دسترسی در سایتِ http://jnrm.srbiau.ac.ir
سال سوم، شماره دهم، تابستان ۱۳۹۶
شماره شاپا: ۰۱۶۹-۱۶۸۲

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
پژوهش‌های نوین در ریاضی

ارزیابی کارایی شعب بانک با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های پویا با رویکرد SBM[1]

مرتضی شفیعی *

استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۱۰/۰۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۰۲/۱۸

چکیده

ارزیابی کارایی سازمان‌ها و علی‌الخصوص بانک‌ها، یکی از مسائل بسیار مهم در حوزه مدیریت می‌باشد. تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، ابزار بسیار قدرتمندی به منظور ارزیابی سازمان‌ها، با در نظر گرفتن شاخص‌های متعدد ورودی و خروجی می‌باشد. مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها، تنها به ارزیابی کارایی در طول یک دوره زمانی می‌پردازند و عامل زمانی را به عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار بر کارایی، نادیده می‌گیرند. در این پژوهش به منظور رفع این مشکل، یک مدل SBM پویا ارائه شده است. مدل SBM، یک مدل غیر شعاعی در تحلیل پوششی داده‌ها است که می‌تواند تغییرات نامتناسب را در ورودی‌ها و خروجی‌ها اعمال کند. در این پژوهش به منظور نشان دادن یافته‌های تئوریک حاصل از مدل جدید ارائه شده، به صورت عملی، کارایی ۱۰ شعبه یک بانک ایرانی در طول ۳ سال مالی متوالی مورد ارزیابی قرار گرفته است. همچنین به منظور شناسایی شاخص‌های مؤثر بر کارایی شعب بانک، چک لیستی حاوی شاخص‌های مهم در زمینه ارزیابی شعب بانک تهیه شده و در اختیار سرپرستان شعب قرار گرفته و از آنها درباره اهمیت هر کدام از شاخص‌ها در ارتباط با شعبه تحت سرپرستی خود، نظرخواهی شده است. در ادامه ۲مدل SBM پویا با فرض بازده نسبت به مقیاس ثابت و SBM پویا با فرض بازده نسبت به مقیاس متغیر حل شده و نتایج آنها با یکدیگر مقایسه شده است. در آخر نیز پیشنهاداتی به سرپرستان شعب ناکارا، به منظور رسیدن به مرز کارایی، ارائه گردیده است.

واژه‌های کلیدی: کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها، مدل پویا در تحلیل پوششی داده‌ها، رویکرد SBM.

1. Slack-Based Measure

* عهده‌دار مکاتبات: Email: ma.shafiee277@gmail.com

۱- مقدمه

بانک‌ها و به طور کلی صنعت بانکداری، از مهم‌ترین ارکان اقتصاد هر کشور می‌باشند و نقش تعیین کننده‌ای در توسعه و رشد اقتصادی کشورها ایفا می‌کنند. بانک‌ها واسطه‌هایی هستند که وجوه پس‌انداز کنندگان را دریافت کرده و آن را در قالب وام در اختیار سرمایه گذاران قرار می‌دهند. با رقابتی شدن بازار و به خصوص صنعت بانکداری و ظهور مؤسسات مالی و اعتباری خصوصی متعدد، به تجربه ثابت شده است که در این شرایط مؤسساتی می‌توانند به حیات خود ادامه دهند که قوی و نیرومند بوده و به شکل کارا و مؤثر عمل نمایند. لازم است تا مدیران بدانند که موقعیت نسبی آنان در مقایسه با رقبا و همچنین بهترین عملکرد در ارتباط با بهره‌وری خودشان چگونه است. معمولاً اطلاعات مقایسه‌ای در مورد عملکرد و کارایی مؤسسات می‌تواند به عنوان عامل مهمی‌در جهت توسعه و پیشرفت باشد و مؤسسات را نسبت به اقدامات و الگوهای جدید آگاه کند. سازمان‌ها در یک محیط رقابتی و پویا در حال فعالیت هستند که متغیرهای آن به طور دائم در حال تغییر بوده، لذا به منظور ارزیابی کارایی آنها، بایستی آنها را در طول چندین دوره زمانی مورد مطالعه قرار داد. مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها سازمان را به صورت ایستا و در طول یک دوره زمانی مورد بررسی قرار می‌دهند، آنها فعالیت‌های انتقالی بین دو دوره زمانی پشت سر هم را نادیده می‌گیرند. ارزیابی سازمان‌ها و بویژه بانک‌ها به صورت ایستا در طول یک دوره زمانی کوتاه مدت می‌تواند نتایج گمراه کننده‌ای به همراه داشته باشد.

در این پژوهش سعی شده است تا با ارائه یک مدل پویا در تحلیل پوششی داده‌ها، این مشکل سازمان‌ها را برطرف شده و کارایی آنها را در طول چندین دوره زمانی مورد ارزیابی قرار گیرد. ویژگی منحصر بفرد این پژوهش توجه به عامل زمانی به عنوان یک متغیر بسیار تاثیر گذار در کارایی است. همچنین با توجه به اینکه در روش تحلیل پوششی داده‌ها می‌توان به منظور ارزیابی کارایی واحدها از چندین متغیر به صورت توأم با هم استفاده کرد، نتایج حاصل از حل مدل پویا در تحلیل پوششی داده‌ها از جامعیت و قابلیت تعمیم پذیری بیشتری نسبت به سایر روش‌ها برخوردار است. در این پژوهش به منظور شناسایی و انتخاب متغیرهای تاثیرگذار بر روی عملکرد شعب مختلف بانک، یک چک لیست حاوی متغیرهای مهم (اعم از ورودی و خروجی) که در تحقیقات مختلف (اعم از داخلی و خارجی) به منظور ارزیابی کارایی بانک‌ها قبلاً استفاده شده بود تهیه شد و در اختیار سرپرستان شعب مختلف بانک قرار گرفت تا از میان آن، متغیرهایی را که بیشترین تاثیر بر کارایی شعب دارند انتخاب کنند. همچنین چند مصاحبه با مدیر کل بانک ترتیب داده شد تا اطلاعات کاملی در مورد فعالیت‌های بانک کسب شود. در ادامه اطلاعات کسب شده از عملکرد بانک در طول ۳ سال وارد مدل شده، نتاج مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه یکی از ویژگی‌های بسیار مهم تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها امکان الگو برداری واحدهای ناکارا از واحدهای کاراست، لذا در این پژوهش پیشنهاداتی به منظور بهبود عملیات به شعب ناکارا ارائه می‌شود.

