حل مسئله سپرده : مدل کارایی جدیدی بانکی DEA

**چکیده**

یکی از نقاط ضعف مدلهای کارایی جاری بانکها , عدم توافق نقش سپرده در فرایند تولید بانکی می باشد. برخی از مدلها, سپرده را بعنوان ورودی و برخی دیگر آنرا بعنوان خروجی در نظر می گیرند. چنین پراکندگی موجود در روشها باعث ایجاد ناپایدارهایی در تخمین کارایی شده است. در تحقیق جاری نمونه دیگری از تحلیل پوشش داده دیگری (DEA) را پیشنهاد کرده ایم که با سپرده بعنوان محول میانی برخورد می کند و در نتیجه بر نقش دوگانه آن در فرایند تولید بانک تاکید دارد.در نتیجه اثر میزان سپرده ها بر کارایی بانک به میزان کارایی در دو طبقه از فرایند تولید بستگی دارد. مزیت اصلی مدل ما عدم نیاز محقق به قضاوت کردن در زمینه بهتر بودن یا نبودن وجود سپرده بیشتر (روش تولید) یا کمتر (روش واسطه گری) برای کارایی بانک می باشد. چارچوب یکپارچه ما دارای پتانسیل تولید تخمین کارایی پایداری می باشد.

**کلیدواژگان:** کارایی بانکی, DEA , واسطه گری مالی, مدلهای ورودی-خروجی

1. **مقدمه**

ارزیابی کارایی در صنعت بانکداری مورد توجه تحقیقات متعددی قرار گرفته شده است که با کارهای اولیه Greenbaum(1967), Benston (1965) و دیگران شروع شده است. با اینحال, هنوز هم مباحثاتی در نوشتجات در زمینه روش درست تخمین کارایی بانکی وجود دارد. مشکل اصلی ناشی از عدم توافق میان محققین در زمینه ورودی ها و خروجی های مناسب فرایند تولید موسسات بانکی می باشد. بخوبی پذیرفته شده که دارایی های ثابت و کارمندان بعنوان ورودی اصلی بشمار می روند, و انواع مختلف دارایی های بدست آمده , خروجی می باشند. با اینحال, نقش تعهدات بانکی بخصوص سپرده ها کاملا مباحثه انگیز است. دو روش اصلی برخورد با سپرده ها روش تولیدی و روش واسطه گری مالی می باشند. در روش تولید, سپرده بعنوان خروجی در نظر گرفته می شود زیرا بعنوان سرویس ارائه شده از سوی باتک به مشتریان دیده می شود. از سوی دیگر,روش واسطه گری مالی بانک را بعنوان واسطه گر می بیند که سپرده را گرفته و بصورت وام به مشتری می دهد. در نتیجه سپرده ورودی تولید وام و دیگر دارایی ها در نظر گرفته می شود.

در مواجهه با بحث ورودی یا خروجی بودنن سپرده, محققین بطور نمونه یکی از دو حالت تولید یا واسطه گری مالی را بدون اولویت شدید در نظر می گیرند. با توجه به اینکه هر روش دارای معیارهای خود بوده و بطور نظری قابل توجیه می باشد, جای تعجبی در این زمینه نیست. متاسفانه, چنین تقسیم بندی در نوشتجات باعث ایجاد ناپایداری در تخمین کارایی می شود. بانکی که دارای سپرده نسبتا بالاتر و وام کمتر باشد, در روش واسطه گری مالی بعنوان بانک ناکارا در نظر گرفته می شود ولی همین بانک در روش تولید کارا دیده می شود. در نتیجه تصمیم اینکه سپرده ورودی یا خروجی باشد, تاثیر مهمی بر اندازه گیری حاصل دارد.

در تحقیق جاری, مدل تحلیل پوشش داده ای جدیدی (DEA) را از کارایی بانک ارائه داده ایم که سپرده را نه ورودی می داند و نه خروجی . در عوض آنرا بعنوان محصول میانی در نظر گرفته ایم که خروجی طبقه اول و ورودی طبقه دوم می باشد. در نتیجه هیچ قضاوتی در زمینه مطلوبیت ارزش کمتر یا بیشتر سپرده انجام نداده ایم. اثر سپرده ها بر کارایی بانک, کم اهمیت نبوده و بوسیله امتیاز کارایی ترکیبی در دو طبقه فرایند تولید سنجیده می شود. در ایجاد بانک مرجع کارا برای یک بانک خاص مورد نظر , بانک مرجع هیچ یک از ورودیها (مانند کارمندان و دارایی های ثابت) را استفاده نکرده و حداقل بخش زیادی از هر خروجی را تولید می کند (وام و دیگر دارایی های بدست آمده) . با اینحال, الزام می کنیم که بانک مقدار سپرده مشابهی با بانک مورد نظر داشته باشد. بعبارت دیگر , سوال زیر را می پرسیم:با داشتن مبلغ خاصی سپرده, تا چه سطحی بانک قادر به کاهش ورودی ها و افزایش خروجی ها می باشد ؟دو مزیت اصلی نسبت به مدلهای قبلی وجود دارد. اولا, معتقدیم که مدلسازی سپرده بعنوان محصول میانی بازتاب گر فرایند تولید واقعی بانک بصورت واقع گرایانه تر می باشد. دوما نیاز به تصمیم گیری در این زمینه که داشتن سپرده بیشتر یا کمتر بهتر است یا نه, حذف می شودپس چارچوبی پیشنهاد داده میشود که دارای پتانسیل تولید تخمینهای پایداری از کارایی در مطالعات است.

