فصلنامه پژوهش‌های پولی-بانکی
سال هفتم، شماره ۲۰، تابستان ۱۳۹۳
صفحات ۲۸۵-۳۰۵

سنجش بهره‌وری شعب بانک با رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (یکی از بانک‌های استان گیلان)

عادل آذر[*] **محمد زارعی محمودآبادی**[†]
عباس مقبل باعرض[‡] **آمنه خدیور**[§]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۶

چکیده

مدل‌های مرسوم تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی عملکرد مبتنی بر رویکرد جعبه سیاه هستند، به‌گونه‌ای که نهاده‌ها در واحدهای تصمیم‌گیری بدون توجه به مراحل میانجی به ستانده‌ها تبدیل می‌شوند. فرایند ارائه خدمات در بانک‌ها از مراحل تعاملی و وابسته به هم تشکیل شده است. این پیوستگی باعث می‌شود در این پژوهش با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای، مدل اندازه‌گیری کارایی، اثربخشی و بهره‌وری در بانک طراحی شود. در این خصوص از ورودی‌های تعداد پرسنل و دارایی، متغیرهای میانجی هزینه‌های پرسنل و هزینه‌های عمومی و اداری و متغیرهای درآمد کل و سپرده کل به‌عنوان خروجی استفاده می‌شود. درنهایت، کارایی، اثربخشی و بهره‌وری شعب یکی از بانک‌های استان گیلان طی فرایندها و سطوح مختلف با استفاده از مدل پیشنهادی سنجیده می‌شود. از نتایج جالب این پژوهش این است که کاراترین شعبه یا اثربخش‌ترین شعبه لزوماً بهترین شعبه از لحاظ بهره‌وری نیست.

واژه‌های کلیدی: اثربخشی، کارایی
طبقه‌بندی JEL: C02، C61، C67

[*] استاد گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس؛ azara@modares.ac.ir (مسئول)
[†] دانشجوی دکتری مدیریت، دانشکده مدیریت دانشگاه تربیت مدرس؛ mohammadzarei123@gmail.com
[‡] دانشیار گروه مدیریت، دانشکده مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس؛ moghbela@modares.ac.ir
[§] استادیار گروه مدیریت، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهرا (س)؛ a_khadivar@yahoo.com

۱ مقدمه

مؤسسات مالی نقش بسیار مهم و تعیین‌کننده‌ای در تخصیص منابع، رشد اقتصادی و ایجاد شغل دارند. وجود شرکت‌های مالی کارا برای ترقی و حمایت از رشد اقتصادی برای هر کشوری لازم است (روغنیان، راسلی و قیصری[1]، ۲۰۱۲). همچنین، صنعت بانکداری یکی پیچیده‌ترین صنایع در جهان است و سهم عمده‌ای در دارایی و ثروت کشورها دارد. در انگلستان ۲۵ درصد تولید ناخالص داخلی به‌وسیله بخش‌های خدمات مالی این کشور ایجاد می‌شود (پارادی، روت و ژو[2]، ۲۰۱۱).

بانک‌ها ازجمله مهم‌ترین شرکت‌های مالی در هر کشوری هستند که به‌دلیل بین‌المللی‌شدن و آزادسازی بانکداری جهانی، به‌سرعت طی دو دهه گذشته گسترش یافته‌اند. برای مقابله با این محیط رقابتی، بسیاری از مسئولان بانک‌ها و پژوهشگران دانشگاهی برای یافتن راه‌هایی جهت بهبود عملکرد بانک‌ها تلاش کرده‌اند (هوآنگ، چیو، لین و لیو[3]، ۲۰۱۲). با افزایش رقابت‌های خارجی و داخلی و ارائه خدمات و محصولات متنوع بانک‌ها در صنعت بانکداری، نیاز جدی به بهبود عملکرد شعب به منظور ماندن در رقابت وجود دارد. در دهه‌های اخیر، ادبیات مدیریتی و آکادمیک توجه روزافزونی به مسئله اندازه‌گیری عملکرد سازمان داشته است، زیرا به انگیزش پرسنل، پشتیبانی از تصمیم‌گیری، بهبود در یادگیری سازمانی، بهبود مستمر و افزایش ارتباطات و هماهنگی منجر می‌شود (چیسا، فراتینی، لازاروتی و مانزینی[4]، ۲۰۰۹). ازطرفی، پیشرفت در فنّاوری و جهانی‌سازی خدمات مالی و همچنین حذف نظارت دولت از صنعت بانکداری، بانک‌ها را در برابر افزایش فشار رقابتی، آسیب‌پذیر کرده است.

هدف اصلی هر سازمان مالی بهبود عملکرد بوده و ارزیابی عملکرد یکی از بهترین راه‌ها برای بهبود عملیاتی در سازمان‌ها است. امروزه شاخص‌های گوناگونی به‌عنوان معیار عملکرد سازمان‌ها مطرح شده‌اند که کارایی، اثربخشی و بهره‌وری از مهم‌ترین این معیارها هستند. طبق تعریف، کارایی، انجام درست کارها؛ اثربخشی، انجام کارهای درست و بهره‌وری، ترکیبی از کارایی و اثربخشی است و هر دو مقوله را دربردارد. به عبارت دیگر،

---

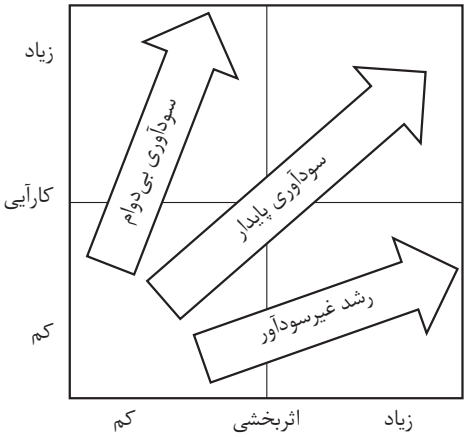
[1] Roghanian, Rasli & Gheysari

[2] Paradi, Rouatt & Zhu

[3] Huang, Chiu, Lin & Liu

[4] Chiesa, Frattini, Lazzarotti & Manzini

بهره‌وری، سنجش و ارزیابی بازده و نتایج فعالیت‌های یک سازمان را نسبت به اهداف و حجم منابع مصرفی درپی خواهد داشت (آذر، زارعی محمودآبادی و طحاری مهرجردی، ۱۳۹۱). بنابراین، بهره‌وری که ترکیبی از کارایی و اثربخشی (به‌طور همزمان) بوده، به‌عنوان عامل کلیدی در موفقیت و رشد و توسعه بانک‌ها در این محیط رقابتی مطرح است. البته، همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، فعالیت با کارایی بالا و اثربخشی پایین باعث سودآوری بی‌دوام و فعالیت با کارایی پایین و اثربخشی بالا موجب رشد غیرسودآور می‌شود و دستیابی همزمان به کارایی و اثربخشی در سطح بالا، بانک‌ها را قادر به دستیابی به مزیت رقابتی، توسعه پایدار و سودآوری بادوام خواهد کرد (موزاس[1]، ۲۰۰۶).