در این مقاله مدل SBM پویا متعلق به تون و تیسوتسوی[1] (۲۰۱۰) توضیح داده می‌شود و کارایی ۱۰ شعبه بانک در طول سه سال مالی متوالی، با استفاده از این مدل مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. هر شعبه در هر سال حقوق و دستمزد سالیانه و هزینه‌های عملیاتی را به عنوان ورودی مصرف می کند تا وام‌ها را به‌عنوان خروجی تولید نماید. در این میان مقداری از وام‌ها به خاطر عدم توانایی یا تمایل مشتری به صورت معوق باقی می‌ماند و بانک نمی‌تواند آنها را وصول کند. این گونه وام‌ها، وام‌های از دست رفته یا مطالبات معوق نامیده می‌شوند. با در نظر گرفتن ساختار پویا برای بانک و توجه به عامل زمان به عنوان یک فاکتور تأثیرگذار بر کارایی، اطلاعات حسابداری انتقالی[2] مربوط به مانده مطالبات معوق و سود خالص سالیانه به عنوان فعالیت‌های انتقالی بین دو سال متوالی در نظر گرفته خواهند شد. با توجه به ماهیت مطالبات معوق، با آنها به عنوان ورودی برخورد می‌شود تا مدل آنها را حداقل کند، به نحوی که مازاد آن به‌عنوان عدم کارایی منظور می‌شود. در نقطه مقابل سود

1. Tone & Tsutsui
2. Carry-overs

خالص قرار دارد که با آن به عنوان خروجی رفتار می‌شود تا مدل آن را حداکثر کند، به صورتی که کمبود در آن به عنوان عدم کارایی در نظر گرفته شود. در این مقاله مانده مطالبات معوق، به عنوان فعالیت انتقالی (لینک[1]) بد یا نامطلوب و سود خالص سالیانه به‌عنوان فعالیت انتقالی (لینک) خوب یا مطلوب نام گذاری شده‌اند.

ادامه این مقاله بدین صورت سازماندهی شده است: در بخش دوم، ادبیات موضوع در ارتباط با مدل‌های مختلف تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل پوششی داده‌های پویا و کاربرد آنها در ارزیابی بانک‌ها مورد بررسی قرار خواهند گرفت. روش تحقیق، تابع هدف و مدل SBM پویا در بخش سوم ارائه می‌شوند. در فصل چهارم، شاخص‌های مؤثر بر کارایی شعب بانک شناسایی شده و مدل SBM ایستا و SBM پویا با بازده نسبت به مقیاس ثابت[2] (CRS) و متغیر[3] (VRS) برای شعب بانک حل شده و نتایج به دست آمده با یکدیگر مقایسه می‌شوند، بحث و نتیجه‌گیری نیز در بخش پنجم ارائه خواهد شد.

۲- ادبیات موضوع

تحلیل پوششی داده‌ها یک تکنیک تجزیه و تحلیل ناپارامتریک داده‌هاست که به طور گسترده، توسط جوامع تحقیقاتی مختلفی مورد استفاده قرار گرفته است. اولین بار فارل[4] در سال ۱۹۵۷ مدلی برای ارزیابی و محاسبه کارایی با ورودی‌های چند گانه و یک خروجی ارائه داد. مدلی که فارل ارائه کرد از مرز تولید یا چیزی که بعداً به نام مرز کارایی نامیده شد، استفاده می‌کند تا کارایی تولید را بدون استفاده از توابع تولید از پیش تعیین شده، با در نظر گرفتن تمامی واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMUs)، محاسبه کند. او کارایی فنی، کارایی تخصیصی یا کارایی قیمت را مورد ارزیابی قرار داده و مقدار کارایی را بین صفر و یک تعریف می‌کند (چنانچه مقدار یک باشد واحد کاراست در غیر این صورت ناکاراست). این تئوری سه فرضیه اصلی دارد: [۱] مرز تولید از کاراترین واحدها تشکیل شده است و واحدهای ناکارا در زیر مرز تولید قرار دارند؛ [۲] بازده نسبت به مقیاس ثابت است و [۳] ناحیه مرز تولید به صورت محدب است (لین و همکاران[5]، ۲۰۰۹). تحلیل پوششی داده‌ها بر خلاف روش‌های پارامتریک از قبیل SFA[6]، DFA[7] و TFA[8] یا روش‌های آماری رگرسیون، نیازی به اختصاص وزن به هر کدام از ورودی‌ها یا خروجی‌ها نداشته و همچنین احتیاجی به تعیین شکل خاصی از یک تابع (مثل تابع کاب-داگلاس یا ترانسلوگ) به منظور ارزیابی کارایی ندارد.

چارنز، کوپر و رودز[9] در سال ۱۹۷۸، مفهوم اندازه‌گیری کارایی فارل با چندین ورودی و یک خروجی را به مفهوم چندین ورودی و چندین خروجی توسعه دادند. آن‌ها از ترکیب خطی به منظور تبدیل مدل به یک ورودی و یک خروجی مجازی استفاده کردند و مرز کارایی را از نسبت دو ترکیب خطی تخمین زده و کارایی نسبی هر کدام از واحدهای تصمیم گیرنده را تحت بازده نسبت به مقیاس ثابت به صورت عددی بین صفر و یک محاسبه کردند. مدل CCR توانایی تعیین اینکه آیا واحد تصمیم‌گیرنده تحت بازده نسبت به مقیاس ثابت، صعودی یا نزولی عمل می‌کند را دارا می‌باشد. مدل CCR، مبتنی بر فرض ثابت بودن بازدهی نسبت به مقیاس[10] بودند. ولی فرض CRS تنها هنگامی مناسب است که همه واحدها یا شرکت‌های مورد مطالعه در مقیاس بهینه کار کنند. به کارگیری خصوصیت CRS در حالی که همه واحدها در مقیاس بهینه کار نمی‌کنند، به محاسبه کارایی تکنیکی[11] (TE) منجر می‌شود که با کارایی مقیاس[12] (SE) مغشوش شده است. به همین دلیل بنکر، چارنز و کوپر[13]، بازدهی متغیر نسبت به مقیاس[14] را در مدل‌های قبلی اعمال کردند. به‌کارگیری این مدل با خصوصیت VRS، محاسبه کارایی تکنیکی را به طور مجزا از اثر کارایی مقیاس ممکن

1. Link
2. Constant Return to Scale
3. Variable Return to Scale
4. Farrell
5. Lin et al.
6. Stochastic Frontier Approach
7. Tick Frontier Approach
8. Distribution Free Approach
9. Charnes, Cooper and Rhodes
10. Constant Return to Scale (CRS)
11. Technical efficiency
12. Scale Efficiency
13. Banker, Charnes and Cooper
14. Variable Return to Scale (VRS)

می‌سازد. می‌توان مدل خطی CRS را با افزودن محدودیت تحدب، به سادگی برای منظور کردن VRS، اصلاح کرد.