در بخش 2 پیشینه هایی را در مورد بافت تحقیق ارائه می دهیم. در بخش 3 خلاصه ای از dea و و dea شبکه ارائه شده که روش شناسی پایه dea را به فرایندهای پیچیده تر ساختار داخلی توسعه می دهد. در بخش 4 فرموله سازی از مدل ارائه داده و در بخش 5 مدل خود را برای بدست آوردن تخمینی از امتیازات کارایی برای نمونه بانکی مورد استفاده قرار می دهیم. بخش 6 هم به نتیجه گیری اختصاص داده شده است.

1. **پیشینه**

تخمین کارایی در صنعت مالی شامل شناسایی خط مرزی کارایی بعنوان بستر کار اندازه گیری نسبی واحدها می باشد. امتیاز کارایی نسبی سازمان بانک با میزان نزدیکی آن به خط مرزی کارایی تعیین می شود. روشهایی شناسایی خط مرزی کارایی را می اوان در دو دسته گروه بندی کرد: روشهای غیر پارامتری و پارامتری. روشهای غیر پارامتری که شامل DEA و FDH می باشند هیچ محدودیتی را در شکل کارکردی روابط بین ورودی و خروجی قرار نمی دهد. این ویژگی روشهای غیر پارامتری بطور خاص نیازمند تخمین کارایی موسسات مالی می باشد که دارای تابع تولید مشخصی نیستند. روشهای پارامتری مانند روش مرزی آشوب (SFA) , DFA و TFA شکل تابعی حاصی را برای هزینه , سود یا تولید فرض می کنند. این ماهیت محدودکننده روشهای پارامتری عیب اصلی انها می باشد. از سوی دیگر روشهای پارامتری اجازه ورود خطای تصادفی را به فرایند تخمینمی دند در حالی که روشهای غیر پارامتری این گونه نیستند. توافقی در نوشتجات در زمینه اینکه کدام روش بهتر است وجود ندارد. هر دو روش بمیزان گسترده ای در نوشتجات مورد استفاده قرار گرفته شده اند. برگر و هامفری بررسی جامعی در زمینه تحقیقات کارایی مالی انجام داده اند و روش شناسی های متفاوت را مورد بحث قرار داده و کاربردهای آنها را در تحقیقات ردیابی کرده است.

بدون توجه به روش بکار رفته در تخمین کارایی, شناسایی ورودیها و خروجی های مناسببانکداری امری حیاتی است. متاسفانه بخاطر ماهیت عملیات بانکداری , تعریف ورودیها و خروجی های آن مباحثه برانگیز است. بیشتر محققین توافق دارند که کارمندان و هزینه های ثابت مانند ساختمان و تجهیزات ورودی های بانک می باشند. از سوی دیگر وام و دیگر درامدها غالبا بعنوان خروجی بانک دیده می شوند. با اینحال, نقش سپرده و دیگر تعهدات بانکی مورد توافق قرار نگرفته است.برخی محققین بر این باورند که سپرده باید خروجی باشد زیرا به مشتری ارائه می شود. برخی دیگر بر نقش بانکها بعنوان واسطه گرهای مالی تاکید دارند که از سپرده و دیگر تعهدات بمنظور ایجاد وام و سرمایه گذاری در بخشهای دیگر استفاده می شود.بر اساس این روش واسطه گری, سپرده باید بعنوان ورودی بانک در نظر گرفته شود. سیلی و لیندی بحث نظری در رابطه با دو روش اراده داده اند.

نقش دوگانه سپرده در فرایند تولید بانکی محققین را مجبور کرده تا یکی از روشهای واسطه گری مالی یا تولید را بر گرفته و در نتیجه انتخاب قرار دادی بعنوان ورودی یا خروجی داشته باشند تا کارایی بانک را تخمین بزنند. تحقیقات تجربی زیادی شامل Aly et al. (1990), Zaim (1995),DeYoung and Nolle (1998), Berger and Mester (1997), DeYoungand Hasan (1998), Isik and Hassan (2002), Beccalli et al. (2006), Lozano-Vivas and Pasiouras (2010), Banker et al. (2010), Hsiaoet al. (2010) روش واسطه گری را پذیرفته اند. همچنین Berger et al. (1987), Hunter and Timme (1995), Berger andDeYoung (1997), Resti (1997), Devaney and Weber (2002), Glasset al. (2010) از روش تولیدی استفاده کرده اند. تصمیم در زمینه انتخاب یکی از این دو روش معمولا بر اساس ترجیح شخصی نویسندگان انجام می شود. متاسفاته اینکه سپرده بعنوان ورودی یا خروجی انتخاب شودتاثیر شاخصی بر نتایج کارایی بدست امده از تخمین مدل دارد. با برابر در نظر گرفتن دیگر ایتمها, بانکی که دارای سپرده نسبتا بیشتری در مقایسه با دیگر بانکها باشد , در روش تولید کاراتر بوده و در روش واسطه گری ناکارتر بشمار می رود. مثلا, هانتر و تیم مشخص های dfa مختلف را تخمین زده اند و دریافتند تخمین کارایی به ورودی یا خروجی فرض کردن سپرده حساس است. بطور خاص تفاوت شاخص آمای در امتیاز کارایی میانه تولید شده از مشخصه های مختلف دیده شده است. همچنین آنها نشان دادند که رتبه بندی بانکهای مجزا همبستگی ضعیفی در مشخصه ها دارد.

