

دسترسی در سایت <http://jnrm.srbiau.ac.ir>

سال پنجم، شماره بیست و دوم، بهمن و اسفند ۱۳۹۸

شماره شاپا: ۲۵۸۸-۵۸۸۸



پژوهش‌های نوین در ریاضی



دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

# رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقوقی بانک با استفاده از مدل راسل اصلاح شده بهبود یافته (مطالعه موردی: مشتریان حقوقی بانک ملی شهر اراک)

محمد ایزدی خواه<sup>۱\*</sup>، محدثه شمسی<sup>۲</sup>

<sup>(۱)</sup> گروه ریاضی کاربردی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، اراک، ایران

<sup>(۲)</sup> گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، اراک، ایران

تاریخ ارسال مقاله: ۹۷/۰۴/۰۷. تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۰۷/۱۹

## چکیده

بیشترین حجم مبادلات هر کشور از طریق سیستم بانکی تحقق می‌یابد که کارکرد صحیح آن نقش تعیین کننده‌ای در بهبود فعالیت‌های اقتصادی خواهد داشت. امروزه با افزایش حجم مطالبات معوق و سر رسید گذشته بانک‌ها، موضوع رتبه‌بندی و اعتبارسنجی مشتریان مورد توجه بانک‌ها قرار گرفته است. بدین منظور پیاده‌سازی نظام رتبه‌بندی اعتباری و شناسایی عوامل تاثیرگذار در عدم بازپرداخت تسهیلات بانکی جهت کاهش و کنترل ریسک اعتباری بانک‌ها یکی از مهمترین ابزارهای کنترل ریسک اعتباری به حساب می‌آید، هدف این مقاله بررسی ارتباط کارایی و ریسک در سیستم بانکداری است. بر این اساس به کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها و اطلاعات مربوط به ارزیابی و رتبه‌بندی و تفسیر ریسک اعتباری که توسط سه موسسه مهم رتبه‌بندی فیچ، مودیز و استاندارد و پورز ارائه شده، ریسک اعتباری ۲۴ مورد از مشتریان حقوقی بانک ملی شهر اراک ارزیابی و رتبه اعتباری هر یک از شرکت‌های حقوقی معین و تحلیل کیفی آنها بیان شد.

**واژه‌های کلیدی:** رتبه‌بندی اعتباری، ریسک اعتباری، موسسه‌های رتبه‌بندی اعتباری، تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی.

## مقدمه

امروزه می‌توان از بانک به عنوان نیروی محرکه، شتاب دهنده، متعادل‌کننده و سامان بخش اقتصاد یاد کرد. نگاهی به تاریخچه بانک نشان دهنده این است که این نهادها علاوه بر نقش پول، در داد و ستدهای درونی و برونی مسئولیت مبادلات مالی و پولی را به عهده داشته و از ابتدای تاسیس و شکل‌گیری هم‌امین مردم و هم‌آسان‌کننده مبادلات پولی بوده و تاثیر بسزایی در اقتصاد داشته‌اند؛ بنابراین توسعه و بهبود فعالیت‌های بانکی به ویژه اعطای تسهیلات به همراه نظامی کارآمد، نقش عمده‌ای در توسعه و پیشرفت اقتصاد و صنعت بانکداری کشور خواهد داشت. [۶] نهادهای مالی همواره به عنوان قلب تپنده اقتصاد در بازار سرمایه و پول فعالیت دارند و با اعطای تسهیلات، باعث جریان پول و سرمایه در جامعه می‌شوند، که تسهیلات اعطایی، از زمره مهمترین و با ارزش‌ترین دارایی‌های بانک محسوب می‌شوند و بخش عمده‌ای از درآمد بانک‌ها می‌تواند از طریق اعطای تسهیلات به وقوع بپیوندد [۲۶]. اما گردش پول و سرمایه در جامعه، نهاد مالی را در معرض انواع ریسک‌ها قرار می‌دهد، تنوع این ریسک‌ها و گاهی شدت آنها به حدی است که اگر نهاد مالی نتواند آنها را به‌ نحو صحیح کنترل و مدیریت کند رو به نابودی و حتی ورشکستگی خواهد رفت. بنابراین با توجه به افزایش تقاضای تسهیلات و ریسک موجود در این گونه فعالیت‌ها، اعتبارسنجی متقاضیان تسهیلات و ارائه الگویی مناسب برای نحوه پرداخت تسهیلات یکی از اساسی‌ترین اصول مدیریت ریسک اعتباری در بانک‌ها و موسسات مالی بشمار می‌رود، به طوریکه استفاده از ابزارهای مدیریت ریسک اعتباری به بانک‌ها این امکان را می‌دهد تا با اطمینان خاطر بیشتری در خصوص اعطای تسهیلات تصمیم‌گیری کنند. [۱،۳۳]

به منظور مدیریت ریسک اعتباری استفاده از سیستم‌های رتبه‌بندی اعتباری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به‌طور کلی در صنعت بانکداری می‌توان با پیاده‌سازی سیستم رتبه‌بندی، شاخص و معیاری برای تنظیم میزان وثایق و نرخ سود فراهم آورد تا مشتریان با وضعیت اعتباری مناسب از آن بهره‌مند شوند. بانک‌ها برای اینکه وام یا

تسهیلاتی را به مشتریان پرداخت کنند وضع اعتبار دارایی‌ها و بدحسابی و خوش‌حسابی مشتری مورد نظر را بررسی می‌کنند و پس از جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز اقدام به تصمیم‌گیری می‌نمایند. [۳۱]

از سوی دیگر مقایسه عملکرد و ارزیابی واحدهای مشابه بخش مهمی از مدیریت یک سازمان پیچیده است. یکی از تکنیک‌های قدرتمند مدیریتی تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۱</sup> (DEA) است که این تکنیک ابزاری را در اختیار مدیران قرار می‌دهد تا بتوانند به وسیله آن عملکرد شرکت خود را در قبال سایر رقبا بررسی نمایند و به کمک نتایج به دست آمده از آن برای آینده‌ای بهتر تصمیم‌گیری کنند. سادگی فهم و اجرای روش تحلیل پوششی داده‌ها و در کنار آن دقت بالا و کاربرد گسترده آن باعث شده است، مورد توجه بسیاری از پژوهشگران به منظور دستیابی به اهدافشان قرار گیرد. [۴،۳۴]

تحلیل پوششی داده‌ها تکنیکی کمی است که به منظور محاسبه کارایی فنی نسبی واحدهای سازمانی مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مدل در سال ۱۹۶۷ اولین بار در رساله دکتری رودز به راهنمایی کوپر تحت عنوان ارزیابی پیشرفت تحصیلی دانش آموزان مدارس ملی آمریکا ابداع و در سال ۱۹۷۸ چارلز، کوپر و رودز تحلیل پوششی داده‌ها را با چاپ مقاله اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده به جهان علم معرفی کردند. [۱۷]