مدل‌های CCR و BCC بر حسب اینکه مدیر بر ورودی‌ها یا خروجی‌ها کنترل داشته باشد به صورت مدل‌های ورودی محور یا خروجی محور ارائه می‌شوند. مدل‌های ورودی محور در حالی که میزان خروجی‌ها را در سطح مشاهده شده حفظ می‌کنند، به طور متناسب و در حد امکان نسبت به کاهش میزان ورودی‌ها اقدام می‌نمایند. برعکس، مدل‌های خروجی محور با حفظ میزان ورودی در سطح داده شده، به طور متناسب خروجی‌ها را افزایش می‌دهند. مدل جمعی[1]، هر دو رویکرد ورودی محور و خروجی محور را با هم در یک مدل ترکیب می‌کند تا بتوان به طور هم زمان ورودی‌ها را کاهش داده و خروجی‌ها را افزایش داد. مدل جمعی در سال ۱۹۸۵ توسط چارنز و همکاران[2] معرفی گردید. مدل معیار کارایی مبتنی بر متغیرهای کمکی یا SBM، یکی از انواع مدل‌های جمعی است که در سال ۲۰۰۱ توسط تون[3] ارائه شد. این مدل اولاً یک اسکالر به عنوان کارایی برای هر واحد ارائه می‌کند، ثانیاً تابع هدف نسبت به تغییر واحد پایدار می‌باشد. یعنی با هر واحد اندازه‌گیری، ورودی‌ها و خروجی‌ها اندازه‌گیری شوند، کارایی تغییر نمی‌کند، یعنی اگر به جای x_{ij} ، $k_j x_{ij}$ و به جای y_{rj}، $c_r y_{rj}$ قرار داده شود، که در آن k ها و c ها اعداد مثبت هستند، کارایی تغییر نکند. همچنین این اسکالر مستقیماً مازاد ورودی‌ها و کمبود خروجی‌های هر واحد تصمیم‌گیرنده را در تابع هدف مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد.

لین و همکاران[4] (۲۰۰۹) به ارزیابی کارایی ۱۱۷ شعبه یک بانک در تایوان با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که در کارایی فنی کل، بانک تعداد بسیار زیادی شعبه ناکارا دارد، متوسط کارایی فنی کل شعبه‌ها ۵۴٪ و کارایی فنی خالص شعب ۶۷٪ و متوسط کارایی مقیاس، در طول دوره مورد مطالعه ۸۲٪ بوده است. عالم تبریز و همکاران (۱۳۸۸) به ارزیابی کارایی ۵۰ شعبه یکی از بانک‌های دولتی با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که استفاده از میزان اهمیت ورودی‌ها و خروجی ها توانسته است اندازه گیری کارایی با تکنیک DEA را دقیق‌تر کرده و روایی آن‌را افزایش داده است. نمازی و ابراهیمی (۱۳۸۹) در مقاله‌ای تحت عنوان بررسی کارایی بانک‌های ایران با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها به روش پله‌ای، به ارزیابی کارایی فنی ۱۰ بانک تجاری و تخصصی ایران در سال ۱۳۸۷ پرداختند. نکته قابل توجه در این پژوهش استفاده محقق از یک روش قانون مند تحت عنوان روش پله‌ای به منظور انتخاب مؤثرترین متغیرهای ورودی و خروجی می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان دادند که با بکارگیری روش پله‌ای، سه متغیر دارایی‌های ثابت، تعداد کارکنان و مشارکت‌ها و سرمایه گذاری‌های مستقیم اصلی‌ترین متغیرها برای سنجش کارایی در بانک‌ها هستند.

همچنین سه بانک صادرات، توسعه صادرات و سپه به عنوان بانک‌های کارا معرفی شدند. تون و تی سوتسوی[5] (۲۰۰۹) رویکرد معیار متغیرهای کمکی (SBM) را وارد ساختار شبکه‌ای در تحلیل پوششی داده‌ها کردند. آنها در مقاله خود بیان کردند که مدل‌های سنتی DEA، تولیدات واسطه‌ای یا ارتباطی میان قسمت‌های مختلف سازمان را نادیده می‌گیرد و به سازمان به مثابه یک جعبه سیاه می‌نگرند. آنها پس از بیان اهمیت بکارگیری تولیدات واسطه‌ای در DEA، به ارائه یک مدل شبکه‌ای با رویکرد SBM پرداختند به نحوی که بتواند کارایی بخشی هر کدام از قسمت‌های مختلف سازمان را به همراه کارایی کل مورد ارزیابی قرار دهد. با توجه به اینکه هر سازمانی از بخش‌های مختلفی تشکیل شده است که هر کدام ورودی‌ها و خروجی‌های مربوط به خود را دارند و همچنین خروجی یک قسمت از سازمان ممکن است ورودی قسمت دیگری از سازمان باشد، این مدل می‌تواند کارایی سازمان و بخش‌های مختلف آن را به نحو مناسبی مورد ارزیابی قرار دهد. همچنین آنها مدل خود را تحت

1. Additive Models
2. Charnes et al.
3. Tone
4. Lin et al.
5. Tone & Tsutsui

بازده نسبت به مقیاس ثابت (CRS) و بازده نسبت به مقیاس متغیر (VRS) توسعه دادند. آوکیران[1] (۲۰۰۹) در پژوهشی به گشودن جعبه سیاه سازمان، به منظور ارزیابی کارایی بانک‌های امارات متحده عربی با استفاده از مدل شبکه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها با رویکرد SBM پرداخت. او با کاربرد مدل بدون جهت[2] شبکه‌ای SBM و با استفاده از داده‌های شبیه سازی شده مربوط به مراکز سودآوری[3] و با تکیه بر داده‌های جامع در مورد بانک‌های تجاری بومی در امارات متحده عربی به ارزیابی کارایی پرداخت. در این پژوهش محقق بر مشکل همیشگی دستیابی محققان خارج از سازمان به اطلاعات درون سازمان به منظور توسعه و آزمایش روش‌های جدید، غلبه کرده است. نتایج پژوهش او نشان می‌دهند که NSBM[4]، امکان دستیابی به اطلاعات مهم و اصلی در بخش‌های مختلف بانک که در غیر این صورت مخفی باقی می‌مانند را فراهم کرده و همچنین بکارگیری مدل غیر شعاعی SBM، ارتباط کارایی مرزی با دنیای واقعی تجارت را تسهیل می‌کند.

مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها، تنها به ارزیابی کارایی در طول یک دوره زمانی می‌پردازند و عامل زمانی را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار بر کارایی، نادیده می‌گیرند. برای حل این مشکل، ساختارهای پویا در تحلیل پوششی داده ها توسط محققان مختلفی ارائه شدند. سنگوپتا[5] (۲۰۰۱)، اولین مدل DEA پویا را در سال ۱۹۹۵ ارائه کرد و در آن قیمت‌های سایه‌ای ورودی‌های نیمه ثابت و مقادیر آنها را در یک مسئله برنامه‌ریزی غیر خطی وارد کرد. او در تحقیقی با عنوان یک مدل کارایی پویا با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها به تحلیل ورودی‌های سرمایه‌ای که در طول زمان قیمت آنها تغییر می کند می‌پردازد. این مدل یک کنترل بهینه از دید نظری برای ورودی‌های سرمایه‌ای مهیا می‌کند که مجموع تنزیل کل هزینه‌های ورودی‌ها را برای هر واحد تصمیم گیرنده حداقل کند. در این تحقیق مدل‌های توسعه یافته دیگری نیز در چارچوب DEA ارائه شده‌اند که هزینه‌های ریسک و هزینه تنظیم نوسانات قیمتی را حداقل می‌کنند. سنگوپتا مدل‌های ارائه شده در این تحقیق را به صورت کاربردی در خطوط هوایی بین‌المللی به اجرا در آورد. نتایج تحقیق او نشان داد که تغییرات در کارایی در طول زمان از سال ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۴ در بازار حمل و نقل هوایی بسیار قابل توجه بوده است.