شکل ۱. تأثیر سطوح متفاوت کارایی و اثربخشی

تکنیک‌های متعددی نظیر نسبت‌های مالی (چیسر و تمت[2]، ۲۰۰۲) شاخص‌ها (کوئیلی، پراسادا، ادانل و بیتس[3]، ۱۹۹۸) و تحلیل رگرسیون (مارفی و ارگلر[4]، ۱۹۸۲) برای ارزیابی عملکرد شعب بانک‌ها استفاده شده‌اند. این درحالیست که تکنیک‌های مرسوم، محدودیت‌های ذاتی بسیار زیادی دارند که آنها را برای نمایش ماهیت پیچیده و فزاینده

---

[1] Mouzas

[2] Schweser & Temte

[3] Coelli, Prasada, O'Donnell, & Battese

[4] Murphy & Orgler

بانکداری شعب نامناسب می‌کند. برای مثال، تحلیل نسبت‌های مالی مرسوم امکان ارزیابی‌های مستقل ترکیبی به‌صورت عینی و در یک امتیاز عملکرد را ندارند و استفاده از آنها برای اهداف مقایسه‌ای بسیار سخت است. یک شعبه ممکن است در برخی نسبت‌ها قوی و در برخی دیگر از نسبت‌ها ضعیف باشد و این باعث سختی قضاوت درباره وضعیت عملکردی آن شعبه می‌شود. همچنین، ترکیب ساده این نتایج با هم نیز ممکن است موجب شاخص‌های گمراه‌کننده یا اشتباه شود. روش دیگر برای ارزیابی عملکرد بانک‌ها، تحلیل رگرسیون است. تحلیل رگرسیون یک روش پارامتریک است که به یک مدل تولید کلی تعیین‌شده نیاز دارد. همچنین، تحلیل رگرسیون یک روش تمایل مرکزی است و فقط مناسب سیستم‌های تک‌نهاده-چندستانده یا چندنهاده-تک‌ستانده است (پارادی و همکاران، ۲۰۱۱).

تحلیل پوششی داده‌ها[1] (DEA) رویکرد جامعی است که برای ارزیابی عملکرد در صنعت بانکداری پذیرفته شده است و محبوبیت این روش عمدتاً به‌دلیل وجود ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه در این مدل و تناسب آن برای بررسی روابط غیرخطی در تحلیل‌ها است (چانگ، لین، کائو و لیو[2]، ۲۰۱۱). پژوهش در کارایی بانک بر طبق مدل DEA بسیار رایج است. (دریک، هال و سیمپر[3]، ۲۰۰۹؛ فوکویاما و وبر[4]، a۲۰۰۹؛ فوکویاما و وبر، b۲۰۰۹؛ برگر و هامفری[5]، ۱۹۹۷؛ فوکویاما و وبر، ۲۰۱۰ و لیو[6]، ۲۰۰۹)

مدل‌های DEA مورد استفاده در ارزیابی عملکرد بانک‌ها به‌صورت جعبه سیاه[7] عمل می‌کنند. عملکرد در زمینه‌هایی از قبیل فنی، هزینه، بازده سود و بهره‌وری، با این فرض محاسبه می‌شوند که ورودی‌ها مصرف می‌گردند تا خروجی‌ها تولید شوند (آلی، گرابوسکی، پاسورکا و رانگان[8]، ۱۹۹۰؛ برگر و هامفری، ۱۹۹۱؛ چان و لیو[9]، ۲۰۰۶؛ چو، حسن، لوزانو و

---

[1] data envelopment analysis
[2] Chang, Lin, Cao, & Lu
[3] Drake, Hall, & Simper
[4] Fukuyama & Weber
[5] Berger & Humphrey
[6] Liu
[7] black box
[8] Aly, Grabowski, Pasurka & Rangan
[9] Chan & Liu

شن[1]، ۲۰۰۲؛ فریر و لاول[2]، ۱۹۹۰؛ گرابوسکی، رانگان و رضوانیان[3]، ۱۹۹۳؛ مک‌آلیستر و مک منوس[4]، ۱۹۹۳). به‌منظور کشف منابع ناکارآمدی، کارایی بانک‌ها به کارایی فنی، کارایی مقیاس و کارایی تخصیصی تجزیه شد (میلر و نولاس[5]، ۱۹۹۶، تیلر، تامسون، ترال و دارماپالا[6]، ۱۹۹۷، تامسون، برینک‌من، دارماپالا، گونزالز و ترال[7]، ۱۹۹۷). پس از آن، مدل‌های غیرشعاعی DEA که امکان کاهش ورودی و افزایش خروجی را به‌طور همزمان در نظر می‌گرفتند، مورد توجه واقع شدند.

چیو و چن[8] (۲۰۰۹) و همچنین دریک، هال و سیمپر (۲۰۰۶) مدل SBM[9] را برای برآورد کارایی بانک به‌کار گرفتند و تأثیرات داخلی بر کارایی را کشف کردند. اما همان‌طور که اشاره شد عیب عمده این روش همچنان باقی است، اینکه درون واحدهای تصمیم‌گیری به‌صورت جعبه سیاه باقی می‌ماند، هیچ بررسی درون آن‌ها صورت نمی‌گیرد و فقط به ورودی‌ها و خروجی‌های مدل نگاه می‌شود. درنتیجه، مدیر واحد نمی‌تواند منبع عدم‌کارایی را در درون واحد خود تشخیص دهد و تنها به این نکته پی می‌برد که کارا است یا خیر؟ (لوئیس و سکسون[10]، ۲۰۰۴).

بنابراین، اگر در اندازه‌گیری عملکرد، عملکرد زیرفرایندها در نظر گرفته نشود، درواقع یک تخمین ظاهری از کیفیت عملکرد صورت گرفته است. در رویکرد جعبه سیاه، تأثیرات روی ناکارآمدی از طریق عوامل داخلی و خارجی بررسی می‌شود. به‌منظور تجزیه‌وتحلیل عملکرد فرایندهای فرعی و منبع ناکارایی، برخی مطالعات به‌صورت ساختارمند، کارایی کلی را به کارایی‌های جزئی تجزیه کردند (هوآنگ و همکاران، ۲۰۱۲).

