

# ارائه راهکارهای منطقی بهبود عملکرد شعب بانکها به کمک مدل‌های تعمیم‌یافته تحلیل پوششی داده‌ها

\* محمدرضا علیرضائی

\*\* محسن افشاریان

\*\*\* وحید تسلیمی

ارزیابی عملکرد یک واحد تصمیم‌گیرنده در تقابل با واحدهای تصمیم‌گیرنده دیگر، فرآیندی رقابتی است که این ارزیابی توسط مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها<sup>1</sup> بطور دقیق و منظم و با

\*. دکتر محمدرضا علیرضائی؛ عضو هیأت علمی دانشکده ریاضی - دانشگاه علم و صنعت ایران.

E. mail: mralirez@iust.ac.ir

\*\* . محسن افشاریان؛ دانشجوی دکتری تحقیق در عملیات، دانشکده ریاضی - دانشگاه علم و صنعت ایران.

E. mail: afsharian@iust.ac.ir

\*\*\* . وحید تسلیمی؛ کارشناس ارشد تحقیق در عملیات، دانشکده ریاضی - دانشگاه علم و صنعت ایران.

E. mail: vtaslimit@yahoo.com

<sup>1</sup>. Data Envelopment Analysis

پیشنهاد راهکارهای بهبود در کارایی، ارائه می‌شود. اما وجود واحدهای تصمیم‌گیرنده خاص و فاصله زیاد واحدهای تصمیم‌گیرنده می‌تواند، فضای رقابتی ارزیابی را به انحصار در فرآیند ارزشگذاری تبدیل کند. این انحصار، باعث ارائه راهکارهای غیر عملی و غیر منطقی برای واحدهای تحت بررسی در حالت بکارگیری ناشیانه، و عدم ژرف نگری در استفاده از مدل‌های پایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها می‌شود.

این مقاله، بعد از بررسی چگونگی وجود مشکلات در ارزیابی مدل‌های پایه‌ای، روشی جدید را بر مبنای لحاظ کردن نظرات کارشناسی در مدل و به منظور حل مشکلات مذکور ارائه می‌دهد. در ادامه، به دلیل ظاهر شدن اینگونه نارسائیه‌ها در ارزیابی شعب بانک‌ها، تمامی مسائل شرح داده شده و همچنین مدل پیشنهادی را در یک مطالعه موردی از شعب یک بانک تجاری بکار می‌گیرد.

#### کلید واژه‌ها:

بانک‌ها، شعبه بانک، مدل ارزیابی پایه‌ای، تحلیل پوششی داده‌ها، ارزیابی عملکرد بانک‌ها، رقابت و انحصار

## مقدمه

ارائه راهکارهای صحیح، به منظور بهبود عملکرد یک مؤسسه، یکی از مهمترین اجزای فرایند ارزیابی عملکرد مؤسسات است. تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، یکی از روشهای معتبر در اندازه‌گیری کارایی نسبی مؤسسات مشابه، بر اساس ورودیها و خروجیها است. در این روش، با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی، مرزی متشکل از مؤسساتی با بهترین کارایی نسبی، بدست می‌آید و این مرز؛ معیاری برای ارزیابی و ارائه راهکارهای بهبود عملکرد سایر مؤسسات، قرار می‌گیرد. در تحلیل پوششی داده‌ها، به دلیل عدم استفاده از تابع تولید، هیچگونه پیش‌داوری از قبل بر روی مؤسسات مورد بررسی اعمال نمی‌شود و لذا مدل‌های DEA، به سبب استفاده از فرضیات کمتر در روند ارزیابی مؤسسات، جایگاه خاصی نسبت به مدل‌های مشابه پیدا کرده‌اند.

با وجود قابلیت‌های فراوان تحلیل پوششی داده‌ها (مراجع ۱، ۲، ۴ و ۱۰ را ببینید)، یکی از مشکلات اصلی در مدل‌های پایه‌ای DEA، ناتوانی آنها در تشخیص خطای اندازه‌گیری است. به عبارت دیگر، در بعضی از شرایط، مرز کارایی بدست آمده از این گونه مدل‌ها می‌تواند، برای ارزیابی بیشتر مؤسسات، غیر قابل قبول باشد. در این مقاله به دنبال بررسی دقیق اینگونه مشکلات، راهکارهای عملی و الگوی استفاده صحیح از مدل‌های DEA، شرح داده می‌شود.

در این مقاله ابتدا، مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها معرفی خواهد شد. سپس در بخش بعد، مشکلات استفاده نادرست از مدل‌های پایه‌ای DEA، باز و تشریح می‌شود. در بخش بعد، یک مدل ارزیابی بر اساس طبقه بندی مؤسسات در لایه‌های مختلف، معرفی می‌گردد و روش محاسباتی آن، ارائه می‌شود. در بخش بعد، یک مطالعه موردی، از ارزیابی عملکرد شعبات بانک‌های تجاری مورد بررسی قرار خواهد گرفت و نتایج، بر اساس مشکلات، طرح شده و همچنین مدل جایگزین نیز تحلیل می‌شود و مقاله با نتیجه‌گیری از موارد ذکر شده به اتمام می‌رسد.

## تحلیل پوششی داده‌ها

مدل ارزیابی عملکرد مؤسسات مشابه در یک فضای رقابتی با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی، اولین بار در سال ۱۹۷۸، توسط «چارنز»، «کوپر و رودز»<sup>۱</sup> معرفی شد. این مدل که بر اساس بازده به مقیاس ثابت بود، به نام مدل CCR معروف شد. سپس در سال ۱۹۸۴، این مدل توسط «بنکر»<sup>۲</sup>، چارز و کوپر، برای حالت بازده به مقیاس متغیر (BCC) توسعه یافت.

