری از عوامل تغییرات عامل توازن و اندازه شعب در طول دوره تحت ارزیابی متاثر شده اند. پیشنهاد می گردد در صورت تاثیر مثبت این تغییرات، تقویت فعالیت ها و در صورت تاثیر منفی، تغییر و اصلاح فعالیت ها در دستور کار شعب قرار گیرد. بعلاوه، ارائه چنین راهکار های بهبود دقیق و علمی به مدیران جهت اتخاذ تصمیم گیری های سازنده تر کمک قابل توجهی خواهد نمود.

## ۱. مقدمه

با توجه به اینکه بر مبنای چشم انداز ۲۰ ساله، بر رشد اقتصادی از طریق بهره وری تاکید شده است و در برنامه چهارم توسعه، مقرر شده است که ۲/۵٪ از رشد اقتصادی سالانه که ۸٪ در نظر گرفته شده از طریق رشد بهره وری کل عوامل تامین شود، لذا تمامی دستگاه های اجرایی موظف به محاسبه سهم رشد بهره وری و ارائه راهکارهای عملی جهت تحقق این مهم می باشند. حصول این هدف مهم مستلزم اندازه گیری دقیق این شاخص و شناسایی عوامل موثر بر آن می باشد. تا کنون روش های مختلفی برای اندازه گیری بهره وری ارائه شده است. یکی از شناخته شده ترین و متداولترین شاخص های محاسبه بهره وری، شاخص بهره وری مالمکوئیست می باشد که در سال ۱۹۵۳ توسط شخصی با همین نام معرفی گردید [۱]. تا کنون تجزیه های مختلفی از این شاخص به منظور شناسایی عوامل موثر در آن و ارائه راهکار بهبود جهت ارتقای آن ارائه شده است [۲، ۳]. در این تجزیه ها اثر عواملی از جمله رشد کارایی، رشد تکنولوژی و تغییرات اندازه در نظر گرفته می شود اما دربسیاری از موارد استراتژی ها و سیاست هایی بر سازمان تحمیل می گردد که اثر آن در هیچیک از این عوامل ظاهر نمی شود [۳]. لذا پژوهش حاضر با تلفیق دو مدل معروف و متداول تحلیل پوششی داده ها و

تاریخ وصول: ۹۳/۰۸/۰۳
تاریخ تصویب: ۹۴/۰۲/۰۹

*نویسنده مسئول مقاله: محمدرضا علیرضایی، دانشکده ریاضی، دانشگاه علم و صنعت ایران. mralirez@iust.ac.ir
معصومه رجبی تنها، دانشکده ریاضی، دانشگاه علم و صنعت ایران. m_rajabitanha@iust.ac.ir



[ Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2026-09-13 ]

کارت امتیازی متوازن به اندازه گیری عامل توازن به عنوان یکی از مولفه های شاخص بهره وری توسعه یافته پرداخته و سعی در ارائه ابزارها و راهکار هایی دارد که قادر باشند شرکت ها را از لحاظ کارایی، بهره مندی از تکنولوژی های نوین، مقیاس و همچنین متوازن بودن با استراتژی های موجود، اندازه گیری نموده و موجب تصمیم سازیها و سیاستگذاری ها و ارائه راهکار های بهبود دقیق تر گردند. به این ترتیب امکان ارزیابی دقیق تر و احتمالا تصحیح و بازنگری اقدامات صورت گرفته در جهت تطبیق با استراتژی های تعریف شده میسر خواهد شد. در راستای توسعه شاخص بهره وری مالمکوئیست میتوان به ارائه شاخص بهره وری توسعه یافته که توسط علیرضایی و افشاریان ارائه گردید اشاره نمود که عامل چهارم، تحت عنوان تغییرات قواعد و قوانین علاوه بر سه عامل دیگر در نظر گرفته شده است [۴]. بنابراین، در بخش ۲، پیشینه و روش تحقیق ارائه می شود. بخش ۳ به معرفی مدل های پایه ای DEA و مدل تلفیقی BSC-DEA می پردازد. در بخش ۴، روش پیشنهادی برای محاسبه شاخص توسعه یافته مالمکوئیست با به کار گیری تکنولوژی BSC-DEA مطرح شده و مؤلفه مربوط به عامل توازن معرفی می گردد. در بخش ۵، با ارائه مطالعه موردی بر روی شعب یک بانک تخصصی، نتایج، مورد تحلیل و بررسی قرار خوهند گرفت و بخش ۶ نیز به جمع بندی مباحث مطرح شده می پردازد.

## ۲. پیشینه و روش تحقیق

تحلیل پوششی داده ها یک تکنیک برنامه ریزی ریاضی برای محاسبه کارایی نسبی واحدهای تصمیم گیرنده[v] است که ابتدا توسط فارل [vi] ارائه شد [۵]. بعد از آن، چارنز، کوپر و رودز [vii] یک مدل برنامه ریزی خطی را برای اندازه گیری کارایی تکنیکی یک واحد بر اساس تکنولوژی با بازده به مقیاس ثابت فرمول بندی نمود و به این ترتیب مدل پایه ای DEA با عنوان CCR معرفی گردید [۶]. سپس، بنکر [viii] و همکاران، این مدل را برای حالت بازده به مقیاس متغیر تعمیم داده و مدل BCC را مطرح نمودند [۷]. لازم به ذکر است که مدل های بسیار دیگری در مسائل کاربردی مختلف توسعه یافته و معرفی شده اند. این مدل ها برای محاسبه مفهومی با عنوان تابع فاصله در مدل مالمکوئیست بکار گرفته می شود. مالمکوئیست، مفهومی به نام مالمکوئیست را برای تحلیل مصرف ورودی ها معرفی نمود [۱]، که توسط کیوس[ix] و همکاران برای محاسبه تغییر بهره وری در دوره زمانی به کار گرفته شد [۸].