حساسیت کارایی به مشخصه ورودی و خروجی , توانایی روش شناسی های بالا را تحت تاثیر قرار داده تا بتوان از آنها در ارزیابی کارایی بانکی استفاده نمود. همچنین پایداری تخمین کارایی مطلق و نسبی بانک در ارزیابی ادغام گر ها, ساختار بازار و موضوعات کنترلی و دیگر کاربردهای نیازمند به مقایسه بانکی امری حیاتی میباشد. در نتیجه توسعه روش شناسی که محقق را از قضاوت در زمینه ورودی و خروجی رها سازد امر مهمی بوده و چارچوبی برای تخمینهای پایدار تر کارایی بانکی ایجاد می کند.

در این تحقیق, سعی در پر کردن شکاف موجود در نوشتجات با توسعه مدل deaیی داریم که سعی در حل مسئله سپرده دارد. بجای برخوردبا سپرده بعنوان ورودی یا خروجی , آنرا بعنوان محصول میانی در نظر گرفته که خروجی طبقه اول فرایند تولید بانکی و ورودی طبقه دوم آن می باشد. سوال ما اینست که بانک تا چه سطحی قادر به کاهش ورودی صحیح و افزایش خروجی صحیح خود رد یک مبلغ خاص سپرده می باشد. در مدل ما نیاز نیست تعیین کنیم داشتن مقدار دلار سپرده بیشتر یا کمتر است بهتر است یا نه. در عوض اثر سپرده بر کارایی کلی بانک بوسیلع کارایی نسبی در هر طبقه از تولید تعیین می شود. در نتیجه, مدلی ارائه می دهیم که اهمیت سپرده را در فرایند تولید بانک تشخیص داده و همزمان از ایجاد مشکلات مرتبط با برسی سپرده بعنوان ورودی یا خروجی جلوگیری می کند.

1. **تحلیل پوشش داده و DEA شبکه ای**

DEA به یکی از پرکاربردترین روشهای استفاده شده در ارزیابی کارایی نسبی تبدیل شده است. توسعه ریاضی آنرا به کارنز و همکاران نسبت داده اند که آنرا بر اساس کار فارل و دیگران ساخته اند. Dea کارایی نسبی را در وضعیتهایی می سنجد که در آن چندین ورودی و خروجی وجود داشته و روش عینی شفافی برای تجمع ورودی یا خروجی در یک شاخص کارایی بهره وری وجود نداشته باشد. این تکنیک بخوبی در نوشتجات علم مدیریت مستند سازی شده است و توجه فزاینده ای را دریافت کرده است مخصوصا در سرویسها و بخشهای غیر از بازار اقتصاد. همانطور که در بخش قبلی بحث شد, DEA یکی از معمولترین روش های بکار رفته درتخمین کارایی صنعت بانکداری نیز می باشد.

DEa , در شکل ابتدایی خود مجموعه ای از وحادهای تصمیم گیری را در نظر گرفته (DMU) که هر یک سطح DMU خاصی از ورودی انتخابی را مصرف می کنند تا سطح dmu خاصی از خروجی انتخابی را تولید کنند. Dea هیچ فرضی در زمینه روش تبدیل ورودی به خروجی توسط dmu ندارد؛ هر dmu با توجه به فرایند تولید خود یک جعبه سیاه می باشد. مدلهای dea برای تمایز فرضیات بر اساس بازده به مقیاس مجاز می باشند. همچنین مدلهای Dea می توانند ورودی گرا , خروجی گرا یا بدون گرایش باشند. مدلهای ورودی گرا , کاهش ورودی را شناسایی کرده که DMU را موثرتر می کند و مدلهای خروجی گرا برای کاراتر شدن dmu خروجی را افزایش می دهند. مدلهای بدون گرایش ترکیبی از کاهش ورودی و افزایش خروجی را برای ایجاد کارایی شناسایی می کنند.

Dea خط مرز موثری را بر اساس بهترین مشاهدات هر کارایی ایجاد کرده و کارایی هر dmu را نسبت به این خط مرزی ارزیابی می کند. DEA کارایی dmuیی را ارزیابی میکند که نسبت به ترکیب خطی dmu موثر روی این خط مرزی قرار نگیرد. این ترکیب خطی نشان دهنده عملی بودن dmu مرجع می باشد که بر fmu های ناموثر تحت ارزیابی غالب می باشد.dmu مرجع هیچ یک از ورودی های دیگر را مصرف نمی کند و حداقل بخش زیادی از هر خروجی تحت ارزیابی را تولید می نماید. مدل dea بهره ورترین dmu را یافته و کارایی dmu تحت ارزیابی را نسبت به این مرجع ارزیابی می کند. مثلا, اگر dmu مرجع حداقل 25% از هر خروجی یا بیشتر را تولید کند, و هیچ ورودی را مصرف نکند, کارایی وارون dmu تحت ارزیابی 1.25 است و کارایی آن 1/1.25=/8 می باشد. می توان مدل dea را برای dmu خاص بصورت برنامه ای ریاضی فرموله ساز ی نمود. Deaکامل نیازمند آنست که چنین برنامه ریاضی را برای هر d,u حل کند.

همانطور که در بالا ذکر شد, مدلهای dea با dmu بعنوان جعبه سیاه رفتار می کنند. ورودیها وارد و خروجی ها از آن خارج می شوند. در نتیجه , ارائه مدیر dmu مجزا با اطلاعات خاص بر اساس منابع ناکارا در DMu مشکل است. dea شبکه به تحلیل گر اجازه داده تا به درون dmu نگاه کرده و بینش بیشتری در زمینه منابع ناکارای سازمان بدست آورد. در deaشبکه هر dmu مرکب از دو یا چند dmu فرعیست. هر منبع توسط dmu فرعی خود مصرف شده یا از dmu خارج می شود یا توسط dmu فرعی دیگری مصرف می شود. شبکه نمونه ای از dead mu در شکل ارائه شده است.



شکل 1 ساختار dmu فرعی نمونه در مدل dea شبکه

بسیاری از محققین روشهای مختلفی را برای DEA شبکه پیشنهاد کرده اند. مدلهای DEA شبکه را می توان ورودی گرا, خروجی گرایا بدون گرایش در نظر گرفت. همچنین می توان فرضیات مختلفی را با توجه به بازده مقیاس در مدلهای DEA شبکه در نظر گرفت.

ما از روش DEA شبکه بدون گریش ارائه شده در لویس و همکاران (2010) برای تاکید بر اهمیت کاهش همزمان ورودی و افزایش خروجی در سازمان بانکی استفاده می کنیم. برای تعیین کارایی و اثر وارون در هر DMU فرعی ,یک مدل DEA بدون گرایش استاندارد با استفاده از سطوح واقعی ورودیها (یا محصولات میانی ) مصرف شده و خروجی های (یا محصولات میانی ) تولید شده با DMU های فرعی استفاده شده است. سپس برای ارزیابی کارایی سازمانی و کارایی وارون , از فرایند تکرار استفاده می کنیم که بین همه DMU های فرعی سویچ می کند. در یک تکرار خاص سطوح هدف فرضی از ورودیها و خروجی های تکرار قبل در RHS شروط مربوطه را وارد می کنیم. همچنین سطح هدف مفروض محصولات میانی از مراحل مختلف RHS شروط مربوطه را نیز لحاظ می کنیم. این کار را تا زمانی ادامه می دهیم که امتیاز کارایی همه DMU های فرعی طی یک تکرار برابر با 1 باشد. در آخر, کارایی سازمانی و کارایی وارون را از نسبتهای سطوح مفروض نهایی ورودیها و خروجی ها به سطوح واقعی تعیین می کنیم. برای نمایش روش DEa شبکه بدون گرایش یک مدل DEA دوطبقه مرکب از یک ورودی Xk , یک محصول میانی yk و یک خروجی zk را مانند شکل 2 بکار می بریم. یک مدل Dea دو طبقه ای , حالت خاصی از dea شبکه بوده که در آن فقط دو dmu فرعی متصل بصورت سری وجود دارد. برای سطوح ورودی داده شده , xk و محصول میانی yk طبقه 1 dmu فرهی  واحد ورودی را مصرف کرده و واحد محصول میانی را تولید می کند. پس کارایی طیقه 1 dmu فرعی  و کارایی معکوس آن می باشد. برای سطح داده شده محصول میانی yk و خروجی zk طبقه 2 dmuفرعی می تواند  واحد محصول میانی را مصرف و  واحد خروجی تولید نماید. پس کارایی طبقه2 dmu فرعی  و کارایی وارون آن  می باشد.

سپس برای تعیین کارایی سازمانی و وارون , از فرایند تکراری استفاده می کنیم. برای سطوح ورودی xk و محصول میانی yk , طبقه 1 dmu فرهی می اواند  واحد ورودی مصرف و  واحد محصول میانی تولید کند. برای سطوح محصول میانی  و خروحی zk , طبقه 2 dmu فرعی می تواند  واحد محصول میانی مصرف و  خروجی تولید کند. این کار باعث تکمیل تکرار 1 می شود. برای سطوح خروجی  و محصول میانی  , طبقه 1dmu فرعی می تواند  واحد ورودی مصرف و  واحد محصول میانی تولید کند. برای سطوح محصول میانی  و خروجی  طبقه 2 dmu فرعی می تواند  واحد محصول میانی مصرف و  واحد خروجی تولید نماید. بدین گونه تکرار 2 بپایان می رسد. در کل برای سطوح ورودی  و محصول میانی  طبقه 1 dmu فرعی می تواند  واحد ورودی مصرف و  محصول میانی تولید کند. برای سطوح محصول میانی  و خروجی  طبقه 2 dmu فرعی می تواند  واحد محصول میانی مصرف و  واحد خروجی تولید کند.جدول 1 شکل 3 فرایند تکرار را خلاصه می کند. همانطور که در شکل 4-6 می بینیم , سطح ورودی , محصول میانی و سطح خروجی نهایتا به سمت  همگرا می شوند. کارایی سازمانی و کارایی وارون را می توان از نسبت سطح وردی نهایی به سطح ورودی اولیه  و نسبت سطح خروجی نهایی به سطح خروجی اولیه  تعیین نمود.



شکل 2: مدل dea دوطبقه با یک ورودی , یک محصول میانی و یک خروجی

با استفاده از سطح مفروض ورودی در تکرار t-1 و سطح مفروض محصول میانی از طبق 2 dmu فرعی در تکرار t-1 کارایی طبقه1 dmu فرهی را محاسبه کن

با استفاده از سطح مفروض خروجی در تکرار t-1 و سطح مفروض محصول میانی سطق 1 dmu فرعی در تکرار t کارایی طبقه 2 را dmu فرعی را محاسبه کن.

امتیازات کارایی هر dmu فرعی=1؟

کارایی سازمانی را از نسبت سطح ورودی نهایی به سطح ورودی اولیه و نبت سطح خروجی نهایی به سطح خروجی اولیه محاسبه کن

شکل 3: فلوچارت فرایند تکرار برای تعیین کارایی سازمانی و کارایی وارون مثال dea دوطبقه با فرض مدل بدون گرایش.



شکل 4: همگرایی ورودی

جدول 1: خلاصه فرایند تکرار برای تعیین کارایی سازمانی و کارایی وارون مثال dea دو طبقه با فرض مدل بدون گرایش





شکل 5 همگرایی محصول میانی



شکل 6: همگرایی خروجی



شکل 7 : مدل dea شبکه

1. **مدل**

شکل 7 مدل پیشنهادی ما از فرایند تولید بانک را نشان می دهد. فرض کنیم  مقدار دلار دارایی ثابت در بانک j , Ej0 تعاد واقعی کارمندان در بانک j , Dj0 مقدار دلار سپرده در بانک j , lj0 مقدار دلار وام بانک , و EAj0 مقدار دلار دیگر درامدهای بانک باشند. و aj,bj را بعنوان کسری از دارایی ثابت و کسری از کارمندان فرض کرده که در طبقه1 از بانک j مصرف شده اند.

همانطورکه در شکل 7 نمایش داده شده است, با سپرده نه به عنوان ورودی و نه خروجی برخورد کرده این. در عوض, آنرا بعنوان محصول میانی مرتبط با دو طبقه در نظر گرفته ایم. همچنین بانک از دارایی های ثابت و کارمندان برای بدست آوردن سپرده , اعطای وام و سرمایه گذاری در دیگر درامدها استفاده می کنند. با اینحال, سپرده بدست آمده در طبقه اول بعنوان منبع اصلی سرمایه گذاری فعالیات اعطای وام بانک در نظر گرفته شده است. بر خلاف مدلهایی که با سپرده بعنوان ورودی یا خروجی خالص رفتار می کنند, مدل ما بر نقش دوگانه آن در فرایند تولید بانک تاکید دارد. در نتیجه اثر مبلغ سپرده بر کارایی بانک کم اهمیت نبوده و به کارایی دو طبقه بستگی دارد.

می توان کارایی بانک را با استفاده از بازده متغیر بدون گرایش به مدل dea مقیاس ارزیابی نمود. مدل ما بدون گرایش است زیرا معتقدیم که مدیران بانک همزمان بدنبال کاهش ورودی و افزایش خروجی می باشند. همچنین بازده متغیر به مقیاس را نیز فرض کرده ایم زیرا معتقدیم مقایسه بانکهای بزرگ با بانکهای کوچک و برعکس عادلانه نیست. روش شناسی ما از لویس و همکاران (2010) پیروی می کند که بر روش شناسی سکتون و لویس توسعه یافته و لویس و سکستون مدل بدون گرایش را مجاز می دانند.

فرض کنیم  کارایی طبقه 1 و 2 مدل برای بانک k در تکرار t باشند و  کارایی معکوس تقریبی طبقه 1 و2 مدل برای بانک k در تکرار t. .  را وزن بانک j بوسیله بانک k تعریف می کنیم وقتی طبقه 1 مدل را در تکرار tحل می کنیم و  وزن بانک j بوسیله بانک k در حل طبقه 2 مدل در تکرار t تعریف می کنیم. فرض کنیم وزنهای بهینه باشند. طبقه 1 مدل برای بانک k در تکرار t را می توان بصورت زیر فرموله سازی نمود:



تابع هدف کارایی نسبی طبقه 1 را در بانک k طی تکرار t به حداقل می رساند. دو شرط اول تضمین می کنند که بانک هدف مفروض برای بانک k در تکرار t هیچ یک از ورودی های طبقه 1 را بیش از تکرار t-1 مصرف نمی کند. شرط سوم تضمین می کند که بانک هدف مفروش برای بانک k در تکرار t حداقل بخش عمده ای از محصول میانی (سپرده) را تولید می کند که ر طبقه 2 در تکرار t-1مصرف شده است.

طبقه 2 مدل برای بانک k در تکرار t را می توان بصورت زیر نوشت:



تابع هدف , کارایی نسبی طبقه 2 را در بانک k طی تکرار t به حداقل می رساند. دو شرط اول تضمین می کنند که بانک هدف مفروض k در تکرار t هیچ یک ورودی های طبقه 2را بیش از تکرار t-1 مصرف نمی کند. شرط سوم تضمین می کند که بانک هدف مفروض k در تکرار t محصول میانی بیش از مقدار تولید شده از طبقه 1 در تکرار t مصرف نمی کند. شروط چهارم و پنجم تضمین می کنند که بانک هدف مفروض k در تکرار t حداقل بخش عمده ای از خروجی طبقه 2 به اندازه تکرار t-1 را تولید دارد .

دقت کنید که فرمولهای ارائه شده در بالا بر این فرضند که طبقه 1 مدل را ابتدا در هر تکرار حل کرده ایم.اگر طبقه 2 مدل را ابتدا حل کنیم, آنگاه شرط سوم طبقه 1 فرمول بصورت زیر در می آید:



در آخر شرط سوم را در طبقه 2 بصورت زیر می نویسیم:



متاسفانه محدودیت داده ها از عدم تجمع دارای های ثابت و کارمندان مورد نیاز مدل جلوگیری می کند. یعنی مقدار aj,bj بانک j را نمی دانیم. پس مدل اصلاح شده ای را پیشنهاد می کنیم که باز هم هیچ قضاوتی در زمینه سپرده ندارد. شکل 8 نشان دهنده مدل اصلاحی بانک می باشد. نتیجه این اصلاح آنست که در حالی که کارایی بانک را ارزیابی می کنیم , ارزیابی کارایی هر طبقه ممکن نیست. مزیت مدل اصلاحی آنست که می توان باز هم سپرده را بعنوان محصول میانی در نظر گرفت تا اینکه آنرا ورودی یا خروجی بدانیم.

می توان نظریه بکار رفته در مدل اصلاحی را ساده سازی نمود. فرض کنید faj مقدار واقعی دارایی ثابت بانک j , Ej تعداد واقعی کارمندان بانکj , Dj مبلغ واقعی سپرده بانک j , Lj مبلغ واقعی وامهای بانک j و EAj مبلغ واقعی دیگر درامدهای بانک j باشند.  وزن قرار داده شده روی بانک j توسط بانک k و  کارایی نسبی بانک k و  کارایی وارون تقریبی بانک k تعریف می کنیم. مدل dea برای بانک k را می توان بصورت زیر فرموله سازی نمود.



تابع هدف , کارایی نسبی بانک k را به حداقل می رساند. دو شرط اول تضمین می کند که بانک هدف مفروض هر یک از ورودیها را بیش از بانک kمصرف نمی کند. شرط سوم تضمین می کند که بانک هدف مفروض دارای مقدار مشابهی سپرده با مقدار سپرده بانک k می باشد. شروط چهارم و پنجم تضمین می کنند که بانک مفروض هدف حداقل بخش زیادی از هر خروجی را به اندازه بانک k تولید می کند.



شکل 8 مدل اصلاحی بانک

1. **تخمین مدل**

حال عملکرد مدل خود را با تخمین امتیاز کارایی نسبی سازمان بانکی با استفاده از گزارش مالی consolidated bank holding companies گزارش FRY9) نشان می دهیم. داده های برگه تراز دسامبر را برای دوره 1986 – 2008 جمع آوری کرده مدل خود را برای هر سال از این دوره تخمین می زنیم. نمونه را به بانکهای لایه بالا محدود می کنیم. همچنین نیاز است تا هر سال, هر بانک , هیچ مقداری از ورودی یا خروجی را از دست نداده باشد. از آنجایی که تمرکز اصلی تحقیق ما روش شناسی است, نمی خواهیم واریاسیون کارایی را در طول زمان و در سازمان بانکی توصیف کنیم. در عوض مدل خود را به داده ها اعمال کرده و نتایج را با نتایج تولید شده از مدلهای گزینه ای که از سپرده بعنوان ورودی یا خروجی استفاده کرده اند مقایسه می کنیم.

ورودیهای ما , دارایی های ثابت و تعداد کارمندان می باشند. خروجی , وام و دیگر درامد های تعریف شده بعنوان حاصل جمع سرمایه های فدرال و امنیتی فروخته شده و دارای های تجاری می باشند. همانطور که در بخش قبل گفتیم سپرده نه وردی است و نه خروجی. در عوض مبلغ کل سپرده بعنوان محصول میانی وارد سیستم می شودو همچنین دو مدل گزینه دیگر را تخمین می زنیم. مدل اول سپرده را بعنوان ورودی و مدل دوم آنرا بعنوان خروجی در نظر می گیرد.

جدول 2 و3 میانه , میانگین و دیگر آمار توصیفی امتیاز کارایی را در هر سال نشان می دهد برای حالتی که سپرده ورودی و خروجی می باشد. برای هر سال , تست تی جفتی و تست رتبه علامت دار ویلکوکسن را برای مقایسه امتیاز کارایی در برخورد با سپرده بعنوان ورودی وخروجی انجام داده ایم. نتایج نشان دهنده شاخص آماری (p<.00005 برای همه تستها) بین دو مدل می باشد. پس انتخاب سپرده بعنوان ورودی یا خروجی بر امتیاز کارایی بانک اثرگذار است.

جدول 4 نشان دهنده میانه , میانگین و دیگر آمار توصیفی بانک در هر سال می باشد که در آم سپرده بعنوان محصول میانی در نظر گرفته شده است. برای هر سال , تست تی جفتی و تست رتبه علامت دار ویلکوکسن را بمنظور مقایسه مدل ما و مدلی که سپرده را ورودی یا خروجی فرض کرده انجام دادیم. در همه موارد بغیر از 4 موارد, مقدار p کمتر از .00005 بوده است. برای سال 2005 و 1988 , تست رتبه علامت دار مقدار p را .0001 و .0014 تعیین کرده است وقتی مدل خود را با مدل سپرده بعنوان ورودی یا خروجی مقایسه کرده ایم.برای سال 1987 تست تی جفتی و تست رتبه علامت دار دارای مقدار p .1187 و .3357 بوده اند.

جدول 2

آمار توصیفی امتیاز کارایی مدل dea که سپرده را بعنوان ورودی در نظر می گیرد. نمونه شامل رده بالاترین بانکهایی بوده که گزارش مالی را تکمیل کرده اند. ورودیها شامل دارایی های ثابت و تعداد کارمندان می باشد. خروجی ها شامل وام و دیگر درامدها می باشد که بعنوان حاصل جمع سرمایه های فدرل و امنیتی فروخته شده و دارایی های تجاری تعریف شده است. سپرده کل بعنوان ورودی تعریف شده است.



جدول 3

آمار توصیفی امتیاز کارایی بدست آمده از مئل dea که سپرده را بعنوان خروجی در نظر گرفته است. نمونه شامل رده بالاترین بانکهایی بوده که گزارش مالی را تکمیل کرده اند. ورودیها شامل دارایی های ثابت و تعداد کارمندان می باشد. خروجی ها شامل وام و دیگر درامدها می باشد که بعنوان حاصل جمع سرمایه های فدرل و امنیتی فروخته شده و دارایی های تجاری تعریف شده است. سپرده کل بعنوان ورودی تعریف شده است.



شکل 9 و 10 نشان دهنده ترسیم زمانی کارایی میانه و میانگین بدست آمده از سه مدل می باشد. چندین الگو در شکل 9قابل مشاهده می باشد که شایان ذکر می باشند. بطو رکلی مدل سپرده بعنوان ورودی میل دارد بیشترین میانه و میانگین کارایی را تولید کند و مدل با سپرده بعنوان خروجی کمترین میانه و میانگین را داشته است. مدل ما با سپرده بعنوان محصول میانی دارای کارایی بین دو مدل دیگر بوده است. دلیل احتمالی این امر آنست که بسیاری از بانکهای گروه نمونه ممکن است دارای سپرده های نسبتا کمی باشند. این امر باهث شده تا کارایی بیشتری در برخورد سپرده بعنوان ورودی د اشته باشیم.

از آن مهمتر, وقتی بنظر می رسد کارایی در مدلها دارای همبستگی باشد, چندین حالت وجود دارد که مدل با سپرده بعنوان ورودی تولید نتایجی کرده که با مدل سپرده بعنوان خروجی تفاوت زیادی دارد. مثلا, مدلی که سپرده را بعنوان ورودی در نظر می گیرد , دارای کاهش سال به سال کارایی میانه در سالهای 87 و 99 و 2001 و 2007 می باشد . مدلی که آنرا بعنوان خروجی در نظر گرفته شاهد افزایش کارایی در این سالها بوده است. همچنین کارایی میانه در سال 88 و 97 و 2000 و 2002 و 2006 و 2008 بر اساس مدل سپرده بعنوان ورودی افزایش یافته در همین سالها برای مدل دیگر شاهد کاهش کارایی بوده ایم. مدل ما در سالهای  بست مدل سپرده بعنوان ورودی و در سال سال 1988و 1997 و 2002 بسمت مدل دیگر نزدیک بوده است. این یافته ها بیشتر نشان می دهد که نتیجه گیری در زمینه پویایی های کارایی بانک می تواند تحت تاثیر انتخاب محقق از نوع برخورد با سپرده بعنوان ورودی یا خروجی قرار گیرد. مدل ما چارجوب یکپارچه ای بوده که فرایند تولید را بصورت مناسب تری ضبظ کرده و از مسئله سپرده جلوگیری می کند.