مدل‌های DEA، میزان توانایی هر واحد تصمیم‌گیرنده<sup>۳</sup> (DMU) در تبدیل ورودیها به خروجیها را ارزیابی می‌کند که این میزان توانایی، «کارایی»<sup>۴</sup> نامیده می‌شود. به عبارت دقیق‌تر، در اینگونه مدل‌ها با توجه به جایگاه واحد‌های مورد بررسی، ابتدا مجموعه امکان تولید<sup>۵</sup> با روشهای برنامه‌ریزی خطی بدست می‌آید، سپس این مجموعه مرز امکان تولید را مشخص می‌سازد. این مرز نشان دهنده جایگاه، بهترین تبدیل ورودیها به خروجیهاست. این مرز را مرز «کارا»<sup>۶</sup> گویند. سپس ارزیابی واحدها بر اساس فاصله آنها از این مرز، انجام می‌شود و راهکارهای بهبود کارایی، بر مبنای نزدیک شدن به مرز انجام می‌گیرد. در ادامه، یک مدل کلی از DEA، برای محاسبه کارایی شرح داده می‌شود.

فرض کنیم  $n$  واحد تصمیم‌گیرنده موجود باشد که هر یک شامل  $m$  ورودی و  $s$  خروجی هستند. ماتریس  $m \times n$  ورودیها را با  $X$  و ماتریس  $s \times n$  خروجیها را با  $Y$  نشان می‌دهیم. همچنین نشان دهنده  $i$  امین ورودی واحد  $j$  ام و  $Y_{ij}$ ، نشان دهنده  $r$  امین خروجی واحد  $j$  ام است؛ بعلاوه  $X_j$  و  $Y_j$ ، به ترتیب بردار ورودی و خروجی واحد  $j$  ام را نشان می‌دهند. لذا مدل محاسبه کارایی با ماهیت ورودی عبارت است از:

<sup>1</sup>. Charnes, Cooper, Rhodes

<sup>2</sup>. Banker

<sup>3</sup>. Decision Making Unit

<sup>4</sup>. Efficiency

<sup>5</sup>. Production Possibility Set

<sup>6</sup>. Efficient Frontier

$$EFF = \text{Min } z_p$$

subject to:

$$z_p x_p \geq \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j$$

$$y_p \leq \sum y_j \lambda_j$$

$$\delta_1 \left( \sum_{j=1}^n \lambda_j + \delta_2 (-1)^{\delta_3} \cdot v \right) = \delta_1$$

$$\lambda_j \geq 0, v \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

در این مدل کلی، سه پارامتر  $\delta_1, \delta_2, \delta_3$  معرفی شده است که مقادیر صفر یا یک می‌گیرند و بازده به مقیاسهای مختلف را برای مدل ایجاد می‌کنند. به عبارت دیگر:

- اگر  $(\delta_1, \delta_2, \delta_3) = (0, \nabla, \nabla)$ ، آنگاه مدل CCR نامگذاری می‌شود و بازده به مقیاس ثابت دارد.
- اگر  $(\delta_1, \delta_2, \delta_3) = (1, 0, \nabla)$ ، آنگاه مدل BCC نامگذاری می‌شود و بازده به مقیاس متغیر دارد.
- اگر  $(\delta_1, \delta_2, \delta_3) = (1, 0, 0)$ ، آنگاه مدل CCR-BCC نامگذاری می‌شود و بازده به مقیاس کاهش می‌دهد.
- اگر  $(\delta_1, \delta_2, \delta_3) = (1, 1, 1)$ ، آنگاه مدل BCC-CCR نامگذاری می‌شود و بازده به مقیاس افزایش می‌دهد.

در عبارات بالا، مقادیر  $\nabla$  می‌توانند صفر یا یک باشند.

مدل معرفی شده، برای هر DMU ( واحد p ام ) یک بار اجرا می‌شود و در آن EFF، برابر با مقدار کارایی واحد p ام است. بنابراین واحدی که روی مرز تولید قرار می‌گیرد، کارا تشخیص داده می‌شود و مقدار کارایی نسبت داده شده به آن برابر ۱ است. در غیر این صورت واحد مذکور ناکاراست و میزان ناکارایی آن برابر مقدار بدست آمده از تابع هدف است.

## خطای اندازه‌گیری مدل‌ها

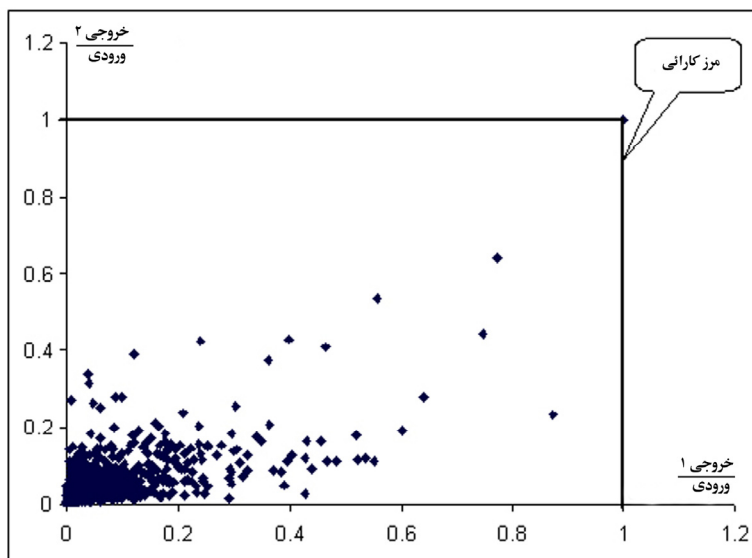
علیرغم قابلیت‌ها و توانایی‌های مختلف تحلیل پوششی داده‌ها، استفاده نادرست از مدل‌های آن می‌تواند منجر به خطاهای فاحشی در نتایج تحلیل شود. یکی از علل اساسی در اینگونه موارد، عدم اطلاع صحیح از مدل‌های DEA و همچنین بکار بردن ناشیانه این مدل‌ها می‌باشد. همچنین کاربران این مدل‌ها، باید از ملاحظات محاسباتی و چگونگی مدلسازی در هر مسئله، آگاه بوده و آنها را در نظر بگیرند. اما در این مقاله فرض شده است که اینگونه ملاحظات در نظر گرفته شده و خطاها، ناشی از موارد ذکر شده نمی‌باشد (برای جزئیات بیشتر به شماره ۵ و ۶ در قسمت پی‌نوشت مراجعه شود).