شاخص بهره وری مالمکوئیست توسط فار[x] و همکاران، با استفاده از DEA معرفی شده و هم چنین به دو عامل تغییرات کارایی [xi] و تغییرات تکنولوژی [xii] تجزیه گردید [۲]. همچنین این شاخص به تکنولوژی با بازده به مقیاس متغیر تعمیم داده شده و به سه مؤلفه تغییرات کارایی خالص [xiii]، تغییرات کارایی قیاسی [xiv] و تغییرات تکنولوژی نیز تجزیه گردید [۳]. با توجه به اینکه شاخص مالمکوئیست بر اساس توابع فاصله تعریف شده و محاسبه می گردد، لذا با در نظر گرفتن مدل های مختلف تحلیل پوششی داده ها برای محاسبه توابع فاصله شاخص مالمکوئیست، می توان تجزیه های متفاوتی برای آن تعریف نمود.

این مقاله روشی تلفیقی از BSC و DEA را برای محاسبه شاخص مالمکوئیست به منظور در نظر گرفتن عامل توازن استفاده می کند. این روش مقادیر کیفی در روش BSC را به مقادیر کمی تبدیل می کند.

کارت امتیازی متوازن به عنوان یک ابزار مدیریتی توسط کاپلان و نورتون[xv] معرفی گردید [۹]. آنها معتقد بودند بجای در نظر گرفتن تنها عوامل مالی، باید مجموعه ای از عوامل در نظر گرفته شوند و این عوامل را در گروه هایی تحت عنوان کارت دسته بندی نمودند. این کارت ها به مدیران اجازه می دهد تا استراتژی های سازمان را به طور دقیق مد نظر قرار داده و با مشخص نمودن شاخص هایی مناسب بر اساس این استراتژیها، آنها را در ارتقای عملکردشان یاری نموده و از طریق چهار دیدگاه مالی، مشتری، فرایند های داخلی و رشد و نوآوری عملکردشان را کنترل و مدیریت نمایند.

در این مقاله تکنولوژی BSC-DEA که توسط ایلات [xvi] و همکاران معرفی شده بود [۱۰، ۱۱]، به منظور در نظر گرفتن عامل توازن به کار گرفته شده و تأثیر آن در شاخص مالکوئیست و مؤلفه های آن مورد بررسی قرار می گیرد. بعلاوه، با استفاده از دو تکنولوژی CCR و BSC-DEA مؤلفه مربوط به عامل توازن معرفی می شود. به این ترتیب که شاخص مالمکوئیست توسعه یافته به دو مؤلفه تغییرات کارایی توسعه یافته [xvii] و تغییرات تکنولوژی توسعه یافته [xviii]، تجزیه شده و مجدداً مؤلفه اول به دو مؤلفه تغییرات عامل توازن [xix] و تغییرات کارایی تجزیه می گردد. سپس با در نظر گرفتن تکنولوژی VRS علاوه بر دو تکنولوژی CCR و BSC-DEA، تجزیه ای چهار قسمتی از این شاخص معرفی می شود که مؤلفه EC را به دو مؤلفه تغییرات کارایی خالص و تغییرات کارایی قیاسی تجزیه می کند. مدل های ارائه شده بر روی داده های واقعی شعبه های یک بانک تخصصی اجرا شده و نتایج مورد تحلیل و بررسی قرار می گیرد. لازم به ذکر است، از اواخر ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰، DEA بطور گسترده برای ارزیابی موسسات بانکی بکار گرفته شد اما تعداد کمی از انها به تحلیل شعبه های بانک پرداختند. تاکنون مطالعات متعددی در حوزه محاسبه بهره وری و کارایی بانک ها صورت گرفته است. کامنهو و دایسون[xx] با استفاده از DEA به ارزیابی عملکرد شعبه های بانک در پرتغال پرداختند [۱۲]. این مطالعه به رابطه بین اندازه شعبه و عملکرد بانک می پردازد. آریانژاد [xxi] و همکاران نیز مدل تلفیقی BSC-DEA را برای محاسبه کارایی ۲۴ شعبه بانک سامان بکار گرفتند [۱۳]. مکدو [xxii] و همکاران با بکارگیری DEA به ارزیابی شعبه های بانکی در برزیل پرداختند که شاخص های آن بر اساس کارت های BSC تعیین شده بود [۱۴]. همچنین چیانگ و لین [xxiii]



[ Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2026-09-13 ]

مدل DEA را با ۴ ورودی و ۴ خروجی (هر شاخص مربوط به یک کارت از BSC) به منظور ارزیابی عملکرد بانک های تجاری بکار گرفتند [۱۵]. پورتلا و تاناسولیس[xxiv] نیز شاخص بهره وری مالمکوئیست را برای شعبه های بانک در شرایط حضور داده های منفی محاسبه نمودند [۱۶]. همچنین فنگ و سرلتیس[xxv] بهره وری کل عوامل و مولفه های آن را برای بانک های آمریکا محاسبه نمودند [۱۷]. علیرغم این مطالعات متعدد، در زمینه موضوع این مطالعه، که در نظر گرفتن سیاست ها در روند محاسبه بهره وری و اندازه گیری عامل توازن و میزان همسویی با استراتژی ها و ارائه راهکار بهبود به مدیران بانک ها می باشد، مطالعه ای وجود ندارد. این مقاله در بخش مطالعه موردی به این شکاف تحقیقاتی پرداخته و به تفصیل به تحلیل نتایج مدل های ارائه شده می پردازد.