فیر و گروسکوف[6] (۱۹۹۶)، چند نوع از جایگزینی فعالیت‌های بین دوره‌ای[7] را از میان ورودی‌ها، خروجی‌ها و خروجی‌های نیمه ثابت[8] را با استفاده از تئوری شبکه‌ها، فرمول‌بندی کردند. با این مدل فرایندهای تولیدی در طول دوره‌های مختلف بهتر قابل توضیح بودند. سوایوشی و سکیتانی[9] (۲۰۰۵)، یک روش برای چگونگی به کار گیری مفهوم بازده نسبت به مقیاس در DEA پویا ارائه دادند. آنها دو گونه مختلف از ورودی‌ها (ورودی‌های متغیر و ورودی‌های شبه ثابت) را وارد ادبیات تحلیل پوششی داده‌ها کردند. ورودی‌های شبه ثابت به عنوان خروجی‌های دوره جاری در نظر گرفته می‌شوند، در حالی که در دوره بعدی به عنوان ورودی با آنها برخورد می‌شود. در این پژوهش با استفاده از همین ویژگی منحصر بفرد، فرصت بررسی و تحقیق در مورد وابستگی متقابل میان دوره‌های زمانی پشت سر هم مهیا می‌شود. با تکیه بر مدل فیر و گروسکوف، تون و تی سوتسوی (۲۰۱۰)، یک مدل SBM به منظور اندازه‌گیری کارایی چندین واحد تصمیم‌گیرنده مشابه، به صورت پویا در طول چندین دوره زمانی ارائه کردند. آنها اثر فعالیت‌های متصل به هم[10]، بین دو دوره زمانی متوالی را در محاسبه کارایی لحاظ کردند و این فعالیت ها را به چهار گروه تقسیم کردند: گروه اول فعالیت‌های انتقالی خوب[11] یا مطلوب، گروه دوم فعالیت‌های انتقالی بد[12] یا نامطلوب، گروه سوم فعالیت‌های انتقالی ثابت[13] که واحد تصمیم گیرنده

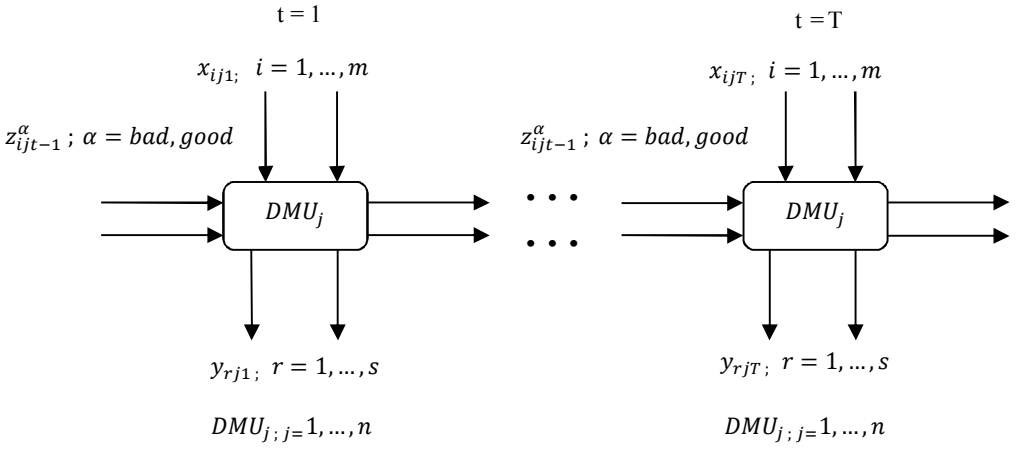
1. Avkiran
2. Non-oriented model
3. Profit centers
4. Network slacks-based measure
5. Sengupta
6. Fare and Grosskopf
7. Intertemporal activities
8. Quasi-fixed outputs
9. Sueyoshi and Sekitani
10. Interconnected activities
11. Good links
12. Bad links
13. Fixed links

کنترلی بر آنها ندارد و بدون تغییر به دوره بعد منتقل می‌شوند و در نهایت گروه چهارم که شامل فعالیت‌های انتقالی آزاد[1] می‌باشد که واحد تصمیم گیرنده می‌تواند آزادانه آن‌ها را اداره کند. آن‌ها در این پژوهش با استفاده از رویکرد SBM به ارائه مدل پویا ورودی محور، خروجی محور و بدون جهت به منظور ارزیابی کارایی در طول چند دوره زمانی پشت سر هم پرداختند.

۳- مدل تحقیق

تعداد n واحد تصمیم‌گیرنده[2] (DMU) را در طول T دوره زمانی در نظر بگیرید، در هر دوره هر واحد تصمیم‌گیرنده ورودی‌ها و خروجی‌های مربوط به خودش، به همراه فعالیت‌های انتقالی (لینک) از دوره قبلی (T-1)، را دارا می‌باشد. بنابراین به هر DMU به صورت یک جریان مداوم بین دوره ۱ و دوره T ام نگاه می‌شود. دو فعالیت انتقالی مربوط به عملکرد بانک به صورت z^{good} مربوط به سود خالص سالیانه هر شعبه و z^{bad} مربوط به مانده مطالبات معوق سالیانه هر شعبه، نشان داده می شوند. در این مدل با فعالیت‌های انتقالی خوب یا مطلوب به صورت خروجی رفتار می‌شود زیرا مازاد آن‌ها باعث بهبود کارایی و کمبود آن‌ها موجب کاهش کارایی می‌شود. در نقطه مقابل با فعالیت‌های انتقالی بد یا نامطلوب به صورت ورودی برخورد می‌شود زیرا مازاد آن‌ها موجب کاهش کارایی شده و بایستی آن‌ها را حداقل کرد. در این مقاله، مدل SBM، ارائه شده توسط تون (۲۰۰۱) و مدل SBM پویا ارائه شده توسط تون و تی سوتسوی (۲۰۱۰)، به منظور ارزیابی کارایی کلی شعب بانک در طول سه سال مالی متوالی، مورد استفاده قرار گرفته است. شکل ۱، ساختار پویا مربوط به عملیات بانک در طول T سال را نشان می‌دهد.