خطاهای مورد بحث در این مقاله با توجه به شکل (۱) توضیح داده می‌شود. این شکل بر اساس داده‌های واقعی از شعب یک بانک تجاری داده شده است. این داده‌ها شامل یک ورودی و دو خروجی است و مرز ارائه شده، مرز «فارل»<sup>۱</sup> در حالت خروجی محور است. با توجه به شکل، مشخص است که مرز کارایی بدست آمده، توسط تنها یک واحد، ساخته شده است. لذا ارزیابی تمامی واحدهای دیگر، متأثر از این مرز خواهد بود. در این گونه موارد، در ارزیابی واحدها، دو مشکل اساسی دیده می‌شود:

۱. ارزیابی کارایی واحدهای زیر مرز، متأثر از ورودیها و خروجیهای واحد یا واحدهایی است که مرز را ساخته‌اند و به علت فاصله زیاد واحدهای روی مرز از واحدهای زیر مرز، رقابت بین واحدها، جای خود را به انحصار می‌دهد. به عبارت دیگر یک یا چند واحد کارا، سطح رقابت در ارزیابی را به صفر می‌رسانند. تاجایی که حتی، ارزش یک عامل (خروجی یا ورودی) می‌تواند توسط واحدهای کارا از بین برود؛ یعنی حذف یک عامل، تأثیری در نتیجه ارزیابی نگذارد.

<sup>۱</sup>. Farrel

شکل ۱. مرز کارایی در حالت وجود DMU های خاص و پدیده انحصار



۲. مشکل دوم، در ارائه راهکارهای بهبود برای واحدهای ناکارا بروز می‌کند. با توجه به مرز کارایی بدست آمده، در حالتی که به واحد ناکارایی توصیه می‌شود، این واحدها برای رسیدن به کارایی، باید خروجیهای خود را به میزان پنجاه برابر افزایش دهند یا ورودیهای خود را به میزان بیشتر از پنجاه برابر کاهش دهند، این درخواست کاملاً غیرعملی است و راهکارهایی از این دست بی‌اعتبار محسوب می‌شوند.

برای ملاحظه مشکلات ارائه شده در پیوست (۱) و (۲)، بخش مطالعه موردی در همین مقاله را ببینید.

بنابراین، منطقی به نظر می‌رسد که در مورد مدل ارزیابی، به منظور رفع مشکلات یاد شده، تجدید نظری شود.

## مدل ارزیابی لایه‌ای

با توجه به بخش قبل، مشکل اساسی در ارزیابی، به علت وجود تعدادی واحد تصمیم گیرنده خاص پدیدار می‌شود. در حقیقت این واحد ها فضای رقابتی را به انحصار تبدیل می‌نمایند و در سایه این انحصار، مدل‌های پایه‌ای به ارزیابی واحدهای دیگر می‌پردازند که نتیجه ارزیابی، ارائه راهکارهای بهبود غیر منطقی خواهد بود. در این بخش مدلی به منظور رفع مشکلات مذکور ارائه و شرح داده خواهد شد.

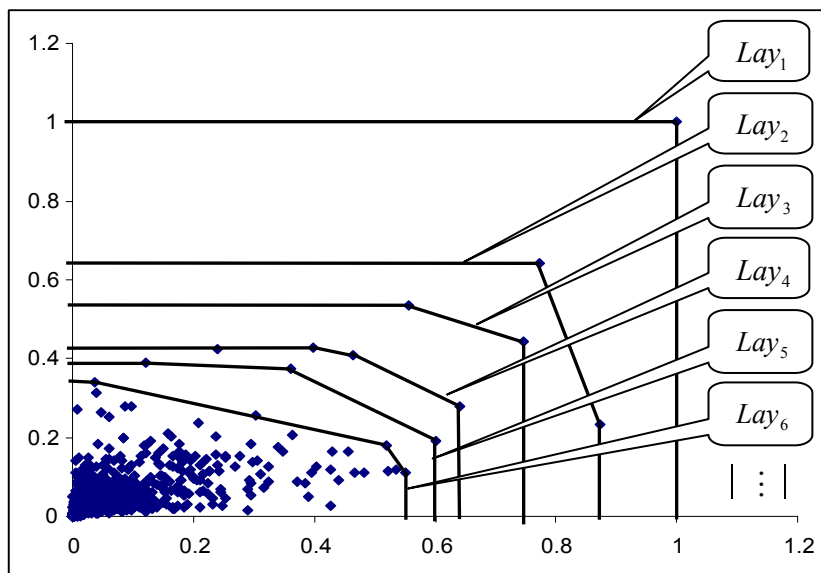
### طرح کلی مدل

در مدل‌های DEA، فرض بر این است که تمامی واحد های تصمیم گیرنده در شرایط رقابت کامل هستند. اما هنگامی که چند واحد تصمیم گیرنده خاص در مدل ارزیابی وجود دارند، این شرایط از بین می‌رود. درحقیقت مرز تولید شده از چند واحد خاص، برای بررسی عملکرد تمامی واحدها، به آنها تحمیل می‌شود. به منظور رفع این مشکل، روشی به نام ارزیابی لایه‌ای پیشنهاد می‌شود.