## ۳. مدل تلفیقی BSC-DEA

در این بخش ابتدا مدل های پایه ای DEA معرفی شده و سپس مدل تلفیقی DEA-BSC ارائه می گردد . n واحد تصمیم گیرنده با m ورودی و s خروجی در نظر بگیرید. فرض کنید $X_j$ و $Y_j = \{y_{rj}\}, r = 1, \ldots, s$ و $\{x_{ij}\}, i = 1, \ldots, m$ به ترتیب ورودی ها و خروجی های مشاهده شده و نا منفی باشند و $X_j \neq 0, Y_j \neq 0$

مقدار کارایی نسبی واحد تحت ارزیابی از مدل (۱) (مدل CRS ورودی محور) محاسبه می گردد:

$$
\begin{aligned}
&Max \quad \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp} \\
&s.t \\
&\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ip} = 1 \\
&\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 0 \quad , j = 1, \ldots, n \qquad (1) \\
&u_r \ge \varepsilon \qquad r = 1, \ldots, s \\
&v_i \ge \varepsilon \qquad i = 1, \ldots, m
\end{aligned}
$$

مقدار ثابت $\varepsilon$، یک مقدار غیر ارشمیدسی است که به عنوان حد پایین برای وزن ها در نظر گرفته می شود.

یکی از مراحل مهم در روند ارزیابی، بخصوص در مواردی که با مقادیر کیفی سر و کار داریم، مشخص نمودن شاخص های مناسب است و روش BSC روش مناسبی برای این منظور به نظر می رسد. این روش کارت هایی را که همراستا با استراتژی های سازمان می باشند در نظر گرفته و شاخص هایی را مرتبط با هر کارت مشخص می کند. همچنین این امر موجب می گردد تمامی شاخص های مورد نیاز در نظر گرفته شده و از در نظر گرفتن شاخص های اضافی جلوگیری شود.

فرض کنید ورودی ها و خروجی ها را در k_0 کارت دسته بندی کرده ایم. اکنون برای محدودیت مربوط به عامل توازن قید (۲) را در نظر بگیرید:

$$
\sum_{k=1}^{k_0} \left( \sum_{r \in C_k} u_r y_{rj} \Big/ \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} \right) = 1 \quad \forall j \qquad (2)
$$

نسبت فوق، نسبت مجموع خروجی های واحد p ام مربوط به کارت $C_k$ و یا به عبارت دیگر اهمیت کارت برای واحد p ام می باشد. هر چه این نسبت بزرگتر باشد به این معنی است که این واحد در تعیین نمره کارایی به خروجی های این کارت وابسته تر است. به منظور ایجاد توازن مطلوب، برای این نسبت حدود بالا و پایین توسط تصمیم گیرنده تعیین می گردد. با افزودن این قید به مدل های پایه ای DEA، مدل BSC-DEA (مدل ۳) را خواهیم داشت.

$$
\begin{aligned}
&Max \ \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp} \\
&s.t. \\
&\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ip} = 1 \\
&-\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} \le 0 \qquad \forall j \qquad (3) \\
&L_{C_k} \le \sum_{r \in C_k} u_r y_{rp} \Big/ \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp} \le U_{C_k} \quad \forall k \\
&u_r, v_i \ge \varepsilon \qquad \forall i, r
\end{aligned}
$$

## ۴. شاخص مالمکوئیست توسعه یافته

ابتدا شاخص مالمکوئیست اولیه که از مدل های پایه ای DEA برای محاسبه توابع فاصله اش استفاده می کند، ارائه می شود. سپس شاخص مالمکوئیست توسعه یافته را مورد بحث قرار داده و یک مؤلفه جدید (تغییر عامل توازن) معرفی می گردد.

فرمول کلی شاخص مالمکوئیست به صورت زیر می باشد [۱]:

$$
M = \left[ \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \qquad (4)
$$

نماد $D^{t+1}(x^t, y^t)$ فاصله مشاهده دوره زمانی $t$ تا تکنولوژی دوره زمانی $t+1$ می باشد و به صورت زیر محاسبه می گردد:



[ Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2026-09-13 ]

$$D_{CRS}^{t+1}(X_p^t, Y_p^t) = Max \quad \sum_{r=1}^{s} u_r^{t+1} y_{rp}^t$$
$$s.t \quad \sum_{i=1}^{m} v_i^{t+1} x_{ip}^t = 1 \qquad (5)$$
$$\sum_{r=1}^{s} u_r^{t+1} y_{rj}^{t+1} - \sum_{i=1}^{m} v_i^{t+1} x_{ij}^{t+1} \le 0 \quad , j = 1,\ldots,n$$
$$u_r^{t+1} \ge \varepsilon \qquad r = 1,\ldots,s$$
$$v_i^{t+1} \ge \varepsilon \qquad i = 1,\ldots,m$$

همانطور که در بخش قبل ذکر شد، با به کار گیری تکنولوژی های مختلف، تجزیه های مختلفی از شاخص مالمکوئیست برای منظورها و کاربردهای مختلف معرفی شده است.
اولین تجزیه، مربوط به فار و همکاران (۱۹۹۴) می باشد که نشان دادند این اندیس قابل تجزیه به دو مؤلفه تغییر کارایی و تغییر تکنولوژی می باشد و به خاطر نام نویسندگان به تجزیه FGLR[xxvi] معروف است [۲]:ست.

$$M = \frac{D_{CCR}^{t+1}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})}{D_{CCR}^{t}(x_p^{t}, y_p^{t})} \left[ \frac{D_{CCR}^{t}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})}{D_{CCR}^{t+1}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})} \frac{D_{CCR}^{t}(x_p^{t}, y_p^{t})}{D_{CCR}^{t+1}(x_p^{t}, y_p^{t})} \right]^{1/2} = EC\,TC \qquad (6)$$

تجزیه FGNZ[xxvii] توسط فار و همکاران معرفی گردید، که با این تجزیه تغییر در مقیاس ، در دوره زمانی در نظر گرفته می شود [۳]:

$$MI = \frac{D_{VRS}^{t+1}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})}{D_{VRS}^{t}(x_p^{t}, y_p^{t})} \frac{\dfrac{D_{CCR}^{t+1}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})}{D_{VRS}^{t+1}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})}}{\dfrac{D_{CCR}^{t}(x_p^{t}, y_p^{t})}{D_{VRS}^{t}(x_p^{t}, y_p^{t})}} \left[ \frac{D_{CCR}^{t}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})}{D_{CCR}^{t+1}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})} \frac{D_{CCR}^{t}(x_p^{t}, y_p^{t})}{D_{CCR}^{t+1}(x_p^{t}, y_p^{t})} \right]^{1/2} \qquad (7)$$

$$= PEC.SEC.TC$$

همان گونه که مشخص است، کارایی تکنیکی در بازده به مقیاس ثابت به دو مؤلفه کارایی تکنیکی در بازده به مقیاس متغیر (کارایی تکنیکی خالص) و کارایی قیاسی تجزیه می شود. بنابراین PEC نسبت تغییرات کارایی در بازده به مقیاس متغیر و SEC نسبت تغییرات کارایی قیاسی است.