---

[1] Chou, Hasan, Lozano & Shen
[2] Ferrier & Lovell
[3] Grabowski, Rangan & Rezvanian
[4] McAllister & McManus
[5] Miller & Noulas
[6] Taylor, Thompson, Thrall & Dharmapala
[7] Thompson, Brinkmann, Dharmapala, Gonzalez & Thrall
[8] Chiu & Chen
[9] Slacks-Based Measure (SBM)
[10] Lewis & Sexton

بنابراین هدف پژوهش حاضر این است که با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای[1] (NDEA) نقطه ضعف مدل‌های سنتی DEA در ارزیابی عملکرد (یعنی عدم‌توجه به مراحل میانجی و فرایندهای داخلی) را مرتفع ساخته و مدل اندازه‌گیری کارایی، اثربخشی و بهره‌وری شعب بانک را طراحی کند و سپس با استفاده از مدل پیشنهادی، همزمان کارایی، اثربخشی و در کل بهره‌وری شعب یکی از بانک‌های استان گیلان را بسنجد.

چهارچوب مقاله بدین صورت است که در بخش ۲ تکنیک‌های تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای به‌صورت خلاصه شرح داده خواهد شد. بخش ۳ به شرح مختصری از پیشینه پژوهش می‌پردازد. در بخش ۴ روش‌شناسی پژوهش، در بخش ۵ به کارگیری مدل پیشنهادی در ارزیابی ۱۸ شعبه یکی از بانک‌های استان گیلان و سرانجام در بخش ۶ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری پژوهش ارائه می‌شود.

۲ ادبیات پژوهش

۱.۲ تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها یکی از روش‌های پرکاربرد در زمینه سنجش کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری همگن با ورودی‌ها و خروجی‌های یکسان است که توسط چارنز، کوپر و رودز[2] (۱۹۷۸) معرفی گردید. این تکنیک، یک روش ناپارامتریک تحلیل کارایی برای مقایسه واحدها نسبت به مرز کارایی است. از لحاظ ریاضی، DEA یک متدولوژی مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی است که کارایی هر DMU را بر اساس ناحیه امکان تولید محاسبه می‌کند که به‌وسیله همه DMUها تعیین می‌شود و مزیت قابل‌توجه آن، عدم‌نیاز آن به تعیین مشخصات پارامتریک (همچون تابع تولید) برای به‌دست‌آوردن امتیازات کارایی است (سیریوپولوس و تزیوکیدیس[3]، ۲۰۱۰). با فرض اینکه n واحد تصمیم‌گیری با m ورودی و s خروجی وجود داشته باشد، کارایی نسبی هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری با حل مدل برنامه‌ریزی کسری رابطه ۱ به‌دست می‌آید (زارعی محمودآبادی، طحاری مهرجردی و محبی، ۱۳۹۲).

---

[1] Network DEA (NDEA)

[2] Charnes, Cooper & Rhodes

[3] Siriopoulos & Tziogkidis

$$Max\ Z = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{r.}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i.}} \qquad (1)$$

$$s.t. \qquad \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \leq 1 \quad ; \quad j = 1,2,\cdots,n$$

$$u_r\ , v_i \geq 0\ ; \quad r = 1,2,\cdots,s \quad ; \quad i = 1,2,\cdots,m$$

از زمانی که مدل اولیه DEA ارائه شد، رشد مداومی در کاربردهای آن وجود داشته است. همچنین، به‌عنوان یکی از سریع‌ترین رشته‌های در حال رشد علم مدیریت و تحقیق در عملیات است و از آن به منظور ارزیابی کارایی سازمآنهای بخش خصوصی و دولتی استفاده می‌شود (بال، ارکسیو و سلیبیگلیو[1]، ۲۰۱۰).

با معرفی مدل DEA پژوهش‌های بسیاری درباره این مدل و کاربردها و فرضیات آن به‌عمل آمد و بر اساس فرضیات متفاوت، مدل‌هایی برحسب ورودی‌محور یا خروجی‌محور بودن و نیز بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس ارائه گردید. در یک مدل ورودی‌محور، یک واحد در صورتی ناکاراست که امکان کاهش هر یک از ورودی‌ها بدون افزایش ورودی‌های دیگر یا کاهش هر یک از خروجی‌ها وجود داشته باشد. در این حالت، کاهش نهاده‌ها بدون کاهش ستانده‌ها تا رسیدن به واحدی بر مرز کارا امکان‌پذیر است. در یک مدل خروجی‌محور، یک واحد درصورتی ناکاراست که امکان افزایش هر یک از خروجی‌ها بدون افزایش یک ورودی یا کاهش خروجی‌های دیگر وجود داشته باشد. در این مدل افزایش ستانده‌ها تا رسیدن به مرز کارا بدون جذب نهاده‌های بیشتر، امکان‌پذیر است (صالحی صدقیانی، امیری، رضوی، هاشمی و حبیب‌زاده، ۱۳۸۸).

منظور از بازگشت به مقیاس ثابت این است که با تغییر یک واحد در ورودی‌ها، خروجی‌ها نیز با نسبت ثابت تغییر می‌کنند. درواقع، شیب تابع تولید در این مدل ثابت است. به‌عبارت‌دیگر، بازده به مقیاس ثابت بدان معنا است که هر مضربی از ورودی‌ها همان مضرب از خروجی‌ها را تولید می‌کند و بازده به مقیاس متغیر بدین معنی است که هر مضربی از ورودی‌ها مضربی کمتر از آن و یا بیشتر از آن را تولید می‌کند (جعفریان مقدم و قصیری، ۱۳۸۹).

---

[1] Bal, Orkcu & Celebioglu

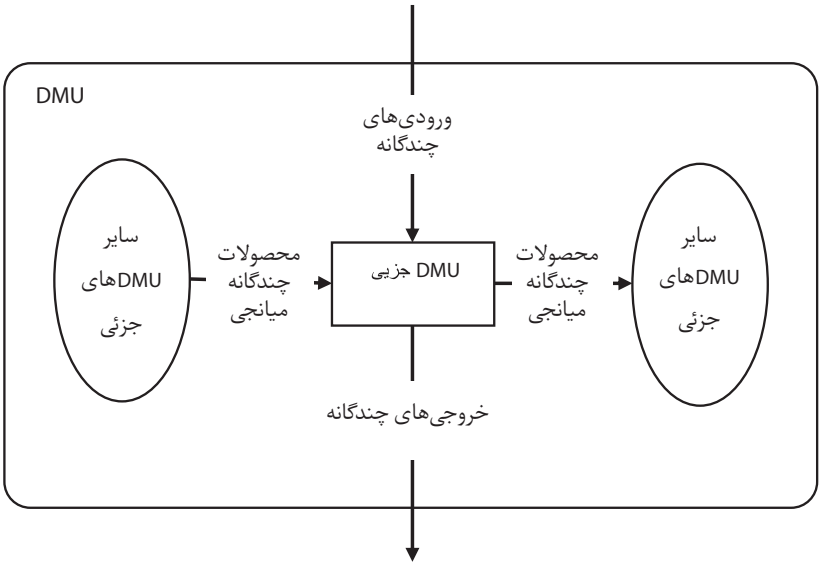
۲.۲ تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