در مدل‌های سنتی DEA به علت زیاد بودن واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا نمی‌توانیم در بین DMU ها کارا ترین آنها را پیدا کنیم یعنی گرچه این مدل‌ها می‌توانند کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا را از ناکارا تشخیص دهند اما قدرت تمیز دادن بین واحدهای کارا را ندارند. برای حل این مشکل به رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده پرداخته می‌شود. [۲] که از جمله مباحث مهم در تحلیل پوششی داده‌ها رتبه‌بندی واحد های تصمیم‌گیرنده است که این تکنیک واحدهای تحت بررسی را بر اساس مقدار کارایی آنها به دو گروه کارا و ناکارا تقسیم می‌کند. از سوی دیگر روش‌های متعددی برای رتبه‌بندی و تفاوت قائل شدن بین واحدهایی که در گروه کارا قرار می‌گیرند، توسط محققان در زمینه DEA ارائه شده است. [۱۶،۲۳،۳۰]

اندازه‌گیری ریسک عدم پرداخت اصل و بهره (سود) تسهیلات را تحت بررسی قرار دادند. [۱۱] مطابق با آمارهای بانک بین‌المللی ستلمنت<sup>۴</sup> (BIS)، امروزه حدود ۱۵۰-۱۳۰ موسسه رتبه‌بندی اعتباری در جهان وجود دارد که برخی از این موسسات کوچک هستند. در حال حاضر سه موسسه استاندارد و پورز (S&P)، مودیز و فیچ به‌عنوان بزرگترین و مشهورترین معتبرترین موسسات رتبه‌بندی اعتباری هستند که در سطوح بین‌المللی فعالیت می‌کنند. [۱۵] امروزه ۱۰۰٪ اوراق و شرکت‌های صادرکننده اوراق در آمریکا رتبه‌بندی می‌شوند و موسسات رتبه‌بندی اعتباری در بسیاری از کشورها برای خدمت‌رسانی به نیازهای سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان تاسیس شده است. [۲۷]

از گذشته تا کنون پژوهش‌های گوناگونی در زمینه ریسک و رتبه‌بندی اعتباری صورت گرفته است که می‌توان به برخی از آنها اشاره نمود.

در سال ۱۳۹۶ جمشیدی و رستمیان پژوهشی را تحت عنوان مدیریت ریسک اعتباری در صنعت بانکداری ارائه دادند. [۵] در همان سال محمودی و خیر اندیش به شناسایی و رتبه‌بندی عوامل موثر بر ریسک اعتباری مشتریان حقوقی از دیدگاه مدیران و کارشناسان بانک ملت حوزه بندرعباس با استفاده از مدل AHP پرداختند. [۱۴] و در سال ۱۳۹۷ بعد ارزیابی ریسک اعتباری تعاونی های شهری با استفاده از روش شبکه عصبی توسط باقری و حق شناس کاشانی انجام گرفت. [۳] پژوهشی با عنوان کاربرد شبکه‌های عصبی - فازی در رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بانک تجارت توسط گروه، و محتشمی در سال ۱۳۹۶ صورت گرفت. [۱۲] محمود آبادی و غیوری مقدم به تعیین رتبه اعتباری از لحاظ توان مالی پرداخت اصل و فرع بدهی‌ها با استفاده از شیوه تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند. [۱۳] و در همین سال طاهری فرد و همکارانش مدل رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقوقی بانک‌های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها را طراحی نمودند. [۱۰] در سال ۱۳۹۵ سفیدگران و حاله به شناسایی و رتبه‌بندی مشتریان حقوقی متقاضی تسهیلات بانکی از منظر ریسک اعتباری با استفاده از روش ترکیبی

در این پژوهش ابتدا ۱۸ شاخص مالی که با استفاده از تراز نامه های موجود در شعب بانک‌ها قابل محاسبه بوده‌اند، انتخاب شده‌اند و سپس برای انتخاب مهمترین عوامل موثر بر ریسک اعتباری فهرست ۱۸ تایی شاخص‌ها در اختیار تیم خبرگان قرار گرفته است و در نهایت با اتفاق نظر تیم خبرگان ۶ تای آنها به عنوان موثرترین عوامل بر ریسک اعتباری مشتریان حقوقی شناخته شده‌اند که به‌عنوان ورودی و خروجی مدل تحلیل پوششی داده‌ها در نظر گرفته شدند. بدین ترتیب با توجه به ورودی‌ها و خروجی‌های تعیین شده، کارایی شرکت‌های دریافت کننده تسهیلات با استفاده از مدل راسل اصلاح شده بهبود یافته محاسبه و با استفاده از اطلاعاتی که ۳ موسسه معروف رتبه‌بندی به نام فیچ<sup>۱</sup>، مودیز<sup>۲</sup>، استاندارد و پورز<sup>۳</sup> در رابطه با ارزیابی و رتبه‌بندی و تفسیر ریسک اعتباری ارائه داده‌اند، به تفسیر کیفی آنها پرداخته شد.

### پیشینه پژوهش

واژه «ریسک»، برگرفته از واژه ایتالیایی «risicare» است که ریشه لاتین آن «risicu» است. به معنای جرات کردن است. [۲۰] در بازار مالی کلمه «ریسک»، اغلب با احتمال زیان یک سرمایه‌گذاری مرتبط است و ریسک اعتباری به نوبه خود، با موضوع برآورده کردن تعهدات مالی در قبال وام دهنده ارتباط دارد. [۲۹] منشا مفهوم رتبه‌بندی ریسک اعتباری از آمریکا بوده است، [۲۷] اندازه‌گیری و رتبه‌بندی ریسک اعتباری برای نخستین بار در سال ۱۹۰۹ توسط جان موری بر روی اوراق قرضه انجام شد، در همین سال یکی از قدیمی ترین موسسات به نام موسسه مودیز تاسیس شد. یکی دیگر از موسسات رتبه بندی به نام استاندارد و پورز (S&P) از سال ۱۹۱۶ رتبه بندی را آغاز و در سال ۱۹۲۴ نیز موسسه فیچ فعالیت خود را در این زمینه شروع کرد. برخی از محققین در آن زمان متوجه شباهت زیاد اوراق قرضه و تسهیلات اعطایی گردیدند، از این رو رتبه‌بندی اعتباری یعنی

1. Fitch
2. Moody's
3. Standard & Poor's

اعتباری بر عملکرد بانک‌های تجاری در نیجریه را مورد بررسی قرار دادند. [۱۸] در سال ۲۰۱۴ بری دارت برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های بلژیکی، روش شبکه‌های عصبی مصنوعی را به کار برد. [۲۱]

### متغیرهای پژوهش

شاخص‌های مالی متعددی در تعیین ریسک اعتباری مشتریان حقوقی تاثیر گذارند که از میان این نسبت‌ها با توجه به اطلاعاتی که در صورت سود و زیان و تراز نامه‌های مشتریان حقوقی وجود داشت ۱۸ نسبت مالی قابل پوشش بود که به‌عنوان متغیرهای تحقیق انتخاب شده‌اند که جدول (۱) نشان دهنده آنهاست. در ادامه تصفیه نهایی این ۱۸ شاخص موثر بر ریسک اعتباری با توجه به نظرات تیم ۸ نفره خبرگان شامل متخصص بانک در زمینه ریسک و مسئول قسمت اعتبارات بانک ملی شعبه مرکزی و کارشناسان قسمت اعتبارات شعب با روش دلفی انجام و متغیرهای اصلی تعیین شده‌اند. (جدول (۲))