مشابه شاخص مالکوئیست اولیه، می توان با استفاده از تکنولوژی جدید (NT)، تجزیه جدیدی ارائه نمود. به این ترتیب که اگر تکنولوژی دیگری را به جای CCR در تجزیه FGLR استفاده کنیم (مانند trade-off در [۴] یا BSC-DEA در اینجا)، آنگاه شاخص مالمکوئیست توسعه یافته (EMI)، با تجزیه ای متفاوت خواهیم داشت:

$$EMI = EEC \times ETC \quad ; \quad EEC = \frac{D_{NT}^{t+1}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})}{D_{NT}^{t}(x_p^{t}, y_p^{t})} \quad , \qquad (8)$$

$$ETC = \left[ \frac{D_{NT}^{t}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})}{D_{NT}^{t+1}(x_p^{t+1}, y_p^{t+1})} \frac{D_{NT}^{t}(x_p^{t}, y_p^{t})}{D_{NT}^{t+1}(x_p^{t}, y_p^{t})} \right]^{1/2}$$

تعریف دو مؤلفه فوق همانند EC و TC در تعریف اولیه است، با این تفاوت که در اینجا تکنولوژی جدید به جای CCR بکار گرفته شده است.
اکنون، با در نظر گرفتن هر دو تکنولوژی CCR و تکنولوژی جدید، مؤلفه جدید با عنوان تغییرات کارایی قیاسی توسعه یافته (ESEC[xxviii])، با تعریف زیر در تجزیه این شاخص ظاهر می گردد. ESEC نسبت نمره کارایی تکنولوژی جدید و CCR است. این مفهوم همانند SEC در تجزیه FGNZ است بطوریکه تکنولوژی جدید جایگزین تکنولوژی VRS شده است.
به این ترتیب تجزیه سه قسمتی به صورت زیر خواهد بود:



[ Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2026-09-13 ]

$$EMI = EC \times ESEC \times ETC\ ; \qquad ESEC = \left[ \frac{D^{t}_{CCR}(x_p{}^{t}, y_p{}^{t})}{D^{t}_{NT}(x_p{}^{t}, y_p{}^{t})} \times \frac{D^{t+1}_{NT}(x_p{}^{t+1}, y_p{}^{t+1})}{D^{t+1}_{CCR}(x_p{}^{t+1}, y_p{}^{t+1})} \right] \qquad (9)$$

همانطور که ملاحظه می گردد EEC به دو مؤلفه EC و ESEC تجزیه شده است. حال اگر تکنولوژی VRS را نیز علاوه بر تکنولوژی های قبل، CCR و تکنولوژی جدید، در نظر بگیریم دقیقاً مانند تجزیه FGNZ مؤلفه EC به دو مؤلفه PEC و SEC تجزیه می گردد. بنابراین تجزیه ۴ قسمتی به صورت زیر قابل تعریف است:

$$EMI = PEC \times SEC \times ESEC \times ETC \qquad (10)$$

این مقاله تکنولوژی تلفیقی BSC-DEA را برای در نظر گرفتن عامل توازن برای هر واحد در نظر گرفته است و تجزیه جدیدی را ارائه می کند.

طبق ساختار ارائه شده در فوق، تجزیه دو قسمتی برای این تکنولوژی به صورت زیر خواهد بود:

$$EMI = EEC \times ETC\ ; \qquad EEC = \frac{D^{t+1}_{BD}(x_p{}^{t+1}, y_p{}^{t+1})}{D^{t}_{BD}(x_p{}^{t}, y_p{}^{t})}\ , \qquad (11)$$

$$ETC = \left[ \frac{D^{t}_{BD}(x_p{}^{t+1}, y_p{}^{t+1})}{D^{t+1}_{BD}(x_p{}^{t+1}, y_p{}^{t+1})} \frac{D^{t}_{BD}(x_p{}^{t}, y_p{}^{t})}{D^{t+1}_{BD}(x_p{}^{t}, y_p{}^{t})} \right]^{1/2}$$

که تابع فاصله $D^{t+1}_{BD}(X^{t}_{p}, Y^{t}_{p})$ به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$\begin{aligned}
& D^{t+1}_{BD}(X^{t}_{p}, Y^{t}_{p}) = Max \sum_{r=1}^{s} u_r{}^{t+1} y_{rp}{}^{t} \\
& s.t. \quad \sum_{i=1}^{m} v_i{}^{t+1} x_{ip}{}^{t} = 1 \\
& -\sum_{i=1}^{m} v_i{}^{t+1} x_{ij}{}^{t+1} + \sum_{r=1}^{s} u_r{}^{t+1} y_{rj}{}^{t+1} \le 0 \qquad \forall j \qquad (12) \\
& L_{C_k} \le \sum_{r \in C_k} u_r{}^{t+1} y_{rp}{}^{t} \Big/ \sum_{r=1}^{s} u_r{}^{t+1} y_{rp}{}^{t} \le U_{C_k} \qquad \forall k \\
& u_r{}^{t+1}, v_i{}^{t+1} \ge \varepsilon \qquad \forall i, r
\end{aligned}$$