$(x_{1jt}, x_{2jt}, \dots, x_{mjt})$، $(y_{1jt}, y_{2jt}, \dots, y_{rjt})$، $(z_{1jt}^{good}, z_{2jt}^{good}, \dots, z_{ngoodjt}^{good})$ و $(z_{1jt}^{bad}, z_{2jt}^{bad}, \dots, z_{nbadjt}^{bad})$ به ترتیب بیانگر بردارهای ورودی، خروجی، لینک خوب و لینک بد می‌باشند.



شکل ۱. ساختار پویا برای بانک

1. Free links
2. Decision Making Units

تابع امکان تولید با توجه به فرضیات بالا به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t x_{ijt} \le x_{it},\ \ i=1,\dots,m; t=1,\dots,T$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t y_{ijt} \ge y_{it},\ \ i=1,\dots,s; t=1,\dots,T$$

با توجه به اینکه هدف مدل، حداکثر کردن فعالیت‌های انتقالی مطلوب مثل سود است، لذا با آنها همانند خروجی رفتار شده و محدودیت آن به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t z_{ijt}^{good} \ge z_{it}^{good},\ \ i=1,\dots,ngood;\ t=1,\dots,T$$

همچنین با توجه به اینکه هدف مدل، مینیمم کردن فعالیت‌های انتقالی نامطلوب مثل زیان است، لذا با آن‌ها همانند ورودی رفتار شده و محدودیت آن را به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t z_{ijt}^{bad} \le z_{it}^{bad},\ \ i=1,\dots,nbad;\ t=1,\dots,T$$

x_{ijt}، y_{ijt}، z_{ijt}^{good} و z_{ijt}^{bad} همگی مقادیر مثبت مشاهده شده مربوط به واحدهای تصمیم‌گیرنده می‌باشند و x_{it}، y_{it}، z_{it}^{good} و z_{it}^{bad} بیانگر مقادیری هستند که با متغیر λ_j^t در ارتباطند. محدودیت اصلی مدل پویا که تداوم ارتباط میان دوره‌های زمانی متوالی را تضمین می‌کند، به صورت زیر می‌باشد:

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t z_{ijt}^{\alpha} = \sum_{j=1}^{n}\lambda_j^{t+1} z_{ijt}^{\alpha};\ \ t=1,\dots,T-1;\ \alpha = good\ \&\ bad$$

این محدودیت برای مدل پویا حیاتی است، زیرا دوره t و $t+1$ را به یکدیگر متصل می‌کند. همچنین به منظور لحاظ کردن فرض بازده نسبت به مقیاس متغیر در مدل ارائه شده، محدودیت تحدب به مدل اضافه می‌شود. لازم به ذکر است که در مدل با بازده نسبت به مقیاس ثابت این محدودیت اعمال نمی‌شود.

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t = 1;\ t=1,\dots,T$$

با در نظر گرفتن تابع امکان تولید بالا می‌توان محدودیت‌های مربوط به یک واحد تصمیم گیرنده $(DMU_o, o=1,\dots,n)$ را به صورت زیر نوشت:

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t x_{ijt} + s_{it}^{-} = x_{iot},\ \ i=1,\dots,m;\ t=1,\dots,T$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t y_{ijt} - s_{it}^{+} = y_{iot},\ \ i=1,\dots,s;\ t=1,\dots,T$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t z_{ijt}^{good} - s_{it}^{good} = z_{iot}^{good},\ \ i=1,\dots,ngood;\ t=1,\dots,T$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t z_{ijt}^{bad} + s_{it}^{bad} = z_{iot}^{bad},\ \ i=1,\dots,nbad;\ t=1,\dots,T$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t = 1;\ t=1,\dots,T$$

$$\lambda_j^t, \lambda_j^{t+1}, s_{it}^{-}, s_{it}^{+}, s_{it}^{good}, s_{it}^{bad} \ge 0$$

کارایی کل یک واحد تصمیم‌گیرنده $(DMU_o, o=1,\dots,n)$ در طول T دوره زمانی با در نظر گرفتن متغیرهای $(\{\lambda^t\},\ \{S_t^-\},\ \{S_t^+\},\ \{S_t^{good}\},\ \{S_t^{bad}\})$ در قالب مدل SBM، به صورت زیر موررد ارزیابی قرار می‌گیرد:

$$\rho_0 = min\left(\left[1 - \frac{1}{m+nbad}\left(\sum_{i=1}^{m}\frac{s_{it}^{-}}{x_{i0t}} + \sum_{i=1}^{nbad}\frac{s_{it}^{bad}}{z_{i0t}^{bad}}\right)\right]\right).\left(\left[1 + \frac{1}{s+ngood}\left(\sum_{i=1}^{s}\frac{s_{it}^{+}}{yi0t} + \sum_{i=0}^{ngood}\frac{s_{it}^{good}}{z_{i0t}^{good}}\right)\right]\right)^{-1}$$

$$S.to$$
$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t x_{ijt}+s_{it}^{-}=x_{iot},\ \ i=1,\dots,m;$$
$$t=1,\dots,T$$
$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t y_{ijt}-s_{it}^{+}=y_{iot},$$
$$i=1,\dots,s;\ t=1,\dots,T$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t z_{ijt}^{good}-s_{it}^{good}=z_{iot}^{good},$$
$$i=1,\dots,ngood;\ \ t=1,\dots,T$$
$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t z_{ijt}^{bad}+s_{it}^{bad}=z_{iot}^{bad},$$
$$i=1,\dots,nbad;\ \ t=1,\dots,T$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t z_{ijt}^{\alpha}=\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^{t+1} z_{ijt}^{\alpha};$$
$$t=1,\dots,T-1$$
$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t=1\,;\ t=1,\dots,T$$
$$\lambda_j^t,\lambda_j^{t+1},s_{it}^{-},s_{it}^{+},s_{it}^{good},s_{it}^{bad}\geq 0$$

