پژوهش‌های مدیریت عمومی
سال هشتم ، شماره سی ام ، زمستان ۱۳۹۴
صفحه ۷۴-۵۳

# مدیریت تسهیلات اعتباری با استفاده از توسعه تحلیل پوششی داده‌ها

**دکتر طاهره علی حیدری بیوکی** *
**دکتر حسن خادمی زارع** **
**دکتر حسن حسینی نسب** ***

## چکیده

**مدیریت صحیح منابع محدود بانک‌ها با وجود متقاضیان فراوان تسهیلات یکی از مسایل پیچیده‌ای است که عدم توجه کافی به آن، باعث ایجاد مشکلات عدیده‌ای در سازمان می‌شود. روش‌ها و تکنیک‌های بسیاری در زمینه کمک به مدیریت منابع، توسط محقیقن به‌کارگرفته شده است. مبحث رتبه‌بندی اعتباری که خود شامل مدل‌های متنوعی است، از جمله این تکنیک‌ها به شمار می‌رود. روش تحلیل پوششی داده‌ها یکی از پرکاربردترین روش‌های ناپارامتری در بحث رتبه‌بندی است. هر چند که استفاده از این روش برای رتبه‌بندی بسیار مورد استقبال محققان قرار گرفته‌است لکن پیش شرط متجانس بودن "واحدهای ارزیابی شونده" باعث شده تا کمتر در رتبه‌بندی واحدهای گروه‌بندی شده به کارگرفته شود. از این رو در این مقاله روش تحلیل پوششی داده‌ها به‌گونه‌ای توسعه داده شده است که بتوان با استفاده از آن، شرکت‌های حقوقی متقاضی تسهیلات بانکی که در صنایع و صنف‌های مختلفی قرار گرفته‌اند را هم در بین صنایع (بخش‌های اقتصادی) و هم بین کل شرکت‌ها رتبه‌بندی نمود. به عبارت دیگر در این مقاله یک مدل ریاضی گروه محور جدید ارائه شده است که با استفاده از آن بتوان به صورت همزمان اثرات بین‌گروهی و کل داده‌ها مورد سنجش قرار گیرد. نتایج حاصل از اجرای روش پیشنهادی نشان داد که مدل، قدرت بالایی در رتبه‌بندی واحدهای گروه‌بندی شده دارد.**

**واژه‌های کلیدی:** مدیریت تسهیلات بانکی، توسعه تحلیل پوششی داده‌ها، رتبه‌بندی اعتباری

---

* نویسنده مسئول- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد، ایران
** عضو هیات علمی ، دانشگاه یزد، ایران
*** عضو هیات علمی ، دانشگاه یزد، ایران

**۱. مقدمه**

گسترش بازارها و نهادهای مالی و به تبع آن، محصولات متنوع در این زمینه باعث شده تا فرآیند تأمین مالی و اخذ اعتبارات لازم برای پیشبرد امور، به شکل سریع و قابل اطمینانی از الزامات و اولویت‌های اقتصاد کشور محسوب شود *(تهرانی، ۱۳۸۷)*. بانک‌ها در فرآیند توسعه خدمات مالی نقشی کلیدی را بر عهده دارند. طراحی و اعمال نظام سنجش اعتبار به عنوان عامل حیاتی در توسعه خدمات مالی، نقش اساسی ایفا می‌کند. هر چه فرآیند اعطای تسهیلات اعتباری در کشور از نظام مندی بیشتری برخوردار باشد، بخش‌های اقتصادی به نحو بهتر و مطمئن‌تری به منابع مالی، دست یافته و خواهند توانست از این منابع به نحو بهینه استفاده نمایند *(خدادوست، ۱۳۸۰)*. در صورتی که همزمان با رشد و توسعه بخش‌های اقتصادی و افزایش نیاز به منابع مالی، سیستم‌های مناسب در زمینه تسریع و تسهیل اعطای تسهیلات استقرار نیابد، اعتباردهندگان با مشکلات بسیاری در زمینه کسب آگاهی از اهلیت اعتباری مشتریان بالقوه مواجه خواهند شد. بنابراین ممکن است توزیع منابع مالی در بین صنایع و متقاضیان اعتباری دچار انحراف شده و مسیر اصلی خود را که منجر به رشد اقتصادی می‌شود، نپیماید. در حال حاضر نظام بانکی کشور با توجه به بخشنامه‌های بانک مرکزی ملزم به داشتن نظام اعتبارسنجی مشتریان می‌باشد. بنابراین در حال حاضر زیرساخت‌های اولیه برای پایش اعتبار مشتریان برای بانک‌ها فراهم شده‌است. ولی مساله‌ای که در حال حاضر بانک‌ها (به ویژه بانک‌های تخصصی مانند بانک صنعت و معدن و بانک توسعه صادرات ایران) با آن روبرو هستند، صرفاً اعتبار سنجی مشتریان نیست بلکه اولویت‌بندی آنها برای اعطای تسهیلات است. با توجه به اهمیت این مطلب، موضوع این مقاله گامی فراتر از اعتبارسنجی مشتریان است به گونه‌ای که در این مقاله به دنبال توسعه یک مدل ریاضی است که بتوان از آن به منظور مدیریت تسهیلات بانکی بخش‌های اقتصادی و صنایع مختلف استفاده نمود.

تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها(DEA)[1] طی سال‌های اخیر با مدل‌های متنوع و قابلیت‌های متعددی در صحنه علمی و پژوهشی در علوم ریاضی کاربردی و مدیریت مطرح گردیده است. در حقیقت در دهه اخیر در اغلب کشورهای جهان برای ارزیابی عملکرد بنگاه‌ها کاربردهای متفاوتی از تحلیل پوششی داده‌ها دیده شده‌است *(میرحسینی، ۱۳۸۹)*. هدف اصلی این مقاله توسعه روش DEA است به نحوی‌که بتوان با استفاده از آن

1- Data Envelopment Analysis

واحدهای گروه‌بندی شده مانند شرکت‌های متقاضی تسهیلات بانکی که در گروه‌های صنعتی مختلف دسته بندی می‌شوند را به طور همزمان رتبه‌بندی نمود. روش DEA یکی از روش‌های تعیین کارایی ناپارامتری است. از جمله محاسن روش‌های ناپارامتری عدم نیاز به پیش‌فرض‌هایی برای شکل تابع تولید است. *(Bowlin et al, 1998)*. اساس این روش در سال ۱۹۷۸ توسط چارنز، کوپر، رودز[1] *(Charnes et al, 1987)* بر اساس مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی توسعه یافت و به مدل CCR معروف شد. در سال ۱۹۸۴ این مدل توسط بانکر، کوپر و چارنز[2] بسط داده شد *(Banker et al, 1384)* و نام آن نیز از حروف اول اسامی این افراد(BCC) گرفته شده‌است. هر یک از مدل‌های پایه‌ای DEA با دو رویکرد نهاده‌گرا[3] و ستانده‌گرا[4] مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر کدام از این رویکردها نیز از دو طریق (مضربی و پوششی) قابل حل هستند. بنابراین ۸ مدل پایه‌ای به عنوان اصلی‌ترین مدل‌های DEA مورد استفاده محقیقین قرار گرفته و تا به امروز مدل‌های بسیار متنوعی که از مدل‌های پایه‌ای نشأت گرفته معرفی و توسعه داده شده‌اند.

رتبه‌بندی اعتباری شرکت‌های متقاضی تسهیلات بانکی از جمله مسایلی است که وجود گروه‌های مختلف از بخش‌های اقتصادی منجر به افزایش پیچیدگی آن شده‌است ( Chi, 2012). به‌گونه‌ای که تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب مشتریان، برای مدیران به مسئله‌ای مهم و چالشی تبدیل شده‌است. در این مقاله به منظور دستیابی به یک مدل جامع و کارآمد رتبه‌بندی داده‌های گروه بندی شده، روش DEA توسعه داده شده‌است تا بتوان با استفاده از آن، رتبه‌بندی شرکت‌های متقاضی تسهیلات درگروه‌های مختلف را به طور همزمان امکانپذیر نمود. در ادامه ضمن مروری بر تاریخچه مدل‌های رتبه‌بندی از جمله روند به‌کارگیری روش DEA، در بخش سوم روش تحقیق در قالب یک ساختار سلسله مراتبی تشریح شده‌است. در بخش چهارم مقاله جزئیات مدل پیشنهادی با کمک داده‌های یک بانک تخصصی مورد بررسی قرار گرفته‌است. در بخش پنجم اعتبار مدل پایش شده و تحلیل حساسیت در بخش ششم مورد توجه قرار گرفت. در بخش پایانی مقاله ضمن جمع بندی نتایج، محدودیت‌ها و نکاتی برای تحقیقات آتی ارائه شده‌است.