اکنون برای تجزیه دوم، تعریف ESEC را در نظر بگیرید که البته با بکار گیری تکنولوژی BSC-DEA به عنوان تکنولوژی جدید، این مؤلفه تحت عنوان BFC معرفی می گردد. بنابراین تجزیه ۴ قسمتی نیز به صورت زیر قابل تعریف است:

$$EMI = EC \times BFC \times ETC\ ; \quad BFC = \left[ \frac{D^{t}_{CCR}(x_p{}^{t}, y_p{}^{t})}{D^{t}_{BD}(x_p{}^{t}, y_p{}^{t})} \times \frac{D^{t+1}_{BD}(x_p{}^{t+1}, y_p{}^{t+1})}{D^{t+1}_{CCR}(x_p{}^{t+1}, y_p{}^{t+1})} \right] \qquad (13)$$

$$EMI = PEC \times SEC \times BFC \times ETC \qquad (14)$$

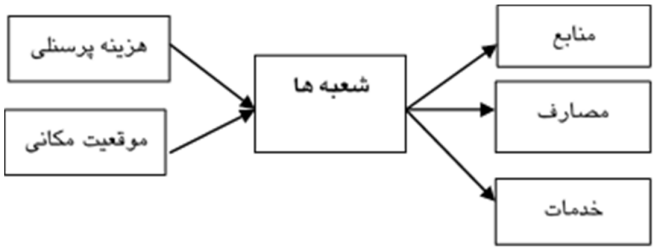
همانطور که در شکل ۱ نمایش داده شده است، هزینه پرسنلی و موقعیت مکانی به عنوان شاخص های ورودی و منابع، مصارف و خدمات به عنوان شاخص های خروجی در نظر گرفته شده است.

## ۵. مطالعه موردی

شاخص مالمکوئیست توسعه یافته پیشنهادی و تجزیه هایش، برای محاسبه رشد بهره وری ۱۹۴ شعبه یکی از بانکهای تخصصی کشور (شامل ۴ منطقه) برای سال های ۸۹ و ۹۰ بکار گرفته شده است.



[ Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2026-09-13 ]




**شکل ۱. نماد تصویری شاخص های شعبه ها**

اطلاعات این شاخص ها به تفکیک شعب برای دوره های مذکور استخراج گردیده است که مشخصات آماری این داده ها در جدول ۱ آمده است.

**جدول ۱. مشخصات آماری داده ها برای دو دوره**

| | دوره ۱ | | | | دوره ۲ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | انحراف معیار | میانگین | ماکزیمم | می نیمم | انحراف معیار | میانگین | ماکزیمم | می نیمم |
| ورودی ها | | | | | | | | |
| هزینه پرسنلی | ۲۲۹۳۵۵۹۰۳,۸ | ۳۷۱۵۰۲۹۸۲,۵ | ۱۷۱۸۰۱۸۸۵۰ | ۱۱۳۶۶۳۰۲۳ | ۲۲۹۳۵۵۹۰۳,۸ | ۳۷۱۵۰۲۹۸۲,۵ | ۱۷۱۸۰۱۸۸۵۰ | ۱۱۳۶۶۳۰۲۳ |
| موقعیت مکانی | ۱۴۳,۰۶۶۸ | ۹۶۵,۱۴۳۸ | ۱۲۱۲ | ۵۷۶,۱ | ۱۴۳,۰۶۶۸ | ۹۶۵,۱۴۳۸ | ۱۲۱۲ | ۵۷۶,۱ |
| خروجی ها | | | | | | | | |
| منابع | ۱۸۸۱,۳۱۶ | ۱۶۸۶,۶۳۳ | ۱۵۳۵۹,۸ | ۱۲۸,۹۴۲۶ | ۲۲۳۱,۸۰۷ | ۱۹۵۰,۳۷۳ | ۱۸۲۸۸ | ۷۵,۵۶ |
| مصارف | ۱۶۶۴,۸۲۵ | ۱۳۲۹,۶۰۲ | ۱۴۲۴۴,۹۹ | ۳۲,۸۹۹۹۸ | ۱۳۲۰,۴۶ | ۱۳۱۳,۱۵۱ | ۸۶۱۵ | ۶,۷۳۸ |
| خدمات | ۱۸۲۵,۶۸۹ | ۱۸۴۹,۵۱۶ | ۱۵۶۵۹,۰۲ | ۱۸۱,۷۴۹۶ | ۱۳۰۱,۷۵۸ | ۱۶۱۹,۶۹۲ | ۷۵۳۴ | ۸۴,۷۸ |

در این مطالعه، کارت سرمایه شامل شاخص های ورودی، کارت مشتری شامل شاخص های خروجی مصارف و خدمات و کارت مالی شامل شاخص خروجی منابع در نظر گرفته شده است. همچنین با توجه به سیاست بانک مورد ارزیابی، اهمیت دو کارت مالی و مشتری به ترتیب با کران های [0.3,0.9] و [0.2,0.6] در مدل ها وارد شده است. نتایج برای ۱۹۴ شعبه به دست آمده که ۴۰ شعبه به منظور بررسی تاثیر عامل توازن از بین کل شعبه ها انتخاب شده و در جدول ۲ آمده است. شکل ۲ نیز روند این تغییرات را برای ۴۰ شعبه نشان می دهد.