ساختار شبکه‌ای که مراحل مختلف تولید با ورودی‌ها و خروجی‌های میانجی در مجموعه‌ای از فرایندها را به هم متصل می‌کند، اولین بار توسط فیر[1] (۱۹۹۱) معرفی شد و در ادامه بسط و گسترش یافت (فیر و گراسکوف[2]، a۱۹۹۶؛ فیر و گراسکوف، b۱۹۹۶؛ فیر و گراسکوف، ۲۰۰۰؛ فیر و ویتاکر[3]، ۱۹۹۵؛ تن و تسوتسویی[4]، ۲۰۰۹؛ تن و تسوتسویی، ۲۰۱۰). فیر و گراسکوف (۲۰۰۰) روابط بین فرایندهای مختلف تولیدی را در مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA) بنا نهادند که به‌موجب آن می‌توان ساختار بیشتری به مدل اضافه کرد تا برای کاربردهای خاص تناسب بیشتری داشته باشد. هنگامی که این روابط برقرار شد، باعث می‌شود بصیرتی درخصوص منابع ناکارایی و راهنمایی‌های خاص برای مدیران واحدها به‌منظور کمک به آن‌ها برای بهبود کارایی DMU آن‌ها فراهم شود (یو[5]، ۲۰۰۸).

مدل‌های DEA شبکه‌ای، کارایی کلی سازمان و کارایی هر کدام از زیرفرایندهای یک سازمان را اندازه‌گیری می‌کنند. همچنین، این مدل‌ها اجازه می‌دهند تا کارایی کلی با استفاده از ارتباطات ریاضی بین کارایی سازمان و کارایی فرایندها تجزیه شود. در مدل‌های NDEA، بجای ساختار سلسله مراتبی فعالیت‌ها، از ساختار شبکه‌ای کمک گرفته شده است (هسیه و لین[6]، ۲۰۱۰). در DEA شبکه‌ای، هر DMU از دو یا چند DMU جزئی‌تر تشکیل شده است. هر منبع توسط یک DMU جزئی مصرف شده و خروجی تولیدشده به‌عنوان ورودی وارد DMU جزئی بعد می‌شود، تا اینکه خروجی نهایی از DMU جزئی آخر خارج شود. شکل ۲ نمایی از DMUها در تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای نمایش می‌دهد (هلد و لوئیس[7]، ۲۰۱۱).

---

[1] Färe
[2] Grosskopf
[3] Whittaker
[4] Tone & Tsutsui
[5] Yu
[6] Hsieh & Lin
[7] Holod & Lewis



شکل ۲. نمای داخلی از DMUها در تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

۳ پیشینه پژوهش

تاکنون پژوهش‌های متعددی از کاربرد تکنیک DEA در حوزه‌های مختلف ازجمله در صنعت بانکداری صورت گرفته است که در ادامه به چند مورد از مهم‌ترین آنها اشاره می‌شود.

حجازی، انواری رستمی و مقدسی (۱۳۸۷) بهره‌وری کل بانک توسعه صادرات ایران و تغییرات بهره‌وری شعب آن را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش از مدل رتبه‌بندی کامل SBM (سنجه مبتنی بر متغیرهای کمکی) برای تحلیل بهره‌وری کل بانک و از شاخص بهره‌وری مالمکوئیست[1] برای اندازه‌گیری رشد بهره‌وری شعب طی سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۴ استفاده گردیده است. در مدل SBM از متغیرهای هزینه مطالبات مشکوک‌الوصول، منابع مالی قابل استفاده جهت اعطای تسهیلات و تعداد کارکنان به‌عنوان ورودی و از متغیر تسهیلات اعطایی به‌عنوان خروجی استفاده شده است. همچنین، در مدل مالمکوئیست از متغیرهای تعداد کارکنان، سود و

[1] Malmquist

کارمزد پرداختی و هزینه‌های اداری و پرسنلی به‌عنوان ورودی و از متغیرهای تسهیلات اعطایی، کارمزد دریافتی، سپرده‌های بدون هزینه و سپرده‌های هزینه‌زا به‌عنوان متغیرهای خروجی استفاده شده است.

نولاس، گلاولی و کریاکوپولوس[1] (۲۰۰۸)، ۵۸ شعبه بانک در یونان را به‌منظور ارزیابی کارایی هزینه شعب و همچنین بررسی اثر اندازه بر کارایی هزینه با استفاده از تکنیک DEA مورد تحلیل قرار دادند و بدین منظور از متغیرهای هزینه‌های کارکنان و سایر هزینه‌های عملیاتی به‌عنوان ورودی و از متغیرهای سپرده، وام و محصولات مالی به‌عنوان خروجی تحلیل استفاده کردند.

هالکاس و سالاموریس[2] (۲۰۰۴)، در پژوهش دیگری به بررسی کارایی بانک‌های یونانی طی سال‌های ۱۹۹۷-۱۹۹۹ با استفاده از نسبت‌های مالی و با به کارگیری مدل DEA پرداختند. در این مطالعه، نتایج حاصل با نتایج تجزیه‌وتحلیل گسترده نسبت‌های مالی مورد مقایسه قرار گرفت که نشان می‌دهد مدل DEA می‌تواند در کنار تجزیه‌وتحلیل نسبت‌ها به‌عنوان مکمل آنها برای ارزیابی عملکرد سازمان به‌کار رود.

کائو و هوآنگ[3] (۲۰۱۰) اثر سیستم‌های عملیاتی شبکه‌ای را بر ارزیابی عملکرد در صنعت بانکداری بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که اطلاعات بسیار بیشتری در مورد منابع ناکارایی از طریق روش NDEA نسبت به سایر روش‌ها می‌توان به‌دست آورد.

کامانو و دایسون[4] (۲۰۰۵)، ۱۴۴ شعبه بانک در کشور پرتغال را مورد بررسی قرار دادند. هدف آنها در این مطالعه بهبود ارزیابی کارایی هزینه در مدل DEA تحت سناریوهای عدم‌قطعیت ارزش و قیمت بود. بدین منظور متغیرهای تعداد شعب، تعداد مدیران، تعداد کارکنان اداری و تجاری، تعداد تحویل‌دارها و هزینه‌های عملیاتی به‌عنوان ورودی و تعداد معاملات خدماتی به‌عنوان خروجی تحلیل انتخاب شدند.

مالهاترا، مالهاترا و راسل[5] (۲۰۰۷) به منظور ارزیابی اسناد قرضه شرکتی از مدل DEA استفاده کردند. آنها دو نسبت مالی را به‌عنوان ورودی و ۶ نسبت مالی را به‌عنوان خروجی آن انتخاب کردند. دیدگاه محققان در انتخاب نسبت‌های ورودی و خروجی بر این بود که

---

[1] Noulas, Glaveli & Kiriakopoulos
[2] Halkos & Salamouris
[3] Kao & Hwang
[4] Camanho & Dyson
[5] Malhotra, Malhotra & Russel

این نسبت‌ها توان مالی قرض‌گیرنده را برای پرداخت اصل و فرع بدهی بهتر نشان می‌دهند. تعداد واحدهای تصمیم‌گیری (DMU) مورد بررسی ۳۴ شرکت بود که نتایج، ۸ مورد از آنها را از لحاظ توان پرداخت اصل و فرع بدهی نسبت به بقیه شرکت‌ها کاراتر نشان می‌داد.