ANP-PROMETHEE پرداختند. [۹] و پژوهش مقایسه‌ی مدل‌های مختلف شبکه‌ی عصبی در رتبه‌بندی اعتباری سیستم بانکی و معرفی بهترین مدل (۱۳۸۵-۱۳۹۰) در سال ۱۳۹۵ توسط رزمی و شهبازی انجام گرفت. [۸] رجب‌زاده مغانی و همکاران در سال ۱۳۹۶ به مطالعه عوامل اثرگذار بر ریسک اعتباری مشتریان بانکی با استفاده از مدل‌های ناپارامتریک و شبه پارامتریک تحلیل بقا پرداختند. [۷] دوکا و مک لاگلین تغییر در سطح ریسک اعتباری را عامل تاثیرگذار بر سودآوری بانک‌ها دانستند. [۲۴] مین و لی به رتبه‌بندی اعتباری شرکت‌های تولیدی کره‌ای با استفاده از شیوه تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند. [۲۸] و در سال ۲۰۱۳ امیری و بیگلری ۱۸۱ شرکت تولیدی بورس و اوراق بهادار تهران را با استفاده از نسبت‌های مالی طبقه‌بندی نمودند. [۱۹] و سامرین و همکاران مدلی را به منظور رتبه‌بندی اعتباری طراحی و تدوین کردند. [۳۵] یک سال بعد مارسیا و همکاران عوامل تعیین‌کننده رتبه اعتباری در برزیل را شناسایی نمودند. [۲۹]. در سال ۲۰۱۴ آبیلا و اولاسی اثر ریسک

جدول (۱). ۱۸ نسبت‌های مالی استخراج شده به‌عنوان متغیرهای تحقیق

شماره	عنوان نسبت‌ها
۱	نسبت دارایی جاری
۲	دارایی جاری به دارایی ثابت
۳	بدهی جاری به دارایی کل
۴	تسهیلات کوتاه مدت به بدهی جاری
۵	گردش مجموع دارایی
۶	بدهی کل به دارایی کل
۷	نسبت آنی
۸	حقوق صاحبان سهام به دارایی کل
۹	موجودی مواد و کالا به دارایی جاری
۱۰	تسهیلات کوتاه مدت به فروش
۱۱	گردش دارایی ثابت
۱۲	تسهیلات کوتاه مدت به دارایی کل
۱۳	نسبت جاری
۱۴	دارایی ثابت به دارایی کل
۱۵	بدهی جاری به حقوق صاحبان سهام
۱۶	بدهی جاری به فروش
۱۷	گردش سرمایه جاری
۱۸	بدهی جاری به بدهی کل

جدول (۲). ورودی‌ها و خروجی‌ها

نام کامل	علامت اختصاری	نام کامل	علامت اختصاری
گردش سرمایه جاری	Output 1	بدهی کل به دارایی کل	Input 1
حقوق صاحبان سهام به دارایی کل	Output 2	تسهیلات کوتاه مدت به دارایی کل	Input 2
دارایی جاری به دارایی ثابت	Output 3	بدهی جاری به بدهی کل	Input 3

### روش پژوهش

این پژوهش از نوع تحقیق کاربردی است که از شیوه تحلیل پوششی داده‌ها برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، که متشکل از شاخص‌های مالی است، استفاده شده است. تحلیل پوششی داده‌ها روشی مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی جهت برآورد کارایی تکنیکی و ناکارایی‌های واحد است. چارنز و کوپر و رودز در مقاله معروف خود DEA را یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی معرفی نمودند که کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده با ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه مشابه و قطعی را تعیین و آن‌ها را با یکدیگر مورد مقایسه قرار می‌دهد که لزوم همگونی ورودی‌ها و خروجی‌ها شرط اول در انتخاب واحدهای مورد ارزیابی است. [۲۲]

### جامعه آماری

در این تحقیق مشتریان حقوقی که از بانک ملی استان مرکزی واقع در شهر اراک از ابتدای سال ۹۴ تا انتهای سال ۹۵ تسهیلات اعتباری دریافت کرده‌اند و آن‌ها را به بانک برگردانده یا برگشت نداده‌اند به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته می‌شوند. تعداد شعب بانک ملی واقع در شهر اراک ۲۷ شعبه می‌باشد که از میان آن‌ها شعبه‌هایی که واقع در مراکز اصلی بوده‌اند و از نظر تعداد مشتریان اهمیت بیشتری داشته‌اند، انتخاب شده‌اند که این امر با مشورت مسئول اعتبارات شعبه مرکزی بانک ملی صورت گرفته است و در نهایت ۱۱ شعبه برای تجزیه و تحلیل نهایی انتخاب و کلیه مشتریان حقوقی اعتباری که در این مدت تسهیلاتی را از شعب بانک دریافت کرده‌اند به صورت تقریبی ۱۲۰ مشتری اعتباری بوده‌اند. با توجه به محدودیت در ارائه اطلاعات در شعبه‌های بانک ملی تنها اطلاعات ۳۵ مشتری حقوقی در اختیار قرار داده شد. از آن جایی که براساس تفاوت‌های بخشی و مقیاس، نیاز به درجه معینی از تجانس میان مشتریان حقوقی مورد

مطالعه وجود دارد، در مجموعه مشاهدات آن دسته از مشتریان حقوقی که نسبت‌های متعددی دارند که به طور معناداری از میانگین هم تراز خود منحرف شده‌اند کنار گذاشته می‌شوند. در نهایت ۲۴ مشتری حقوقی که از شعب بانک ملی استان تسهیلات دریافت کرده‌اند به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شده و داده‌ها و اطلاعات مربوط به متغیرهای ورودی و خروجی مشتریان حقوقی در جدول (۳) ارائه شده است.

### الگوی پژوهش

به منظور انتخاب الگوی مناسب تحلیل پوششی داده‌ها باید به این توجه داشت که از یک سو چون تمام متغیرهای بکار رفته در پژوهش نسبت‌های مالی بوده و بیانگر مقیاس مشتریان حقوقی نیست، امکان محاسبه کارایی مقیاس وجود نداشته و از سوی دیگر به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات قیمتی در خصوص ورودی‌ها و خروجی‌ها، کارایی تخصیصی نیز قابل محاسبه نبود. بنابراین، کارایی فنی واحدها مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به اینکه برای تفاوت قائل شدن بین واحدهای کارا می‌بایست آن‌ها را رتبه‌بندی نمود، به منظور رتبه‌بندی واحدهای کارا می‌توان از روش‌های مختلفی مانند روش‌های پارامتری و روش‌های ناپارامتری استفاده نمود که در تحقیق حاضر واحدها به کمک مدل راسل اصلاح شده بهبود یافته که در ادامه به آن اشاره شده است رتبه بندی شدند.

### مدل راسل اصلاح شده

مدل غیر شعاعی راسل اصلاح شده [۳۲] برای اندازه گیری کارایی نسبی واحد تحت ارزیابی DMUp به صورت زیر ارائه شده است:

$$\rho_p^* = \min \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \theta_i}{\frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \varphi_r}$$

$$\varphi_r^* = 1$$

مثال ۱: مثال زیر نشان می‌دهد که روش راسل اصلاح شده قادر به ارائه یک رتبه‌بندی کامل از واحدهای کارا نمی‌باشد. هفت واحد تصمیم‌گیرنده که دو ورودی را برای تولید یک خروجی واحد مصرف می‌کنند مطابق جدول (۴) نشان داده شده‌اند.