در این روش به جای استفاده از تنها یک مرز کارا، برای تمامی واحدها، از مرزهای متعدد در بررسی واحدهای تصمیم گیرنده استفاده می‌شود. به این شکل که ابتدا با مدل‌های DEA، اولین مرز کارا را شناسایی کرده و با حذف واحد یا واحدهای سازنده این مرز، مجدداً مدل را اجرا می‌کنیم و دومین مرز کارایی را مشخص می‌سازیم و با تکرار این فرآیند در تعدادی متناهی تکرار، به دسته‌بندی اولیه از واحد های تصمیم گیرنده خواهیم رسید. این دسته بندی بر پایه مرز کارایی در شکل (۲)، برای چند تکرار آمده است.



شکل ۲. مرزهای کارا به صورت پایه‌ای



با دسته بندی لایه‌ای، راهکارهای بهبود برای واحدهای تصمیم گیرنده هر لایه، به این صورت انجام می‌پذیرد که هر واحد تصمیم گیرنده، راهکار بهبودش با توجه به موقعیت هر واحد و بر اساس نظرات کارشناسی، از لایه یا لایه‌های بالاتر اخذ می‌شود.

### شرح روش

با توجه به توضیحات قبل، فرض کنیم تمامی واحدهای تحت ارزیابی در لایه‌هایی طبق جدول (۱) افزایش شده باشند. همچنین فرض می‌کنیم تعداد لایه‌ها نیز برابر  $K_k$  باشد.

جدول ۱. افزایش واحدهای تصمیم گیرنده

لایه‌ها	واحدهای تصمیم‌گیری		
لایه 1	$DMU_{1,1}$	...	$DMU_{1,j_1}$
	$\vdots$		$\vdots$
	$DMU_{k_1,1}$	...	$DMU_{k_1,j_{k_1}}$
لایه 2	$DMU_{k_1+1,1}$	...	$DMU_{k_1+1,j_{k_1+1}}$
	$\vdots$		$\vdots$
	$DMU_{k_2,1}$	...	$DMU_{k_2,j_{k_2}}$
$\vdots$			
لایه $K_i$	$DMU_{k_{i-1}+1,1}$	...	$DMU_{k_{i-1}+1,j_{k_{i-1}+1}}$
	$\vdots$		$\vdots$
	$DMU_{k_i,1}$	...	$DMU_{k_i,j_{k_i}}$

به منظور ارائه راهکارهای بهبود برای واحد تصمیم گیرنده  $DMU_p = (X_{i+1,p}, Y_{i+1,p})$ ، فرض می‌کنیم، این واحد در لایه  $K_{i+1}$  قرار گرفته است. بنابراین اگر با توجه به نظرات کارشناسی لایه بالاتر (لایه  $K_i$ ) به عنوان لایه‌ای برای ارزیابی این واحد در نظر گرفته شود؛ کافی است که این واحد را با واحدهای قرار گرفته در  $K_i$ ، در نظر گرفته و ارزیابی کنیم. با توجه به این موضوع مدلی ارائه می‌شود که در آن  $X_{ij}$  و  $Y_{ij}$  به ترتیب بردار ورودی و خروجی واحدهای روی لایه  $K_i$  است:

$$\text{Min } z_p$$

s.t.

$$\sum_{j:DMU_j \in Lay_{k_i}}^{C_i} \lambda_j X_{ij} + S_I = z_p X_{i+1,p}$$

$$\sum_{j:DMU_j \in Lay_{k_i}}^{C_i} \lambda_j Y_{ij} - S_O = Y_{i+1,p}$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j:DMU_j \in Lay_{k_i}$$

با اجرای این مدل  $\lambda_j^*$  ها و  $Z_p^*$  و متغیر های کمبود و مازاد  $S_I^*$  و  $S_O^*$  تعیین می گردند. این جوابها، جواب بهینه مدل هستند. پس راهکار بهبود، برای این واحد تصمیم گیرنده برابر است با :

$$(z_p^* X_{i+1,p} - S_I^* Y_{i+1,p} + S_O^p) = \left( \sum_{j; DMU_j \in Lay_{k_i}} \lambda_j^* X_{ij}, \sum_{j; DMU_j \in Lay_{k_i}} \lambda_j^* Y_{ij} \right)$$

شایان ذکر است که، لایه انتخابی به منظور ارزیابی واحد مذکور می تواند از لایه های بالاتری انتخاب شود و این انتخاب با نظر کارشناسی و بر مبنای موقعیت هر واحد و شکل مسئله متفاوت خواهد بود.

## یک مطالعه موردی

در ادامه به منظور تشریح مشکلات طرح شده در بخش سوم و همچنین مدل جایگزین ارائه شده در بخش چهارم، تحلیلی روی داده هایی از ۷۹ شعب یک بانک تجاری انجام می شود (داده های جدول ۲ در پیوست). این داده ها برگرفته از مقاله صولتی و پرادی<sup>۱</sup> (۲۰۰۴) است. داده ها شامل سه ورودی و چهار خروجی است، که ورودیها بیانگر کارمندان تمام وقت بخشهای مختلف یک شعبه بانک و خروجیها برابر خدماتی از قبیل: رهن، وام، اوراق بهادار و خدمات ویژه است. در این قسمت با تبادل نظر با کارشناسان و همچنین جمع آوری نظرات مدیران شعب و به علت اهمیت داشتن مسیر بهبود بانکها، نظرات مدیریتی نیز در مدل اعمال شده است که این نظرات در حقیقت اهمیت ورودیها را نسبت به هم و همچنین اهمیت خروجیها را در تقابل با یکدیگر نشان می دهد که به صورت وزنی به شرح زیر آمده اند:

• وزن نسبی ورودیها

ورودی اول ۵۰ درصد، ورودی دوم ۳۰ درصد و ورودی سوم ۲۰ درصد.

<sup>۱</sup>. Sowlati , Paradi

• وزن نسبی خروجیها

خروجی اول، سوم و چهارم ۳۰ درصد و خروجی دوم ۱۰ درصد.