به‌منظور بررسی کارایی فنی و رشد بهره‌وری در بخش بانکی کشور هند طی دوره ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۱، فوجی، ماناجی و ماتوسک[1] (۲۰۱۴) از مدل DEA با ورودی‌های نیروی کار، سپرده و دارایی‌های ثابت و خروجی‌های دارایی‌های کسب‌شده، وام‌های مشتریان و وام‌های بد (سوخت‌شده) استفاده کردند.

پرتلا و تاناسولیس[2] (۲۰۱۰) به منظور توسعه شاخص تغییر بهره‌وری بانک‌ها حتی با وجود داده‌های منفی، ۵۷ شعبه بانک در کشور پرتغال را مورد بررسی قرار دادند و از مدل DEA با ورودی‌های تعداد کارکنان و میزان اجاره‌بها به‌عنوان ورودی و تعداد تراکنش، تعداد مشتری، حجم حساب‌های جاری، حجم سایر حساب‌ها، حجم سپرده‌ها، حجم وام و اعتبارات به‌عنوان خروجی استفاده کردند.

گونسالز[3] (۲۰۰۶) به ارزیابی مدیریت کیفیت بانک‌ها در برزیل با استفاده از تکنیک DEA پرداخته است. در این پژوهش، تعداد ۵۰ بانک در این کشور طی بازه زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۶ با درنظرگرفتن ورودی‌هایی شامل تعداد کارکنان، هزینه‌های کار، تعداد شعب و هزینه‌های سرمایه و خروجی‌هایی شامل میزان سپرده‌ها و درآمد بهره، مورد ارزیابی قرار گرفت.

کائو و لیو (۲۰۰۹) از روش DEA برای اندازه‌گیری کارایی بانک‌های تجاری تایوان استفاده کردند. آنان در این پژوهش روش اندازه‌گیری کارایی هر بانک را با شبیه‌سازی رایانه‌ای مورد بررسی قرار دادند. تعداد پرسنل، سرمایه فیزیکی، وجوه خریداری‌شده، سپرده‌ها، وام‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت شش متغیری بودند که در این پژوهش به‌عنوان ورودی و خروجی تکنیک DEA درنظر گرفته شدند.

وانگ، هوآنگ، وُو و لیو[4] (۲۰۱۴) از مدل DEA جمعی دومرحله‌ای برای ارزیابی کارایی بانک‌های تجاری چین استفاده کردند. مهم‌ترین یافته‌های پژوهش آنها عبارت بودند از: ۱)

---

[1] Fujii, Managi & Matousek

[2] Portela & Thanassoulis

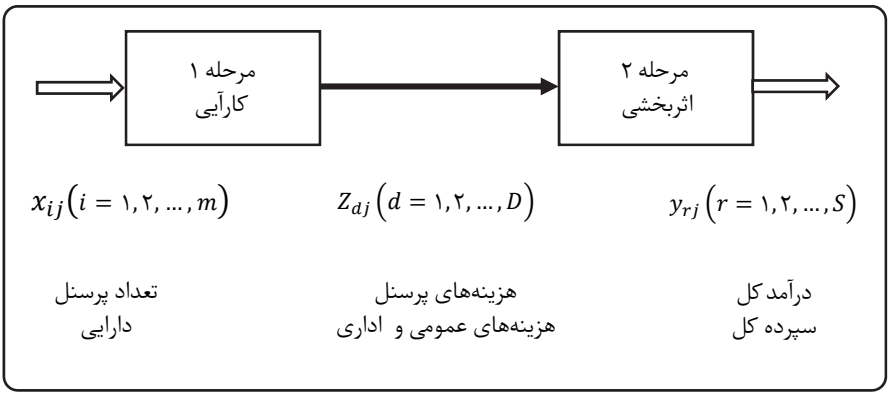
[3] Goncalves

[4] Wang, Huang, Wu & Liu

مدل DEA دومرحله‌ای بسیار مؤثرتر از مدل‌های مرسوم DEA است و ۲) کارایی کلی نظام بانکداری چین در طول دوره پژوهش به‌دلیل اصلاحات بهبود یافته است.

۴ روش‌شناسی پژوهش

یکی از اهداف این پژوهش، ایجاد ارتباط بین سطوح کارایی و اثربخشی و در کل بهره‌وری بانک‌ها به‌وسیله هزینه‌های پرسنل و اداری است و بر این اساس متغیرهای پژوهش انتخاب شده‌اند. بنابراین؛ بانک‌ها به‌عنوان یک‌سری فرایندهای متوالی مولد در نظر گرفته می‌شوند که منابع انسانی و فیزیکی را به منافع مالی تبدیل می‌کنند. بدین‌منظور، با توجه به پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه و مصاحبه و نظرسنجی از خبرگان موضوع (شامل ۲۵ نفر از مدیران بانک‌ها و اساتید دانشگاهی مسلط بر موضوع)، مدل مفهومی این پژوهش به این صورت استخراج شد که در مرحله اول، تعداد پرسنل و مقدار دارایی ورودی‌ها را تشکیل می‌دهند که به‌ترتیب به هزینه‌های پرسنل و هزینه‌های عمومی و اداری منجر می‌شوند و به‌عنوان معیارهای میانجی در نظر گرفته می‌شوند. هدف از درنظرگرفتن این مرحله، حداقل کردن منابع مالی و انسانی مورد نیاز برای دستیابی به سطح معینی از هزینه‌های سالانه است که مرحله محاسبه کارایی شعب است. در مرحله دوم یعنی مرحله اثربخشی، این هزینه‌های سالانه به‌عنوان یک وسیله برای ایجاد دو خروجی بسیار مهم بانک‌ها یعنی درآمد کل و سپرده کل، مصرف می‌شوند. فرایند شبکه‌ای ارزیابی عملکرد صنعت بانکداری که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است، به‌صورت شکل ۳ است.



شکل ۳. فرایند شبکه‌ای ارزیابی عملکرد صنعت بانکداری

با توجه به شکل ۳، تعارض بالقوه بین دو مرحله برای متغیرهای میانجی موضوع رایج در این مدل‌ها مطرح است. به عبارت دیگر، اولین مرحله ممکن است خروجی‌هایش را افزایش دهد تا کارا شود، درحالی‌که این عمل موجب کاهش کارایی مرحله دوم می‌شود (کوک، لیانگ و ژو[1]، ۲۰۱۰). بنابراین، به‌طور متفاوت از مدل‌های DEA مرسوم و به منظور معرفی مدل DEA شبکه‌ای دومرحله‌ای، در ابتدا مدل لیانگ، کوک و ژو[2] (۲۰۰۸) مطرح می‌شود.