همانطور که سطر آخر جدول (۴) نشان می‌دهد، روش راس اصلاح شده در ارائه یک رتبه‌بندی کامل ناموفق بوده است. واضح است که ۴ واحد کارا وجود دارد که روش راسل اصلاح شده بین آنها تمایزی ایجاد نکرده است. شکل (۱) این واحدها را نمایش می‌دهد.

$$\begin{aligned} \text{st: } & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_i x_{ip}, \quad i = 1, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \varphi_r y_{rp}, \quad r = 1, \dots, s \quad (1) \\ & \theta_i \leq 1, \quad \varphi_r \geq 1, \quad \forall i, r, \\ & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

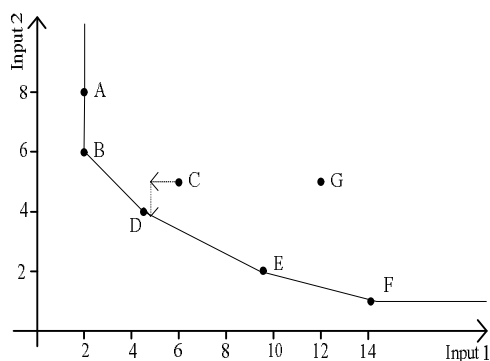
تعریف (کارایی راسل): مقدار بهینه  $\rho_p^* = 1$  از مدل (۱) را امتیاز کارایی راسل DMUp گویند. DMUp کارایی راسل گویند هرگاه  $\rho_p^* = 1$ . این شرایط معادل این است که به ازای هر  $i$  و  $r$  داشته باشیم:  $\theta_i^* = 1$  و

جدول (۳). داده‌ها و اطلاعات مشتریان حقوقی

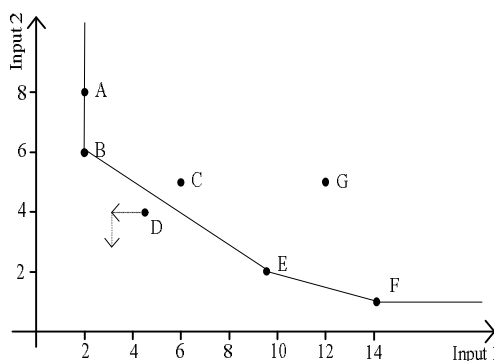
	Output3	Output2	Output1	Input3	Input2	Input1
DMU1	1.149800814	0.127811564	0.021138991	0.874275448	0.524338669	0.872188111
DMU2	2.621817693	0.240191287	81.21965021	0.931280465	0.178257218	0.759808713
DMU3	78.45909695	0.25490095	0.00995992	0.883659224	0.206194419	0.74509905
DMU4	6.652079979	0.400181344	0.530137724	0.909882233	0.275389917	0.599818656
DMU5	1.722997197	0.07372831	0.004465999	0.693323221	0.25951749	0.92627169
DMU6	16.62078432	0.084944379	0.226515245	0.821838555	0.200664556	0.915055621
DMU7	2.581829762	0.202716526	0.819734235	0.897098185	0.346996612	0.797283474
DMU8	8.434519906	0.558607002	1.753031001	0.930052587	0.189613045	0.441392998
DMU9	6.568396011	0.617774166	0.387358866	0.968179349	0.000366546	0.382225834
DMU10	3.361231871	0.565582371	0.070777625	0.399976492	0.073953423	1.565582371
DMU11	14.24020257	0.443235426	0.459575724	0.921654321	0.19943641	0.556764574
DMU12	1.263641581	0.548562232	1.01162534	0.832961034	0.228317235	0.451437768
DMU13	0.676160651	0.631791009	0.218004332	0.722906745	0.091450853	0.368208991
DMU14	5.144945189	0.292030547	0.172305271	0.943064266	0.361712853	0.70229859
DMU15	1.583869985	0.213254554	1.464182692	0.779875699	0.323279074	0.786745446
DMU16	12.34051063	0.439465937	0.204733733	0.994007659	0.019766801	0.560534063
DMU17	4.387952068	0.416317228	0.385855225	0.977005497	0.438941164	0.583682772
DMU18	0.621769667	0.268811416	0.69763582	0.435499286	0.049260849	0.731188584
DMU19	68.36964009	0.763521652	7.539689795	0.931920155	0.051784901	0.236478348
DMU20	75.09453497	0.228970582	0.206147506	0.899456078	0.126234784	0.771029418
DMU21	6.41205923	0.371877037	1.894713765	0.971702059	0.054931426	0.628122963
DMU22	1.009777887	0.678366513	0.222289705	0.862992744	0.02248959	0.321633487
DMU23	350.4957002	0.097730897	0.125302794	0.975207127	0.620958376	0.902269103
DMU24	4.756413011	0.721017641	0.551152132	0.834462529	0.083709916	0.278982359

جدول (۴). داده‌های مثال ۱

واحدها	A	B	C	D	E	F	G
ورودی ۱	2	2	6	4.5	9.5	14	12
ورودی ۲	8	6	5	4	2	1	5
خروجی	1	1	1	1	1	1	1
امتیاز کارایی راسل اصلاح شده	0.87	1	0.77	1	1	1	0.53



الف. مرز کارایی قبل از حذف واحد D



ب. مرز کارایی بعد از حذف واحد D

شکل (۱). نمایش واحدهای مثال ۱

بهبود یافته‌ای ارائه می‌شود که همزمان هر دو جهت را در نظر می‌گیرد. که مدل (۲) نشان دهنده این مدل است. [۲۵]

$$R^* = \min \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \theta_i}{\frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \varphi_r}$$

$$\text{st: } \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq 0}}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_i x_{i0}, \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq 0}}^n \lambda_j y_{rj} \geq \varphi_r y_{r0}, \quad r = 1, \dots, s \quad (2)$$

$$\theta_i - 1 \leq M\delta; \quad i = 1, \dots, m$$

$$-\theta_i + 1 \leq M(1 - \delta); \quad i = 1, \dots, m$$

$$-\varphi_r + 1 \leq M\delta; \quad r = 1, \dots, s$$

$$\varphi_r - 1 \leq M(1 - \delta); \quad r = 1, \dots, s$$

$$\delta \in \{0, 1\}$$

$$\theta_i, \lambda_j \geq 0; \quad \forall i, j$$

در مدل (۲)، متغیر دودویی  $\delta$ ، تضمین می‌کند که همزمان فقط یک گروه از محدودیت‌های زیر برقرار هستند:

$$(I): \begin{cases} \theta_i \leq 1, & i = 1, \dots, m \\ \varphi_r \geq 1, & r = 1, \dots, s \end{cases}$$

یا

$$(II): \begin{cases} \theta_i \geq 1, & i = 1, \dots, m \\ \varphi_r \leq 1, & r = 1, \dots, s \end{cases}$$

شکل (۱) الف نشان می‌دهد که ۴ واحد کارا وجود دارد و روش راسل اصلاح شده موفق به رتبه‌بندی آنها نشده است. واحدهای C و G هم ناکارا بوده و واحد A هم کارایی ضعیف است. شکل (۱) الف جهت حرکت واحد C به سمت مرز کارایی را نشان می‌دهد.