1-Charnes, Cooper, and Rhodes
2- Banker, Cooper, and Charnes
3-Input-Oriented
4-Output-Oriented

## ۲. مروری بر ادبیات تحقیق

با توجه به اینکه هدف این مقاله توسعه روش DEA به منظور رتبه‌بندی شرکت‌های حقوقی در بخش‌های اقتصادی مختلف می‌باشد، لذا این بخش از مقاله از دو قسمت تشکیل شده‌است. قسمت اول مروری است بر روش‌های رتبه‌بندی اعتباری و قسمت دوم مروری بر کاربردهای DEA در صنعت بانکداری است به طوریکه در پایان این بخش شکاف‌های موجود در این زمینه شناسایی شده‌است.

### ۲.۱. مروری بر پیشینه روش‌های اعتبارسنجی

بانک‌ها و مؤسسات مالی با اعطای تسهیلات به مشتریان خود ریسک‌هایی را می‌پذیرند که بازپرداخت تسهیلات را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. انواع مختلفی از ریسک در مقوله بانکداری وجود دارد که به طور خلاصه می‌توان به ریسک نقدینگی، ریسک بازار، ریسک سرمایه، ریسک عملیاتی، ریسک حقوقی و ریسک اعتباری اشاره نمود *(یوسفی، ۱۳۸۹؛میرازایی، ۱۳۹۰؛ یوسفی،۱۳۹۰؛ بختیاری، ۱۳۹۰)*. از آنجا که در بحث اعتبارسنجی، ریسک اعتباری مطرح است در اینجا تعریف کمیته بال [۱] سوییس از ریسک اعتباری ارائه می‌شود."ریسک اعتباری بطور ساده عبارت است از امکان بالقوه اینکه قرض‌گیرنده از بانک و یا طرف حساب وی، در اجرای تعهدات خود در مقابل بانک در مدت مشخصی ناتوان شود".

با توسعه مداوم و پویای حوزه اعتباردهی، هر روز این حوزه نقش مهم‌تری در اقتصاد کشورها ایفا می‌نماید و اعتباردهندگان به منظور توسعه فرآیند مدیریت اعتباری از روش‌ها و ابزارهای جدید و تکنولوژی‌های پیشرفته‌تر استفاده می‌نمایند *(dui, 2002)*. اعتبارسنجی و سنجش توان بازپرداخت مشتریان با استفاده از تکنیک‌ها و روش‌های پیشرفته و نوین آماری، از جمله تلاش‌هایی است که در این زمینه انجام شده‌است. اعتبارسنجی به مفهوم ارزیابی و سنجش توان بازپرداخت متقاضیان اعتبار و تسهیلات مالی و احتمال عدم بازپرداخت اعتبارات دریافتی از سوی آنها می‌باشد *(Shen et al, 2012)*. در یک تقسیم بندی متداول می‌توان انواع مدل‌های اعتبارسنجی را به دو دسته پارامتری و غیرپارامتری تقسیم‌بندی نمود. مدل تحلیل ممیزی، مدل احتمال خطی، مدل لاجیت و مدل پروبیت از پرکاربردترین مدل‌های پارامتری در انواع پژوهش‌های اعتباری به شمار می‌روند. تحلیل سلسله مراتبی، درخت‌های طبقه‌بندی (الگوریتم تقسیم بندی بازگشتی)، الگوریتم ژنتیک،

۱-کمیته بال، کمیته ناظر بر نظام بانکداری بین‌المللی است که در خصوص فعالیت بانک ها به تنظیم قوانین می‌پردازد.

سیستم کارشناسی خبره، هوش مصنوعی، شبکه عصبی مصنوعی، الگوی نزدیکترین همسایه، روش مجموع تجمعی، و برنامه‌ریزی ریاضی(تحلیل پوششی داده‌ها)، از انواع مدل‌های امتیازدهی غیرپارامتری می‌باشند *(یوسفی، ۱۳۸۹؛میرازایی، ۱۳۹۰؛ یوسفی،۱۳۹۰؛ بختیاری، ۱۳۹۰)*. جدول۱ برخی از مهمترین مطالعات صورت گرفته در این زمینه را نشان می‌دهد. لازم به توضیح است که تحقیقاتی که از روش DEA که یکی از زیرشاخه‌های روش برنامه‌ریزی ریاضی به شمار می‌رود در جدول ۲ ذیل بخش بعد نشان داده شده‌است.

**جدول۱: برخی از مهمترین مطالعات صورت گرفته در زمینه اعتبارسنجی (به جز روشDEA)**

| | نویسندگان | سال | شرح مقاله | روش | دستاورد |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | مالیک،توماس | ۲۰۱۲ | تعیین میزان ریسک پرتفوی کارت‌های اعتباری یک بانک بزرگ درانگلستان با استفاده از زنجیره مارکوف | زنجیره مارکوف | تعیین ریسک |
| ۲ | هنس،تیواری | ۲۰۱۲ | مدل ارائه شده در این مقاله با این هدف طراحی شده‌است که زمان اعتبارسنجی را به کاهش دهد به همین منظور از ابزار SVM[1]برای امتیازدهی اعتباری مشتریان استفاده شده‌است و نتایج نشان دهنده کاهش زمان اعتبارسنجی است. | Support Vector Machine | امتیازدهی اعتباری |
| ۳ | چنی، هس | ۲۰۱۲ | با استفاده از الگوریتم ژنتیک فاکتورهای موثر بر امتیازدهی اعتباری انتخاب شده‌است و سپس یک مدل دوگانه امتیازدهی که ترکیبی از مدلهای امتیازدهی داخلی و بیرونی است را ارائه نموده‌است. | الگوریتم ژنتیک و ترکیبی از مدلهای موجود | امتیازدهی اعتباری |
| ۴ | بیجاک،توماس | ۲۰۱۲ | این مقاله به دنبال پاسخ به این سئوال است که آیا تجزیه کردن و چند قسمتی نمودن منجر به بهبود جواب می‌شود؟ دراین مقاله از دو روش کارت امتیازی یک مرحله‌ای و چند مرحله‌ای استفاده شده‌است و در نهایت نتایج نشان دهنده این موضوع است هیچ بهبودی براثر چند مرحله‌ای کردن روش به وجود نمی‌آید. | کارت امتیازی | سنجش میزان بهبود روش امتیازدهی اعتباری |
| ۵ | یاپ،ائونگ، محمدحسین | ۲۰۱۱ | سه تکنیک از تکنیک‌های داده کاوی را برای امتیازدهی اعتباری استفاده کرده‌است و نتایج نشان داد که به ترتیب روش‌های کارت امتیازی، رگرسیون و درخت تصمیم گیری دارای ۲۷.۹٪ و ۲۸.۸٪ و ۲۸.۱٪خطا داشتند | داده‌کاوی | مقایسه سه سیستم امتیازدهی |
| ۶ | تسای،چن | ۲۰۱۰ | مقایسه چهار ترکیب روش‌های خوشه بندیو دسته بندی بر پایه مدلهای هیبریدی. نتیجه اینکه تجمیع روشهای دسته بندی+دسته بندی (رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی) نتایج قابل قبول تری را ارائه می‌دهد. | رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی | مقایسه روش‌های رتبه‌بندی |
| ۷ | استفانسکو،تونارو ، ترنبال | ۲۰۰۹ | طراحی فرآیند رتبه‌بندی اعتباری مشتریان با استفاده از روش سلسله مراتبی بیزین و اجرای مدل با استفاده | چارچوب سلسله مراتبی بیزین | رتبه‌بندی اعتباری |

1 -Support Vector Machine

| | نویسندگان | سال | شرح مقاله | روش | دستاورد |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | از داده‌های سال‌های ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۷ | | |
| ۸ | عبدو | ۲۰۰۹ | یک سیستم امتیازدهی اعتباری با استفاده از الگوریتم ژنتیک ارائه کرده‌است و مدل ارائه شده را با روش رتبه‌بندی لاجیت مقایسه نموده‌است. داده‌های مورد استفاده مربوط به یک بانک بزرگ مصری است. | الگوریتم ژنتیک | امتیازدهی اعتباری |
| ۹ | عبدو،پوینتون، الماسری | ۲۰۰۸ | روش شبکه عصبی را به منظور طراحی یک سیستم امتیازدهی اعتباری را برای یک بانک مصری به کار برده‌است و نتایج حاصل از اجرای مدل را با روش‌های رگرسیون، رگرسیون لجستیک و مدل لاجیت مقایسه نموده‌است. | شبکه عصبی | امتیازدهی اعتباری |
| ۱۰ | جانکویچ،پیچلر،ا سچوایگر | ۲۰۰۷ | سیستم‌های مختلف رتبه‌بندی اعتباری را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌است و روند آنها را از منظر عملکردی مورد مطالعه قرار داده‌است. | تجزیه و تحلیل عددی | مقایسه سیتسم‌های رتبه‌بندی |
| ۱۱ | هئوانگ،چن،ونگ | ۲۰۰۷ | مقایسه کارایی روش SVM با روش‌های درخت تصمیم گیری، الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی و تلفیق روش SVM و الگوریتم ژنتیک | مقایسه چهارروش و تلفیق دو مورد آن | امتیاز دهی اعتباری |
| ۱۲ | گرانرت،نوردن،و بر | ۲۰۰۵ | بررسی اثرات فاکتورهای غیرمالی در میزان صحت پیش بینی نکول تسهیلات در چهار بانک آلمانی | رگرسیون لجستیک | پیش بینی نکول در بانک |
| ۱۳ | لی،چن | ۲۰۰۵ | از ترکیب دو مدل شبکه عصبی و رگرسیون، یک ساختار امتیازدهی اعتباری ارائه نموده‌است به گونه‌ای که نتایج حاصل از اجرای رگرسیون به عنوان ورودی شبکه عصبی مورد استفاده قرار گرفته‌است. | تلفیق دو روش رگرسیون و شبکه عصبی | امتیاز دهی اعتباری |

همانطور که در جداول ۱ملاحظه می‌شود روش‌های مختلفی در زمینه اعتبارسنجی مشتریان به کارگرفته شده است.