**جدول ۲. نتایج شاخص بهره وری مالمکوئیست توسعه یافته و تجزیه های آن**

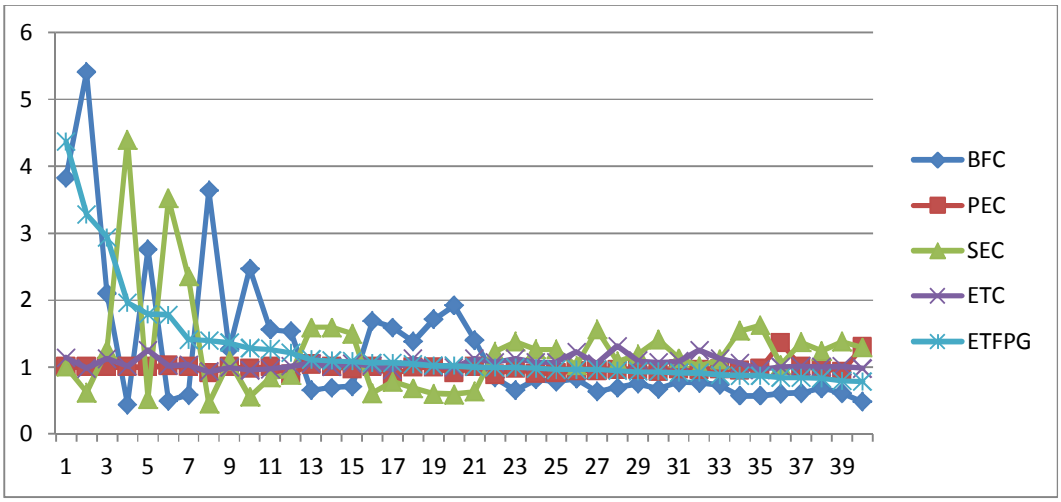
| ردیف | BFC | PEC | SEC | ETC | ETFPG |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3.83 | 1.00 | 1.00 | 1.14 | 4.37 |
| 2 | 5.41 | 1.00 | 0.62 | 0.98 | 3.28 |
| 3 | 2.10 | 1.00 | 1.26 | 1.12 | 2.94 |
| 4 | 0.44 | 1.00 | 4.40 | 1.01 | 1.96 |
| 5 | 2.76 | 1.00 | 0.52 | 1.25 | 1.79 |
| 6 | 0.49 | 1.02 | 3.52 | 1.02 | 1.78 |



[ Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2026-09-13 ]

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.41 | 1.03 | 2.35 | 1.00 | 0.58 | 7 |
| 1.39 | 0.93 | 0.45 | 0.91 | 3.64 | 8 |
| 1.36 | 0.99 | 1.09 | 1.00 | 1.26 | 9 |
| 1.28 | 0.95 | 0.55 | 0.98 | 2.47 | 10 |
| 1.26 | 0.97 | 0.84 | 1.00 | 1.56 | 11 |
| 1.21 | 1.01 | 0.88 | 0.89 | 1.53 | 12 |
| 1.11 | 1.05 | 1.59 | 1.04 | 0.65 | 13 |
| 1.09 | 1.00 | 1.59 | 1.00 | 0.69 | 14 |
| 1.08 | 1.05 | 1.50 | 0.97 | 0.71 | 15 |
| 1.06 | 1.02 | 0.61 | 1.00 | 1.69 | 16 |
| 1.06 | 0.96 | 0.78 | 0.88 | 1.59 | 17 |
| 1.04 | 1.12 | 0.68 | 0.99 | 1.38 | 18 |
| 1.02 | 1.01 | 0.60 | 0.99 | 1.71 | 19 |
| 1.02 | 0.99 | 0.59 | 0.91 | 1.92 | 20 |
| 1.00 | 1.12 | 0.63 | 1.00 | 1.40 | 21 |
| 0.99 | 1.07 | 1.23 | 0.89 | 0.84 | 22 |
| 0.99 | 1.12 | 1.38 | 0.98 | 0.65 | 23 |
| 0.98 | 1.07 | 1.26 | 0.90 | 0.81 | 24 |
| 0.96 | 1.07 | 1.26 | 0.91 | 0.78 | 25 |
| 0.96 | 1.22 | 1.02 | 0.94 | 0.82 | 26 |
| 0.96 | 1.05 | 1.56 | 0.94 | 0.63 | 27 |
| 0.94 | 1.31 | 1.08 | 0.96 | 0.69 | 28 |
| 0.93 | 1.09 | 1.19 | 0.96 | 0.75 | 29 |
| 0.93 | 1.07 | 1.41 | 0.93 | 0.67 | 30 |
| 0.91 | 1.08 | 1.13 | 0.97 | 0.77 | 31 |
| 0.91 | 1.25 | 1.01 | 0.96 | 0.76 | 32 |
| 0.88 | 1.12 | 1.11 | 0.97 | 0.73 | 33 |
| 0.87 | 1.06 | 1.54 | 0.95 | 0.57 | 34 |
| 0.87 | 0.96 | 1.62 | 0.98 | 0.57 | 35 |
| 0.84 | 1.00 | 1.03 | 1.36 | 0.60 | 36 |
| 0.84 | 1.01 | 1.37 | 1.00 | 0.61 | 37 |
| 0.83 | 1.00 | 1.24 | 0.98 | 0.68 | 38 |
| 0.79 | 1.01 | 1.38 | 0.93 | 0.61 | 39 |
| 0.78 | 0.98 | 1.29 | 1.30 | 0.48 | 40 |

[ Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2026-09-13 ]




**شکل ۲. تاثیر عوامل شاخص مالمکوئیست توسعه یافته در رشد بهره وری**

با توجه به جدول نتایج و شکل ۲، می توان برای هر یک از شعب، عوامل تاثیر گذار را بررسی کرده و در صورت ضعف در هر یک از این عوامل ضمن شناسایی آن، به تقویت و اصلاح فعالیت ها اقدام نمود. در حالت کلی همانگونه که از شکل ۲ مشخص است عوامل تاثیر گذار بر رشد بهره وری شعب، عوامل تغییرات کارایی قیاسی یا به عبارت دیگر اندازه شعب و همچنین تغییرات عامل توازن می باشند. رشد در دو عامل دیگر یعنی عوامل تغییرات کارایی تکنیکی خالص و تغییرات تکنولوژی توسعه یافته ناچیز بوده و در طول دوره تحت ارزیابی تغییر چشم گیری نداشته اند. این بدان معنی است که شعب در بهره برداری از منابع موجود و تبدیل آن به ستانده ها و همچنین استفاده از تکنولوژی موجود به واسطه عدم آموزش نیروی انسانی و یا دلایل دیگر ضعیف بوده اند. رشد در متوازن شدن شعب با سیاست های اعمال شده و همچنین رشد در اندازه شعب شامل رشد مثبت یا منفی، تاثیر مستقیم در رشد بهره وری داشته و شعب را به ترتیب بهره ور یا نابهره ور اعلام کرده است.