صورت کسر برابر متوسط کارایی ورودی‌ها و مخرج کسر برابر معکوس متوسط کارایی خروجی‌هاست. مقدار کارایی در این مدل بین صفر و یک قرار دارد و زمانی مقدار یک را به خود می‌گیرد که تمامی متغیرهای کمکی صفر شوند. با توجه به اینکه مدل SBM پویا ارائه شده به صورت کسری است، لذا به منظور حل، بایست آن را به فرم خطی تبدیل کرد. به همین منظور براساس کوپر و همکاران[1] (۲۰۰۷)، با معرفی یک اسکالر مثبت مثل k، مدل DSBM فوق، به فرم خطی تبدیل می‌شود:

$$\tau=min\left[k-\frac{1}{m+nbad}\left(\sum_{i=1}^{m}\frac{ks_{it}^{-}}{x_{i0t}}+\sum_{i=1}^{nbad}\frac{ks_{it}^{bad}}{z_{i0t}^{bad}}\right)\right]$$

$$S.to$$
$$\left[k+\frac{1}{s+ngood}\left(\sum_{i=1}^{s}\frac{ks_{it}^{+}}{y_{iot}}+\sum_{i=0}^{ngood}\frac{ks_{it}^{good}}{z_{iot}^{good}}\right)\right]=1$$
$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t x_{ijt}+s_{it}^{-}=x_{iot},\ \ i=1,\dots,m;$$
$$t=1,\dots,T$$
$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t y_{ijt}-s_{it}^{+}=y_{iot},\ \ i=1,\dots,s;$$
$$t=1,\dots,T$$
$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t z_{ijt}^{good}-s_{it}^{good}=z_{iot}^{good},$$
$$i=1,\dots,ngood;\ \ t=1,\dots,T$$
$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t z_{ijt}^{bad}+s_{it}^{bad}=z_{iot}^{bad},$$
$$i=1,\dots,nbad;\ \ t=1,\dots,T$$
$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t z_{ijt}^{\alpha}=\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^{t+1} z_{ijt}^{\alpha};$$
$$t=1,\dots,T-1$$
$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j^t=1\,;\ t=1,\dots,T$$
$$\lambda_j^t,\lambda_j^{t+1},s_{it}^{-},s_{it}^{+},s_{it}^{good},s_{it}^{bad}\geq 0$$

حال با تعریف متغیرهای زیر:

$S_{it}^{-}=ks_{it}^{-}$ ، $S_{it}^{+}=ks_{it}^{+}$ ، $S_{it}^{good}=ks_{it}^{good}$ ، $S_{it}^{bad}=ks_{it}^{bad}$ ، $\Lambda_j^t=k\lambda_j^t$.

داریم:

$$\tau=min\left[k-\frac{1}{m+nbad}\left(\sum_{i=1}^{m}\frac{S_{it}^{-}}{x_{iot}}+\sum_{i=1}^{nbad}\frac{S_{it}^{bad}}{z_{iot}^{bad}}\right)\right]$$

1. Cooper et al.

$$S.\ to$$

$$\left[k+\frac{1}{s+ngood}\left(\sum_{i=1}^{s}\frac{S_{it}^{+}}{y_{iot}}+\sum_{i=0}^{ngood}\frac{S_{it}^{good}}{z_{iot}^{good}}\right)\right]=1$$

$$\sum_{j=1}^{n}\Lambda_j^t x_{ijt}+S_{it}^{-}=x_{iot},\quad i=1,\dots,m;\ t=1,\dots,T$$

$$\sum_{j=1}^{n}\Lambda_j^t y_{ijt}-S_{it}^{+}=y_{iot},\quad i=1,\dots,s;\ \ t=1,\dots,T$$

$$\sum_{j=1}^{n}\Lambda_j^t z_{ijt}^{good}-S_{it}^{good}=z_{iot}^{good},\quad i=1,\dots,ngood;\ \ t=1,\dots,T$$

$$\sum_{j=1}^{n}\Lambda_j^t z_{ijt}^{bad}+S_{it}^{bad}=z_{iot}^{bad},\quad i=1,\dots,nbad;\ \ t=1,\dots,T$$

$$\sum_{j=1}^{n}\Lambda_j^t z_{ijt}^{\alpha}=\sum_{j=1}^{n}\Lambda_j^{t+1} z_{ijt}^{\alpha};\quad t=1,\dots,T-1\ ;\alpha=good\ \&\ bad$$

$$\sum_{j=1}^{n}\Lambda_j^t=1\ ;\ t=1,\dots,T$$

$$\Lambda_j^t,\Lambda_j^{t+1},S_{it}^{-}S_{it}^{+},S_{it}^{good},S_{it}^{bad}\ \geq 0$$

حال چنان چه یک جواب بهینه برای مسئله فوق، به صورت زیر باشد:

$(\{\Lambda_o^{t*}\},\ \{S_{it}^{-*}\},\ \{S_{it}^{+*}\},\ \{S_{it}^{good*}\},\ \{S_{it}^{bad*}\},\ \{k^*\})$.

می‌توان جواب بهینه مسئله اصلی را به صورت زیر تعریف کرد:

$\lambda_o^{t*}=\Lambda_j^{t*}/k^*$, $s_{it}^{-*}=S_{it}^{-*}/k^*$, $s_{it}^{+*}=S_{it}^{+*}/k^*$, $s_{it}^{good*}=S_{it}^{good*}/k^*$, $s_{it}^{bad*}=S_{it}^{bad*}/k^*$.

۴- مطالعه موردی

لازمه هر پژوهش کاربردی مطالعه و شناخت پارامترهای مؤثر در قلمرو کاری پژوهش است. به همین منظور، در راستای شناخت و استخراج شاخص‌های مؤثر ورودی، خروجی و انتقالی (لینک‌ها) از یک سال مالی به سال دیگر، به منظور ارزیابی کارایی نسبی شعب، مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای گسترده‌ای بر روی سیستم بانکی صورت گرفت و همچنین جلساتی با مدیرعامل و معاون بانک برگزار شد.

از آن جا که تعداد شاخص‌ها به علت گسترده بودن فعالیت بانک و حجم بالای خدمات آن‌ها بسیار زیاد بود، لذا از طریق توزیع پرسشنامه میان سرپرستان شعب بانک و نظرخواهی از آنها درباره اهمیت شاخص‌ها، مهم‌ترین شاخص‌ها از نظر مدیران انتخاب گشته و در مدل جدید به کار گرفته شده‌اند. این شاخص‌ها به همراه مقیاس اندازه‌گیری در جدول ۱ آورده شده‌اند.

جدول ۱. مقیاس شاخص‌ها

فعالیت	نام شاخص‌ها	مقیاس شاخص ها
ورودی‌ها	۱- مبلغ کل سپرده‌ها x_1	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰ریال
	۲- هزینه‌های عملیاتی x_2	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰ریال
خروجی	۳- مبلغ کل وام‌ها y_1	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال
فعالیت‌های انتقالی (لینک‌ها)	۴- سود خالص سالیانه z_1	۱۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال
	۵- مانده مطالبات معوق z_2	۱۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال

همچنین داده‌های مربوط به شاخص‌های ارائه شده در قسمت قبلی، برحسب سال، به طور کامل در جدول ۲، آورده شده‌اند. T1، بیانگر سال اول، T2، بیانگر سال دوم و T3، بیانگر سال سوم می‌باشد.