## ۲.۲. مروری بر پیشینه کابرد DEA در اعبتارسنجی

بررسی مطالعات و تحقیق‌های پیشین نشان می‌دهد که روش DEA به عنوان یکی از زیرمجموعه‌های روش ریاضی، یکی از روش‌های رتبه‌بندی به شمار می‌رود (*John et al, 2013*). با توجه به گستردگی استفاده از DEA در این بخش به طور کامل به این موضوع پرداخته شده‌است. لازم به توضیح است در این مقاله ابتدا به طور موازی مطالعات مرتبط با مساله رتبه‌بندی و DEA انجام شد و پس از بررسی مطالعات داخلی و بین المللی، بر مدل‌های رتبه‌بندی با روش DEA تمرکز شد و در نهایت با استفاده از تحلیل شکاف، نوآوری‌های تحقیق مشخص شد. جدول۲ خلاصه‌ای از تحقیقات انجام شده در خصوص کاربرد DEA در اعتبارسنجی لیست شده است.

**جدول۲: برخی از مهمترین مطالعات صورت گرفته در زمینه اعتبارسنجی با استفاده از روشDEA**

| | نویسندگان | سال | شرح مقاله | روش | دستاورد |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | آذر، خسروانی،جلالی | ۱۳۹۲ | از روش DEA و با کمک نسبت‌های مالی به منظور رتبه‌بندی اعتباری شرکت‌های بورس اوراق بهادار استفاده شده‌است. | DEA | رتبه‌بندی اعتباری |
| ۲ | میرغفوری،شفیعی،ندافی | ۱۳۹۱ | از ترکیب دو روش DEA و Grey theory اقدام به ارزیابی عملکرد مالی در یک شرکت خدماتی نموده‌است. | تلفیق دو روش DEA و GT | رتبه‌بندی اعتباری |
| ۳ | محمودآبادی،غیوری مقدم | ۱۳۹۰ | با استفاده از روش DEA توانایی شرکت‌ها در بازپرداخت تسهیلات از لحاظ مالی مورد سنجش قرار گرفته است. | DEA | ارزیابی اعتباری |
| ۴ | صفری،ابراهیمی‌شقاقی، طاهری فرد | ۱۳۹۰ | با استفاده از تلفیق دو روش DEA و ANN به ارزیابی مدیریت ریسک اعتباری در نظام بانکی پرداخته است. | DEA,ANN | رتبه‌بندی اعتباری |
| ۵ | صفری،ابراهیمی شقاقی، شیخ | ۱۳۸۹ | با بکارگیری روش DEA اقدام به رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقوقی نموده است. | DEA | رتبه‌بندی اعتباری |
| ۶ | عریانی، بهاره | ۱۳۸۴ | با استفاده از روش DEA اقدام به رتبه‌بندی ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک کشاورزی نموده‌است. | DEA | رتبه‌بندی شرکت‌های متقاضی تسهیلات |
| ۷ | چئه،وانگ،چوانگ | ۲۰۱۰ | تلفیق AHP و DEA به منظور ارزیابی درخواستهای اخذ تسهیلات از بانک تایوان | تلفیق دو روش DEA و AHP | ارزیابی درخواست اخذ تسهیلات |
| ۸ | چنگ،چیانگ،تانگ | ۲۰۰۷ | کاربردی از DEAدر امتیازدهی اعتباری پروژه‌های مالی را ارئه نموده‌است. | کاربردی از DEA | امتیازدهی به پروژه‌های مالی |
| ۹ | ائمل، اورال،رائیسمن،یولالان | ۲۰۰۳ | با استفاده از DEA به رتبه‌بندی ۸۲شرکت بزرگ متقاضی تسهیلات از یک بانک بزرگ ترکیه‌ای پرداخته‌است. | کاربردی از DEA | رتبه‌بندی شرکت‌های متقاضی تسهیلات |

همانطور که در جدول۲ ملاحظه می‌شود، یکی از کاربردهای روش DEA اعتبارسنجی مشتریان می‌باشد. در جدول۲ ضمن اشاره به برخی از مطالعات داخل کشور، به سه مورد از مطالعات خارج از کشور اشاره شده‌است. به عنوان مثال چئه وهمکارانش در سال۲۰۱۰، چنگ و همکارانش در سال ۲۰۰۷، ائمل و همکارانش در سال ۲۰۰۳، به منظور رتبه‌بندی اعتباری مشتریان از روش DEA استفاده نموده‌اند. یکی از مشکلات استفاده روش DEA در زمینه اعتبارسنجی، عدم رعایت فرض تجانس واحدهایی است که باید رتبه‌بندی شوند. همانطور که قبلا نیز اشاره شد یکی از پیش فرض‌های اصلی به‌کارگیری این روش، متجانس بودن "واحدهای تصمیم‌گیرنده[1]"(DMU) می‌باشد ( در این مقاله DMUها همان شرکت‌هایی است رتبه‌بندی خواهند شد). این درحالی‌ست که شرکت‌های متقاضی تسهیلات در صنایع مختلف در نگاه اول متجانس نیستند. از سوی دیگر لزوم رتبه‌بندی

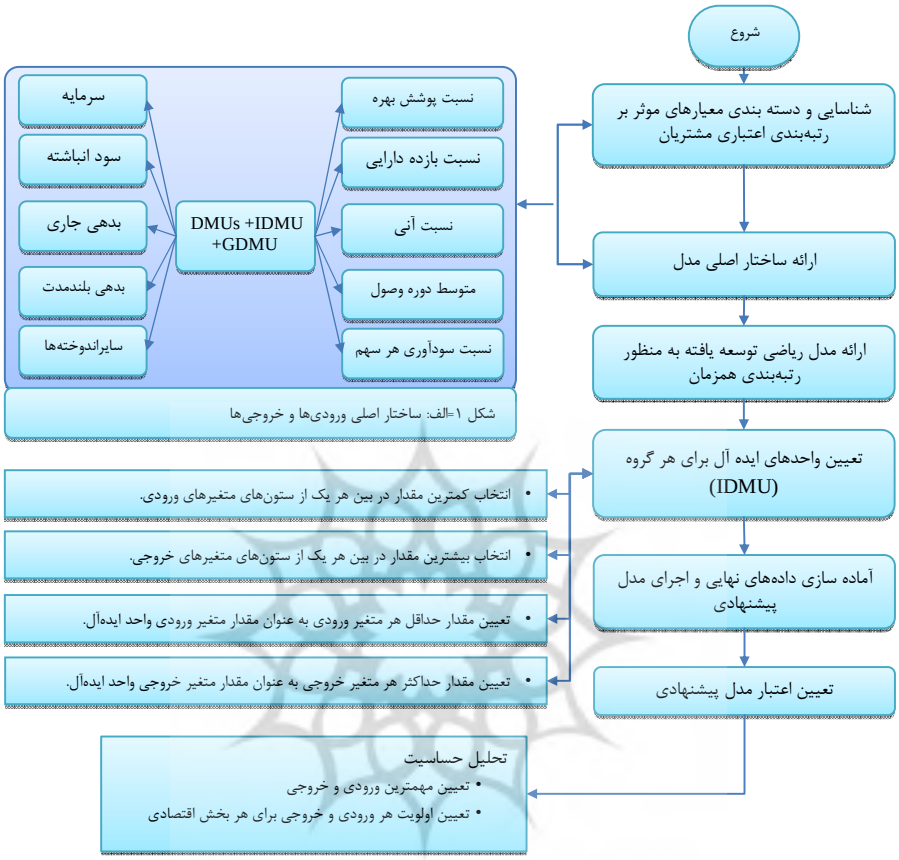
1- Decision support system(DMU)

همزمان این شرکت‌ها با توجه به محدودیت منابع بانک‌ها در تخصیص اعتبارات و الزام اولویت بندی صنایع، باعث شده است تا بانک‌ها و موسسات مالی به دنبال دستیابی به یک سیستم قوی و معتبر در این زمینه باشند. در این مقاله ضمن تعیین معیارهای سنجش اعتبار، مدل DEA به گونه‌ای بهبود یافته است که بتوان با استفاده از آن به صورت همزمان شرکت‌های متقاضی تسهیلات را که در بخش‌های مختلف اقتصادی هستند را رتبه‌بندی نمود.