فرض شده است که $DMU_j (j = ۱,۲,\dots,n)$ دارای D معیار میانجی (Z_{dj}) است. از طرف دیگر، ورودی‌های اولیه x_{ij} و خروجی‌های نهایی y_{rj} هستند. همچنین v_i، w_d و u_r را وزن‌های غیرمنفی متغیرها درنظر بگیرید. مدل DEA شبکه‌ای دومرحله‌ای بر اساس برنامه‌ریزی خطی به‌صورت رابطه ۲ است (لیانگ، کوک و ژو، ۲۰۰۸)، که در آن $\theta_{۰}^{Global}$ کارایی کلی فرایند دومرحله‌ای برای $DMU_{۰}$ است. همچنین، کارایی مراحل اول و دوم به‌صورت رابطه ۳ به دست می‌آیند. همچنین با توجه به مدل اصلی، می‌توان رابطه ۴ را برای کارایی مراحل اول و دوم نوشت.

با توجه به این مطالب و مدل مفهومی پژوهش، $\theta_{۰}^{Global}$ همان بهره‌وری است که ترکیبی از کارایی و اثربخشی است و $\theta_{۰}^{۱}$ همان کارایی و $\theta_{۰}^{۲}$ همان اثربخشی واحد تحت بررسی است.

۵ نتایج تجربی

مدل پیشنهادی فوق برای ارزیابی عملکرد شعب ۱۸گانه یکی از بانک‌های استان گیلان در سه حوزه (کارایی، اثربخشی و بهره‌وری) به‌کار گرفته شد. جدول ۱ اطلاعات خلاصه‌ای از مقادیر متغیرها را نشان می‌دهد. همچنین، نتایج آزمون همبستگی بیانگر رابطه مثبت و معنی‌دار بین هر یک از ورودی‌ها با خروجی‌های مدل است.

---

[1] Cook, Liang & Zhu

[2] Liang, Cook & Zhu

$$\theta_{۰}^{Global} = Max \sum_{r=۱}^{s} u_r y_{r۰} \quad (۱)$$

$$s.t.\ \sum_{r=۱}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{d=۱}^{D} w_d z_{dj} \leq ۰;\quad j = ۱,\cdots,n$$

$$\sum_{d=۱}^{D} w_d z_{dj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq ۰;\quad j = ۱,\ \cdots,n$$

$$\sum_{i=۱}^{m} v_i x_{i۰} = ۱$$

$$w_d \geq ۰,\ d = ۱,\cdots,D$$

$$v_i \geq ۰,\ i = ۱,\cdots,m$$

$$u_r \geq ۰,\ r = ۱,\cdots,s$$

$$\theta_{۰}^{۱} = \sum_{d=۱}^{D} w_d^* z_{d۰},\ \theta_{۰}^{۲} = \sum_{r=۱}^{s} u_r^* y_{r۰} / \sum_{d=۱}^{D} w_d^* z_{d۰} \quad (۳)$$

$$\theta_{۰}^{Global} = \theta_{۰}^{۱} \times \theta_{۰}^{۲} \quad (۴)$$

جدول ۱

خلاصه اطلاعات شعب

متغیرها	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
تعداد پرسنل (نفر)	۴	۸	۵/۱۱۱	۱/۰۲۳
دارایی	۹۹۸۲۶	۳۳۳۱۳۲	۱۷۳۰۷۶/۶۱۱	۶۷۰۵۳/۰۰۲
هزینه‌های پرسنل	۵۸۹	۱۳۲۶	۸۳۶/۵۵۶	۱۹۱/۴۴۷
هزینه‌های عمومی و اداری	۸۰۱	۲۵۴۴	۱۲۷۴/۰۵۶	۴۶۰/۸۸۸
درآمد کل	۵۲۵۴	۱۴۴۸۴	۸۳۵۴/۵۵۶	۲۹۸۰/۷۸۲
سپرده کل	۴۲۱۶۰	۲۱۰۲۹۰	۹۵۸۵۰/۱۱۱	۴۰۵۱۶/۷۰۱

یادداشت. اطلاعات به میلیون ریال گزارش شده است.

در این پژوهش به‌منظور جلوگیری از صفرشدن وزن متغیرها از حد پایین ۰/۰۰۰۰۰۱ برای متغیرهای v_i، w_d و u_r استفاده شده است. با اجرای مدل پیشنهادی برای ارزیابی عملکرد شعب بانک، وزن‌های به‌دست‌آمده از مدل و نتایج ارزیابی کارایی، اثربخشی و بهره‌وری شعب بانک به‌صورت جدول ۲ است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، شعبه ۱ و ۴ دارای کارایی ۱۰۰ درصد شده‌اند و کاراترین شعب هستند، ولی از نظر اثربخشی وضعیت خوبی نداشته‌اند (به ترتیب ۰/۵۶۷ و ۰/۶۳۵) همچنین شعبه ۱۰ اثربخش‌ترین شعبه بوده که دارای کارایی ۰/۸۳۳ است.

جدول ۲

نتایج ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی شعب بانک

DMU	کارایی	رتبه کارایی	اثربخشی	رتبه اثربخشی	بهره‌وری	رتبه نهایی
۱	۱۰۰	۱	۵۶/۷	۱۸	۵۶/۷	۱۵
۲	۹۴/۸	۵	۷۹/۰	۸	۷۴/۹	۵
۳	۹۲/۸	۶	۹۹/۳	۲	۹۲/۱	۱
۴	۱۰۰	۱	۶۳/۵	۱۴	۶۳/۵	۸
۵	۸۷/۱	۱۱	۸۶/۴	۶	۷۵/۳	۴
۶	۸۴/۸	۱۳	۶۷/۱	۱۱	۵۶/۹	۱۴
۷	۸۷/۹	۱۰	۵۷/۰	۱۷	۵۰/۱	۱۸
۸	۸۸/۳	۹	۹۸/۶	۳	۸۷/۱	۲
۹	۷۵/۰	۱۸	۷۲/۸	۱۰	۵۴/۶	۱۷
۱۰	۸۳/۳	۱۴	۱۰۰	۱	۸۳/۳	۳
۱۱	۷۵/۹	۱۷	۸۳/۳	۷	۶۳/۲	۹
۱۲	۹۵/۵	۴	۵۹/۰	۱۶	۵۶/۴	۱۶
۱۳	۹۱/۴	۸	۶۳/۹	۱۳	۵۸/۴	۱۲
۱۴	۷۶/۷	۱۶	۹۰/۶	۴	۶۹/۵	۷
۱۵	۹۲/۵	۷	۶۲/۳	۱۵	۵۷/۶	۱۳
۱۶	۹۷/۰	۳	۶۴/۹	۱۲	۶۳/۰	۱۰
۱۷	۸۵/۷	۱۲	۷۳/۲	۹	۶۲/۷	۱۱
۱۸	۷۹/۳	۱۵	۸۹/۵	۵	۷۱/۱	۶

یادداشت. ستون‌های بهره‌وری، اثربخشی و کارایی برحسب درصد هستند.