به منظور بررسی دقیق تر داده‌ها، حداقل و حداکثر در هر ورودی یا خروجی، به همراه میانگین و انحراف استاندارد آنها در جدول داده شده است. از بررسی این جدول، می‌توان به فاصله زیاد در ورودیها و خروجیها پی برد و این مهم، نشان از وجود واحدهایی خاص در مدل ارزیابی دارد.

جدول ۳. وضعیت کلان داده‌ها از نقطه نظر دامنه تغییرات

	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف استاندارد
ورودی				
1	0.76	49.52	8.83	8.89
2	0	40.93	2.67	6.01
3	0	7.21	0.35	1.04
خروجی				
1	6	1090	278	212.22
2	11	429	67.91	67.91
3	0	308	54.42	55.62
4	0	137	6.48	16.83

در این بخش مدل پایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها در حالت بازده به مقیاس متغیر ورودی محور، به منظور ارزیابی عملکرد واحدها و همچنین بررسی راهکارهای بهبود، روی داده‌ها بکار گرفته شد. در جدول (۴)، نتایج<sup>۱</sup> مربوط به مقدار کارایی تخصیص داده شده به واحدها آمده است. با توجه به نتایج این جدول، تعداد واحدهای کارایی تشخیص داده شده

<sup>۱</sup> تمامی محاسبات با نرم‌افزار Gams انجام شده است. ([8]).

برابر ۸ است. لذا در مدل پایه‌ای، این واحدها، مرز کارا را معین می‌کنند و مابقی واحدها نسبت به این مرز سنجیده می‌شوند و همچنین راهکارهای بهبود بر اساس این مرز ارائه می‌شود.

جدول ۴. مقدار کارایی شعب

واحد	کارایی	واحد	کارایی	واحد	کارایی	واحد	کارایی
1	1.00	21	0.52	41	0.37	61	0.47
2	0.31	22	0.44	42	0.77	62	0.87
3	0.60	23	1.00	43	0.68	63	0.95
4	0.81	24	0.97	44	0.44	64	0.48
5	0.46	25	0.70	45	0.38	65	0.88
6	0.25	26	0.74	46	0.55	66	0.58
7	0.48	27	0.59	47	0.54	67	0.31
8	0.38	28	0.57	48	0.41	68	0.77
9	0.45	29	0.86	49	1.00	69	0.95
10	0.26	30	0.73	50	0.56	70	0.84
11	0.33	31	0.59	51	0.92	71	0.76
12	0.50	32	0.80	52	0.61	72	0.73
13	0.51	33	0.71	53	0.84	73	0.86
14	0.71	34	1.00	54	1.00	74	0.93
15	0.82	35	0.58	55	1.00	75	0.37
16	0.37	36	1.00	56	0.29	76	0.53
17	0.31	37	0.35	57	0.56	77	0.97
18	0.38	38	0.33	58	0.40	78	0.60
19	0.85	39	0.97	59	1.00	79	0.47
20	0.38	40	0.50	60	0.50		

با توجه به جدولهای (۳) و (۴)، با کمی دقت در ورودیها و خروجیهای واحدهای کارا و مابقی واحدها، می‌توان به فاصله زیاد واحدهای کارا از واحدهای دیگر پی برد. برای مثال کافی است به اختلاف خروجیها و ورودیهای شعبه ۲۳ (واحد خاص) و شعبه ۱۷ (واحد ناکارا) توجه نماییم، بنابراین به وضوح فاصله این دو شعبه مشخص خواهد شد. به همین صورت فاصله هشت شعبه خاص از دیگر شعب بانک به راحتی قابل بررسی است، لذا مشکلات شرح

داده شده در بخش سوم، در اینجا قابل طرح است. بنابراین برای روشن شدن موضوع، خروجی دوم از تحلیل حذف شده است و نتایج در غیاب یک عامل، در جدول (۵) نشان داده شده است. با مقایسه جداول (۴) و (۵) متوجه می‌شویم که، حذف این عامل تأثیر خاصی در ارزیابی عملکرد واحد‌ها نداشته است. در حقیقت واحدهای روی مرز، توانسته‌اند، تأثیر این عامل را در ارزیابی واحدها از بین ببرند. ( این همان مشکل اولی است که در بخش ۳ ارائه شد)

جدول ۵. مقدار کارائی شعب با حذف خروجی دوم

واحد	کارایی	واحد	کارایی	واحد	کارایی	واحد	کارایی
1	1.00	21	0.51	41	0.37	61	0.47
2	0.30	22	0.44	42	0.77	62	0.87
3	0.59	23	1.00	43	0.68	63	0.95
4	0.79	24	0.98	44	0.44	64	0.48
5	0.45	25	0.70	45	0.38	65	0.87
6	0.25	26	0.74	46	0.55	66	0.57
7	0.48	27	0.59	47	0.54	67	0.31
8	0.38	28	0.57	48	0.41	68	0.77
9	0.45	29	0.86	49	1.00	69	0.95
10	0.26	30	0.73	50	0.56	70	0.85
11	0.33	31	0.59	51	0.92	71	0.76
12	0.50	32	0.80	52	0.60	72	0.73
13	0.51	33	0.70	53	0.84	73	0.86
14	0.71	34	1.00	54	1.00	74	0.93
15	0.82	35	0.58	55	1.00	75	0.37
16	0.37	36	1.00	56	0.29	76	0.52
17	0.31	37	0.35	57	0.56	77	0.97
18	0.38	38	0.33	58	0.40	78	0.59
19	0.85	39	0.96	59	1.00	79	0.47
20	0.38	40	0.50	60	0.50		