### مدل راسل اصلاح شده بهبود یافته

همانطور که ملاحظه شد، مدل راسل اصلاح شده قادر به رتبه‌بندی واحدها نمی‌باشد و اگر واحد تحت ارزیابی را از مجموعه واحدها در این مدل حذف کنیم (مانند روشی که در روش شناخته شده اندرسن-پیترسن استفاده می‌شود) آنگاه مدل بدست آمده به امتیاز ابرکارایی صحیحی نمی‌رسد. برای درک مساله، در مثال ۱ فرض کنیم هدف ارزیابی امتیاز ابرکارایی واحد D بر اساس مدل راسل اصلاح شده به وسیله حذف آن از مجموعه واحدها باشد. شکل (۱) ب مرز کارایی جدید با حذف واحد D را نشان می‌دهد. همچنین در این شکل جهت حرکت واحد D طبق مدل راسل اصلاح شده نشان داده شده است. واضح است که در این جهت مساله به جواب بهینه‌ای نمی‌رسد (مرز کارایی را قطع نمی‌کند) و لذا روش راسل اصلاح شده در ارائه یک رتبه‌بندی کامل ناموفق خواهد بود. بنابراین برای محاسبه امتیاز ابرکارایی واحدهایی که خارج مجموعه امکان تولید قرار می‌گیرند باید جهت حرکت واحد تصمیم‌گیرنده تغییر یابد به طوری که به سمت مرز کارایی حرکت کند. بر این اساس مدل راسل اصلاح شده

رتبه‌ها، به رتبه‌بندی واحدهای تحت بررسی پرداخته شد. این موضوع قابل توجه است که ملاک دسته‌بندی شرکت‌های حقوقی کارایی فنی آنها بوده است. پژوهشگران به منظور رتبه‌بندی اعتباری واحدهای تصمیم‌گیرنده تحت بررسی با توجه به اینکه در ایران پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه بسیار اندک است، حدودی را ارائه دادند که جدول (۶) نشان دهنده آن حدود است. که با استفاده از اطلاعات ارائه شده در این جدول نوع رتبه واحدهای تصمیم‌گیرنده تحت بررسی مشخص و به تفسیر کیفی آنها پرداخته شد.

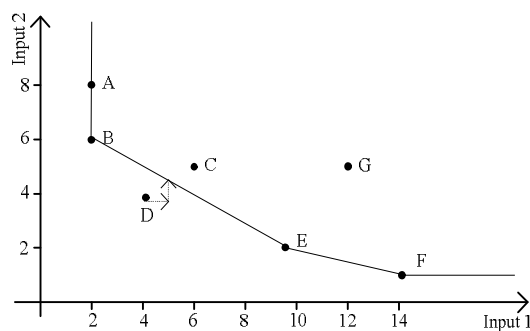
### یافته‌های پژوهش

با استفاده از نرم افزار گمز<sup>۱</sup>، برای ۲۴ مشتری حقوقی با مدل CCR کارا یا ناکارا بودن آنها تعیین شد و با مدل AP به هر یک از واحدها رتبه‌ای اختصاص یافت و امتیاز کارایی به دست آمده از مدل راسل اصلاح شده بهبود یافته واحدها نرمال شدند و سرانجام با توجه به این امتیاز کارایی، واحدهای تصمیم‌گیرنده رتبه‌بندی شدند که نتایج حاصله در جدول (۷) ارائه شده است.

اگر یک واحد تصمیم‌گیرنده داخل مجموعه امکان تولید باشد گروه (I) و اگر یک واحد تصمیم‌گیرنده خارج مجموعه امکان تولید باشد گروه (II) فعال خواهند بود. شکل (۲) جهت حرکت واحدهایی که خارج از مجموعه امکان تولید هستند را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که در این حالت واحد D به سمت مرز کارایی حرکت کرده و لذا مدل جدید قادر به رتبه‌بندی همه واحدها شده است.

رتبه‌بندی بدست آمده توسط مدل (۲) در جدول (۵) خلاصه شده است. جدول نشان می‌دهد که مدل جدید یک رتبه‌بندی کامل ارائه داده است و لذا ایراد روش راسل اصلاح شده را رفع کرده است. در این جدول نتایج روش با نتایج روش AP (اندرسن-پیترسن) هم مقایسه شده است. ملاحظه می‌شود حتی روش رتبه‌بندی AP هم نتوانسته است ناکارایی واحد A را بدرستی تشخیص دهد در حالیکه روش راسل اصلاح شده بهبود یافته تمام ناکارایی‌ها را شناسایی کرده است.

در ادامه با استفاده از مدل‌های CCR و AP و راسل اصلاح شده بهبود یافته و جدول (۶)، مقیاس رتبه‌بندی ارائه شده مربوط به سه موسسه مهم رتبه‌بندی فیچ، مودیز و استاندارد و پورز (S&P) و تفسیر هر یک از



شکل (۲). جهت حرکت جدید

واحدها	A	B	C	D	E	F	G
امتیاز ابرکارایی AP	1	1.22	0.78	1.1	1.08	2	0.59
رتبه‌بندی AP	5	2	6	3	4	1	7
امتیاز کارایی با مدل (۲)	0.87	1.17	0.77	1.08	1.07	1.50	0.59
رتبه‌بندی	5	2	6	3	4	1	7



جدول (۶). مقیاس رتبه‌بندی مودیز، استاندارد و پورز و فیچ

تعریف رتبه	مودیز	استاندارد و پورز	فیچ	محدوده کارایی	تفسیر رتبه
بالاترین میزان کیفیت اعتباری	Aaa	AAA	AAA	رتبه کارایی یک	این گروه بهترین کیفیت را از نظر باز پرداخت اصل و سود تسهیلات اعطایی داراست و از کمترین ریسک سرمایه گذاری برخوردارست.
کیفیت اعتباری بسیار بالا	Aa1 Aa2 Aa3	AA <sup>+</sup> AA AA <sup>-</sup>	AA <sup>+</sup> AA AA <sup>-</sup>	۰/۵-۱	این گروه از کیفیت بالا برخوردارند و فرقی با گروه قبلی این است که حاشیه امنیتشان به گستردگی گروه قبلی نیست و ریسک بلند مدت آنها مقداری بیشتر است. در داخل گروه از بالا به پایین از دورنمای میزان اعتماد اندکی کاسته می‌شود.
کیفیت اعتباری بالا	A1 A2 A3	A <sup>+</sup> A A <sup>-</sup>	A <sup>+</sup> A A <sup>-</sup>	۰/۲-۰/۵	این گروه شرایط مطلوبی دارند. از لحاظ پرداخت اصل و فرع شرایط مناسبی وجود دارد ولی ممکن است در اثر بروز اتفاقاتی میزان ریسک اندکی افزایش یابد. از بالا به پایین در گروه شرایط مساعد تضعیف می‌گردد.
کیفیت اعتباری خوب	Baa1 Baa2 Baa3	BBB <sup>+</sup> BBB BBB <sup>-</sup>	BBB <sup>+</sup> BBB BBB <sup>-</sup>	۰/۱-۰/۲	این گروه از درجه متوسط محسوب شده و از نظر باز پرداخت اصل و فرع تسهیلات اعطایی در حال حاضر مشکلی وجود ندارد اما در دراز مدت ممکن است دچار مشکل گردند. در داخل این گروه از بالا به پایین شرایط بدتر می‌شود.
سفته بازی	Ba1 Ba2 Ba3	BB <sup>+</sup> BB BB <sup>-</sup>	BB <sup>+</sup> BB BB <sup>-</sup>	۰/۰۱-۰/۱	ریسک این گروه بالا بوده و از نظر بازپرداخت اصل و فرع از تضمین خوبی چه در حال حاضر و چه در آینده به میزان کافی برخوردار نیستند. در داخل گروه از بالا به پایین عدم اطمینان به تدریج افزایش می‌یابد.
سفته بازی بالا	B1 B2 B3	B <sup>+</sup> B B <sup>-</sup>	B <sup>+</sup> B B <sup>-</sup>	۰/۰۰۵-۰/۰۱	این گروه از نظر تضمین بازپرداخت اصل و فرع در شرایط مطلوبی قرار ندارند و از مشخصه‌های یک سرمایه‌گذاری خوب برخوردار نیستند.
ریسک اعتباری	Caa1 Caa2 Caa3	CCC <sup>+</sup> CCC CCC <sup>-</sup>	CCC <sup>+</sup> CCC CCC <sup>-</sup>	۰/۰۰۱-۰/۰۰۵	در این گروه یا احتمال نکول وجود دارد و یا اینکه برای بازپرداخت اصل و فرع تسهیلات خطرات زیادی وجود دارد.
ریسک اعتباری بسیار	Ca C	CC C	CC C	۰-۰/۰۰۱	این گروه اغلب نکول می‌شوند و در حالت ورشکستگی قرار دارند.