هیچ‌یک از شعب نتوانسته‌اند هم در کارایی و هم در اثربخشی امتیاز ۱۰۰ درصد بگیرند و همزمان کارا و اثربخش باشند و درنتیجه هیچ‌یک از شعب نتوانسته‌اند به بهره‌وری کامل دست یابند. از نتایج جالب توجه مدل این است که بهره‌ورترین شعبه، شعبه ۳ است که نه از لحاظ کارایی، کاراترین و نه از لحاظ اثربخشی، اثربخش‌ترین شعبه بوده است، بلکه این شعبه توانسته همزمان در کارایی (۰/۹۲۸) و اثربخشی (۰/۹۹۳) در سطح قابل‌قبولی فعالیت کند و بهترین میانگین رتبه کارایی و اثربخشی را دارد (۴=۲/(۲+۶)). با توجه به این مطلب، تمرکز یک بُعدی روی کارایی یا اثربخشی باعث توسعه پایدار و بهبود بهره‌وری نخواهد شد، همان‌طور که شعبه ۱ (کاراترین شعبه) از نظر بهره‌وری، رتبه ۱۵ و شعبه ۱۰ (اثربخش‌ترین شعبه) از نظر بهره‌وری، رتبه ۳ را دریافت کرده است.

۶ نتیجه‌گیری

از نتایج جالب این پژوهش این است که کاراترین شعبه یا اثربخش‌ترین شعبه لزوماً از نظر بهره‌وری در وضعیت مناسبی قرار ندارد و بهترین شعبه بانک از لحاظ بهره‌وری، شعبه‌ای است که هم از لحاظ کارایی و هم از لحاظ اثربخشی در سطح بالایی فعالیت کرده که این موضوع مؤید مطالب موجود در این حوزه است.

در پایان پیشنهاد می‌شود برای طراحی مدل اندازه‌گیری بهره‌وری از رویکرد تولیدی و میانجی‌گری در صنعت بانکداری نیز استفاده شود. همچنین، برای ارائه راهکار به بانک‌ها برای بهبود کارایی، اثربخشی و بهره‌وری از تحلیل حساسیت در مدل‌های DEA و همچنین ساخت واحدهای مجازی استفاده شود.

فهرست منابع

آذر، ع.، زارعی محمودآبادی، م.، و طحاری مهرجردی، م. ح. (۱۳۹۱). اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر بهره‌وری نیروی انسانی در صنعت کاشی با رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیری چندشاخصه و تحلیل پوششی داده‌ها. *نشریه چشم‌انداز مدیریت صنعتی*، ۵، ۹-۲۵.

جعفریان مقدم، ا. ر.، و قصیری، ک. (۱۳۸۹). مدل پویای چندهدفه تحلیل پوششی داده‌های فازی. *نشریه مدیریت صنعتی*، ۲(۴)، ۱۹-۳۶.

حجازی، ر.، انواری رستمی، ع. ا.، و مقدسی، م. (۱۳۸۷). تحلیل بهره‌وری کل بانک توسعه صادرات ایران و رشد بهره‌وری شعب آن با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA). *نشریه مدیریت صنعتی*، ۱(۱)، ۳۹-۵۰.

زارعی محمودآبادی، م.، طحاری مهرجردی، م. ح.، و محبی، ح. (۱۳۹۲). ارائه‌ی مدلی نوین برای ارزیابی کارایی نسبی عملکرد کشورهای شرکت‌کننده در بازی‌های بین‌المللی. *نشریه مطالعات مدیریت ورزشی*، ۱۷، ۱۰۵-۱۲۴.

صالحی صدقیانی، ج.، امیری، م.، رضوی، س. ح.، هاشمی، س. س.، و حبیب‌زاده، ا. (۱۳۸۸). ارائه مدل برنامه‌ریزی خطی برای محاسبه اوزان مشترک در مسائل تحلیل پوششی داده‌ها. *نشریه مدیریت صنعتی*، ۱(۲)، ۸۹-۱۰۴.

Aly, H. Y., Grabowski, R., Pasurka, C., & Rangan, N. (1990). Technical, scale, and allocative efficiencies in US banking: An empirical investigation. *Review of Economics and Statistics*, 30, 211-218.

Bal, H., Orkcu, H. H., & Celebioglu, S. (2010). Improving the discrimination power and weights dispersion in the data envelopment analysis. *Computers & Operations Research*, 37(1), 99-107.

Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1991). The dominance of inefficiencies over scale and product mix economics in banking. *Journal of Monetary Economics*, 28, 117-148.

Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research*, 98, 175–212.

Camanho, A. S., & Dyson, R. G. (2005). Cost efficiency measurement with price uncertainty: A DEA application to bank branch assessments. *European Journal of Operational Research*, 161, 432-446.

Chan, V. L., & Liu, M. (2006). Effects of deregulation on bank efficiency and productivity in Taiwan (in Chinese). *Academia Economic Papers*, 34, 251-300.

Chang, K. C., Lin, C. L., Cao, Y., & Lu, C. F. (2011). Taiwanese bank using data envelopment analysis with an undesirable factor. *African Journal of Business Management*, 5(8), 3220-3228.

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

Chiesa, V., Frattini, F., Lazzarotti, V., & Manzini, R. (2009). Performance measurement of research and development activities. *European Journal of Innovation Management*, 12, 25-61.

Chiu, Y. H., & Chen, Y. C. (2009). The analysis of Taiwanese bank efficiency: Incorporating both external environment risk and internal risk. *Economic Modelling*, 26, 456-463.

Chou, R., Hasan, I., Lozano, V. A., & Shen, C. H. (2002). Deregulation and efficiency of Taiwanese banks. In T. T. Fu, C. J. Cliff, & C. A. K. Lovell (Eds.), *Productivity and Economic Performance in the Asia-Pacific Region* (pp. 184-207). Edward Elgar.

Coelli, T. J., Prasada, D. S., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. (1998). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Boston: Kluwer Academic Publishers.

Cook, W. D., Liang, L., & Zhu, J. (2010). Measuring performance of two-stage network structures by DEA: A review and future perspective. *Omega*, 38(6), 423-430.

Drake, L., Hall, M. J., & Simper, R. (2006). The impact of macroeconomic and regulatory factors on bank efficiency: A non-parametric analysis of Hong Kong's banking system. *Journal of Banking and Finance*, 30, 1443-1466.