جدول ۲. داده‌های مربوط به عملکرد شعب بانک در طول سه سال متوالی

DMUs	کل سپرده‌ها			هزینه های عملیاتی			کل وام‌ها			سود خالص			مانده مطالبات معوق		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
DMU1	24	25	24	28	35	50	40	50	54	58	59	24	25	24	28
DMU2	44	50	49	85	122	106	283	298	323	94	87	44	50	49	85
DMU3	49	55	56	184	160	171	185	191	188	104	121	49	55	56	184
DMU4	36	36	36	123	95	95	196	201	202	59	58	35	36	36	123
DMU5	18	20	19	32	43	38	106	103	98	32	43	18	20	19	57
DMU6	19	24	21	72	57	38	3	176	191	176	61	59	19	21	72
DMU7	8	12	13	22	21	30	22	24	28	19	19	8	12	13	22
DMU8	29	29	32	64	56	49	133	147	157	77	100	29	29	32	64
DMU9	45	49	46	28	34	31	873	815	803	315	313	45	49	46	28
DMU10	33	35	40	60	97	60	114	122	123	73	85	33	35	40	60

در این مقاله، سود خالص به عنوان لینک خوب و مانده مطالبات معوق به عنوان لینک بد، وارد مدل شده و کارایی نسبی شعب بانک در طول سه سال متوالی با در نظر گرفتن ارتباط میان آن‌ها با در نظر گرفتن بازده نسبت به مقیاس متغیر، در جدول ۳، آورده شده است. نتایج نشان می دهند که فقط ۳ شعبه از ۱۰ شعبه ناکارا هستند و بقیه شعب بر روی مرز کارا عمل می‌کنند. همچنین در جدول ۳، واحدهای مرجع برای هر کدام از شعب ناکارا آورده شده است به نحوی که شعب ناکارآمد بایستی به منظور دستیابی به کارایی بالاتر، شعب مرجع را الگوی فعالیت‌های خود قرار دهند. به عنوان مثال شعبه ۳ در سال اول باید فعالیت‌های شعب ۱، ۷، ۹ و ۱۰ را الگوی خود قرار دهد. در سال دوم شعب ۱، ۶، ۹ و ۱۰ شعب مرجع برای شعبه ۳ هستند. در سال سوم نیز برای رسیدن به مرز بهینه باید شعب ۱، ۶، ۸، ۹ و ۱۰ را الگوی کار خود قرار دهد. نکته بسیار قابل توجه در مدل پویا این است که برخی از واحدهایی که در کل دوره ناکارا هستند، در یک سال به مرز کارایی رسیده و به‌عنوان شعبه مرجع در همان سال برای سایر شعب قلمداد شده‌اند. مثال واضح آن شعبه ۸ می‌باشد که با کارایی کل ۰.۶۴۵۴ ناکاراست اما به عنوان شعبه مرجع در سال سوم برای شعبه ۳ در نظر گرفته شده است.

جدول ۳. ضرایب کارایی و واحدهای مرجع مربوط به مدل SBM پویا (VRS)

	ضریب کارایی پویا (VRS)	واحدهای مرجع در سال اول	واحدهای مرجع در سال دوم	واحدهای مرجع در سال سوم
DMU1	1.00	1	1	1
DMU2	1.00	2	2	2
DMU3	0.4809	1,7,9,10	1,6,9,10	1 ,6,8,9,10
DMU4	0.5016	7,9,10	6,9	1,6,9,10
DMU5	1.00	5	5	5
DMU6	1.00	6	6	6
DMU7	1.00	7	7	7
DMU8	0.6454	1,7,9,10	1,6,9,10	1,6,9,10
DMU9	1.00	9	9	9
DMU10	1.00	10	10	10

استفاده از مدل SBM پویا ما را قادر می‌سازد تا علاوه بر تعیین ضریب کارایی نسبی هر شعبه، مازاد ورودی‌ها و کمبود خروجی‌ها را در طول ۳ سال، در قالب متغیرهای کمکی محاسبه کنیم. جدول ۴، متغیرهای کمکی را به خوبی مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. به منظور روشن‌تر شدن این مسئله، یک مثال از ناکارآمدترین شعبه (شعبه ۳) آورده شده است که در آن، شعبه ناکارا با کاهش در ورودی‌ها و افزایش در خروجی‌ها به سطح کارایی بهینه دست پیدا می‌کند.

در سال اول بایستی متوسط هزینه‌های عملیاتی را به مقدار ۱۲۵میلیارد ریال و مانده مطالبات معوق را به مقدار ۶۶ میلیارد ریال، کاهش دهد. همچنین مبلغ وام‌های پرداختی را به میزان ۵۰۰ میلیارد ریال و سود خالص را به مقدار ۱۵ میلیارد ریال، افزایش دهد. در سال دوم فقط کافی است تا متوسط حقوق و دستمزد را به مقدار ۱۳،۲ میلیارد ریال کاهش دهد. در سال سوم نیز بایستی هزینه‌های عملیاتی را به میزان ۱۱۰ میلیارد ریال، کاهش داده و مبلغ کل وام‌ها را به میزان ۲۸۸ میلیارد ریال افزایش دهد. مدل SBM پویا با فرض بازده نسبت به مقیاس ثابت، بدون در نظر گرفتن محدودیت تحدب نیز حل شده که نتایج آن در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۴. مقادیر متغیرهای کمکی در مدل SBM پویا (VRS)

متغیرهای کمکی													
سال سوم				سال دوم				سال اول					
S_{13}^{good}	S_{13}^{bad}	S_{23}^{-}	S_{13}^{+}	S_{12}^{bad}	S_{12}^{good}	S_{22}^{-}	S_{12}^{-}	S_{11}^{good}	S_{11}^{bad}	S_{11}^{+}	S_{21}^{-}	S_{11}^{-}	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**DMU1**
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**DMU2**
0	0	110	28.8	0	0	0	1.32	15	66	50	125	0	**DMU3**
19.7	9	0	38.4	6.3	29	81.4	0	30	5.6	0	82	.26	**DMU4**
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**DMU5**
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**DMU6**
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**DMU7**
3.3	0	7.7	63.9	0	3.8	19.4	0	25.3	11.2	77.5	16.2	0	**DMU8**
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**DMU9**
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**DMU10**

جدول ۵. ضرایب کارایی و وشعب مرجع مربوط به مدل SBM پویا (CRS)

واحدهای مرجع در سال سوم	واحدهای مرجع در سال دوم	واحدهای مرجع در سال اول	ضریب کارایی پویا (CRS)	
1	1	9,10	0.7591	**DMU1**
2	2	2	1	**DMU2**
1,6	6,9,10	9,10	0.6298	**DMU3**
6,9	6,9	9,10	0.4312	**DMU4**
1,6,10	6,10	6,9,10	0.685	**DMU5**
6	6	6	1	**DMU6**
7	7	6,10	0.8983	**DMU7**
1,6,9	1,6,9	9	0.7173	**DMU8**
9	9	9	1	**DMU9**
10	10	10	1	**DMU10**