جدول (۷). مقدار کارایی هر یک از مشتریان حقوقی

	مدل CCR		مدل AP		مدل راسل اصلاح شده بهبود یافته		
	امتیاز	وضعیت	امتیاز ابرکارایی	رتبه	امتیاز	امتیاز نرمال شده	رتبه
DMU01	0.1515	ناکارا	0.1515	22	0.0006	0.00012	23
DMU02	1	کارا	10.7797	2	1.4335	0.29269	3
DMU03	0.552	ناکارا	0.552	14	0.0007	0.00014	22
DMU04	0.4835	ناکارا	0.4835	16	0.0222	0.00453	16
DMU05	0.1053	ناکارا	0.1053	24	0.0002	0.00004	24
DMU06	0.1424	ناکارا	0.1424	23	0.0086	0.00176	20
DMU07	0.2416	ناکارا	0.2416	21	0.0247	0.00504	14
DMU08	0.6853	ناکارا	0.6853	11	0.0947	0.01934	9
DMU09	1	کارا	61.943	1	4.8977	1.00000	1
DMU10	1	کارا	1.6239	5	1.1476	0.23431	5

جدول (۷). مقدار کارایی هر یک از مشتریان حقوقی

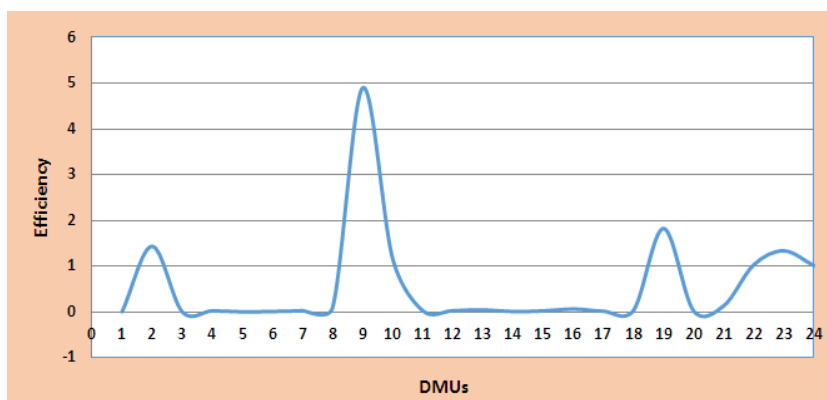
	مدل CCR		مدل AP		مدل راسل اصلاح شده بهبود یافته		
	امتیاز	وضعیت	امتیاز ابرکارایی	رتبه	امتیاز	امتیاز نرمال شده	رتبه
DMU11	0.5376	ناکارا	0.5376	15	0.0228	0.00466	15
DMU12	0.7387	ناکارا	0.7387	9	0.025	0.00510	13
DMU13	0.9809	ناکارا	0.9809	8	0.044	0.00898	11
DMU14	0.3358	ناکارا	0.3358	19	0.0057	0.00116	21
DMU15	0.2903	ناکارا	0.2903	20	0.0206	0.00421	18
DMU16	0.6143	ناکارا	0.6143	12	0.0604	0.01233	10
DMU17	0.472	ناکارا	0.472	17	0.0148	0.00302	19
DMU18	0.5844	ناکارا	0.5844	13	0.0284	0.00580	12
DMU19	1	کارا	2.6758	4	1.8244	0.37250	2
DMU20	0.7254	ناکارا	0.7254	10	0.0219	0.00447	17
DMU21	0.4438	ناکارا	0.4438	18	0.1295	0.02644	8
DMU22	1	کارا	1.0853	6	1.0269	0.20967	6
DMU23	1	کارا	4.0488	3	1.3353	0.27264	4
DMU24	1	کارا	1.0329	7	1.0107	0.20636	7

معنی داری بین نتایج وجود دارد. شکل (۴) ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن بین نتایج را به تصویر کشیده است.

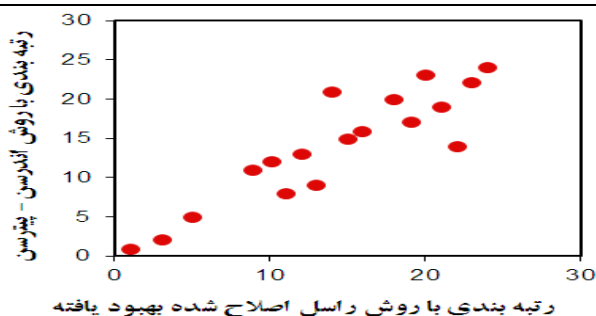
در ادامه با استفاده از اطلاعات جدول (۶) رتبه ریسک اعتباری آنها تعیین گردید و در جدول (۹) نتایج حاصل از رتبه‌بندی اعتباری واحدها ارائه شده است.

شکل (۳) میزان امتیاز ابرکارایی بدست آمده را جهت مقایسه به تصویر کشیده است.

جدول (۸) ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن بین نتایج رتبه‌بندی اندرسن-پیترسن و روش راسل اصلاح شده بهبود یافته را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود، ضریب همبستگی  $0.859$  و مقدار  $P$  برابر  $8-E$   $7/67$  است و این نشان می‌دهد که ضریب همبستگی



شکل (۳). مقایسه امتیاز ابرکارایی



شکل (۴). ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن

جدول (۸). ضریب رتبه‌ای اسپیرمن

0.859	Spearman's rho
22	degrees of freedom
7.67E-8	P-value

جدول (۹). حدود تعیین شده جهت رتبه‌بندی اعتباری براساس مقادیر کارایی

رتبه	محدوده کارایی	شماره واحد	رتبه	محدوده کارایی	شماره واحد
AAA	رتبه کارایی یک	۹	BB <sup>+</sup> BB BB <sup>-</sup>	۰/۰۱-۰/۱	۲۱-۱۶-۸
AA <sup>+</sup> AA AA <sup>-</sup>	۰/۵-۱	-	B <sup>+</sup> B B <sup>-</sup>	۰/۰۰۵-۰/۰۱	۱۸-۱۳-۷
A <sup>+</sup> A A <sup>-</sup>	۰/۲-۰/۵	۱۹-۱۰-۲ ۲۴-۲۳-۲۲	CCC <sup>+</sup> CCC CCC <sup>-</sup>	۰/۰۰۱-۰/۰۰۵	۱۴-۱۱-۶-۴ ۲۰-۱۷-۱۵
BBB <sup>+</sup> BBB BBB <sup>-</sup>	۰/۱-۰/۲	-	CC C	۰-۰/۰۰۱	۵-۳-۱