Drake, L., Hall, M., & Simper, R. (2009). Bank modelling methodologies: A comparative non-parametric analysis of efficiency in the Japanese banking sector. *Journal of International Financial Institutions and Money*, 19(1), 1-15.

Färe, R. (1991). Measuring Farrell efficiency for a firm with intermediate inputs. *Academia Economic Papers*, 19(12), 329–340.

Färe, R., & Grosskopf, S. (1996a). *Intertemporal production frontiers: With dynamic DEA*. Boston: Kluwer Academic.

Färe, R., & Grosskopf, S. (1996b). Productivity and intermediate products: A frontier approach. *Economics Letters*, 50(1), 65–70.

Färe, R., & Grosskopf, S. (2000). Network DEA. *Socio-Economic Planning Sciences*, 34(1), 35–49.

Färe, R., & Whittaker, G. (1995). An intermediate input model of dairy production using complex survey data. *Journal of Agricultural Economics*, 46(2), 201–213.

Ferrier, G. D., & Lovell, C. K. (1990). Measuring cost efficiency in banking: Econometric and linear programming evidence. *Journal of Econometrics*, 46, 229-245.

Fujii, H., Managi, S., & Matousek, R. (2014). Indian bank efficiency and productivity changes with undesirable outputs: A disaggregated approach. *Journal of Banking & Finance*, 38, 41-50.

Fukuyama, H., & Weber, W. L. (2009a). Estimating indirect allocative inefficiency and productivity change. *Journal of the Operational Research Society*, 60(11), 1594–1608.

Fukuyama, H., & Weber, W. L. (2009b). A directional slacks-based measure of technical inefficiency. *Socio-Economic Planning Sciences*, 43(4), 274–287.

Fukuyama, H., & Weber, W. L. (2010). A slacks-based inefficiency measure for a twostage system with bad outputs. *Omega*, 38(5), 239–410.

Goncalves, R. P. (2006). *Management quality measurement: Using data envelopment analysis (DEA) estimation approach for banks in Brazil*. German: University Library of Munhch.

Grabowski, R., Rangan, N., & Rezvanian, R. (1993). Organizational firms in banking: An empirical investigation of cost efficiency. *Journal of Banking and Finance*, 17, 531-538.

Halkos, G. E., & Salamouris, D. S. (2004). Efficiency measurement of the Greek commercial banks with the use of financial ratios: A data envelopment analysis approach. *Management accounting research*, 15(2), 201-224.

Holod, D., & Lewis, H. F. (2011). Resolving the deposit dilemma: A new DEA bank efficiency model. *Journal of Banking & Finance*, 38, 2801–2810.

Hsieh, L. F., & Lin, L. H. (2010). A performance evaluation model for international tourist hotels in Taiwan-An application of the relational network DEA. *International Journal of Hospitality Management*, 29, 14-24.

Huang, C. W., Chiu, Y. H., Lin, C. H., & Liu, H. H. (2012). Using a hybrid systems DEA model to analyze the influence of automatic banking service on commercial banks' efficiency. *Journal of the Operations Research Society of Japan*, 55(4), 209-224.

Kao, C., & Hwang, S. N. (2010). Efficiency measurement for network systems: IT impact on firm performance. *Decision Support Systems*, 48, 437-446.

Kao, C., & Liu, S. (2009). Stochastic data envelopment analysis in measuring the efficiency of Taiwan commercial banks. *European Journal of Operational Research*, 196(1), 312-322.

Lewis, H. F., & Sexton, T. R. (2004). Network DEA: efficiency analysis of organizations with complex internal structure. *Computers and Operations Research*, 31(9), 1365-1410.

Liang, L., Cook, W., & Zhu, j. (2008). DEA models for two-stage processes: Game approach and efficiency decomposition. *Naval Research Logistics*, 55(7), 643–653.

Liu, S. T. (2009). Slacks-based efficiency measures for predicting bank performance. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 2813–2818.

Malhotra, R., Malhotra, D. K., & Russel, P. (2007). *Using data envelopment analysis to rate bonds*. Proceedings of the Northeast Business & Economics Association, 4.

McAllister, P. H., & McManus, D. (1993). Resolving the scale efficiency puzzle in banking. *Journal of Banking and Finance*, 17, 389-405.

Miller, S. M., & Noulas, A. G. (1996). The technical efficiency of large bank production. *Journal of Banking and Finance*, 20, 495-509.

Mouzas, S. (2006). Efficiency versus effectiveness in business networks. *Journal of Business Research*, 59, 1124–1132.

Murphy, N. B., & Orgler, Y. E. (1982). Cost analysis for branching systems: Methodology, test results, and implications for management. *Journal of Financial Research*, 5, 181-188.

Noulas, A. G., Glaveli, N., & Kiriakopoulos, I. (2008). Investigating cost efficiency in the branch network of a Greek bank: an empirical study. *Managerial Finance*, 34, 160-171.

Paradi, J. C., Rouatt, S., & Zhu, H. (2011). Two-stage evaluation of bank branch efficiency using data envelopment analysis. *Omega*, 39(1), 99–109.

Portela, M. A., & Thanassoulis, E. (2010). Malmquist-type indices in the presence of negative data: an application to bank branches. *Journal of Banking and Finance*, 34, 1472-1483.

Roghanian, P., Rasli, A., & Gheysari, H. (2012). Productivity through Effectiveness and Efficiency in the Banking Industry. *Social and Behavioral Sciences*, 40, 550-556.

Schweser, C., & Temte, A. (2002). *Schweser's study notes: Financial statement analysis* (Vol. 3). Kaplan Professional Company.

Siriopoulos, C., & Tziogkidis, P. (2010). How do Greek banking in situations react after significant events? A DEA approach. *Omega*, 38, 294–308.

Taylor, M. W., Thompson, R. G., Thrall, R. M., & Dharmapala, P. S. (1997). DEA/AD efficiency and profitability of Mexican banks; A total income model. *European Journal of Operational Research*, 98, 346-363.

Thompson, R. G., Brinkmann, E. J., Dharmapala, P. S., Gonzalez, M. D., & Thrall, R. M. (1997). DEA/AR profit ratios and sensitivity of 100 large U.S. banks. European *Journal of Operational Research*, 98, 213-229.

Tone, K., & Tsutsui, M. (2009). Network DEA: A slacks-based measure approach. *European Journal of Operational Research*, 197(1), 243–252.

Tone, K., & Tsutsui, M. (2010). Dynamic DEA: A slacks-based measure approach. *Omega*, 38(3/4), 145–156.

Wang, K., Huang, W., Wu, J., & Liu, Y. N. (2014). Efficiency measures of the Chinese commercial banking system using an additive two-stage DEA. *Omega*, 44, 5-20.

Yu, M. M. (2008). Assessing the technical efficiency, service effectiveness, and technical effectiveness of the world's railways through NDEA analysis. *Transportation Research*, 42, 1283-1294.