## ۳. تشریح مدل پیشنهادی

تحلیل پوششی داده، یک تکنیک ناپارامتری برای سنجش کارایی نسبی یک مجموعه واحدهای تصمیم‌گیری است که وظایف مشابه یا همسانی در یک سیستم خاص انجام می‌دهند. از زمان معرفی این روش توسط چارنز و همکارانش مدل‌ها و متدولوژی‌های مختلفی برای تحلیل پوششی داده توسط محققان توسعهٔ یافته است (برای مطالعه مدل‌های پایه‌ای رجوع شود به میرحسینی،۱۳۸۹). در این مقاله مدل تحلیل پوششی داده‌ها (مدل پایه‌ای BCC) به گونه‌ای توسعه یافته است که بتوان به طور همزمان اقدام به رتبه‌بندی داده‌های گروه بندی شده مانند شرکت‌های صنعتی در بخش‌های مختلف اقتصادی نمود. به عبارت دیگر در این مقاله مدل BCC به عنوان یک مدل پایه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است و با تغییراتی در روابط ریاضی از جمله اضافه نمودن برخی متغیرهای جدید، امکان رتبه‌بندی گروهی همزمان فراهم شده است (توضیحات مربوط به جزئیات مدل در بخش بعد به طور کامل تشریح شده است). شکل ۱ شمای کلی از مراحل انجام شده به منظور دستیابی به هدف مقاله را نشان می‌دهد.

پرتال جامع علوم انسانی




**شکل ۱: مراحل توسعه مدل تحلیل پوششی داده‌ها به منظور رتبه‌بندی داده‌های گروه‌بندی‌شده (یافته‌های محقق)**

همانطور که در شکل۱ مشخص است مرحله اول و دوم، شناسایی و دسته بندی ورودی و خروجی‌های مدل و همچنین تعیین ساختار اصلی مدل است. برای انتخاب ورودی و خروجی‌ها از نتایج مقاله صفری و همکاران (۱۳۸۹) استفاده شده است. در ادامه هر یک از مراحل تحقیق به صورت کامل تشریح شده است.

### ۳.۱. ارائه مدل ریاضی توسعه یافته به منظور رتبه‌بندی همزمان

به منظور ارائه مدل ریاضی توسعه یافته، در این بخش ابتدا متغیرها و پارامترهای مورد استفاده مدل بیان شده است و سپس بر اساس مدل پایه‌ای BCC، مدل ریاضی گروه‌محور ارائه شده است. به عبارت دیگر همانطور که قبلا نیز بیان شد مدل پایه‌ای مورد استفاده،

مدل BCC است که به منظور به‌کارگیری آن برای داده‌های گروهی در این مقاله توسعه داده شده است.

**۳.۱.۱. متغیرها و پارامترهای مدل**

در این بخش به منظور ارائه مدل پیشنهادی ابتدا متغیرها و پارامترهای مورد استفاده به شرح ذیل تعریف شد است:

$i = 1, 2, \ldots, m$ : تعداد ورودی‌ها

$r = 1, 2, \ldots, s$ : تعداد خروجی‌ها

$j = 1, 2, \ldots, n$ : تعداد شرکت‌های مورد ارزیابی

$d = 1, 2, \ldots, \rho$ : تعداد گروه‌ها(بخش‌های اقتصادی)

$k_d$ : تعداد عضو هر گروه

$\theta$ : کارایی(امتیاز) نهایی

$\theta_1$ : کارایی(امتیاز) هر شرکت بین کل شرکت‌ها

$\theta_2$ : کارایی(امتیاز)هر شرکت بین شرکت‌های گروه خاص

$S_{ii}^{-}$ : متغیر کمکی متناظر با متغیر ورودی در بین کل شرکت‌ها

$S_{id}^{-}$ : متغیر کمکی متناظر با متغیر ورودی در بین شرکت‌های گروه خاص

$S_{rr}^{+}$ : متغیر کمکی متناظر با متغیر خروجی در بین کل شرکت‌ها

$S_{rd}^{+}$ : متغیر کمکی متناظر با متغیر خروجی در بین شرکت‌های گروه خاص

$\lambda_{jd}$ : ضریب مرجع بودن (قیمت سایه‌ای) برای شرکت‌ها

$\lambda_{jd_o}$ : ضریب مرجع بودن (قیمت سایه‌ای) برای شرکت‌ها در گروه خاص

$X_{ij_d}$ : بردار متغیر ورودی برای کل شرکت‌ها

$x_{io}$ : بردار متغیر ورودی برای شرکت مورد ارزیابی در گروه

$x_{ioo}$ : بردار متغیر ورودی برای شرکت مورد ارزیابی

$Y_{rj_d}$ : بردار متغیر خروجی برای کل شرکت‌ها

$y_{ro}$ در گروه خاص: بردار متغیر خروجی برای شرکت مورد ارزیابی

$y_{roo}$ بردار متغیر خروجی برای شرکت مورد ارزیابی

$X_{ij_{do}}$ : بردار متغیر ورودی برای شرکت‌ها در گروه خاص

$Y_{rj_{do}}$ : بردار متغیر خروجی برای شرکت‌ها در گروه خاص

$\varepsilon$ : یک عدد بسیار کوچک غیرصفر

### ۳.۱.۲. مدل ریاضی

در این بخش تابع هدف و محدودیت‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها به گونه‌ای توسعه داده شده است تا بتوان با استفاده از شرکت‌های بخش‌های مختلف اقتصادی را هم بین شرکت‌های هم گروه و هم بین کل شرکت‌ها ارزیابی نمود.ی

$$\text{Max } z: \ \theta-\varepsilon(\sum_{i=1}^{m}S_{ii}^{-}+\sum_{r=1}^{s}S_{rr}^{+}+\sum_{i=1}^{m}S_{id}^{-}+\sum_{r=1}^{s}S_{rd}^{+}) \qquad (۱)$$

تابع هدف که بیانگر حداکثر نمودن میزان کارایی کل و حداقل نمودن میزان انحراف از مرزهای کارایی بین گروه‌ها و کل شرکت‌ها می‌باشد.

$$\sum_{d=1}^{\rho}\sum_{j=1}^{k_d}\lambda_{jd}x_{ij_d}+s_{ii}^{-}=x_{ioo} \qquad i=1,...,m \qquad (۲)$$

$$\sum_{d=1}^{\rho}\sum_{j=1}^{k_d}\lambda_{jd}y_{rj_d}-s_{rr}^{+}=\theta_1 y_{roo} \qquad r=1,...,s \qquad (۳)$$

$$\sum_{d=1}^{\rho}\sum_{j=1}^{k_d}\lambda_{jd}=1 \qquad (۴)$$

محدودیت‌های شماره (۲) الی (۴) مربوط به امکان ارزیابی شرکت‌ها بین کل شرکت‌ها بدون در نظر گرفتن بخش اقتصادی خاص آنها می‌باشد و $x_{ioo}$ و $y_{roo}$ مقادیر ورودی و خروجی واحد (شرکت) مورد ارزیابی می‌باشد.

$$\sum_{j=1}^{k_{do}}\lambda_{jd_o}x_{ij_{do}}+s_{id}^{-}=x_{io} \qquad i=1,...,m \qquad (۵)$$

$$\sum_{j=1}^{k_d}\lambda_{jdo}y_{rj_{do}}-s_{id}^{+}=\theta_2 y_{ro} \qquad r=1,...,s \qquad (۶)$$

$$\sum_{j=1}^{k_{do}}\lambda_{jdo}=1 \qquad (۷)$$

$$\theta_1\times\theta_2=\theta \qquad (۸)$$

محدودیت‌های شماره (۵) الی (۷) مربوط به امکان ارزیابی شرکت‌ها بین شرکت‌ها با در نظر گرفتن بخش اقتصادی خاص آنها می‌باشد و $x_{io}$ و $y_{ro}$ مقادیر ورودی و خروجی واحد (شرکت) مورد ارزیابی در بین گروه مورد ارزیابی می‌باشد. محدودیت شماره (۸) نیز

تضمین‌کننده ارزیابی همزمان کارایی شرکت‌ها در بین کل شرکت‌ها و در بین شرکت‌های هر بخش خاص می‌باشد.