با بکارگیری فرض بازده نسبت به مقیاس ثابت، تعداد بیشتری از شعب ناکارا می‌شوند، زیرا شعب، با شعب هم اندازه خود مقایسه نمی‌شوند. کارایی شعبه ۳ و ۸ افزایش یافته است اما کارایی شعب ۱، ۴ و ۷ کاهش یافته است. کارایی شعب ۲، ۶، ۹ و ۱۰ نیز بدون تغییر و به صورت کارا باقی مانده است. جدول ۶ مقادیر متغیرهای کمکی (مازاد ورودی و کمبود خروجی) مربوط به مدل SBM پویا با فرض بازده نسبت به مقیاس ثابت را نشان می‌دهد. با توجه به مقادیر متغیرهای کمکی ارائه شده در جدول ۶، و مقایسه آن با ضرایب کارایی در جدول ۵، متغیرهای کمکی مربوط به واحدهایی که ضریب کارایی آنها یک بوده است، همگی صفر هستند. تجزیه و تحلیل متغیرهای کمکی مربوط به مدل SBM پویا با فرض بازده نسبت به مقیاس ثابت، همانند مدل با فرض بازده نسبت به‌مقیاس متغیر که توضیح داده شد، انجام می‌شود.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این مقاله مدل SBM پویا در تحلیل پوششی داده‌ها، ارائه شده توسط تون و تی سوتسوی (۲۰۱۰) توضیح داده شد و از آن برای ارزیابی کارایی ۱۰ شعبه بانک در طول سه سال مالی متوالی، با در نظرگرفتن سود خالص سالیانه به عنوان لینک خوب یا مطلوب و مانده مطالبات معوق پایان هر سال به عنوان لینک بد یا نامطلوب، استفاده کردیم. از آنجا که تعداد شاخص‌ها به علت گسترده بودن فعالیت بانک و حجم بالای خدمات آنها بسیار زیاد بود، لذا از طریق توزیع پرسشنامه میان سرپرستان شعب بانک و نظر خواهی از آنها درباره اهمیت شاخص‌ها، مهم‌ترین شاخص‌ها از نظر مدیران انتخاب گشته و در مدل جدید به کار گرفته شدند. در ادامه مدل SBM پویا با فرض بازده نسبت به مقیاس متغیر و ثابت حل شد و نتایج آنها با یکدیگر مقایسه شد. از آنجا که مدل SBM، یک مدل غیر شعاعی در تحلیل پوششی داده‌ها است که می تواند تغییرات نامتناسب را در ورودی‌ها و خروجی‌ها اعمال کند، لذا مدل SBM پویا ما را قادر ساخت تا مازاد ورودی‌ها و کمبود خروجی‌ها را شناسایی کرده و به منظور بهبود کارایی، آنها را به عنوان پیشنهاد به مدیران شعب بانک ارائه دهیم. با توجه به جدید بودن مدل‌های پویا در تحلیل پوششی داده‌ها و به منظور انجام تحقیقات بیشتر، می‌توان به ارائه مدل‌های پویا در زمینه ارزیابی کارایی هزینه، درآمد و سود نیز پرداخت. ارائه ساختار ثانویه مدل SBM پویا و قیمت‌های سایه‌ای لینک‌ها از دیگر زمینه‌های تحقیق در آینده خواهند بود.

متغیرهای کمکی													
سال سوم				سال دوم				سال اول					
S_{13}^{good}	S_{13}^{bad}	S_{23}^{-}	S_{13}^{+}	S_{12}^{bad}	S_{12}^{good}	S_{12}^{+}	S_{22}^{-}	S_{11}^{good}	S_{11}^{bad}	S_{11}^{+}	S_{21}^{-}	S_{11}^{-}	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	10	.9	DMU1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	DMU2
0	2	111	45.6	0	.81	92	104	13.1	8.5	61	125	1.5	DMU3
13.2	0	0	0	0	0	.07	87.2	16.4	4.7	2.5	109	3.4	DMU4
0	0	17	22.4	0	11.7	14	4.4	18.5	1.5	0	12.9	.9	DMU5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	DMU6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.1	6.2	2.5	DMU7
.14	0	.2	32.6	1.4	0	24	15	15.5	6.7	15.5	55.6	3.1	DMU8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	DMU9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	DMU10

فهرست منابع

[۱] جهانشاهلو غلامرضا، حسین‌زاده لطفی فرهاد، نیکومرام‌هاشم (۱۳۸۷). تحلیل پوششی داده‌ها و کاربردهای آن، تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.

[۲] عالم تبریز اکبر، رجبی پور میبدی علیرضا، زارعیان محمد (۱۳۸۸). بررسی کارکرد تکنیک تاپسیس فازیدر بهبود سنجش کارایی شعب با استفاده از تکنیک DEA، نشریه مدیریت صنعتی، ۱(۳)؛ صفحات ۹۹-۱۱۸

[۳] نمازی محمد، ابراهیمی‌شهلا (۱۳۸۹). بررسی کارایی بانک‌های ایران با استفاده از تکنیک DEA به روش پله‌ای، نشریه مدیریت صنعتی، دوره ۲، شماره ۵، صفحات ۱۵۹-۱۷۴

[۴] مهرگان محمدرضا (۱۳۸۳). مدل‌های کمی‌برای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها-DEA. چاپ اول. تهران: انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

[5]Avkiran, N.K., (2009), Opening the black box of efficiency analysis: An illustration with UAE banks, Omega 37, 930-941

[6] Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W.W., (1984), Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, Management Science, 30(9), 1078–1092.

[7] Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E., (1978), Measuring the efficiency of decision making units, European Journal of Operational Research, 2, 429–444.

[8] Cooper, W.W., Seiford, L.M., Tone, K., (2007), Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software, Springer.

[9] Elyasiani, E., & Mehdian, S. (1995). The comparative efficiency performance of small and large U.S. commercial banks in the pre-and 53 post-deregulation eras.Applied Economics, 27(11), 1069–1079.

[10] F¨are, R., Grosskopf, S., (1996), Intertemporal production Frontiers: with dynamic DEA. Norwell: Kluwer;

[11] Farrell, M.J., (1957), The measurement of productive efficiency, Journal of the Royal Statistical Society, Series A, General, 120(Part 3), 253–281.

[12] Lin, T.T., Lee, C.C., & Chiu, T.F., (2009), Application of DEA in analyzing a bank's operating performance, Expert Systems with Applications, 36, 8883–8891

[13] Nemoto, J., Goto, M., (1999), Dynamic data envelopment analysis modeling intertemporal behavior of a firm in the presence of productive inefficiencies, Economic Letters; 64(1):51–6.

[14] Sengupta, k., (1999), A dynamic efficiency model using data envelopment analysis, Int. j. Production Economics 62; 209-218

[15] Sueyoshi, T., Sekitani, K., (2005), Returns to scale in dynamic DEA, European Journal of Operational Research; 161(2):536–44.

[16] Tone, K., (2001), A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis, European Journal of Operational Research; 130(3):498–509.

[17] Tone K, Tsutsui M. Network DEA: a slacks-based measure approach. European Journal of Operational Research 2009; 197(1): 243–52.

[18] Tone, K., Tsutsui, M., (2010), Dynamic DEA: A slacks-based measure approach, Omega 38; 145-156