مشکل دیگری که در بخش دوم مقاله مطرح شد، مربوط به راهکارهای غیر عملی و غیر منطقی، برای واحد های تصمیم گیرنده بود. جدول (۶)، راهکارهای بهبود تمام واحدهی تصمیم گیرنده را نشان می‌دهد. شایان ذکر است که، مدل DEA بکار گرفته شده در این قسمت، ورودی محور بوده است، لذا راهکارهای بهبود، به وسیله تغییر در ورودیها از سوی مدل پیشنهاد شده است. در این جدول تمامی واحدها، با مقدار کارایی و همچنین ورودیهای پیشنهادی، داده شده اند. با توجه به این جدول و مقایسه آن با نهادهای اصلی در جدول (۲)، راهکارهای غیر منطقی برای بیشتر واحدها کاملاً مشخص است. برای مثال واحدهای ۱۰، ۳۰، ۳۸، ۴۷، ۴۸ و ... باید برای کارا شدن، بیش از ۵۰ درصد از ورودیهای خود را کاهش دهند و از آنجا که نهاده ها کارامندان بخشهای مختلف هر بانک هستند، این موضوع به معنای تعدیل نیروی کار، با این حجم از کاهش است. لذا این درصد از کاهش کاملاً غیرمنطقی است. (این همان مشکل دوم است که در بخش ۳ ارائه شد)

جدول ۶. مسیر بهبود شعب بانک بر اساس نتایج مدل پایه‌ای DEA

ورودیهای بدید	کارائی واحد	ورودیهای بدید	کارائی واحد	ورودیهای بدید	کارائی واحد	ورودیهای بدید	کارائی واحد
B01	1.00	45.3400	5.0900	B26	0.74	4.7907	0.0000
B02	0.31	2.7682	0.0307	B27	0.59	2.5799	0.1935
B03	0.60	15.6318	0.6044	B28	0.57	2.0643	0.6995
B04	0.81	8.8679	0.8349	B29	0.86	5.2796	0.0000
B05	0.46	22.7491	3.3122	B30	0.73	21.205	0.9362
B06	0.25	2.7513	0.0000	B31	0.59	4.9708	0.5112
B07	0.48	5.5509	0.0000	B32	0.80	3.9199	0.2817
B08	0.38	3.0593	0.0000	B33	0.71	7.5413	0.0000
B09	0.45	2.2892	0.0000	B34	1.00	3.8700	0.0000
B10	0.26	2.6245	0.0000	B35	0.58	1.5547	0.0000
B11	0.33	3.2936	0.0000	B36	1.00	7.6500	0.0000
B12	0.50	3.7664	0.0000	B37	0.35	1.6802	0.0000
B13	0.51	2.0441	0.0000	B38	0.33	2.4592	0.0000
B14	0.71	4.0970	0.1843	B39	0.97	16.611	0.0000
B15	0.82	3.9858	0.0000	B40	0.50	2.9493	0.0000
B16	0.37	1.0875	0.0000	B41	0.37	1.5619	0.0000
B17	0.31	1.0497	0.0000	B42	0.77	2.8427	0.0000
B18	0.38	2.2956	0.0000	B43	0.68	5.6307	0.0000
B19	0.85	5.6047	0.6689	B44	0.44	0.9721	0.0000
B20	0.38	1.1107	0.0000	B45	0.38	1.1434	0.0000
B21	0.52	2.7330	0.0000	B46	0.55	2.0287	0.0656
B22	0.44	4.3565	0.0000	B47	0.54	5.4342	0.3443
B23	1.00	16.060	0.6700	B48	0.41	3.1799	0.0367
B24	0.97	24.407	0.0487	B49	1.00	1.0000	0.0000
B25	0.70	3.7340	0.0422	B50	0.56	1.8061	0.0000
				B51	0.92	11.106	0.8295
				B52	0.61	2.7676	0.1034
				B53	0.84	7.9459	1.5858
				B54	1.00	0.7600	0.0000
				B55	1.00	7.9900	1.4500
				B56	0.28	1.0245	0.1164
				B57	0.56	1.6858	0.0000
				B58	0.40	2.4853	0.3796
				B59	1.00	35.350	11.800
				B60	0.50	7.3793	1.3290
				B61	0.47	2.8565	0.0000
				B62	0.87	3.3061	0.0174
				B63	0.95	9.9296	0.6455
				B64	0.48	1.7837	0.5850
				B65	0.88	1.7609	0.8805
				B66	0.58	3.1189	0.3625
				B67	0.31	0.9247	0.2899
				B68	0.77	5.9409	1.3875
				B69	0.95	4.2839	1.5698
				B70	0.84	0.8431	0.0000
				B71	0.76	0.9533	0.0000
				B72	0.73	11.582	1.7899
				B73	0.86	8.4505	1.6764
				B74	0.93	7.4134	0.1116
				B75	0.37	0.7371	0.0369
				B76	0.53	10.747	5.3633
				B77	0.97	9.4308	1.7024
				B78	0.60	3.0051	0.0000
				B79	0.47	3.3356	0.4419

در ادامه، مدل لایه‌ای را که در بخش چهارم ارائه شد، روی همین داده‌ها بکار می‌گیریم. همانطوریکه در توضیحات مربوط به مدل لایه‌ای آمد، مدل لایه‌ای دارای دو قسمت است. قسمت اول شامل افزایش واحدهای تصمیم‌گیرنده در لایه‌های مختلف و قسمت دوم ارائه راهکارهای بهبود است. نتایج قسمت اول که مربوط به تقسیم‌بندی واحدها در لایه‌های مختلف است، در جدول (۷) آمده است. با توجه به این جدول، ۷۹ بانک تجاری در پانزده لایه قرار گرفته‌اند.