### ۳.۲. تعیین واحدهای ایده‌ال(IDMU)

طبق شکل۱، یکی از مراحل مدل پیشنهادی، تعیین واحدهای ایده‌ال(IDMU) در هر گروه می‌باشد. هر یک از این واحدهابه عنوان یک واحد مجازی به مدل کمک می‌کند، تا پیچیدگی محاسبات کاهش یابد. زیرا با اضافه شدن واحد ایده‌آل از به وجود آمدن چندین شرکت کارا جلوگیری می‌شود و بدین ترتیب نیازی به رتبه‌بندی مجدد واحدهای کارا نیست. مراحل تعیین واحدهای ایده‌آل در شکل ۱_الف که زیرمجموعه‌ای از شکل۱ می‌باشد نشان داده شده است. رابط شماره (۹) و (۱۰) نحوه تعیین ورودی و خروجی واحدهای ایده آل هر گروه را نشان می‌دهد.

$$x^{i}_{Ideal_{do}} = Min\left\{x_{i1}, x_{i2}, ..., x_{ik_d}\right\} \qquad i=1,...,m \qquad (۹)$$

$$y^{r}_{Ideal_{do}} = Min\left\{y_{r1}, y_{r2}, ..., y_{rk_d}\right\} \qquad r=1,...,s \qquad (۱۰)$$

## ۴. آماده سازی داده‌ها و اجرای مدل

در این تحقیق به منظور اجرای مدل پیشنهادی، تعداد ۳۵ شرکت حاضر در بورس اوراق بهادار در ۱۰ بخش انتخاب شد. ده بخش انتخاب شده شامل صنایع غذایی، داروسازی، دستگاه‌های برقی، خودرو سازی، فلزات پایه، گچ و سیمان، ماشین آلات و تجهیزات تولیدی، مخابرات، شیشه و بلور و صنایع معدنی می‌باشد. جدول۳ داده‌های ورودی و خروجی‌های هر یک از شرکت‌ها به صورت نرمال شده نشان می‌دهد. ضمن اینکه در جدول۳ در هر یک بخش‌ها یک واحد ایده‌آل نیز اضافه شده است به طوریکه تعداد کل واحدها برابر ۴۵ مورد می‌باشد.

**جدول ۳: مقادیر ورودی‌ها و خروجی‌های هر واحد و واحدهای ایده‌آل**

| O5 | O4 | O3 | O2 | O1 | I5 | I4 | I3 | I2 | I1 | ورودی و خروجی / واحدها |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.317 | 0.257 | 0.18 | 0.982 | 0.135 | 0.382 | 0.174 | 0.075 | 0.133 | 0.457 | DMU1 |
| 0.397 | 0.118 | 0.245 | 0.917 | 0.282 | 0.527 | 0.251 | 0.054 | 0.327 | 0.186 | DMU2 |
| 0.286 | 0.158 | 0.207 | 0.575 | 0.197 | 0.394 | 0.171 | 0.012 | 0.088 | 0.172 | DMU3 |
| 0.294 | 0.752 | 0.135 | 0.411 | 0.125 | 0.277 | 0.165 | 0.015 | 0.214 | 0.328 | DMU4 |
| 0.268 | 0.695 | 0.822 | 0.725 | 0.148 | 0.391 | 0.121 | 0.021 | 0.165 | 0.248 | DMU5 |
| 0.721 | 0.827 | 0.502 | 0.516 | 0.032 | 0.094 | 0.115 | 0.015 | 0.018 | 0.368 | DMU6 |
| 0.721 | 0.827 | 0.822 | 0.982 | 0.282 | 0.094 | 0.115 | 0.012 | 0.018 | 0.172 | DMU7 |
| 0.427 | 0.531 | 0.197 | 0.726 | 0.128 | 0.411 | 0.118 | 0.029 | 0.055 | 0.185 | DMU8 |
| 0.315 | 0.127 | 0.165 | 0.769 | 0.099 | 0.274 | 0.275 | 0.341 | 0.782 | 0.224 | DMU9 |
| 0.427 | 0.531 | 0.197 | 0.769 | 0.128 | 0.274 | 0.118 | 0.029 | 0.055 | 0.185 | DMU10 |
| 0.712 | 0.172 | 0.809 | 0.918 | 0.087 | 0.412 | 0.492 | 0.189 | 0.981 | 0.161 | DMU11 |
| 0.349 | 0.217 | 0.159 | 0.896 | 0.257 | 0.392 | 0.151 | 0.012 | 0.063 | 0.167 | DMU12 |
| 0.712 | 0.111 | 0.951 | 0.942 | 0.179 | 0.545 | 0.316 | 0.275 | 0.529 | 0.148 | DMU13 |
| 0.727 | 0.769 | 0.407 | 0.812 | 0.112 | 0.297 | 0.251 | 0.027 | 0.225 | 0.183 | DMU14 |
| 0.127 | 0.912 | 0.291 | 0.851 | 0.192 | 0.592 | 0.216 | 0.016 | 0.975 | 0.028 | DMU15 |
| 0.727 | 0.912 | 0.951 | 0.942 | 0.257 | 0.297 | 0.151 | 0.012 | 0.063 | 0.028 | DMU16 |
| 0.429 | 0.891 | 0.392 | 0.168 | 0.118 | 0.274 | 0.115 | 0.173 | 0.352 | 0.199 | DMU17 |
| 0.642 | 0.413 | 0.418 | 0.818 | 0.112 | 0.276 | 0.116 | 0.096 | 0.369 | 0.617 | DMU18 |
| 0.642 | 0.891 | 0.418 | 0.818 | 0.118 | 0.274 | 0.115 | 0.096 | 0.352 | 0.199 | DMU19 |
| 0.518 | 0.695 | 0.389 | 0.728 | 0.122 | 0.527 | 0.127 | 0.015 | 0.276 | 0.218 | DMU20 |
| 0.812 | 0.517 | 0.197 | 0.175 | 0.105 | 0.112 | 0.119 | 0.026 | 0.242 | 0.128 | DMU21 |
| 0.915 | 0.375 | 0.415 | 0.284 | 0.167 | 0.048 | 0.475 | 0.431 | 0.179 | 0.094 | DMU22 |
| 0.915 | 0.695 | 0.415 | 0.728 | 0.167 | 0.048 | 0.119 | 0.015 | 0.179 | 0.094 | DMU23 |
| 0.175 | 0.192 | 0.147 | 0.725 | 0.027 | 0.327 | 0.341 | 0.25 | 0.098 | 0.419 | DMU24 |
| 0.287 | 0.527 | 0.871 | 0.395 | 0.042 | 0.142 | 0.121 | 0.013 | 0.126 | 0.124 | DMU25 |
| 0.296 | 0.361 | 0.325 | 0.452 | 0.165 | 0.121 | 0.181 | 0.012 | 0.829 | 0.056 | DMU26 |
| 0.452 | 0.397 | 0.498 | 0.222 | 0.014 | 0.872 | 0.162 | 0.011 | 0.147 | 0.253 | DMU27 |
| 0.452 | 0.527 | 0.871 | 0.725 | 0.165 | 0.121 | 0.121 | 0.011 | 0.098 | 0.056 | DMU28 |
| 0.481 | 0.539 | 0.272 | 0.241 | 0.182 | 0.505 | 0.277 | 0.282 | 0.196 | 0.068 | DMU29 |
| 0.586 | 0.894 | 0.189 | 0.892 | 0.125 | 0.285 | 0.117 | 0.015 | 0.141 | 0.217 | DMU30 |
| 0.586 | 0.894 | 0.272 | 0.892 | 0.182 | 0.285 | 0.117 | 0.015 | 0.141 | 0.068 | DMU31 |
| 0.421 | 0.367 | 0.197 | 0.945 | 0.096 | 0.219 | 0.252 | 0.014 | 0.137 | 0.328 | DMU32 |
| 0.297 | 0.285 | 0.212 | 0.127 | 0.027 | 0.417 | 0.211 | 0.011 | 0.415 | 0.242 | DMU33 |
| 0.342 | 0.471 | 0.842 | 0.922 | 0.172 | 0.128 | 0.117 | 0.021 | 0.745 | 0.018 | DMU34 |
| 0.421 | 0.471 | 0.842 | 0.945 | 0.172 | 0.128 | 0.117 | 0.011 | 0.137 | 0.018 | DMU35 |
| 0.571 | 0.542 | 0.158 | 0.968 | 0.225 | 0.351 | 0.282 | 0.051 | 0.248 | 0.621 | DMU36 |
| 0.428 | 0.821 | 0.751 | 0.722 | 0.117 | 0.342 | 0.151 | 0.016 | 0.156 | 0.317 | DMU37 |
| 0.272 | 0.274 | 0.925 | 0.741 | 0.115 | 0.351 | 0.174 | 0.025 | 0.541 | 0.286 | DMU38 |
| 0.568 | 0.295 | 0.261 | 0.269 | 0.217 | 0.512 | 0.124 | 0.042 | 0.722 | 0.321 | DMU39 |
| 0.821 | 0.116 | 0.927 | 0.516 | 0.486 | 0.115 | 0.212 | 0.121 | 0.641 | 0.045 | DMU40 |
| 0.821 | 0.821 | 0.927 | 0.968 | 0.486 | 0.115 | 0.124 | 0.016 | 0.156 | 0.045 | DMU41 |
| 0.572 | 0.271 | 0.822 | 0.249 | 0.227 | 0.012 | 0.274 | 0.168 | 0.025 | 0.441 | DMU42 |
| 0.625 | 0.561 | 0.711 | 0.275 | 0.411 | 0.541 | 0.215 | 0.257 | 0.049 | 0.352 | DMU43 |
| 0.276 | 0.549 | 0.768 | 0.212 | 0.126 | 0.217 | 0.718 | 0.618 | 0.117 | 0.412 | DMU44 |
| 0.625 | 0.561 | 0.822 | 0.275 | 0.411 | 0.012 | 0.215 | 0.168 | 0.025 | 0.352 | DMU45 |

I1: سرمایه
I2: سود انباشته
I3: بدهی جاری
I4: بدهی بلندمدت
I5: سایر اندوخته‌ها و هدایا

O1: نسبت پوشش بهره
O2: نسبت بازدهی دارایی
O3: نسبت آنی
O4: متوسط دوره وصول مطالبات
O5: نسبت سود آوری

مدل با نرم افزارGAMS اجرا شد. نتایج حاصل از اجرای مدل پیشنهادی در جدول۴ نشان داده شده است.