جدول 4:

آمار توصیفی امتیاز کارایی بدست آمده از مدل DEa که با سپرده بعنوان محصول میانی برخورد می کند. نمونه شامل رده بالاترین بانکهایی بوده که گزارش مالی را تکمیل کرده اند. ورودیها شامل دارایی های ثابت و تعداد کارمندان می باشد. خروجی ها شامل وام و دیگر درامدها می باشد که بعنوان حاصل جمع سرمایه های فدرل و امنیتی فروخته شده و دارایی های تجاری تعریف شده است. سپرده کل بعنوان محصول میانی تعریف شده است.





شکل 9: امتیاز کارایی میانگین بدست امده از سه مدل dea. نمونه شامل بانکهای رده بالایی بوده که گزارش مالی را تکمیل کرئده اند. هر مدل مرکب از دارایی های ثابت و تعداد کارمندان بعنوان ورودی و وام و دیگر درامدها بعنوان خروجی می باشد. مدل ها از نظر برخورد با سپرده متفاوت بوده اند. مدل با برچسب ورودی , سپرده را بعنوان ورودی و مدل با برچسب خروجی آنرا بعنوان خروجی در نظر گرفته است. مدل با برچسب IP آنرا بعنوان محصول میانی در دو طبقه از فرایند تولید در نظر گرفته است.

علاوه بر اثرگذاری تخمین کارایی میانگین در صنعت بانکداری , انتخاب سپرده بعنوان ورودی یا خروجی می تواند بر رتبه بندی بانکها اثرگذار باشد. جدول 5 نشان دهنده همبستگی سالانه امتیاز کارایی برای هر جفت مدل می باشد. یاداور می شویم که همه همبستگی ها مثبت هستند.ولی , همبستگی بین کارایی وقتی سپرده ورودی یا خروجی بوده کمتر از .7 در چندین سال متوالی بوده که نشان میدهد دو مدل رتبه بندی .واگرایی تولید می کند. این نتیجه با تحقیق هانتر و تایم (1995) نیز پایدار است که رتبه بندی بانکها را با همبستگی ضعیفی در مدلهای مختلف بدست آورده اند.

بطور خلاصه , نشان دادیم که مدل ما نتایج منطقی تری تولید می کند. همچنین انتخاب سپرده بعنوان ورودی یا خروجی موضوع مهمی در تخمین کارایی میانگین بانک و رتبه بندی بانکها می باشد.



شکل 10 . امتیاز کارایی میانه بدست آمده از سه مدل DEA. نمونه شامل بانکهای رده بالایی بوده که گزارش مالی را تکمیل کرئده اند. هر مدل مرکب از دارایی های ثابت و تعداد کارمندان بعنوان ورودی و وام و دیگر درامدها بعنوان خروجی می باشد. مدل ها از نظر برخورد با سپرده متفاوت بوده اند. مدل با برچسب ورودی , سپرده را بعنوان ورودی و مدل با برچسب خروجی آنرا بعنوان خروجی در نظر گرفته است. مدل با برچسب IP آنرا بعنوان محصول میانی در دو طبقه از فرایند تولید در نظر گرفته است.

جدول 5 : همبستگی امتیاز کارایی بین مدلها. نمونه شامل بانکهای رده بالایی بوده که گزارش مالی را تکمیل کرئده اند. هر مدل مرکب از دارایی های ثابت و تعداد کارمندان بعنوان ورودی و وام و دیگر درامدها بعنوان خروجی می باشد. مدل ها از نظر برخورد با سپرده متفاوت بوده اند. مدل با برچسب ورودی , سپرده را بعنوان ورودی و مدل با برچسب خروجی آنرا بعنوان خروجی در نظر گرفته است. مدل با برچسب IP آنرا بعنوان محصول میانی در دو طبقه از فرایند تولید در نظر گرفته است.



1. **نتیجه گیری**

مدل dea را برای کارایی بانکی توسعه داده ایم که با سپرده بعنوان محصول میانی برخورد می کند. بطورخاص, تشخیص دادیم که سپرده را می توان بعنوان ورودی یا خروجی در نظر گرفت که به طبقه فرایند تولید بانکی بستگی دارد. در نتیجه, اثر مقدار سپرده بر کارایی کل بانک به کارایی دو طبقه بستگی دارد. از آنجایی که مدل ما به جانبداری محقق بمست روش واسطه گری یا تولید نیاز ندارد, معتقدیم که احتمالا بعنوان چارچوب منطقی تری برای تخمین کارایی بانکی قابل استفاده می باشد.

نسخه اصلاحی مدل را به داده ها اعمال کرده و نشان دادیم که نتایج منطقی تولید می شود. همچنین نشان دادیم که انتخاب سپرده بعنوان ورودی یا خروجی موضوع مهمی برای تخمین کارایی بانک و رتبه بندی آنها بشمار می رود. اگر چه نسخه اصلاحی مدل ما باز هم به سپرده بعنوان محصول میانی نگاه می کند تا ورودی یا خروجی , باز هم امکان کسب تخمین کارایی جداگانه ای برای هر طبقه ایجاد نمی کند. مدل اصلی ما , به عدم تجمع ورودیها نیاز دارد تا بینش بیشتری در زمینه کارایی بانکی در هر مرحله تولید کند. چنین عدم تجمعی را می اوان مسیر خوبی برای تحقیقات آینده در نظر گرفت.