جدول ۷. دسته‌بندی شعب در قالب لایه‌های مختلف

لایه ۱	1	23	36	34	49	54	55	59	
لایه ۲	5	24	39	65	69	70	71	74	77
لایه ۳	30	44	51	62	63	75			
لایه ۴	3	4	15	19	29	35	42	72	73
لایه ۵	32	45	53	57	76				
لایه ۶	17	25	26	33	50	68			
لایه ۷	14	28	43	60	67				
لایه ۸	20	31	46	47	52	56			
لایه ۹	7	16	64	66	78				
لایه ۱۰	12	13	22	27	41				
لایه ۱۱	8	9	21	40	79				
لایه ۱۲	37	48	61						
لایه ۱۳	11	18	58						
لایه ۱۴	2	10	38						
لایه ۱۵	6								



برای ارائه راهکارهای بهبود، با توجه به موقعیت و مشخصات هر لایه و با در نظر گرفتن نظرات کارشناسان، می‌توانیم لایهٔ بهبود را برای هر واحد مشخص کنیم؛ برای مثال می‌خواهیم راهکارهای بهبود واحدهای قرار گرفته شده در لایه ۱۴ را بدست آوریم. در این لایه سه واحد تصمیم گیرنده وجود دارد، لذا فرض می‌کنیم با در نظر گرفتن نظر کارشناسی؛ برای مثال، لایه بهبود برای این سه واحد، لایه ۱۳ (یک لایه بالاتر) انتخاب شود. نتایج از راهکارهای بهبود با استفاده از مدل لایه‌ای و مدل پایه‌ای DEA، همراه با ورودیهای اصلی، به منظور مقایسه، در جدول (۸) آمده است.

جدول ۸. مقایسه مسیرهای بهبود شعب در مدل پایه‌ای و مدل لایه‌ای

واحد	ورودی ۱	ورودی ۲	ورودی ۳
مدل لایه‌ای			
2	7.56	1.12	0.08
10	7.81	4.12	0.00
38	6.19	0.96	0.00
مدل پایه‌ای			
2	2.77	0.41	0.03
10	2.62	1.39	0.00
38	2.46	0.38	0.00
داده‌های اصلی			
2	7.54	1.17	0.00
10	9.96	5.26	0.00
38	9.02	1.34	0.10

با مقایسه نتایج راهکارهای بهبود، به منطقی بودن کاهش در نهاده ها، در روش لایه‌ای پی می‌بریم. برای مثال برای واحد ۱۰، ورودی اول در مدل لایه‌ای باید از ۹/۹۶ به ۷/۸۱ کاهش یابد، در صورتی که در مدل پایه‌ای این مقدار باید به ۲/۶۲ کاهش یابد و یا با توجه به مدل لایه‌ای، ورودی دوم از ۵/۲۶ باید به ۴/۱۲ کاهش یابد، در حالیکه مدل پایه‌ای مقدار مطلوب را ۱/۳۹ می‌داند!

به همین صورت برای ورودیهای دیگر و واحدهای دیگر، این مهم قابل مقایسه و بررسی است. بنابراین مدل لایه‌ای انتظارات منطقی تری را از هر واحد، به منظور کاراشدن طلب می‌نماید. لذا این روش با ارائه راهکار منطقی تر، می‌تواند یک واحد را برای رسیدن به سطحی منطقی و عملی از کارایی، ترقیب نماید.

## نتیجه‌گیری

در این مقاله مشکلاتی که به علت وجود واحدهای تصمیم‌گیرنده خاص، تعداد زیاد واحد ها و همچنین فاصله زیاد آنها از یکدیگر، رخ می‌دهد، مورد بررسی قرار گرفت و اثر این مشکلات در نتایج غیر منطقی مدل‌های پایه‌ای، مورد تحلیل قرار گرفت. در ادامه به منظور حل این مشکلات، مدل لایه‌ای ارائه گردید. این مدل با افزایش واحدهای تصمیم‌گیرنده، راهکارهای بهبود را ارائه می‌دهد، و ویژگی اصلی این مدل، حفظ مقایسه‌پذیری و رقابت میان واحدها است.

با توجه به وجود مشکلات مذکور در ارزیابی شعبات بانک‌های تجاری، در بخش آخر مقاله، مطالعه‌ای روی ۷۹ شعبه از یک بانک تجاری انجام گرفت. که نتایج بر اساس راهکارهای بهبود مدل پایه‌ای و مدل لایه‌ای، داده شد. نتایج این مقایسه نشان می‌دهد که راهکار بهبود در مدل لایه‌ای به دلیل استفاده از نظرات کارشناسی در روند بهبود، بسیار منطقی تر و عملی است. لذا این مدل می‌تواند، جایگزین مطمئنی در موقعیتهای مشابه باشد.

## پی‌نوشتها:

۱. علیرضائی، محمدرضا و افشاریان، محسن. «محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل و بررسی تغییرات کارایی و تکنولوژی به کمک مدل‌های تعمیم‌یافته تحلیل پوششی داده‌ها؛ با یک مطالعه موردی در میدانهای نفتی». *فصلنامه پژوهشهای اقتصادی*، سال ششم، شماره سوم، (پائیز ۱۳۸۵).
۲. علیرضائی، محمدرضا؛ خلیلی، مسعود؛ افشاریان، محسن و تسلیمی، وحید. «مدل‌های تعمیم‌یافته تحلیل پوششی داده‌های معکوس». *مجله علوم و تکنولوژی امیرکبیر*، سال هفدهم، (پائیز و زمستان ۱۳۸۵).
۳. علیرضائی، محمدرضا و علیزاد، نیلوفر. «ارزیابی عملکرد بانک‌ها به کمک تحلیل پوششی داده‌ها». مجموعه مقالات دومین همایش بررسی ابعاد ارزیابی عملکرد دستگاههای اجرایی کشور در جشنواره شهید رجایی، (۱۳۷۹).
4. Alirezaee. M.R., Afsharian.M. "A Complete Ranking of DMUs Using Restrictions in DEA Models"., *Applied Mathematics and Computations*, No. 189, (2007), pp.1550- 1559.
5. Alirezaee. M.R. Howland and C. Van de Panne. "A Large Scale Study of Bank Branch Efficiency"., *Paper Presented at the 37-th National Conference of the Canadian Operational Research Society*, May 23-25, Calgary, ( 1995).
6. Alirezaee. M.R., Van de Panne.C. "Efficiency Bias in DEA :A Simulation Study on a Large Scale Bank Branches"., *Journal of Economic and Management*, No. 37, (1998), pp.89-105.
7. Banker. R.D, Charnes.A., Cooper,W,W. "Some Models for Estimating Technical and Scale Efficiencies in Data Envelopment Analysis"., *Management Science*, No. 30, (1984), pp. 1078-92.
8. Charnes. A. Cooper. W.W., and Rhodes, E. "Measuring the Efficiency of Decision Making Unit"., *European Journal of Operation Research*, No.2, (1978), pp. 429-444.
9. Charnes. A. Cooper. W,W., Lewin. A. Y., Seiford. L. M. *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application*. Kluwer Academic Publisher., 1997.
10. Quanling. W., Jianzhang. Z., Xiangsun. Z. "An Inverse DEA Model for Input / Output Estimate"., *European Journal of Operational Research*, No. 121, (2000), pp. 151-163.
11. Sowlati. T. Paradi. C. J. "Establishing The Practical Frontier in Data Envelopment Analysis"., *Omega*, No. 32, (2004), pp.261-272.

## پیوست‌ها:

جدول ۲. داده‌ها با سه ورودی و چهار خروجی از ۷۹ شعبه بانک

شعبه	ورودی ۱	ورودی ۲	ورودی ۳	خروجی ۱	خروجی ۲	خروجی ۳	خروجی ۴
1	45.34	40.93	5.09	263	137	935	429
2	9.02	1.34	0.1	42	6	176	32
3	26.12	8.24	1.01	130	20	679	101
4	10.94	4.87	1.03	134	37	437	80
5	49.52	32.28	7.21	308	46	726	227
6	10.82	1.09	0	27	2	181	36
7	11.52	1.98	0	44	5	337	47
8	8.11	3.91	0	34	1	245	33
9	5.08	0	0	20	2	142	40
10	9.96	5.26	0	29	2	202	49
11	9.86	1.01	0	67	10	161	52
12	7.49	1	0	34	0	249	36
13	4	1.58	0	42	2	159	17
14	5.78	1.52	0.26	85	1	196	78
15	4.87	1.05	0	52	4	237	52
16	2.93	1.97	0	6	2	127	18
17	3.34	0	0	9	5	60	31
18	5.99	0.97	0	61	0	133	24
19	6.61	0.87	0.79	28	0	375	37
20	2.96	1.58	0	21	2	103	23
21	5.3	0	0	25	4	168	38
22	9.84	5.02	0	55	1	301	50
23	16.06	1.99	0.67	143	7	551	187
24	25.06	7.76	0.05	151	13	808	211
25	5.31	1.06	0.06	35	3	250	40
26	6.46	1.59	0	37	3	323	35
27	4.4	0.91	0.33	28	2	178	42
28	3.63	0	1.23	21	1	161	24
29	6.16	0.75	0	34	6	227	142
30	29.22	6.66	1.29	135	13	760	161
31	8.46	0.67	0.87	48	1	293	50
32	4.87	2.65	0.35	41	6	313	30
33	10.69	3.17	0	93	3	393	77
34	3.87	0	0	34	1	227	47
35	2.69	0.45	0	22	0	112	30
36	7.65	0.52	0	119	8	366	41
37	4.81	1.05	0	16	2	142	18
38	7.54	1.17	0	29	1	164	36
39	17.11	5.86	0	93	24	684	162
40	5.91	0.66	0	40	3	177	42
41	4.24	1.08	0	21	0	107	42

شعبه	ورودی ۱	ورودی ۲	ورودی ۳	خروجی ۱	خروجی ۲	خروجی ۳	خروجی ۴
42	3.67	0	0	55	2	162	22
43	8.33	2.39	0	54	4	347	53
44	2.21	0.06	0	5	0	74	13
45	3	0	0	18	1	77	21
46	3.71	1.17	0.12	12	2	148	52
47	10.1	3.53	0.64	76	7	329	54
48	7.79	2.33	0.09	39	1	207	55
49	1	0.42	0	6	1	62	65
50	3.2	0.97	0	13	1	140	39
51	12.05	0.9	0.08	69	2	410	186
52	4.55	0.17	0.73	36	5	171	42
53	9.42	1.88	1	59	3	420	97
54	0.76	0	0	1	4	31	23
55	7.95	1.45	0	52	2	432	77
56	3.52	0.4	0	12	2	57	39
57	3	0	0	8	1	134	20
58	6.22	0.95	0	37	0	135	59
59	35.35	11.8	2.07	214	27	1090	225
60	14.77	2.66	0.01	36	9	425	73
61	6.12	0	0.14	28	1	176	38
62	3.81	0.02	0	49	1	180	42
63	10.46	0.68	0	73	0	461	83
64	3.72	1.22	0	33	1	136	23
65	2	1	0	18	5	157	26
66	5.42	0.63	0	42	2	199	31
67	3.03	0.95	0	14	1	79	16
68	7.75	1.81	0	39	2	369	56
69	4.53	1.66	0	19	1	337	25
70	1	0	0	2	1	31	36
71	1.25	0	0.33	0	1	38	64
72	15.79	2.44	1	120	10	464	127
73	9.83	1.95	0.09	118	1	359	109
74	7.97	0.12	0.03	60	1	301	142
75	2	0.1	0	1	1	6	11
76	20.42	10.19	0.83	107	16	408	238
77	9.75	1.76	0	47	3	511	63
78	5.04	0	0.03	31	3	189	30
79	7.17	0.95	0	40	1	207	43