**جدول ۴: مقادیر کارایی بدست آمده هر واحد و واحدهای ایده آل به روش مدل پیشنهادی و مدل کلاسیک**

| ردیف | کارایی طبق مدل پیشنهادی | | رتبه اولیه مدل پیشنهادی | کارایی کل واحدها با روش کلاسیک | | کارایی واحدها بدون درنظر گرفتن بخش اقتصادی با روش کلاسیک | | رتبه بدون در نظرگرفتن بخش اقتصادی | کارایی نهایی ترکیبی | رتبه نهایی ترکیبی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | DMU1 | 1 | 1-1 | DMU1 | 1 | DMU1 | 0.964 | 5 | 0.964 | 4 |
| 2 | DMU2 | 0.935 | 18 | DMU2 | 0.935 | DMU2 | 0.903 | 14 | 0.903 | 15 |
| 3 | DMU3 | 0.699 | 31 | DMU3 | 0.488 | DMU3 | 0.576 | 33 | 0.403 | 31 |
| 4 | DMU4 | 0.832 | 25 | DMU4 | 0.757 | DMU4 | 0.803 | 25 | 0.668 | 24 |
| 5 | DMU5 | 0.922 | 19 | DMU5 | 0.922 | DMU5 | 0.849 | 20 | 0.782 | 20 |
| 6 | DMU6 | 1 | 1-6 | DMU6 | 1 | DMU6 | 0.891 | 16 | 0.891 | 12 |
| 7 | IDMU7 | 1 | | IDMU7 | 1 | – | – | – | DMU7 | – |
| 8 | DMU8 | 0.739 | 29 | DMU8 | 0.739 | DMU8 | 0.727 | 29 | 0.537 | 28 |
| 9 | DMU9 | 0.783 | 28 | DMU9 | 0.783 | DMU9 | 0.756 | 27 | 0.592 | 26 |
| 10 | IDMU10 | 0.783 | | IDMU10 | 0.783 | – | – | – | DMU10 | – |
| 11 | DMU11 | 0.940 | 17 | DMU11 | 0.920 | DMU11 | 0.903 | 13 | 0.849 | 14 |
| 12 | DMU12 | 0.914 | 20 | DMU12 | 0.914 | DMU12 | 0.887 | 17 | 0.811 | 17 |
| 13 | DMU13 | 1 | 1-9 | DMU13 | 1 | DMU13 | 0.968 | 3 | 0.968 | 2 |
| 14 | DMU14 | 0.911 | 21 | DMU14 | 0.911 | DMU14 | 0.830 | 22 | 0.757 | 22 |
| 15 | DMU15 | 1 | 1-11 | DMU15 | 1 | DMU15 | 0.963 | 6 | 0.963 | 5 |
| 16 | IDMU16 | 1 | | IDMU16 | 1 | – | – | – | DMU16 | – |
| 17 | DMU17 | 1 | 1-5 | DMU17 | 1 | DMU17 | 0.945 | 9 | 0.945 | 7 |
| 18 | DMU18 | 0.858 | 24 | DMU18 | 0.858 | DMU18 | 0.813 | 24 | 0.698 | 23 |
| 19 | IDMU19 | 1 | | IDMU19 | 1 | – | – | – | DMU19 | – |
| 20 | DMU20 | 0.786 | 27 | DMU20 | 0.786 | DMU20 | 0.749 | 28 | 0.589 | 27 |
| 21 | DMU21 | 0.887 | 23 | DMU21 | 0.788 | DMU21 | 0.865 | 19 | 0.768 | 21 |
| 22 | DMU22 | 1 | 1-7 | DMU22 | 1 | DMU22 | 0.967 | 4 | 0.967 | 3 |
| 23 | IDMU23 | 1 | | IDMU23 | 1 | – | – | – | DMU23 | – |
| 24 | DMU24 | 0.738 | 30 | DMU24 | 0.738 | DMU24 | 0.716 | 30 | 0.529 | 29 |
| 25 | DMU25 | 0.985 | 13 | DMU25 | 0.985 | DMU25 | 0.895 | 15 | 0.882 | 13 |
| 26 | DMU26 | 0.672 | 32 | DMU26 | 0.672 | DMU26 | 0.456 | 35 | 0.307 | 34 |
| 27 | DMU27 | 1 | 1-10 | DMU27 | 1 | DMU27 | 0.516 | 34 | 0.516 | 30 |
| 28 | IDMU28 | 1 | | IDMU28 | 1 | – | – | – | DMU28 | – |
| 29 | DMU29 | 0.622 | 35 | DMU29 | 0.622 | DMU29 | 0.582 | 32 | 0.362 | 33 |
| 30 | DMU30 | 1 | 1-2 | DMU30 | 1 | DMU30 | 0.958 | 7 | 0.958 | 6 |
| 31 | IDMU31 | 1 | | IDMU31 | 1 | – | – | – | DMU31 | – |
| 32 | DMU32 | 0.962 | 16 | DMU32 | 0.962 | DMU32 | 0.934 | 11 | 0.898 | 11 |
| 33 | DMU33 | 0.657 | 33 | DMU33 | 0.464 | DMU33 | 0.322 | 36 | 0.211 | 35 |
| 34 | DMU34 | 1 | 1-4 | DMU34 | 1 | DMU34 | 0.918 | 12 | 0.918 | 9 |
| 35 | IDMU35 | 1 | | IDMU35 | 1 | – | – | – | DMU35 | – |
| 36 | DMU36 | 0.986 | 12 | DMU36 | 0.986 | DMU36 | 0.953 | 8 | 0.940 | 8 |
| 37 | DMU37 | 0.900 | 22 | DMU37 | 0.900 | DMU37 | 0.884 | 18 | 0.795 | 19 |
| 38 | DMU38 | 0.973 | 14 | DMU38 | 0.971 | DMU38 | 0.942 | 10 | 0.916 | 10 |
| 39 | DMU39 | 0.655 | 34 | DMU39 | 0.453 | DMU39 | 0.607 | 31 | 0.398 | 32 |
| 40 | DMU40 | 1 | 1-8 | DMU40 | 1 | DMU40 | 0.975 | 2 | 0.975 | 1 |
| 41 | IDMU41 | 1 | | IDMU41 | 1 | – | – | – | DMU41 | – |
| 42 | DMU42 | 1 | 1-3 | DMU42 | 1 | DMU42 | 0.844 | 21 | 0.844 | 16 |
| 43 | DMU43 | 0.968 | 15 | DMU43 | 0.968 | DMU43 | 0.827 | 23 | 0.800 | 18 |
| 44 | DMU44 | 0.817 | 26 | DMU44 | 0.799 | DMU44 | 0.781 | 26 | 0.638 | 25 |
| 45 | IDMU45 | 1 | | IDMU45 | 1 | Ideal DEA | 1 | 1.000 | 1.000 | – |

ستون سوم و چهارم جدول۴ به ترتیب مربوط به کارایی‌ها و رتبه‌های بدست آمده از مدل پیشنهادی می‌باشد. برای مقایسه، در ستون‌های هفتم و هشتم،کارایی واحدها یک بار با در نظر گرفتن واحد ایده‌آل هر بخش و یک بار بدون در نظر گرفتن واحد ایده‌آل بخش‌ها و صرفاً با یک واحد ایده‌آل کلی درج شده است. ضمن اینکه در این مطالعه به منظور جلوگیری از رتبه‌بندی مجدد واحدهای کارا (واحدهای شماره ۱، ۶، ۱۳، ۱۷، ۲۲، ۲۷، ۳۰، ۳۴، ۴۰و ۴۲) ترکیبی از نتایج مدل پیشنهادی(ستون سوم) و مدل ایده‌آل محور کلاسیک (ستون هشتم) به عنوان کارایی نهایی در ستون نهم درج شده است. رتبه‌بندی نهایی نیز بر اساس کارایی نهایی بدست آمده در ستون آخر درج شده است. در بخش بعد مقاله اعتبار مدل مورد سنجش قرار گرفته است.