### نتیجه‌گیری

بانک‌ها به عنوان بخش اصلی نظام مالی، نقش کلیدی را در تأمین مالی بخش‌های تولیدی، تجاری، مصرفی و حتی دولتی برعهده دارند. بنابراین توسعه و بهبود فعالیت‌های بانکی به ویژه اعطای تسهیلات به همراه نظام بانکی کارآمد، نقش عمده‌ای در توسعه و پیشرفت اقتصاد و صنعت بانکداری کشور خواهد داشت. اما آنچه در این میان نظام بانکی را با مشکل مواجه می‌سازد، مطالبات معوق و تسهیلات استهمال شده است. به منظور شفاف کردن عملیات اعتباری بانک و کاستن از حجم مطالبات معوق، لازم است نظامی در بانک طراحی

شود که، بخش اعتباری بانک با رجوع به آن نظام، مشتریان خود را ارزیابی و اعتبارسنجی نموده و سپس به آنها تسهیلات اعطا نماید. در این وضعیت ریسک اعتباری بانک کاهش یافته و مخاطره کمتری متوجه بانک خواهد شد. از پیامدهای طراحی و تدوین نظام رتبه بندی اعتباری مشتریان می‌توان به ممانعت از تحمیل هزینه‌های اضافی بر بانک و مشتری، کاهش هزینه‌های اعطای تسهیلات و به دنبال آن کاهش قیمت تمام شده کالاها و خدمات تولیدی اشاره نمود. در این خصوص می‌توان گفت که در صورت پیاده‌سازی و عملی شدن چنین سیستمی احتمال نکول و عدم بازپرداخت تسهیلات

واحدها و نبود تضمین کافی و عدم اطمینان در بازپرداخت اصل و سود تسهیلات اعطایی دارد. با توجه به مطالعات گذشته در این حوزه ملاحظه می‌شود که مدل‌های پیش‌بینی پارامتریک نظیر شبکه‌های عصبی، رگرسیون لاجیت و سایر مدل‌های دیگر در پیش‌بینی ریسک اعتباری به‌صورت کارآمد و مؤثر عمل کرده‌اند؛ اما قادر به رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بانک نبوده‌اند. لذا در پژوهش حاضر، به کمک تحلیل پوششی داده‌ها به رتبه‌بندی اعتباری پرداخته و نتایج حاصله نشانه‌های کارایی زیاد این روش در امر رتبه‌بندی مشتریان اعتباری بانک‌ها است.

دریافتی کاهش یافته و به نوعی از هزینه‌های اضافی بانک کاسته می‌شود. بدیهی است که در این حالت، هزینه اعطای تسهیلات نیز کمتر شده و مشتریانی که از این تسهیلات برای تولید کالاها و خدمات استفاده می‌نمایند با قیمت کمتری آنها را تولید و در اختیار مصرف‌کننده قرار می‌دهند. با استقرار سیستم رتبه‌بندی اعتباری مشتریان و تعیین ریسک آنها این امکان برای سیستم بانکی کشور فراهم می‌آید تا میزان و نوع وثیقه دریافتی از هر مشتری را براساس ریسک هر یک از آنها تعیین کرد. در توضیح می‌توان گفت هر قدر میزان ریسک یک مشتری کمتر باشد، آنگاه میزان وثیقه دریافتی از وی کمتر بوده و نوع وثیقه نیز از درجه اهمیت کمتری برخوردار خواهد بود. از یک دیدگاه کلی می‌توان وثایق را به ترتیب درجه اهمیت به سپرده‌های سرمایه‌گذاری شده، اوراق بهادار، ملکی، سفته و چک تقسیم کرد. از شرکت‌هایی با رتبه AAA می‌توان چک وسفته دریافت نمود درحالی که این وثیقه برای شرکت‌هایی با رتبه B به ملک یا اوراق بهادار تبدیل می‌شود. به عبارتی دیگر، با توجه به میزان ریسک اعتباری هر یک از مشتریان باید نوع و میزان وثیقه به گونه‌ای تعیین شود که قادر به پوشش ریسک آنها باشد.

با توجه به جدول (۷) به‌طور کلی ۷ شرکت از ۲۴ شرکت، شرکت‌های کاملاً کارا و شرکت ۵ نیز ناکارترین شرکت قلمداد می‌شود و میانگین کارایی فنی شرکت‌ها ۵۵ درصد محاسبه می‌شود. کم بودن مقدار میانگین و زیاد بودن مقدار کارایی شرکت‌ها حاکی از عملکرد نامناسب شرکت‌های تحت بررسی است و در مجموع شرکت‌های مذکور ۴۵ درصد، بیش از میزان مورد نیاز، ورودی‌ها و عوامل تولید را مورد استفاده قرار داده‌اند. در صورتی که شرکت‌ها به صورت کارا عمل کنند می‌توانند با کاهش هزینه‌های خود به میزان ۴۵ درصد همان سطح از محصول را ارائه دهند. نتایج جدول (۹) نشان دهنده این است که واحد ۹ بهترین کیفیت را از نظر باز پرداخت اصل و سود تسهیلات اعطایی داراست این درحالی است که واحدهای ۱ و ۳ و ۵ در وضعیت ورشکستی قرار دارند و بیشترین تعداد واحدها رتبه BB+ و رتبه پایین‌تر از آن را کسب نمودند که در مجموع نشان از عملکرد نامناسب