**۵-۱. توصیه های سیاستی به شعب**

با توجه به تمرکز این مطالعه بر معرفی عامل توازن و تاثیر پذیری شاخص بهره وری مالمکوئیست از آن، شعبه های مذکور را از لحاظ متاثر شدن از عامل توازن به ۴ دسته تقسیم نموده و سپس توصیه هایی کلی جهت اصلاح و در نتیجه بهبود شاخص بهره وری شعبه های مربوطه ارائه می گردد.

۱) شعبه هایی که همراستا با سیاست های بانک حرکت نموده و رشد حاصل از این عامل موجب بهره ور شدن این شعبه ها شده است یا بدون در نظر گرفتن این عامل این شعبه ها نا بهره ور اعلام می شدند. شعبه ۱۰ و ۸ را در نظر بگیرید که عامل توازن در طول دوره، رشد چشمگیر داشته، PEC و ETC تغییر چندانی نداشته است و تغییرات در اندازه شعب با سیاست نادرستی صورت گرفته و به ترتیب موجب رشد منفی ۵۵ و ۴۵ درصدی در شعب ۸ و ۹ گردیده است. به این ترتیب مشاهده می گردد که رشد بالادر عامل توازن علاوه بر جبران رشد منفی در عامل تغییرات کارایی قیاسی، به ترتیب موجب رشد ۲۸ و ۳۹ درصدی در شاخص بهره وری این شعبه ها شده است. در شعبه ۲۱ نیز رشد ۴۰ در صدی عامل توازن به همراه رشد ۱۲ درصدی تکنولوژی توسعه یافته علاوه بر جبران رشد منفی ۳۶ درصدی عامل تغییرات کارای قیاسی (اندازه شعبه) از ایجاد رشد منفی در شاخص بهره وری و یا به عبارت دیگر از نابهره ور شدن این شعبه جلوگیری نموده است. شعبه های دیگری که در این دسته می توان به آنها اشاره نمود عبارتند از شعبه های ۲، ۱۱، ۱۲، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰. به شعبه هایی که در این دسته قرار گرفته اند توصیه می شود با توجه به همسو بودن شعب با استراتژی ها، در صورت رشد منفی در هر یک از ۳ عامل دیگر، به اصلاح و تقویت در آن بخش بپردازند.

۲) شعبه هایی که بهره وری آنها به موجب در نظر گرفتن عامل توازن بالاتر رفته است و موجب ارتقای شعبه از لحاظ رتبه گردیده است. شعبه های ۱، ۳ و ۹ در این دسته قرار می گیرند. با توجه به اینکه رشد مثبت در عامل توازن، این شعبه ها را بهره ور نموده است و تلاش کرده اند که در ۳ عامل دیگر نیز حداقل رشد منفی نداشته باشند، می توانند با افزایش کارایی، استفاده از



[ Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2026-09-13 ]

تکنولوژی جدید و رسیدن به اندازه بهینه، جایگاه خود را بطور قابل ملاحظه ای ارتقا بخشند.

۳) شعبه هایی که برعکس حالت اول، به دلیل نادیده گرفتن سیاست های بانک، علیرغم رشد کارایی یا دیگر عوامل، نا بهره ور اعلام شده اند. شعبه هایی که در این دسته می توان به آنها اشاره نمود عبارتند از شعبه های 22، 23، 24، 25، 26، 27، 28، 29، 30، 31، 32، 33، 34، 35، 36، 37، 38، 39، 40. این شعبه ها می بایست با اتخاذ برنامه ریزی های صحیح و علمی در راستای سیاست ها به تدوین برنامه های عملی بپردازند، که در این صورت شعبه ای بهره ور اعلام شده و به میزان همسو بودن با استراتژی ها، رتبه خود را از لحاظ بهره وری بالاتر خواهند برد.

۴) شعبه هایی که بهره وری آنها به دلیل رشد منفی در عامل توازن کمتر شده است و جایگاه پایین تری به آنها اختصاص داده شده است. از جمله می توان شعبه های 4، 6، 7، 13، 14، 15 را با این ویژگی ذکر نمود. همانگونه که از نتایج، مشخص است این شعب از لحاظ اندازه بهینه در وضعیت بسیار مطلوبی قرار گرفته اند و رشد چشمگیری در این عامل داشته اند. این رشد، تاثیر مستقیم در میزان بهره وری این شعب داشته است که با حفظ این اقدام مثبت و با حرکت در راستای سیاست های تعریف شده می توانند خود را تا رتبه های اول از لحاظ بهره وری ارتقا دهند.

البته متذکر می شویم که این تحلیل ها ابزارهایی جهت کمک به تصمیم گیری و سیاست گذاری های مدیران ارائه می دهد و ارائه سیاست های اجرایی بر عهده کارشناسان مربوطه می باشد که در مسیر بهبود، ارائه شده و با ابزار ها و متدهای علمی مربوطه این سیاست ها را اتخاذ و بر اجرای آن نظارت داشته باشند.

## ۶. نتیجه گیری

در این مقاله ضمن معرفی عامل توازن به منظور در نظر گرفتن سیاست های موجود برای واحدهای تحت ارزیابی و محاسبه میزان همراستایی یا انحراف از این سیاست ها با رویکرد تلفیقی DEA-BSC شاخص بهره وری مالمکوئیست توسعه یافته ارائه گردید. همچنین تجزیه چهار قسمتی از این شاخص نیز معرفی شد که علاوه بر سه عامل کارایی، اندازه و تکنولوژی در مالمکوئیست اولیه، عامل توازن نیز به عنوان عامل چهارم و مهم برای مدیران در نظر گرفته می شود. این شاخص برای ۱۹۴ شعبه یک بانک تخصصی بکارگرفته شده و همچنین میزان همسو بودن هر یک از شعب با استراتژی های این بانک از سال ۸۹ به سال ۹۰ محاسبه گردید. بعلاوه تحلیل ها و ابزار هایی جهت کمک به مدیران و کارشناسان به منظور حفظ وضعیت موجود و یا اصلاح و تقویت در بخش هایی که شعب دارای ضعف می باشند ارائه گردید که این راهکار های بهبود می تواند در تدوین برنامه ها و سیاستگذاری های آتی و یا اصلاح سیاست های جاری این شعب کمک چشمگیری بنماید. متذکر می گردد با توجه به اهمیت این موضوع در کشور، استفاده از چنین تحلیل ها و مدل های دقیق ریاضی امری اجتناب ناپذیر و حیاتی می نماید.

## پی نوشت

1. Data envelopment analysis (DEA)
2. Balanced scorecard (BSC)
3. Malmquist productivity index
4. Balnced factor
5. Decision Making Units (DMUs)
6. Farrell
7. Charnes, Cooper and Rhodes
8. Banker
9. Caves
10. Fare
11. Efficiency Change (EC)
12. Technological Change (TC)
13. Pure Efficiency Change (PEC)
14. Scale Efficiency Change (SEC)
15. Kaplan and Norton
16. Eilat
17. Extended Efficiency Change (EEC)
18. Extended Technological Change (ETC)
19. Balanced Factor Change (BFC)
20. Camanho and Dyson
21. Aryanezhad
22. Macedo
23. Chiang and Lin
24. Portela and Thanassoulis
25. Feng and Serletis
26. Fare, Grosskopf, Lindgren, and Roose (FGLR)
27. Fare, Grosskopf, Norris, and Zhang (FGNZ)
28. Extended Scale Efficiency Change

## منابع

[1] Malmquist S., "Index numbers and indifferent surfaces", Trabajos de



[ Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2026-09-13 ]

Estadistica, (1953), Vol. 4, No. 2, pp. 209–242.

[2] Fare R., Grosskopf S., Lindgren B., & Roose P., "Productivity change in Swedish analysis pharmacies 1980–1989: A nonparametric Malmquist approach; Journal of Productivity, (1992), Vol. 3, No. 3, pp. 85–102.

[3] Fare R., Grosskopf S., Norris M., & Zhang A., "Productivity growth, technical progress, and efficiency changes in industrial country"; American Economic Review, (1994), Vol. 84, No. 1, pp. 66–83.

[4] Alirezaee M.R., & Afsharian M., "Improving the discrimination of data envelopment analysis models in multiple time periods", International Transportations in Operational Research, (2010), Vol. 17, No. 5, pp. 667–679.

[5] Farrell M.J., "The measurement of productive efficiency", Journal of the Royal Statistical Society, (1957), Vol. 120, No. 3, pp. 253-282.

[6] Charnes A., Cooper W.W., & Rhodes E., "Measuring the efficiency of the decision making units", European Journal of Operational Research, (1978), Vol. 2, No. 6, pp. 429–444.

[7] Banker R.D., Charnes A., & Cooper W.W., "Some models for estimating technical and scale inefficiency in data envelopment analysis", Management Science, (1984), Vol. 30, pp. 1078–1092.

[8] Caves D.C., Christensen L.R., & Dievert W.E., "The economic theory of index number and the measurement of input, output, and productivity", Econometrica, (1982), Vol. 50, No. 6, pp. 1393–1414.

[9] Kaplan Robert S., & Norton D., "The Balanced Scorecard: Measures that Drive Performance", Harvard Business Review, January–February (1992), Vol. 70, pp. 71–79.

[10] Eilat H., Golany B., & Shtub A., "Constructing and evaluating balanced portfolios of R&D projects with interactions: A DEA based methodology", European Journal of Operational Research, (2006), Vol. 172, No. 3, pp. 1018-1039.

[11] Eilat H., Golany B., & Shtub A., "R&D project evaluation: An integrated DEA and balanced scorecard approach", Omega, (2008), Vol. 36, No. 5, pp. 895 - 912.

[12] Camanho A.S., & Dyson, R.G., "Efficiency, size, benchmarks and targets for bank branches: an application of data envelopment analysis", Journal of the Operational Research Society, (1999), Vol. 50, No. 9, pp. 903-915.

[13] Aryanezhad M.B., Najafi E., & Bakhshi Farkoush S., "A BSC-DEA approach to measure the relative efficiency of service industry: A case study of banking sector", International Journal of Industrial Engineering Computations, (2010), Vol. 2, pp. 273–282.

[14] Macedo M.A., Barbosa A.C., & Cavalcante G.T., "Performance of bank branches in Brazil: applying data envelopment analysis (DEA) to indicators related to the BSC perspectives", E&G—Revista Economia e Gestao, (2009), Vol. 19, No. 19, pp. 65–84.

[15] Chiang C.Y., & Lin B., "An integration of Balanced Scorecards and data envelop- ment analysis for firm's benchmarking management", Total Quality Management, (2009), Vol. 20, No. 11, pp. 1153–72.

[ Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2026-09-13 ]

[16] Portela Maria C.A.S., & Thanassoulis Emmanuel, "Malmquist-type indices in the presence of negative data: An application to bank branches", Journal of Banking & Finance, (2010), Vol. 34, pp. 1472–1483.

[17] Feng G., & Serletis A., "Efficiency, technical change, and returns to scale in large US banks: Panel data evidence from an output distance function satisfying theoretical regularity", Journal of Banking and Finance, (2010), Vol. 34, No. 1, pp. 127–138.

[ Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2026-09-13 ]