## ۵. تعیین اعتبار مدل

از آنجا که هدف اصلی این مقاله نحوه ارزیابی شرکت‌های حقوقی متقاضی تسهیلات در یک بانک بزرگ با استفاده از یک مدل پیشنهادی تحلیل پوششی داده‌ها است لذا به منظور تعیین اعتبار مدل پیشنهادی امتیازهای بدست آمده از اجرای سه مدل (مدل پیشنهادی، مدل کلاسیک با در نظر گرفتن بخش اقتصادی و مدل کلاسیک بدون در نظر گرفتن بخش اقتصادی)، رتبه‌های ترکیبی بدست آمده مورد پایش قرار گرفت و با استفاده از سیستم رتبه‌بندی داخلی بانک و همچنین کارشناسان خبره بانکی اعتبار مدل مورد بررسی قرار گرفت که مشخص شد که درصورتی‌که مدل بدون در نظر گرفتن بخش‌های اقتصای رتبه‌بندی شود (نتایج درج شده در ستون هشتم و نهم)، شرکت‌هایی مثل شرکت شماره ۲۷ که در مقایسه با کل شرکت‌های صنایع مختلف در جایگاه نامناسبی قرار گرفته بود و حائز شرایط دریافت تسهیلات شناخته نشده بود، در مدل پیشنهادی ضمن در نظر گرفتن شرایط بخش اقتصادی مربوط به همان شرکت و همچنین سایر صنایع، این شرکت حائز شرایط دریافت تسهیلات شناخته شده است. این تحلیل در خصوص سایر شرکت‌ها توسط خبرگان و سیستم داخلی بانک انجام شد و اعتبار مدل از سوی آنها مورد تایید قرار گرفت.

## ۶. تحلیل حساسیت بر روی ورودی‌ها و خروجی‌ها

یکی از مزایای روش تحلیل پوششی داده‌ها، توانایی بالای این مدل در تحلیل حساسیت بر روی متغیرها و پارامترهای مختلف این مدل می‌باشد. در این بخش از مقاله هدف تعیین

میزان تاثیر هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها بر روی نتایج مدل می‌باشد. به این منظور جهت تحلیل نتایج با حذف یک ورودی و یا خروجی از تمام واحدها مجدداً مدل اجرا می‌شود. با حذف عامل‌های ورودی یا خروجی، اندازه کارایی هر واحد ممکن است افزایش، کاهش و یا بدون تغییر بماند. چنانچه با حذف یک ورودی میزان کارایی واحد افزایش یابد، این موضوع بیانگر این مطلب است که آن واحد دارای مازاد آن ورودی است و ورودی مذکور تأثیر بسزایی در کاهش کارایی واحد مورد بررسی دارد. چنانچه کارایی واحد مذکور کاهش یابد به این معنا خواهد بود که واحد مذکور در استفاده از آن ورودی دقت لازم را به عمل آورده و ورودی مذکور تأثیر بسزایی در میزان کارایی واحد مورد بررسی داشته است. همین تجزیه و تحلیل را می‌توان در مورد حذف خروجی‌ها داشت. جدول ۵ مقادیر میانگین افزایش در کارایی را پس از حذف هر متغیر ورودی یا خروجی را در هر صنعت نشان می‌دهد. این جدول در واقع نشان می‌دهد که در هر صنعت کدام یک از ورودی‌ها به درستی مورد استفاده قرار نگرفته‌اند و کدام خروجی‌ها امکان افزایش داشته است.

**جدول۵: افزایش کارایی به ازای حذف هریک از ورودی‌ها و خروجی‌ها طبق مدل پیشنهادی**

| | I1 | I2 | I3 | I4 | I5 | O1 | O2 | O3 | O4 | O5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| صنعت ۱ | 0.0409 | 0.0410 | 0.0519 | 0.0490 | 0.0419 | 0.0706 | 0.2081 | 0.0779 | 0.1224 | 0.0414 |
| صنعت ۲ | - | - | 0.0310 | - | - | - | 0.2527 | - | - | - |
| صنعت ۳ | 0.0035 | 0.0032 | 0.0033 | 0.0031 | 0.0030 | 0.0107 | 0.0143 | 0.0095 | 0.0423 | 0.0317 |
| صنعت ۴ | - | - | - | 0.0153 | - | - | 0.0080 | - | 0.1717 | 0.0100 |
| صنعت ۵ | 0.0253 | 0.0252 | 0.0249 | 0.0290 | 0.0238 | 0.0247 | 0.0255 | 0.0250 | 0.0360 | 0.1050 |
| صنعت۶ | 0.0174 | 0.0002 | 0.1324 | 0.0040 | 0.0084 | 0.0532 | 0.1302 | 0.0720 | - | 0.0860 |
| صنعت ۷ | - | - | - | 0.0093 | - | - | - | - | 0.0570 | 0.0067 |
| صنعت ۸ | 0.0495 | 0.0485 | 0.1015 | 0.0485 | 0.0483 | 0.0486 | 0.1655 | 0.0482 | 0.0480 | 0.0825 |
| صنعت ۹ | 0.0344 | 0.0343 | 0.0342 | 0.0339 | 0.0340 | 0.0378 | 0.1195 | 0.0995 | 0.0773 | 0.0767 |
| صنعت ۱۰ | 0.0041 | 0.0348 | 0.0043 | 0.0044 | 0.0125 | 0.0360 | 0.0040 | 0.0918 | 0.0135 | 0.0050 |

با توجه به نتایج بدست آمده در هر صنعت موثرترین ورودی‌ها و خروجی به شرح جدول۶ استخراج شده است. به طور مثال در صنعت شماره۱(صنایع غذایی) متغیر ورودی شماره ۳ (بدهی جاری) و متغیر خروجی شماره۴ (متوسط دوره وصول) به عنوان موثرترین ورودی‌ها و خروجی‌ها تعیین شده است. این در حالی است که در صنعت شماره ده(معدن)، ورودی پنجم (سایر اندوخته‌ها) و خروجی سوم(نسبت آنی) موثرترین به شمار می‌روند.

**جدول ۶: موثرترین ورودی‌ها و خروجی‌ها به تفکیک هر صنعت**

| | I1 | I2 | I3 | I4 | I5 | O1 | O2 | O3 | O4 | O5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| صنعت ۱ | | | ✓ | | | | | | ✓ | |
| صنعت ۲ | | | ✓ | | | | ✓ | | | |
| صنعت ۳ | ✓ | | | | | | | | ✓ | |
| صنعت ۴ | | | | ✓ | | | | | ✓ | |
| صنعت ۵ | | | | ✓ | | | | | ✓ | |
| صنعت۶ | | | ✓ | | | | ✓ | | | |
| صنعت ۷ | | | | ✓ | | | | | ✓ | |
| صنعت ۸ | | | ✓ | | | | ✓ | | | |
| صنعت ۹ | ✓ | | | | | | ✓ | | | |
| صنعت ۱۰ | | | | | ✓ | | | ✓ | | |

## ۷. نتیجه‌گیری

توجه به نحوه تخصیص منابع ارزشمند بانک‌ها با توجه به افزایش تقاضا امری حیاتی برای موسسات مالی به حساب می‌آید به طوریکه در اقتصاد کنونی تبدیل به یکی از چالش‌های بزرگ مدیریتی شده است. روش‌های رتبه‌بندی کنونی که در اکثر بانک‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد بیشتر به صورتی است که نسبت‌های مالی هر شرکت نسبت به همان شرکت در دوره‌های متفاوت مالی مورد تحلیل قرار گرفته و بر اساس آن تصمیم‌گیری می‌شود. لذا عملکرد یک شرکت در مقایسه با سایر شرکت‌های متقاضی تسهیلات و همچنین در مقایسه با شرکت‌های یک بخش اقتصادی مغفول می‌ماند. در این مقاله با توسعه روش تحلیل پوششی داده‌ها، شرکت‌های متقاضی تسهیلات از نظر مالی مورد مقایسه قرار گرفت به طوری که عملکرد هر شرکت در مقایسه با شرکت‌های بخش اقتصادی خودش و هم در مقایسه با سایر شرکت‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. البته با توجه هدف اصلی مقاله، با استفاده از داده‌های مالی شرکت‌ها در بخش‌های مختلف اقتصادی مدل پیشنهادی اجرا و نتایج آن با روش کلاسیک در دو حالت وجود واحدهای ایده‌آل هر بخش و بدون واحدهای ایده‌آل مورد مقایسه قرار گرفت. ضمنا به منظور تعیین اهمیت هر ورودی و خروجی در هر بخش اقتصادی تحلیل حساسیتی انجام شد که نتایج آن در جداول شماره ۳ و ۴ ارائه گردید. مدل پیشنهادی ضمن کاهش میزان محاسبات و زمان تصمیم گیری این

امکان را نیز فراهم آورد تا ارزیابی رقابتی بین بخش‌های اقتصادی به طور صحیح انجام شود.