## فهرست منابع

۱. اصلی، شعله، (۱۳۹۰). "مدیریت ریسک اعتباری با نگاهی بر الگوی پرداخت تسهیلات در سایر کشورها"، اداره تحقیقات و کنترل ریسک بانک سپه ایران، ص ۳۴-۱.
۲. آقایی، نازیلا، (۱۳۹۶). "رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده با استفاده از کارایی متقاطع در حضور روجی‌های نامطلوب و دم قطیت داده‌ها"، مجله پژوهش‌های نوین در ریاضی، سال سوم، شماره ۱۱، ص ۲۰.
۳. باقری، نوشین، حق شناس کاشانی، فریده، (۱۳۹۷). "ارزیابی ریسک اعتباری تعاونی‌های شهری با استفاده از روش شبکه عصبی"، فصلنامه اقتصاد و مدیریت شهری، شماره ۲۴.
۴. جعفریان مقدم، احمدرضا، قیصری، کیوان، (۱۳۸۹). "مدل پویای چندهدفه تحلیل پوششی داده‌های فازی" نشریه مدیریت صنعتی، دوره ۲، شماره ۴، ص ۱۹-۳۶.
۵. جمشیدی، علی، رستمیان، سعید، (۱۳۹۶). "مدیریت ریسک اعتباری در صنعت بانکداری"، فصلنامه مطالعات مدیریت و کارآفرینی، دوره ۳، شماره ۱.
۶. جندقی، غلامرضا، الوانی، سید مهدی، رئیس صفری، مجتبی، (۱۳۹۱) بررسی کارایی شعب بانک‌ها و تعیین عوامل مؤثر بر آن (بررسی موردی شعب بانک سپه استان تهران) مدیریت دولتی، شماره ۳، دوره ۴.
۷. رجب زاده مغانی، ناهید، لطفعلی پور، محمدرضا، سیفی، احمد، رزمخواه، مصطفی، (۱۳۹۶)، "مطالعه عوامل اثرگذار بر ریسک اعتباری مشتریان بانکی با استفاده از مدل‌های ناپارامتریک و شبه پارامتریک تحلیل بقا"، دو فصلنامه اقتصاد پولی، مالی، دوره ۲۴، شماره ۱۳.
۸. رزمی، جعفر، شهبازی، محمدرضا، (۱۳۹۵). "مقایسه‌ی مدل‌های مختلف شبکه‌ی عصبی در رتبه‌بندی اعتباری سیستم بانکی و معرفی بهترین مدل (۱۳۸۵-۱۳۹۰)"، مجله مهندسی صنایع و مدیریت شریف، دوره ۳۲، شماره ۲.
۹. سفیدگران، سعید، حاله، حسن، (۱۳۹۵). "شناسایی و رتبه‌بندی مشتریان حقوقی متقاضی تسهیلات بانکی از منظر ریسک اعتباری با استفاده از روش ترکیبی ANP-PROMETHEE"، فصلنامه مدیریت توسعه و تحول، دوره ۸، شماره ۲۷.
۱۰. طاهری فرد، مرتضی، صفری، سعید، ابراهیمی شقاقی، مرضیه، (۱۳۹۰). "طراحی مدل رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقوقی بانک‌های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها"، پژوهش نامه علوم اقتصادی، سال ششم، شماره ۱۲.
۱۱. فلاح شمسی، میرفیض، (۱۳۸۷). "مدل‌های اندازه‌گیری ریسک اعتباری در بانک‌ها و موسسه‌های اعتباری"، نشریه تازه‌های اقتصاد، شماره ۱۰۹، ص ۲۸-۲۲.
۱۲. گروه، فاطمه، محتشمی، علی، (۱۳۹۶). "کاربرد شبکه‌های عصبی-فازی در رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بانک تجارت"، فصلنامه پژوهش‌های جدید در مدیریت و حسابداری، دوره ۴، شماره ۶.
۱۳. محمود آبادی، حمید، غیوری مقدم، علی، (۱۳۹۰). "رتبه‌بندی اعتباری از لحاظ توان مالی پرداخت اصل و فرع بدهی‌ها با استفاده از شیوه تحلیل پوششی داده‌ها: مطالعه موردی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران"، مجله دانش حسابداری، شماره ۴، ص ۱۴۵-۱۲۵.
۱۴. محمودی، زهره، خیر اندیش، مسعود، (۱۳۹۶). "مشخصات نویسندگان مقاله شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری مشتریان حقوقی از دیدگاه مدیران و کارشناسان بانک ملت حوزه بندرعباس با استفاده از مدل AHP"، فصلنامه پژوهشنامه مطالعات راهبردی در علوم انسانی و اسلامی، شماره ۷.
۱۵. مشایخ، شهناز، بذرافشان، آمنه، عارف منش، زهره، (۱۳۹۴). "موسسات رتبه‌بندی اعتباری: نقش‌ها، مزایا، انتقادات و نحوه نظارت"، دانش و پژوهش حسابداری، شماره ۴۰، ص ۵.
۱۶. مهرگان، محمدرضا، (۱۳۸۷)، "تحلیل پوششی داده‌ها:

Bulletin, Vol. 76, No. 7, PP. 477-499.

25. Izadikhah, M., Farzipoor Saen, R., and Ahmadi, K. (2017). "How to Assess Sustainability of Suppliers in the Presence of Dual-Role Factor and Volume Discounts? A Data Envelopment Analysis Approach." *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, Vol. 34, PP 1-25.

26. Izadikhah, M., Tavana, M., Di Caprio, D., Santos-Arteaga, F.J., (2018), "A novel two-stage DEA production model with freely distributed initial inputs and shared intermediate outputs", *Expert Systems with Applications*, Vol. 99, PP. 213-230.

27. Kumar, K. Haynes, John D. (2003). "Forecasting credit ratings using an ANN and statistical techniques." *International journal of business studies*, Vol. 11, No. 1, PP. 91-108.

28. Min, J.H. Lee, Y.C. (2008). "A practical approach to credit scoring." *Expert Systems with Applications*, Vol. 35, No. 4, PP. 1762-1770.

29. Murcia, F. C. S. Fernando, D. M. Suliani, R. José, A. B. (2014). "The determinants of credit rating: Brazilian evidence." *BAR-Brazilian Administration Review*, Vol. 11, No. 2, PP. 188-209.

30. Nasrabadi, N. A, (2019), "Value Efficiency-Based Target Setting Approach in Data Envelopment Analysis", *Journal of New Researches in Mathematics*, Vol. 5, No. 17, PP. 51-72.

31. Ong, C. Huang, J. Tzng, G. (2005). "Building credit scoring models using genetic Programming." *Expert Systems with applications*, 29 (5), 41-47.

32. Pastor, J. T. Ruiz, J. L. Sirvent, I. (1999). "An enhanced DEA Russell graph efficiency measure." *European Journal of*

مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، چاپ دوم.

۱۷. مهرگان، محمدرضا، (۱۳۸۳)، "مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها"، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

18. Abiola, I. Olausi Awoyemi, S. (2014). "The Impact of Credit Risk Management on the Commercial Banks Performance in Nigeria." *International Journal of Management and Sustainability*, vol. 3, issue 5, PP. 295-306.

19. Amiri, M. Biglari Kami, M. (2013). "Credit Rating Companies with Multi-Criteria Decision Making Models and Artificial Neural Network Model." *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, Vol. 3, No. 5. PP. 536-546.

20. Bernstein, P. L. (1997). "Against the Gods: the Fascinating History of Risk." Rio de Janeiro: Campus.

21. Brédart, Xavier. 2014. "Bankruptcy Prediction Model Using Neural Networks", *Accounting and Finance Research*, Vol. 3, No. 2.

22. Charnes, A. Cooper, W.W. Rohdes, E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units." *European Journal of operational Research*, Vol.2, No. 6, PP. 429-444.

23. Dibachi, H., Behzadi, MH., Izadikhah, M., (2014), "Stochastic multiplicative DEA model for measuring the efficiency and ranking of DMUs under VRS technology", *Indian Journal of Science and Technology*, Vol. 7, No. 11, PP. 1765-1773.

24. Duca, J. McLaughlin, M. M. (1990). "Developments affecting the profitability of Commercial banks." *Federal Reserve*

Operational Research, Vol. 115, No. 1, PP. 596–607.

33. Peykani, P., Mohammadi, E., Rostamy-Malkhalifeh, M., Hosseinzadeh Lotfi, F., (2019), “Fuzzy Data Envelopment Analysis Approach for Ranking of Stocks with an Application to Tehran Stock Exchange”. *Advances in Mathematical Finance and Applications*, Vol. 4, No. 1, PP. 31-43. doi: 10.22034/amfa.2019.581412.1155

34. Salehi, A., Izadikhah, M., (2014), “A novel method to extend SAW for decision-making problems with interval data”, *Decision Science Letters*, Vol, 3, N. 2, PP. 225-236.

35. Samreen, A. Batul Zaidi, F. (2013). “Design and Development of Credit Scoring Model for the Commercial Banks in Pakistan: Forecasting Creditworthiness of Corporate Borrowers.” *International Journal of Business and Commerce*, Vol. 2, No. 5, PP. 1-26