از منظر کاربردی نیز این مقاله دارای دستاوردهای متعددی است. یکی از مهمترین این دستاوردها کمک به مدیران و تصمیم گیران بانک‌ها و موسسات اعتباری برای ایجاد یک سبد بهینه از متقاضیان تسهیلات است که از منظر نوع صنعت متفاوت هستند. مدل پیشنهادی با توسعه مدل تحلیل پوششی داده‌ها این امکان را به سایر محققین می‌دهد که بتوانند با بکارگیری و یا توسعه مدل از ابعاد دیگر تحقیق‌های کاربردی و یا توسعه‌ای را انجام دهند. از جمله اینکه این مدل از نظر ریاضی به گونه ای توسعه یابد که شرکت‌ها نه تنها در بین بخش‌های اقتصادی بلکه هر بخش اقتصادی با دیگر بخش‌ها نیز مورد ارزیابی قرار گیرد و یا با ترکیب سایر روش‌ها و یا الگوریتم‌ها و یا مباحثی چون اعداد فازی، مدل‌های جدیدی پیشنهاد شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

## منابع و مآخذ

۱-آذر،عادل، خسروانی، فرزانه، جلالی، رضا، (۱۳۹۲) کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در تعیین پرتفویی از کارآمدترین و ناکارامدترین شرکت‌های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران، پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۷، شماره ۱.

۲-تهرانی، رضا و رهنما، روح الله. (۱۳۸۷) تجزیه و تحلیل صورتهای مالی، چاپ اول،تهران، نگاه دانش.

۳-خدادوست طهرانی، طاهره. (۱۳۸۰) توسعه اقتصادی و نقش بانک توسعه صنعتی و معدنی ایران در پیشرفت اقتصادی کشور، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده علوم اداری و مدیریت بازرگانی.

۴-صفری، سعید، ابراهیمی شقاقی، مرضیه، شیخ، محمدجواد، (۱۳۸۹) مدیریت ریسک اعتباری مشتریان حقوقی در بانک‌های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی دادها (رتبه‌بندی اعتباری)، مدرس علوم انسانی-پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۴، شماره۴.

۵-صفری، سعید، ابراهیمی شقاقی، مرضیه،طاهری فرد، مرتضی، (۱۳۹۰) مدیریت ریسک اعتباری در نظام بانکی رویکرد مقایسه ای تحلیل پوششی هاداده‌ها و شبکه عصبی، مجله دانشور- رفتار مدیریت و پیشرفت، دوره جدید، شماره۲-۴۷.

۶-عریانی، بهاره، (۱۳۸۴) رتبه‌بندی ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک‌ها به روش تحلیل فراگیر هاداده‌ها (مطالعه موردی بانک کشاورزی استان تهران سال ۱۳۸۰)، دانشگاه بوعلی سینا.

۷-علی حیدری بیوکی، طاهره، خادمی زارع، حسن، (۱۳۹۱) توسعه تحلیل پوششی هاداده‌ها به منظور رتبه‌بندی مشتریان اعتباری بانک‌ها ،یازدهمین کنفرانس بین المللی مدیریت.

۸-کوپر، سیفورد، تون، (۱۳۸۹) تحلیل پوششی داده‌ها مدل‌ها و کاربردها، مترجم، میرحسینی، علی، انتشارات دانشگاه امیرکبیر،چاپ دوم.

۹-گرونیگ، هنی ون، براجوویچ براتانوویچ، سونیا، (۱۳۹۰) تجزیه و تحلیل و مدیریت ریسک بانکی، مترجمان:بختیاری حسن، خدارحمی، بهروز، انتشارات موسسه عالی آموزش بانکداری ایران.

۱۰-محمودآبادی، حمید، غیوری مقدم، علی، (۱۳۹۰) رتبه‌بندی اعتباری از لحاظ توان مالی پرداخت اصل و فرع بدهیها با استفاده از تحلیل پوششی داده (مورد مطالعه: شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران)، مجله دانش حسابداری، سال دوم ، شماره ۴.

۱۱-میرغفوری،سید حبیب الله، شفیعی رودپشتی، میثم و ندافی، غزاله، (۱۳۹۱) ارزیابی عملکرد مالی با رویکرد تحلیل پوششی دادها (مورد:شرکت مخابرات استانی)، پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۶، شماره ۴.

۱۲-میرزائی، حسین ، نظریان، رافیک ، باقری، رعنا. (۱۳۹۰) بررسی عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری اشخاص حقوقی بانک‌ها (مطالعه موردی شعب بانک ملی ایران، شهر تهران)، فصلنامه روند پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۵۸، صص۹۸-۶۷.

۱۳-یوسفی، ندا. (۱۳۸۹) بررسی عوامل مؤثربر احتمال بازپرداخت تسهیلات اعتباری بانکها(مطالعه موردی بانک توسعه صادرات ایران)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهرا.

۱۴-یوسفی، نیلوفر، (۱۳۹۰) ارائه چارچوبی برای ارزیابی ریسک اعتباری بر اساس استاندارد بازل ۲ و با استفاده از تکنیک‌های داده کاوی:مورد مطالعه یک بانک ایرانی، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه تهران.

15-Abdou H., Pointon J., El-Masry A., (2008) Neural nets versus conventional techniques in credit scoring in Egyptian banking,Expert Systems with Applications, Volume 35, Issue 3, October, Pages 1275-1292.

16-Abdou. H.A., (2009) Genetic programming for credit scoring: The case of Egyptian public sector banks, Expert Systems with Applications, Volume 36, Issue 9, November, Pages 11402-11417.

17-Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984) Some models for estimating, technical and scale inefficiencies in DEA. Management Science, 32, 1078–1092.

18-Bijak K., Thomas L.C., Does, (2012). segmentation always improve model performance in credit scoring? Expert Systems with Applications, Volume 39, Issue 3, 15 February, Pages 2433-2442.

19-Bowlin, W.F, (1998) Measuring Performance: an Introduction to Data Envelopment Analysis, Journal of cost analysis.

20-Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E.,.(1978) Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research 2, 429–44..
21-Chi B.W., Hs C.C., (2012) A hybrid approach to integrate genetic algorithm into dual scoring model in enhancing the performance of credit scoring model, Expert Systems with Applications, Volume39, Issue 3, 15 February, Pages 2650-2661.
22-Chung-Hua Shen, Yu-Li Huang, Iftekhar Hasan, (2012) Asymmetric benchmarking in bank credit rating. Int. Fin. Markets, Inst. and Money (Journal of International Financial Markets, Institutions & Money) . 22 171– 193.
23-Eddie W.L. Cheng, Yat Hung Chiang, Bo Sin Tang, (2007) Alternative approach to credit scoring by DEA: Evaluating borrowers with respect to PFI projects,Building and Environment, Volume 42, Issue 4, April, Pages 1752-1760.
24-Emel A.B., Oral M., Reisman A., Yolalan R., (2003) A credit scoring approach for the commercial banking sector, Socio-Economic Planning Sciences, Volume 37, Issue 2, June, Pages 103-123.
25-Grunert J., Norden L., Weber M., (2005) The role of non-financial factors in internal credit ratings, Journal of Banking & Finance, Volume 29, Issue 2, February, Pages 509-531
26-Hens A.B., Tiwar M.K., (2012) Computational time reduction for credit scoring: An integrated approach based on support vector machine and stratified sampling method, Expert Systems with Applications, In Press, Uncorrected Proof, Available online 3 January.
27-Huang C.L., Chen M.C., Wang C.J., (2007) Credit scoring with a data mining approach based on support vector machines, Expert Systems with Applications, Volume 33, Issue 4, November, Pages 847-856.
28-Jankowitsch R., Pichler S., Walter S.A. Schwaiger., (2007) Modelling the economic value of credit rating systems, Journal of Banking & Finance, Volume 31, Issue 1, January, Pages 181-198.
29-John S.Liu, LouisY.Y.Lu, Wen-MinLu, BruceJ.Y.Lin. (2013) Data envelopment analysis1978–2010: Acitation-based literature survey. Omega 41 3–15.
30-Lee T.S., Chen I.F., (2005) A two-stage hybrid credit scoring model using artificial neural networks and multivariate adaptive regression splines, Expert Systems with Applications, Volume 28, Issue 4, May, Pages 743-752.

31-Malik M., Thomas L.C., (2012) Transition matrix models of consumer credit ratings,International Journal of Forecasting, Volume 28, Issue 1, January–March, Pages 261-272.
32-Stefanescu C., Tunaru R., Turnbull S., (2009) The credit rating process and estimation of transition probabilities: A Bayesian approach, Journal of Empirical Finance, Volume 16, Issue 2, March, Pages 216-234.
33-Tsai C.F., Chen. M.L., (2010) Credit rating by hybrid machine learning techniques,Applied Soft Computing, Volume 10, Issue 2, March, Pages 374-380.
34-Yang lui., (2002) The evaluation of classification models for credit scoring. Arbeitsbericht,2.
35-Yap B. W., Ong S.H., (2011) Mohamed Husain N.H., Using data mining to improve assessment of credit worthiness via credit scoring models,Expert Systems with Applications, Volume 38, Issue 10, 15 September, Pages 13274-13283.
36-ZChe.H., Wang H.S., Chuang C.L., (2010) A fuzzy AHP and DEA approach for making bank loan decisions for small and medium enterprises in Taiwan, Expert Systems with Applications, Volume 37, Issue 10, October, Pages 7189-7199.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی