

مدیریت ریسک اعتباری مشتریان حقوقی در بانک‌های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (رتبه‌بندی اعتباری)

سعید صفری^{۱*}، مرضیه ابراهیمی شقاقی^۲، محمدجواد شیخ^۳

۱- استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

۲- کارشناس ارشد مدیریت مالی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

۳- استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

دریافت: ۸۸/۱/۱۸

پذیرش: ۸۹/۲/۲۲

چکیده

این مقاله با هدف شناسایی عوامل مؤثر بر خطرپذیری اعتباری و ارائه مدلی برای رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقوقی متقاضی تسهیلات بانک تجارت استان تهران، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها انجام شده است. به این منظور بررسی‌های لازم بر اطلاعات مالی و غیر مالی با استفاده از یک نمونه ۱۴۶ تایی تصادفی ساده از مشتریان حقوقی متقاضی تسهیلات صورت گرفت. در این پژوهش، ۲۷ متغیر توضیح‌دهنده شامل متغیرهای مالی و غیرمالی بررسی شد که از بین متغیرهای موجود در نهایت با استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل عاملی و قضاوت خبرگان (روش دلفی)، ۸ متغیر تأثیرگذار بر خطرپذیری اعتباری انتخاب شد که وارد مدل تحلیل پوششی داده‌ها شد و امتیازات کارایی شرکت‌های حقوقی با استفاده از آن‌ها به دست آمد. سپس برای اعتبارسنجی مدل مربوط به آن، تابع رگرسیونی برآورد شد که در آن ۸ شاخص مالی و غیر مالی به عنوان متغیر مستقل و رتبه کارایی حاصل از مدل تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. نتایج نشان می‌دهد که ۲۵ شرکت، روی مرز کارایی قرار داشته و کاملاً کارا بوده‌اند. همچنین با آزمون فرضیه معنادار بودن ضرایب مشخص شد که تمامی شاخص‌ها بجز یک شاخص "ارزش ویژه به دارایی کل" بر مسیرهای مورد انتظار قرار داشته و از نظر آماری، در سطح ۹۵٪ اطمینان معنادار می‌باشند.

با مقایسه رتبه‌های حاصل از به‌کارگیری معادله رگرسیونی با رتبه‌های به‌دست آمده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، ملاحظه شد که تفاوت معناداری میان مقادیر محاسبه شده و واقعی وجود ندارد و این مسأله دلالت بر تأیید فرضیه کارایی مدل تحلیل پوششی داده‌ها در رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقوقی بانک تجارت می‌کند.

کلیدواژه‌ها: ریسک اعتباری^۱، مدیریت ریسک اعتباری^۲، کارایی^۳، رتبه‌بندی اعتباری^۴، تحلیل پوششی داده‌ها^۵.

۱- مقدمه

بررسی نظام اقتصادی در سطح بین‌المللی بیانگر این حقیقت است که همواره میان سرمایه‌گذاری و سطح پیشرفت اقتصادی کشورها رابطه نزدیکی وجود دارد. به این معنا که کشورهای با الگوی کارآمد در تخصیص سرمایه به بخش‌های مختلف اقتصادی، اغلب از پیشرفت اقتصادی و در نتیجه رفاه اجتماعی بالاتری برخوردار می‌باشند [۱، ص ۱۰]. تجهیز و تخصیص منابع سرمایه‌گذاری به فعالیت‌های اقتصادی از طریق بازار مالی صورت می‌پذیرد که بازار اعتبارات بانکی قسمتی از این بازار است. مهم‌ترین فعالیت بانک‌ها جمع‌آوری منابع مالی و تخصیص آن‌ها به بخش‌های مختلف اقتصادی می‌باشد. اما باید توجه داشت که از یک طرف، همین منابع مالی، تأمین‌کننده نیازهای بانک از جهت اعطای تسهیلات بوده و از طرف دیگر بانک‌ها باید منابع مالی محدود خود را به صورت بهینه به تولید کالاها و خدمات اختصاص دهند که به معنای فعالیت بنگاه در سطح کارا می‌باشد، چرا که از نظر تئوری‌های اقتصاد، کارایی نتیجه بهینه‌سازی تولید و تخصیص منابع است [۲، ص ۴۵].

بنابراین بانک‌ها در صدد اعطای تسهیلات خود به شرکت‌هایی هستند که ضمن برخورداری از ریسک پایین بتوانند بازده متناسب با سود تسهیلات اعطایی را داشته باشند. این امر زمانی محقق می‌شود که بانک‌ها قادر به شناسایی مشتریان اعتباری خود اعم از حقیقی و حقوقی بوده و بتوانند آن‌ها را براساس توانایی و تمایل نسبت به بازپرداخت کامل و به موقع تعهدات با استفاده از معیارهای مالی و غیرمالی مناسب، طبقه‌بندی کنند؛ زیرا در چنین سیستمی تسهیلات به

1. credit risk
2. credit risk management
3. efficiency
4. credit rating
5. Data Envelopment Analysis(DEA)

متقاضیانی اعطا می‌شود که از ریسک اعتباری کمتری برخوردار بوده و احتمال بازپرداخت بدهی آن‌ها در موعد مقرر بیشتر است. با توجه به اینکه این وجوه می‌توانند به عنوان منبع مالی برای اعطای تسهیلات بعدی مورد استفاده قرار گیرند، در این صورت نقش بسیار مهمی در افزایش سرمایه‌گذاری، رشد و توسعه اقتصادی کشور دارند [۳، ص ۴۵].

علی‌رغم اهمیت ریسک اعتباری در فعالیتهای بانکی و مؤسسات مالی به نظر می‌رسد که حرکت منسجم و سازمان‌یافته‌ای برای ایجاد مدل‌های ریسک اعتباری در کشور صورت نگرفته است. برای مثال در بازارهای مالی کشور از یک‌سو، نبود شاخص‌های ریسک اعتباری و مؤسسات رتبه‌بندی آن‌ها به وضوح احساس می‌شود و از سوی دیگر در زمینه اعطای تسهیلات به مشتریان نیز روند منسجم و منظمی برای تعیین ریسک اعتباری و رتبه‌بندی آن‌ها و تعیین سقف‌های اعتباری براساس شاخص‌های ریسک، ملاحظه نشده است و در حال حاضر کارشناسان و کمیته اعتباری به تعیین آن‌ها می‌پردازند. در این صورت برخورداری از یک مدل ریسک کارآمد، نه تنها تصمیم‌گیری در زمینه اعطای اعتبار و اخذ وثائق را تسهیل می‌کند بلکه باعث خواهد شد که سیستم بانکی و به دنبال آن کشور از الگوی کارآمدی در تخصیص سرمایه به بخش‌های مختلف اقتصادی برخوردار شود.

با توجه به توضیحات ذکر شده، در این مقاله به دنبال پاسخ به دو سؤال هستیم: ۱- آیا شاخص‌های مالی و شاخص‌های غیرمالی بر خطرپذیری اعتباری تأثیر گذارند؟؛ ۲- آیا روش تحلیل پوششی داده‌ها از کارایی لازم برای رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقوقی بانک‌ها برخوردار است؟ اهمیت این مسأله موجب شده است تا مقاله حاضر به رتبه‌بندی ریسک اعتباری مشتریان حقوقی متقاضی تسهیلات بانک تجارت استان تهران با در نظر گرفتن ابعاد مالی و غیر مالی و با به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها بپردازد.

۲- ریسک و مدیریت ریسک اعتباری

ارائه تسهیلات مالی یکی از فعالیتهای مهم نظام بانکی تلقی می‌شود. برای اعطای تسهیلات باید درجه اعتبار و قدرت بازپرداخت اصل و سود مبلغ اعتبار را برای دریافت‌کننده تسهیلات تعیین کرد. شانس اینکه وام‌گیرنده نتواند وام را بازپرداخت کند، ریسک اعتباری یا ریسک عدم بازپرداخت



شناخته می‌شود [۴، ص ۹۰]. تعریفی که کمیته بال^۱ سویس از ریسک اعتباری ارائه می‌دهد به این شرح است [۵، ص ۶۷]: «ریسک اعتباری عبارت است از امکان بالقوه اینکه قرض‌گیرنده از بانک و یا از طرف حساب وی در اجرای تعهدات خود در مقابل بانک در مدت مشخصی ناتوان شود».

در کنار موضوع ریسک اعتباری، مدیریت این ریسک به امر قابل توجهی تبدیل می‌شود. مدیریت ریسک اعتباری فرایندی است که در طول آن زیان‌های ناشی از نکول وام طی ادوار تجاری^۲ به صورت کمی محاسبه می‌شود و شامل ۳ مرحله، ۱- محاسبه احتمال نکول وام‌های مشتریان با استفاده از مدل‌های کمی، محاسبه زیان‌های ناشی از نکول با استفاده از مدل‌های آماری و ارزشیابی مدل با استفاده از داده‌های دوران‌های گذشته می‌باشد. براساس نظر کمیته بال سویس هدف مدیریت ریسک اعتباری بهینه کردن بازده تعدیل شده بانک براساس ریسک اعتباری و همچنین کنترل خطر ریسک اعتباری از طریق پارامترهای قابل قبول است.

امروزه اغلب بانک‌ها و مؤسسات مالی و اعتباری که به نوعی درگیر اعطای اعتبار هستند، معمولاً یکی از روش‌های موجود را براساس شرایط خود و جامعه پیرامون جهت رتبه‌بندی اعتباری مورد استفاده قرار می‌دهند، اکثر الگوهای کمی ریسک اعتباری چارچوب معنایی مشابهی دارند اما اختلافاتی را که در اجرای این مدل‌ها وجود دارد، ناشی از طریقه برآورد پارامترهای اصلی از اطلاعات در دسترس می‌باشد. به طور کلی فنون اندازه‌گیری ریسک اعتباری را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم‌بندی کرد [۶، صص ۹۶-۹۷]: ۱- مدل‌های امتیازدهی اعتباری پارامتری: مدل احتمال خطی^۳، مدل لاجیت^۴، مدل پروبیت^۵، مدل‌های برمبنای تحلیل ممیزی^۶؛ ۲- مدل‌های امتیازدهی غیرپارامتری: برنامه‌ریزی ریاضی^۷، طبقه‌بندی درختی (الگوریتم‌های تقسیم‌بندی بازگشتی)^۸، مدل‌های نزدیک‌ترین همسایگان^۹، فرایند تحلیل سلسله مراتبی^{۱۰}، سیستم‌های کارشناسی (خبره)^{۱۱}، شبکه‌های عصبی مصنوعی^{۱۲}،

1. Basel committee
2. business cycle
3. liner probability model
4. Logit model
5. Probit model
6. discriminate analysis model
7. mathematical planning
8. classification trees (recursive partitioning algorithms)
9. nearest neighbors model
10. analytical hierarchy process
11. expert system
12. artificial neural network

الگوریتم ژنتیک^۱.

اما در این میان روش تحلیل پوششی داده‌ها از چند جنبه مورد توجه قرار گرفته است :

۱- در این رویکرد نیازی به اختصاص وزن‌ها به معیارها وجود ندارد. تحلیل پوششی داده‌ها به صورت اتوماتیک برای تجزیه و تحلیل وزن‌های مرتبط را ایجاد می‌کند. حذف کردن بخش تخصیص وزن‌ها به فرایند ارزیابی اعتبار شتاب بیشتری می‌بخشد [۷، صص ۱۷۵۲-۱۷۶۰].

برخلاف روش‌های پارامتری که نیازمند یک تابع ریاضی هستند که براساس آن با به‌کارگیری متغیرهای مستقل متغیر وابسته تخمین زده می‌شود، تحلیل پوششی داده‌ها نیازمند به دست آوردن تابع توزیع و فرضیاتی که به همراه دارد نمی‌باشد.

۳- برخلاف روش‌های پارامتری که با میانگین‌سازی در مقایسه واحدها به بهترین عملکرد موجود در مجموعه واحدهای تحت بررسی دست پیدا می‌کند، تحلیل پوششی داده‌ها هر کدام از مشاهدات را در مقایسه با مرز کارا بهینه ساخته و از کلیه مشاهدات گردآوری شده برای اندازه‌گیری کارایی استفاده می‌کند.

۴- روش تحلیل پوششی داده‌ها، رویکرد ساده و آسانی است و به جهت توانایی‌های خاص آن، این روش می‌تواند منجر به اخذ یک تصمیم اعتباری درست و بر مبنای اعتماد شده و با این وجود رضایت مشتریان خود را نیز جلب کند [۸، ص ۸۰].

۵- آخرین مزیت این روش در به‌کارگیری اطلاعات و داده‌های به وقوع پیوسته^۲ و عملی است. برخلاف روش‌های مشهوری نظیر آنالیز ممیزی چندگانه، آنالیز رگرسیون لجستیک و شبکه‌های عصبی که به منظور رتبه‌بندی نیازمند داده‌های پیش‌بینی شده^۳ می‌باشند، رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها مجموعه داده‌های واقعی و عملی متقاضیان وام (داده‌ها و ستانده‌ها) را برای محاسبه امتیازات اعتباری آنان به کار می‌گیرد [۹، صص ۷۰-۸].

۳- پیشینه پژوهش

اعتبارسنجی به معنای ارزیابی و سنجش توان بازپرداخت متقاضیان وام و تسهیلات مالی و احتمال عدم بازپرداخت اعتبارات دریافتی از سوی آن‌ها می‌باشد. طراحی مدلی برای اندازه‌گیری

1. genetic algorithm
2. Expost
3. Exante

و درجه‌بندی ریسک اعتباری برای نخستین بار در سال ۱۹۰۹ به وسیله جان موری بر روی اوراق قرضه انجام شد [۶، ص ۹۶].

در سال ۱۹۶۶ برای تعیین ورشکستگی شرکت‌ها، مدل رگرسیون لجستیک به وسیله بی ورا^۱ به کارگرفته شد [۱۰، صص ۷۱-۱۱۱]. بعدها از این مدل برای اندازه‌گیری ریسک اعتباری اوراق قرضه منتشرشده شرکت‌ها استفاده شد. یکی دیگر از مطالعات انجام شده در زمینه اندازه‌گیری ریسک اعتباری اوراق قرضه شرکت‌ها با استفاده از مدل نمره‌دهی چندمتغیره، به وسیله آلتمن^۲ در سال ۱۹۶۸ انجام شد و به مدل نمره^۳ Z شهرت یافت [۲۳، صص ۵۸۹-۶۰۹]. مدل نمره z آلتمن یک مدل تحلیل ممیزی است که با استفاده از مقادیر نسبت‌های مالی مهم تلاش می‌کند تا شرکت‌های ورشکسته را از شرکت‌های غیرورشکسته تمییز دهد [۱۲، صص ۵۳-۶۱]. ساندرز و آلن^۴ از این مدل برای پیش‌بینی ریسک اعتباری وام‌گیرندگان استفاده کرده و به این نتیجه رسیدند که این مدل از قدرت بالایی برای پیش‌بینی ریسک اعتباری برخوردار است [۱۳، ص ۲۳]. در اواخر ۱۹۷۰ مدل‌های احتمالی خطی و وضعیتی احتمالی چندگانه^۵ برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها مطرح شدند. همچنین در سال‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی در بسیاری از مطالعات عنوان شد.

هدف اصلی این روش‌ها، حذف فرضیه‌ها و محدودیت‌های موجود در تکنیک‌های قبلی، بهبود اعتبار و صحت طبقه‌بندی بود. در اوایل ۱۹۹۰، سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری^۶ در ترکیب با سیستم‌های تصمیم‌گیری چندگانه^۷ برای حل مشکلات طبقه‌بندی‌های مالی مورد استفاده قرارگرفتند. از جمله مطالعات دیگر در این زمینه می‌توان به کارهای روی^۸ در ۱۹۹۱ برای به‌کارگیری مدل الکترو^۹ و دیمیتراس^{۱۰} در ۱۹۹۹ برای به‌کارگیری مدل روگ

-
1. Beaver
 2. Altman
 3. Z score
 4. Saunders & Allen
 5. Logit, probit
 6. DSS
 7. MCDM
 8. Roy
 9. ELECTERE
 10. Dimitras

ست^۱ و مورگان^۲ در ۱۹۹۸ برای طراحی مدل اعتبارسنجی و تریسی^۳ در ۱۹۹۸ برای طراحی مدل ارزش در معرض ریسک^۴ برای برآورد تابع چگالی احتمال عدم بازپرداخت اشاره کرد [۱۴، صص ۴۹-۷۳؛ ۱۵، صص ۲۶۳-۲۸۰؛ ۱۶، صص ۱۶۷-۲۰۱].

امروزه در صنعت اعتباری، شبکه‌های عصبی^۵ تبدیل به یکی از دقیق‌ترین ابزار آنالیز اعتبار در میان سایر ابزار شده است. دیسای و همکارانش^۶ در سال ۱۹۹۶ به بررسی توانایی‌های شبکه‌های عصبی و تکنیک‌های آماری متداول نظیر آنالیز ممیزی خطی^۷ و آنالیز رگرسیون خطی^۸ در ساخت مدل‌های امتیازدهی اعتباری پرداخته‌اند [۱۷، صص ۲۴-۳۷]. همچنین وست^۹ در سال ۲۰۰۰ به بررسی مدل‌های کمی (که به طور معمول در صنعت اعتباری مورد استفاده قرار می‌گیرند) پرداخت. نتایج به دست آمده بیانگر این بود که شبکه‌های عصبی قادر به بهبود دقت امتیازدهی می‌باشند. آنان همچنین بیان کردند که آنالیز رگرسیون خطی جایگزین بسیار خوبی برای شبکه‌های عصبی است؛ در حالی که درخت تصمیم^{۱۰} و مدل نزدیک‌ترین همسایه^{۱۱} و آنالیز ممیزی خطی نتایج نویدبخش و دلگرم‌کننده‌ای ایجاد نکرده‌اند [۱۸، صص ۱۱۳۱-۱۱۵۲].

شبکه عصبی معمولاً به عنوان یک تکنیک جعبه سیاه بدون توضیحات منطقی و قانونمند برای تخمین ورودی-خروجی در نظر گرفته می‌شود؛ به بیان دیگر نقطه ضعف مهم به‌کارگیری شبکه‌های عصبی در امتیازدهی اعتباری، مشکل بودن توضیح اصول نهفته برای تصمیم‌گیری در مورد درخواست‌ها و تقاضاهای رد شده است [۹، ص ۱۲۲].

یانگ و پلات^{۱۲} نیز بیان داشتند که آنچه در یک مدل شبکه عصبی دارای اهمیت است، آن است که وزن‌های موجود در شبکه‌های عصبی به روش بهینه‌ای برآورد شوند. بدیهی است که پس از تعیین وزن‌ها به روش بهینه با دادن بردار متغیرهای ورودی به سهولت می‌توان بردار خروجی را برآورد کرد [۱۹، صص ۶۷-۷۴]. از جمله مطالعات دیگر در این زمینه می‌توان

1. Rough set
2. Morgan
3. Treacy
4. value-at-risk
5. Neural Network(NN)
6. Desai,Crook & Overstreet
7. Linear Discriminant Analysis(LDA)
8. Logistic Regression Analysis(LRA)
9. West
10. Classification and Regression tree (CART)
11. K-nearest Neighbor (K-NN)
12. Yang & Platt



به پژوهش بریانت^۱ در سال ۲۰۰۱ برای به‌کارگیری سیستم خبره ارزیابی وام‌های کشاورزی [۲۰، صص ۷۵-۸۵] لی و همکارانش^۲ در سال ۲۰۰۲ برای ادغام شبکه عصبی و تجزیه و تحلیل ممیزی [۲۱، صص ۲۴۵-۲۵۴]، لی و چن^۳ در سال ۲۰۰۵ برای طراحی مدل رتبه‌بندی اعتباری دو مرحله‌ای مرکب (شامل شبکه‌های عصبی مصنوعی و رگرسیون انطباقی چندمتغیری اسپیلینز^۴) [۲۲، صص ۷۴۳-۷۵۲] و عبدو و همکارانش^۵ در سال ۲۰۰۷ برای مقایسه شبکه‌های عصبی و تکنیک‌های سنتی معمول [۲۳، صص ۸-۳۰] اشاره کرد.

همچنین در سال‌های اخیر استفاده از الگوریتم ژنتیک و ماشین‌های بردار پشتیبانی^۶ در زمینه رتبه‌بندی اعتباری مورد توجه قرار گرفته است که می‌توان به پژوهش‌های هوآنگ و همکارانش^۷ در سال ۲۰۰۶ برای طراحی برنامه‌ریزی دو مرحله‌ای ژنتیک برای مدل‌های رتبه‌بندی اعتباری [۲۴، صص ۱۰۳۹-۱۰۵۳] و لونگ هوآنگ و همکارانش^۸ در سال ۲۰۰۷ برای به‌کارگیری ماشین‌های بردار پشتیبانی برای رتبه‌بندی اعتباری با رویکرد داده کاوی اشاره کرد [۲۵، صص ۸۴۷-۸۵۶].

اگر چه شبکه‌های عصبی و دیگر روش‌های سنتی برای امتیازدهی اعتباری نیازمند اطلاعات "پیش‌بینی‌شده" برای پیش‌بینی ورشکستگی تجاری می‌باشند، در عمل ساخت یک مدل امتیاز دهی اعتباری بر مبنای اطلاعات مالی "به وقوع پیوسته" بسیار مفیدتر است. در اواخر سال ۱۹۹۰ به منظور "آنالیز گروه همسالان" همراه با ویژگی‌های مالی خاصی که میان دو یا چند گروه تفاوت قائل شود، تحلیل پوششی داده‌ها معرفی شد. برخلاف رویکردهای تجزیه و تحلیل ممیزی چندگانه^۹، شبکه‌های عصبی و آنالیز رگرسیون خطی، رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها صرفاً به اطلاعات واقعی (مجموعه مشاهده شده داده‌های ورودی-خروجی) برای محاسبه رتبه‌های اعتباری نیازمند است. به^{۱۰} یکی از پیشگامان ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها با آنالیز نسبت‌های مالی است. او از تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی عملکرد بانک بهره گرفت و مطالعه او به طور

1. Bryant
2. Lee TS, Chiu CC., Lu CJ., Chen IF.
3. Lee TS. & Chen IF.
4. Spilines
5. Abdou H, Pointon J, El-Masry A
6. Support vector machine
7. Huang J.J. et al
8. Huang C.L. et al
9. MDA
10. Yeh, 1996

تجربی نشان داد که تحلیل پوششی داده‌ها در ارتباط با آنالیز نسبت‌های مالی، قادر است به جمع‌آوری نسبت‌های پیچیده پرداخته و آن‌ها را در ابعاد مالی معناداری طبقه‌بندی کند. این ویژگی تحلیلگر را قادر می‌سازد تا به بینشی برای استراتژی‌های عملیاتی بانک دست پیدا کند [۲۶، صص ۹۸۰-۹۸۸]. امل و همکارانش^۱ در سال ۲۰۰۳ یک متدولوژی امتیازدهی اعتباری براساس تحلیل پوششی داده‌ها پیشنهاد کردند. آن‌ها داده‌های مالی جاری ۸۲ شرکت تولیدی/صنعتی را که تشکیل‌دهنده پرتفولیوی اعتباری یکی از بزرگ‌ترین بانک‌های ترکیه بود، برای رتبه‌بندی اعتباری به‌کار گرفتند. در این پژوهش براساس ادبیات موضوع، ۴۲ نسبت مالی انتخاب شد و از میان آن‌ها ۶ نسبت مهم مالی مورد توجه قرار گرفت. امل و همکارانش پس از اعتبارسنجی مدل با تجزیه و تحلیل رگرسیون دریافتند که روش تحلیل پوششی داده‌ها قادر به تخمین رتبه‌های اعتباری شرکت‌ها بوده و از کارایی لازم برای امتیازدهی اعتباری برخوردار است [۲۷، صص ۱۰۳-۱۲۳].

مین و لی^۲ نیز در سال ۲۰۰۷ در پژوهشی با عنوان " رویکرد عملی به امتیازدهی اعتباری " رویکرد بر مبنای DEA را برای امتیازدهی اعتباری به‌کار گرفتند. آنان متدولوژی پیشنهادی امل و همکارانش را در جامعه آماری بسیار گسترده‌تری که داده‌های مالی جاری ۱۰۶۱ شرکت تولیدی، که پرتفولیوی اعتباری یکی از بزرگ‌ترین سازمان‌های تضمین اعتبار در کره را در بر می‌گیرد، برای رتبه‌بندی اعتباری مورد استفاده قرار دادند. آنان دریافتند که رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند به عنوان گزینه‌ای امیدوارکننده برای بهبود و جایگزینی روش‌های امتیازدهی کنونی به‌کار گرفته شود و این رویکرد از کارایی لازم در جهت محاسبه رتبه‌های اعتباری مشتریان برخوردار است [۲۷، صص ۹۸۰-۹۸۸].

در این زمینه در سال ۲۰۰۷ نیز چنگ و همکارانش^۳ در سال ۲۰۰۷ در تحقیقی با عنوان " رویکرد چند گزینه‌ای به رتبه‌بندی اعتباری با به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها: ارزیابی وام‌گیرندگان با در نظر گرفتن پروژه‌های مالی خصوصی^۴ " یک رویکرد چند گزینه‌ای به رتبه‌بندی اعتباری را به‌وسیله تحلیل پوششی داده‌ها به منظور ارزیابی وام‌گیرندگان برای پروژه‌های مالی خصوصی، پیشنهاد می‌دهند. در این پژوهش تکنیک‌های مختلف رتبه‌بندی اعتباری نظیر تجزیه و تحلیل ممیزی، درخت

1. Emel
2. Min JH. and Lee YC.
3. Cheng EWL, Chaing YH, Tang BS.
4. PFI

تصمیم، شبکه‌های عصبی و مقایسه شده‌اند [۲۷، صص ۱۰۳-۱۲۳]. اگرچه تحلیل پوششی داده‌ها در اوایل دهه ۱۹۸۰ بیان شد، با این حال به‌کارگیری این روش در زمینه موضوعات رتبه‌بندی اعتباری همچنان ادامه دارد [۷، صص ۱۷۵۲-۱۷۶۰].

۴- تحلیل پوششی داده‌ها

به منظور محاسبه رتبه‌های اعتباری، باید با ادبیات مربوط به روش‌های اندازه‌گیری کارایی آشنا شد. دو رویکرد اساسی برای برآورد کارایی نسبی میان بنگاه‌ها وجود دارد: روش پارامتریک و روش ناپارامتریک.

تحلیل پوششی داده‌ها از جمله روش‌های آمار ناپارامتریک می‌باشد که به منظور محاسبه انجام محاسبات خود نیازمند طبقه‌بندی شاخص‌ها در دو گروه مشخص می‌باشد: داده و ستانده. روش‌های ناپارامتریک مبتنی بر یک سری بهینه‌سازی ریاضی بوده که برای محاسبه کارایی نسبی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مفهوم نسبی در جمله فوق بسیار حایز اهمیت است، چرا که کارایی به دست آمده در این روش، در نتیجه مقایسه بنگاه‌های موجود با یکدیگر حاصل می‌شود. در صورت حذف و یا اضافه‌شدن تعداد مشاهدات، ممکن است مقدار کارایی محاسبه شده نیز تغییر کند. در این صورت کارایی حاصل به صورت نسبی است.

در روش تحلیل پوششی داده‌ها، در شرایطی که بنگاه‌ها برای تولید ستانده خود به بیش از دو عامل تولید نیاز داشته باشند، هر واحد تولیدی با توجه به انواع و میزان عوامل تولید خود، به عنوان نقطه‌های در فضا در نظر گرفته می‌شود که این ابعاد به وسیله تعداد عوامل تولید و مختصات آن به وسیله میزان استفاده از هر عامل تولید نسبت به ستانده تولیدی هر بنگاه تعیین می‌شود. آن‌گاه با انتخاب یک واحد تولیدی به عنوان واحد مورد بررسی و به کمک برنامه‌ریزی خطی موقعیت این واحد (نقطه) نسبت به واحدهای دیگر (سایر نقاط موجود در فضا) سنجش می‌شود. این عمل به تعداد واحدها تکرار شده و بنابراین به تعداد واحدها، برنامه‌ریزی خطی وجود خواهد داشت.

بر این اساس بنگاهی کارا قلمداد می‌شود که هیچ ترکیب خطی از سایر بنگاه‌ها را نتوان یافت که بتواند با نهاده مشابه آن بنگاه همان میزان ستانده و یا بیش از آن را تولید کند [۲۸، صص ۲۲]. به دلیل به‌کارگیری مدل تحلیل پوششی داده‌ها با فرض بازدهی ثابت نسبت به

مقیاس در این مقاله، در ادامه اشاره مختصری به این مبحث خواهد شد.

۴-۱- روش تحلیل پوششی داده‌ها با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس

نحوه استخراج مدل فوق که به CCR مشهور است، به دو روش مجموعه امکانات و روش کسری صورت می‌گیرد.

۴-۱-۱- روش مجموعه امکانات

به منظور محاسبه کارایی در این روش باید مشخص شود که آیا بنگاه‌های مختلف از حداقل نهاده برای ایجاد ستانده‌های خود استفاده کرده‌اند یا خیر. برای این کار بنگاه فرضی P را در نظر گرفته و نهاده‌های آن را در θ_p ضرب می‌کنیم ($\theta \leq 1$). چنانچه مجموعه $(\theta_p X_p, Y_p)$ در مجموعه امکان تولید قرار گیرد، آن گاه امکان استفاده از $X_p \leq \theta_p X_p$ برای تولید Y_p وجود داشته و بنگاه P ناکارا خواهد بود. در مرحله بعد مقدار θ_p کوچکتری را در نظر گرفته و فرایند فوق تکرار می‌شود. اگر باز هم این مجموعه در درون مجموعه امکان واقع شود، فرایند ادامه یافته تا به آنجا که کوچک‌ترین θ_p به دست آید و به این روش نقطه‌ای از مرز مجموعه امکان حاصل می‌شود. به عنوان مثال اگر $\theta_p = 0.4$ باشد، به این معناست که می‌توان Y_p را با 0.4 میزان نهاده‌های موجود تولید کرد. آن‌گاه مجموعه $(0.4 X_p, Y_p)$ یک نقطه از مرز مجموعه امکان تولید خواهد بود. در صورتی که θ_p برابر واحد محاسبه شود، نقطه کارا بوده و به عنوان یک نقطه روی مرز مجموعه امکان تلقی می‌شود.

۴-۱-۲- روش کسری

در این روش، CCR براساس تعریف اولیه کارایی (نسبت ستانده به نهاده) ساخته می‌شود. مشخصه بارز این روش تبدیل مسأله ارزیابی کارایی بنگاه‌هایی با چند ورودی و چند خروجی به یک مسأله با یک ورودی و یک خروجی مجازی می‌باشد. در این حالت، صورت و مخرج کسر از جمع ستانده‌ها به نهاده‌ها تشکیل می‌شود. نقش نهاده‌ها و ستانده‌ها متفاوت بوده و باید ضرایب متفاوتی برای آن‌ها لحاظ شود؛ یعنی کارایی برابر است با:

$$= \frac{U_1 Y_1 + U_r Y_r + \dots}{V_1 X_1 + V_r X_r + \dots}$$

که در آن X و Y به ترتیب بیانگر نهاده‌ها و ستانده‌ها، V و U نیز وزن مربوط به هر یک از آن‌ها می‌باشد. برای محاسبه ضرایب پیشنهاد شده که هر بنگاه یا واحد تصمیم‌ساز مقادیر متفاوتی را به وزن‌ها اختصاص داده و هر بار این نسبت را محاسبه کرده و فرایند مذکور را تا ماکزیمم شدن کسر مزبور ادامه دهد، اما به شرط آن‌که وزن‌های اختصاص داده شده، کارایی واحد دیگری از سایر واحدها را بزرگ‌تر از واحد ننماید؛ زیرا کارایی همواره باید عددی میان صفر و یک باشد.

$$\begin{aligned} & \text{Max} \frac{u'Y_j}{v'X_j} \\ & \text{S.t.} : \frac{u'Y_j}{v'X_j} \quad j = 1, 2, \dots, i, \dots, N \\ & u, v \geq 0 \end{aligned}$$

که در آن به ترتیب $U_{M \times 1}$ و $V_{K \times 1}$ بیانگر وزن ستانده‌ها و نهاده‌ها و $X_{K \times N}$ و $Y_{M \times N}$ نیز نشان‌دهنده ماتریس نهاده و ستانده است. از آنجایی‌که برنامه فوق یک برنامه غیرخطی (کسری) بوده و با استفاده از روش‌های معمول برنامه‌ریزی خطی قابل حل نمی‌باشد، باید آن را به شکل برنامه‌ریزی خطی تبدیل کرد. تبدیل فوق ابتکار عمل روش CCR در حل مدل اولیه بوده است. در روش CCR از تغییر متغیر ($v'X_j = \frac{1}{t}$ $t > 0$) استفاده شده است. پس از افزودن این قید به مدل و ضرب فرم کسری در t داریم:

$$\begin{aligned} & \text{Max} tu'Y_j \\ & \text{S.t.} : tv'X_j = I \\ & tu'Y_j - tv'X_j \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \\ & tu', tv' \geq 0 \end{aligned}$$

اکنون با قرار دادن $v'_i = tv'_i$ و $\mu'_i = tu'_i$ داریم:

$$\begin{aligned} & \text{Max} \mu'_i Y_j \\ & \text{S.t.} : V'_i X_j = I \\ & \mu'_i Y_j - V'_i X_j \leq 0 \\ & \mu_j, V_j \geq 0 \end{aligned}$$

از آنجایی که استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی برای حل مسأله دوگان به معنای نیاز به قیود کمتر نسبت به روش اولیه می‌باشد، استفاده از فرم دوگان این مسأله مناسب‌تر است

$$.(K + M < N + 1)$$

$Min \theta$

$$S.t : -Y_j + Y\lambda \geq 0$$

$$\theta X_j - X\lambda \geq 0$$

$$\theta, \lambda \geq 0$$

که این همان معادله به دست آمده از روش مجموعه امکان می‌باشد. در این مسأله، $\lambda_{N \times 1}$ شامل اعداد ثابت و بیانگر وزن‌های مجموعه مرجع است. مقادیر محاسبه شده θ همان کارایی بنگاه‌ها است که شرط $\theta \leq 1$ را تأمین می‌کند. با حل این مدل به تعداد بنگاه‌های موجود، میزان کارایی هر یک از آن‌ها محاسبه خواهد شد. اگر $\theta = 1$ باشد، به این معناست که نقطه روی منحنی تولید یکسان و یا تابع تولید مرزی واقع شده و طبق تعریف فارل دارای کارایی نسبی ۱۰۰٪ می‌باشد [۸، ص ۵۴].

۵- متدولوژی تحقیق

متدولوژی پیشنهادی این تحقیق، شامل ۵ مرحله می‌باشد. سه مرحله این مدل با انتخاب شرکت‌های مورد مطالعه و سپس شناسایی شاخص‌های اصلی مؤثر بر ریسک اعتباری با به‌کارگیری روش تجزیه و تحلیل عاملی و قضاوت خبرگان برای ارزیابی عملکرد مشتریان حقوقی آغاز می‌شود. در مرحله چهارم، روش تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه امتیازات اعتباری شرکت‌ها به‌کار گرفته می‌شود و در مرحله پنجم مدل تحلیل پوششی داده‌ها با مدل رگرسیون اعتبارسنجی شده و نتایج حاصل از مدل تحلیل پوششی داده‌ها به‌وسیله رگرسیون تحلیل می‌شود.

۵-۱- مرحله اول: انتخاب نمونه

در این تحقیق جامعه آماری، مشتریان اعتباری حقوقی (شرکت‌های کوچک و متوسط) شعب شهری بانک تجارت استان تهران می‌باشد. به این منظور از میان ۳۵۰ شرکت حقوقی متقاضی وام، با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی ساده ۱۳۶ شرکت حقوقی وام‌گیرنده از بانک تجارت استان

تهران در خلال سال‌های ۸۲-۸۳، انتخاب شدند که برای بالابردن دقت و کاهش ریسک ۱۴۶ نمونه در نهایت برای تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفتند. از آنجایی که براساس تفاوت‌های بخشی و مقیاس، نیاز به درجه معینی از تجانس میان شرکت‌های مورد مطالعه وجود دارد، در مجموعه مشاهدات آن دسته از شرکت‌هایی که نسبت‌های متعددی دارند که به‌طور معناداری از میانگین هم تراز خود منحرف شده‌اند، کنار گذاشته می‌شوند. لازم به ذکر است که بهتر است نمونه‌های انتخاب شده از یک صنعت خاص و با اندازه‌های ساختاری متناسب انتخاب شوند [۲۷، صص ۱۰۳-۱۲۳].

۵-۲- مرحله دوم: شناسایی شاخص‌های مؤثر بر ریسک اعتباری

یکی از عوامل موفقیت تصمیمات اعتباری، انتخاب صحیح شاخص‌های مؤثر بر ریسک اعتباری برای ارزیابی دقیق و کامل است. مؤسسات اعتباری و بانک‌ها باید با توجه به پیچیدگی فعالیتها و محیط اقتصادی پیرامون خود، معیارهای مناسبی برای ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان انتخاب کنند. مهم‌ترین معیارهای پیشنهاد شده برای ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان عبارت است از:

در این پژوهش با استفاده از نتایج تحقیقات داخلی و خارجی مرتبط با موضوع و ادبیات موضوع، شاخص‌های متعددی در دو حوزه مالی و غیرمالی مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت ۲۷ شاخص مالی و عمومی با استفاده از روش $15C$ شناسایی و به مرحله بعدی راه یافتند که عبارتند از:

الف) شاخص‌های عمومی: پارامترهایی که هر یک از مشتریان برای دریافت تسهیلات به بانک ارائه می‌دهند و در پرونده اعتباری آن‌ها موجود است مثل میزان تسهیلات دریافتی تاکنون به‌وسیله شرکت، داشتن یا نداشتن گزارش حسابرسی، داشتن یا نداشتن مجوز کسبی، سابقه مدیر عامل شرکت، مالکیت محل فعالیت (شامل استیجاری یا ملکی بودن)، میزان پوشش تسهیلات دریافتی به‌وسیله وثائق و سابقه بازپرداخت شرکت.

ب) شاخص‌های مالی: شامل برخی از نسبت‌ها و متغیرهای مالی که بر ریسک اعتباری تأثیرگذارند و اغلب در تحقیقات مالی استفاده می‌شوند مثل نسبت جاری، نسبت آنی، نسبت دارایی جاری، نسبت گردش کل دارایی‌ها، نسبت گردش دارایی ثابت، بدهی جاری به ارزش

1. Character, Capacity, Capital, Condition, Coverage or Collateral

ویژه، ارزش ویژه به کل دارایی‌ها (نسبت مالکانه)، نسبت کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها (نسبت بدهی)، نسبت دارایی ثابت به ارزش ویژه، نسبت حاشیه سود، نسبت بازده دارایی (نرخ بازده سرمایه)، وام کوتاه‌مدت به دارایی کل، وام کوتاه‌مدت به بدهی جاری، وام کوتاه‌مدت به فروش خالص، بدهی جاری به فروش خالص، موجودی کالا به دارایی جاری، دارایی جاری به ثابت، بدهی جاری به کل دارایی‌ها، دارایی‌های جاری و بدهی‌های جاری.

۳-۵- مرحله سوم: انتخاب شاخص‌های اصلی با استفاده از تجزیه و تحلیل عاملی و قضاوت خبرگان^۱

۱- تجزیه و تحلیل عاملی

آزمون تحلیل عامل روش ریاضی برای تقلیل داده‌ها می‌باشد. در واقع منطق تحلیل عامل کاهش مجموعه بزرگی از متغیرها به چند عامل اساسی است. به‌طور طبیعی این عامل‌ها طبق سازوکارهای این آزمون استخراج می‌شود. بر این اساس مفروضه اساسی تحلیل عاملی این است که عامل‌های زیربنایی متغیرها را می‌توان برای تبیین پدیده‌های پیچیده به کار برد و همبستگی‌های مشاهده شده بین متغیرها حاصل اشتراک آن‌ها در این عامل‌هاست.

هدف تحلیل عاملی تشخیص این عامل‌های مشاهده‌ناپذیر بر پایه مجموع‌های از متغیرهای مشاهده‌پذیر است. عامل، متغیر جدیدی است که از طریق ترکیب خطی نمره‌های اصلی متغیرهای مشاهده‌شده برآورد می‌شود [۲۹، ص ۳۶]. برای اجرای یک تحلیل عاملی ۴ گام اساسی ضرورت دارد: ۱- گردآوری داده‌ها و فراهم‌ساختن ماتریس‌های کواریانس مربوطه؛ ۲- استخراج عامل‌های اولیه؛ ۳- چرخش برای به دست آوردن یک جواب نهایی؛ ۴- تفسیر نتایج.

در این مرحله متغیرهای مستقل پیوسته برای انتخاب عامل‌های اصلی با استفاده از روش اجزای اصلی (اجزای دارای مقادیر ویژه بزرگ‌تر از ۱، وارد مدل تجزیه و تحلیل عاملی شدند. تناوب عوامل با استفاده از روش Varimax متعامد انجام شده است. از میان ۲۳ نسبت و متغیر مالی^۲، ۲

۱. از فرضیه‌های اصلی تحلیل عاملی وارد شدن متغیرهای عددی پیوسته به این تکنیک برای شناسایی عوامل اصلی می‌باشد. بنابراین تحلیل عاملی قادر به شناسایی متغیرهای گسسته نیست. در این مرحله به منظور انتخاب مهم‌ترین متغیرهای عمومی گسسته از قضاوت خبرگان بهره گرفته شده است.

۲. سه متغیر عمومی میزان تسهیلات دریافتی تاکنون، سابقه مدیر عامل شرکت و میزان پوشش تسهیلات به‌وسیله وثایق نیز به علت پیوسته بودن وارد مدل تحلیل عاملی شدند.

متغیر کنار گذاشته شد^۱ و در مجموع ۲۱ متغیر باقی ماند که برحسب مشخصات مشترک میان آن‌ها به ۶ عامل ویژه طبقه‌بندی شدند. جدول ۱ بیانگر عوامل تعیین‌شده با استفاده از تجزیه و تحلیل عاملی می‌باشد:

جدول ۱ نتایج تجزیه و تحلیل عاملی

عامل‌ها					
فروش	وام بانکی	نقدینگی	فعالیت	سودآوری	بدهی
بدهی جاری به فروش خالص	میزان تسهیلات دریافتی	دارایی جاری	گردش دارایی ثابت	نرخ بازده دارایی‌ها	دارایی ثابت به ارزش ویژه
وام کوتاه‌مدت به فروش خالص	وام کوتاه‌مدت به کل دارایی	به دارایی جاری	گردش کل دارایی	نسبت حاشیه سود	بدهی جاری به ارزش ویژه
	وام کوتاه مدت به بدهی جاری	نسبت جاری			نسبت بدهی کل به دارایی کل
		نسبت آنی			ارزش ویژه به دارایی کل
		نسبت دارایی جاری			بدهی جاری
		دارایی جاری به ثابت			بدهی جاری به کل دارایی

برای تعیین این مطلب که آیا ماتریس داده‌ها برای تحلیل، عاملی مناسب‌اند یا خیر، دو آزمون کیزر مایر و کرویت بارتلت نیز اجرا شدند. مقدار به‌دست آمده (۰/۶۰۷) حاصل از آزمون کیزر مایر نشان از آن است که همبستگی‌های موجود برای تحلیل عامل بسیار مناسب هستند و در آزمون بارتلت آزمون کای دو، درجه آزادی و سطح معناداری را نشان می‌دهد که در اینجا نتایج به‌دست آمده نشان از معناداری و عدم واحد بودن ماتریس همبستگی

۱. به دلیل میزان بسیار کم همبستگی میان دو متغیر(سابقه مدیر عامل شرکت و میزان پوشش تسهیلات به وسیله وثایق) و عامل‌های مربوطه که در تجزیه و تحلیل‌های اولیه خروجی‌های تحلیل عامل مشخص شد، این دو متغیر کنار گذاشته شدند.

می‌باشد.

۲- قضاوت خبرگان

یکی از روش‌های نظرسنجی که ضمن حفظ سادگی از اطمینان بالایی نیز برخوردار است، روش دلفی می‌باشد. اساس روش دلفی بر جمع‌آوری نظرات کلیه کارشناسان کلیدی استوار است؛ روش دلفی در عمل، یک سری از پرسشنامه‌ها یا نظر سنجی یا دوره‌های متوالی به همراه بازخوران کنترل‌شده‌ای است که تلاش دارد به اتفاق نظر میان یک گروه از افراد متخصص درباره یک موضوع خاص دست پیدا کند. روش دلفی از مراحل زیر برای اجرا و به‌کارگیری تشکیل شده است:

۱- تعریف موضوع پژوهش و بررسی نوشته‌ها؛ ۲- انتخاب اعضای پانل دلفی؛ ۳- طراحی و ارسال فرم‌های نظرسنجی در مورد موضوع مورد بررسی و تحلیل پاسخ‌های دریافتی؛ ۴- آماده‌سازی و ارسال فرم نظرسنجی دور بعدی و تحلیل پاسخ‌ها و تکرار مراحل در صورت لزوم؛ ۵- دستیابی به نتیجه پایدار.

اعضای پانل دلفی در این پژوهش به صورت نمونه‌گیری غیر احتمالی و با روش زنجیره‌ای برگزیده شدند. بر این اساس ابتدا ۲ نفر از افرادی نامزد شدند که برای مشارکت در این پژوهش مناسب تشخیص داده شده‌اند. این افراد یک یا چند ویژگی داشته‌اند: ۱- مدیر/ مشاور ارشد در حوزه مدیریت ریسک در بانک‌های دولتی؛ ۲- عضو هیأت علمی دانشگاه یا مؤسسه پژوهشی در زمینه مدیریت خطرپذیری؛ ۳- متخصص ارشد بانک‌ها و یا شرکت‌های خصوصی در حوزه مدیریت ریسک.

از افراد خواسته شد تا افراد دیگری را معرفی کنند که بر اساس معیارهای یادشده برای مشارکت در این پژوهش مناسب باشند. از میان افراد معرفی‌شده، ۹ نفر دیگر واجد شرایط تشخیص داده شدند. بنابراین ۱۱ نفر از کارشناسان این حوزه برای مشارکت در پانل دلفی انتخاب شدند. در این پژوهش، ۴ شاخص غیر مالی براساس ادبیات موضوع و تحقیقات پیشین داخلی و خارجی به عنوان موضوع تعریف شد. همچنین براساس تعریف موضوع، تخصص‌های مورد نیاز تعیین و اعضای پانل دلفی با استفاده از روش‌های نمونه‌گیری غیر احتمالی، شناسایی و انتخاب شدند.

پس از تعیین اعضای پانل، ۳ دور روش دلفی انجام شد. در دور اول فهرست ۴ تایی شاخص‌های غیرمالی که از پژوهش‌های پیشین استخراج شده بودند، برای تعیین میزان اهمیت آن‌ها در

بانک‌های دولتی ایران در اختیار اعضا قرار گرفت. علاوه بر این از آنان خوسته شد که ایده‌های خود را درباره عواملی ارائه کنند که در این فهرست نیستند. در دور دوم، مجموعه عواملی که در دور اول پیشنهاد شده بودند، برای تعیین میزان اهمیت در اختیار آنان قرار گرفت. در دوره سوم، نظر اعضا درباره عواملی که اهمیت آن‌ها در دوره‌های اول و دوم زیاد و خیلی زیاد تشخیص داده شده بودند، دوباره دریافت شد. انجام روش دلفی پس از انجام دور سوم و دست پیدا کردن به اتفاق نظر مطلوب پایان یافت. در این پژوهش برای تعیین میزان اتفاق نظر میان اعضای پانل، از ضریب همبستگی کندال استفاده شد. ضریب هماهنگی کندال^۱ مقیاسی است که برای تعیین درجه هماهنگی و موافقت میان چندین دسته رتبه مربوط به N شی یا فرد. در حقیقت با کاربرد این مقیاس می‌توان همبستگی رتبه‌ای میان K مجموعه رتبه را یافت. چنین مقیاسی به ویژه در مطالعات مربوط به روایی میان داوران^۲ مفید است. ضریب هماهنگی کندال نشان می‌دهد افرادی که چندمقوله را براساس اهمیت آن‌ها مرتب کرده‌اند، به‌طور اساسی معیارهای مشابهی را برای قضاوت درباره اهمیت هر یک از مقوله‌ها به‌کار برده‌اند و از این لحاظ با یکدیگر اتفاق نظر دارند. این مقیاس با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$W = \frac{S}{1/12 K^2 (N^2 - N)}$$

$R_j =$ مجموع رتبه‌های مربوط به یک عامل
 $K =$ تعداد مجموعه‌های رتبه‌ها (تعداد داوران)
 $N =$ تعداد عوامل رتبه‌بندی شده

$$S = \sum \left[R_j - \frac{\sum R_j}{N} \right]^2$$

ضریب هماهنگی کندال در دور اول ۰/۴۶۰ و در دور دوم برای پاسخ‌های اعضا در مورد شاخص‌های غیرمالی مؤثر بر ریسک اعتباری برابر ۰/۵۷۵ و در دور سوم برابر ۰/۶۱ به‌دست آمد که مقدار این ضریب نسبت به دور سوم تنها به میزان ۰/۰۳۵ افزایش پیدا کرد مقدار رشد قابل توجهی را نشان نمی‌دهد. با توجه به اینکه تعداد اعضای پانل بیش از ۱۰ نفر بود، این میزان از ضریب کندال کاملاً معنادار به حساب می‌آید. بنابراین براساس نتایج به دست آمده از روش دلفی، ۲ شاخص مجوز کسبی و سابقه بازپرداخت به عنوان شاخص‌های غیرمالی نهایی انتخاب شدند.

1. Kendall's coefficient of concordance (W)
 2. Interjudge reliability

در نهایت با توجه به نتایج حاصله از تحلیل عاملی و قضاوت خبرگان ۸ شاخص زیر به عنوان شاخص‌های نهایی پوشاننده ابعاد مالی و غیرمالی انتخاب شدند:

۱- وام کوتاه‌مدت به مجموع دارایی^۱؛ ۲- وام کوتاه‌مدت به فروش خالص^۲؛ ۳- نسبت کل بدهی به کل دارایی^۳؛ ۴- مجوز کسبی^۴ (عدد صفر نشانگر نداشتن مجوز کسبی و یک نشانگر دارا بودن مجوز کسبی می‌باشد ۵- سابقه بازپرداخت (عدد صفر نشانگر سابقه بازپرداخت منفی و یک نشانگر سابقه بازپرداخت مثبت می‌باشد ۶- ارزش ویژه به مجموع دارایی^۵ ۷- دارایی جاری به دارایی ثابت^۸- نرخ بازده دارایی^۷.

۴-۵- مرحله چهارم: محاسبه امتیازات اعتباری با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها

در این پژوهش با توجه به نوع داده‌های در دسترس، دو مدل اصلی^۶ و جمعی روش تحلیل پوششی داده‌ها برای انتخاب بهترین مدل بررسی شدند. سپس این مدل‌ها با استفاده از تجزیه و تحلیل رگرسیون اعتبارسنجی شده و با توجه به نتایج، بهترین مدل انتخاب شد. به دلیل بالا بودن R^2 به دست آمده در مدل اصلی با فرض بازدهی ثابت به مقیاس نسبت به سایر مدل‌ها، رتبه‌های اعتباری در جهت نهاده و با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس تولید محاسبه شدند؛ به عبارتی دیگر، ملاک دسته‌بندی شرکت‌های حقوقی کارایی فنی آن‌ها بوده است.

۸ شاخص نهایی در دو گروه نهاده و ستانده به شرح زیر به دست آمده است :

نهاده‌هایی^۹ که باید حداقل شوند عبارتند از وام کوتاه‌مدت به مجموع دارایی، وام کوتاه‌مدت به فروش خالص، نسبت کل بدهی به کل دارایی.

ستانده‌هایی^{۱۰} که باید حداکثر شوند عبارتند از مجوز کسبی، سابقه بازپرداخت، ارزش ویژه به مجموع دارایی، دارایی جاری به دارایی ثابت، نرخ بازده دارایی.

1. Short Term Bank Loan/Total Assets (STBL/TA)

2. Short Term Bank Loans/Net Sales(STBL/NS)

3. Total Liabilities/Total Asset (TL/TA)

۴. مجوز کسبی نشانگر اعتبار وام‌گیرنده است.

5. Owners Equity/Total Asset (OE/TA)

6. Current Assets/Fixed Assets (CA/FA)

7. ROA

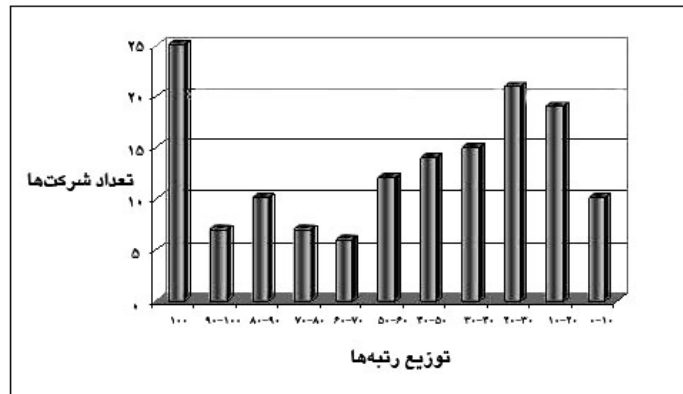
8. Basic

9. input

10. output

سپس کارایی مشتریان حقوقی با به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه شد. در این صورت و نتایج نشانگر این است که میانگین کارایی فنی برای تمام شرکت‌های حقوقی در ساخت مدل برابر ۰/۲۵ می‌باشد؛ به عبارت دیگر، در مجموع شرکت‌های بررسی شده حدود ۰/۴۸ بیش از میزان مورد نیاز، نهاده‌ها و عوامل تولید را مورد استفاده قرار می‌دهند. چنانچه شرکت‌ها به صورت کارا عمل کنند (بر روی تابع مرزی قرار داشته باشند)، می‌توانند با کاهش هزینه‌های خود به میزان ۰/۴۸، همان سطح از محصول را ارائه دهند. از میان ۱۴۶ شرکت موردنظر، تنها ۲۵ شرکت روی مرز کارایی قرار داشته و به عنوان شرکت‌های کاملاً کارا (دارای کارایی ۱) قلمداد می‌شوند.

امتیازات اعتباری تحلیل پوششی داده‌ها بین ۱۰۰ و ۳ در نوسان هستند. با کاهش امتیاز شرکت‌ها، عملکرد مالی آن‌ها نسبت به سایر شرکت‌ها در مجموعه مشاهدات به نسبت بدتر می‌شود، بنابراین احتمال بالا رفتن خطرپذیری نیز افزایش پیدا می‌کند. نمودار زیر بیانگر توزیع امتیازات تحلیل پوششی داده‌ها برای شرکت‌های متقاضی وام می‌باشد (شکل ۱):



شکل ۱ توزیع رتبه‌های تحلیل پوششی داده‌ها

یکی از مزایای روش تحلیل پوششی داده‌ها، معرفی مجموعه مرجع برای هر بنگاه، برای بهینه‌سازی نهاده‌ها می‌باشد^۱. به عبارت دیگر برای هر یک از بنگاه‌های ناکارا یک یا ترکیبی از

۱. باید توجه داشت که برای بهینه‌سازی نهاده باید مدل را در حالت نهاده حل کرد و چنانچه هدف بهینه‌سازی ستانده باشد، باید مدل را در حالت ستانده حل کرده و مشابه حالت نهاده عمل کرد.

دو یا چند بنگاه کارا به عنوان مرجع و الگو معرفی می‌شوند. از آنجایی که این بنگاه‌ها ضرورتاً در صنعت وجود نخواهند داشت، صرفاً به عنوان بنگاه مجازی کارا قلمداد می‌شوند. به منظور عملیاتی‌کردن این مبحث، در جدول ۲ به عنوان مثال بنگاه‌های مرجع ۳ شرکت از مجموع ۱۴۶ شرکت و تعداد دفعاتی که هر بنگاه کارا در ساختن مجموعه مرجع دخیل بوده است، به نمایش گذاشته شده است.

جدول ۲ مجموعه مرجع و تعداد تکرار شرکت‌های کارا در ساختن مجموعه مرجع

DMU	Peer Group	Frequencies
dmu ۱۴۲	dmu ۱۴۲	۴
dmu ۱۴۳	dmu ۱۴۳	۲۲
dmu ۱۴۴	dmu ۴۸, dmu ۷۲, dmu ۱۳۱	۰

با استفاده از روش فوق می‌توان تمامی بنگاه‌های ناکارا را به مرز کارایی رساند. با توجه به نتایج به دست آمده مقادیر پیشنهادی برای کارا کردن شرکت شماره ۵ به عنوان مثال به شرح زیر می‌باشد (جدول ۳):

جدول ۳ مقادیر بهبود نهاده‌ها و ستانده‌های شرکت شماره ۵ برای کارا شدن

DMU	input ۱	input ۲	input ۳	output ۱	output ۲	output ۳	output ۴	output ۵
dmu ۵	۰/۵۰۸ to ۰/۳۳۳	۱/۲۶۷ to ۰/۸۳	۰/۷۳۵ to ۰/۴۸۱	۰ to ۱/۱۶۳	۰ to ۰	۰ to ۰	۱/۱۷۵ to ۸/۶۶	۱/۷۹ to ۱/۷۹

با توجه به جدول مشاهده می‌شود که علی‌رغم حل مدل در حالت نهاده، مقادیر برخی از ستانده‌ها نیز تغییر پیدا کرده است. این امر بیانگر آن است که حتی با کاهش نهاده‌ها به میزان محاسبه شده، شرکت موردنظر به مرز کارایی نخواهد رسید. به عبارت دیگر، هر چند محاسبه کارایی در حالت نهاده صورت گرفته و باید تنها مقادیر نهاده تغییر کرده و مقادیر ستانده باقی بماند، اما بنگاه ناکارا برای دست پیدا کردن به مرز کارایی باید در کنار کاهش



نهاد خود، میزان استانداردهای خود را نیز افزایش دهد.

برای رتبه‌بندی واحدهای کاملاً کارا به‌طور کلی سه روش وجود دارد که عبارتند از ۱- روش شمارشی؛ ۲- روش وزنی؛ ۳- روش اندرسون-پترسون^۱ [۸، ص ۹۶]. با توجه به آن‌که در تحقیق حاضر، رتبه‌بندی واحدهای کارا از درجه دوم اهمیت برخوردار است، در این صورت از ساده‌ترین روش که همان روش شمارشی است، استفاده می‌شود. با استفاده از روش شمارشی شرکت شماره ۶۹ با ۵۹ بار تکرار در مجموعه مرجع دارای بالاترین رتبه و شرکت‌های شماره ۲۱ و ۶۳ بدون تکرار، از کم‌ترین میزان کارایی در میان شرکت‌های کارا برخوردار می‌باشند.

۵-۵- مرحله پنجم: اعتبارسنجی با استفاده از رگرسیون

هدف این مرحله به‌دست آوردن درجه‌های از انطباق میان نتایج حاصل از تحلیل پوششی داده‌ها با نتایج حاصل از رگرسیون می‌باشد. در بسیاری از موارد، به علت بی‌نظمی و بی‌قاعدگی موجود در داده‌ها، قدرت تشخیص تحلیل پوششی داده‌ها در مسائل کارایی شرکت‌ها کاهش پیدا می‌کند. بنابراین نیاز به سنجش قدرت تشریحی مجموعه شاخص استفاده شده در روش تحلیل پوششی داده‌ها احساس می‌شود. تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی به عنوان یک ابزار تست در این‌گونه موارد پیشنهاد می‌شود. به منظور انجام آزمایش، رتبه‌های حاصل از تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان متغیر وابسته و شاخص‌های نهایی انتخاب شده (۸ شاخص مالی و عمومی) به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته می‌شوند [۲۷، صص ۱۰۳-۱۲۳].

از آنجایی که تحلیل پوششی داده‌ها قادر به تمایز میان کارایی شرکت‌های دارای کارایی واحد نمی‌باشد، رگرسیون صرف نظر از این مشاهدات برآورد شد. در این صورت بدیهی است که شرکت‌های به‌کار گرفته شده در مدل رگرسیونی کم‌تر از نمونه خواهد بود. بنابراین ۱۲۰^۲ شرکت برای برآورد رگرسیون، وارد مدل رگرسیونی شده و معادله رگرسیونی زیر حاصل شده است:

۱. Anderson & Peterson (AP)

۲. شرکت شماره ۹۷ دارای امتیاز کارایی معادل ۰/۹۹۹ می‌باشد که مدل رگرسیونی این عدد را برابر ۱ در نظر گرفته است. بنابراین شرکت‌های وارد شده در مدل رگرسیونی برابر ۱۲۰ شرکت می‌باشند.

X_1 : مجوز کسبی؛ X_2 : سابقه بازپرداخت؛ X_3 : دارایی جاری به دارایی ثابت؛ X_4 : نرخ بازده دارایی‌ها؛ X_5 : وام کوتاه‌مدت به مجموع دارایی؛ X_6 : وام کوتاه‌مدت به فروش خالص؛ X_7 : نسبت کل بدهی‌ها به مجموع دارایی‌ها.

$$Y = 0.335 + 0.116X_1 + 0.122X_2 + 0.25X_3 + 0.314X_4 - 0.119X_5 - 0.418X_6 - 0.15X_7$$

با توجه به خروجی‌های تجزیه و تحلیل رگرسیون، مشاهده می‌شود که میزان همبستگی متغیر ریسک اعتباری (Y) در یک ترکیب خطی با متغیرهای واردشده در معادله برابر با 0.879 می‌باشد. (R^2) برابر 0.755 بیانگر قدرت بالای توضیح‌دهندگی رگرسیون است. همچنین آماره F جدول تحلیل واریانس معنادار بوده که به معنای وجود رابطه صحیح میان متغیر وابسته و متغیرهای مستقل می‌باشد. با آزمون فرضیه معنادار بودن ضرایب که در آن فرضیه H_0 ، به معنای بی‌تأثیر بودن ضریب مربوطه در رتبه کارایی است، تمامی متغیرها بجز یک شاخص "ارزش ویژه به دارایی کل" بر مسیرهای مورد انتظار قرار داشته و از نظر آماری، با 95% اطمینان^۱ معنادار می‌باشند. با توجه به تعریف کارایی، در صورت افزایش ستانده بر میزان کارایی افزوده‌شده و رتبه کارایی کاهش پیدا می‌کند. عکس این استدلال در خصوص نهاده‌ها نیز صادق می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج آزمون فوق می‌توان دریافت که نهاده‌ها و ستانده‌ها به درستی انتخاب شده‌اند و نشان‌دهنده این حقیقت هستند که مدل تحلیل پوششی داده‌ها به صورت موفقی برای 7 نسبت از 8 نسبت مذکور معنادار بوده است. همچنین معادله رگرسیون فوق، یک تقریب خطی از نتایج مدل تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. شایان ذکر است چنانچه مجموعه معادلات به قدر کافی بزرگ باشند، آن گاه می‌توان از این معادله برای رتبه‌بندی و ارزیابی متقاضی جدید وام بدون نیاز به سایر مراحل استفاده کرد.

۶- گروه‌بندی مشتریان حقوقی از نظر رتبه اعتباری

در این مقاله سعی شده است تا با استفاده از الگوی مؤسسه فیچ به گروه‌بندی (رتبه‌بندی) مشتریان حقوقی بانک تجاری پرداخته شود. جدول ۵ نشانگر ۸ گروه مشتری حقوقی با رتبه‌های اعتباری متفاوت است. همان‌طور که در جدول ۴ ملاحظه می‌شود، تنها $17/12\%$ از شرکت‌ها دارای رتبه اعتباری AAA بوده و از کم‌ترین میزان خطرپذیری اعتباری برخوردارند، در حالی که $44/52\%$

1. $\alpha = 0.05$

از شرکتهای بررسی شده در این پژوهش در بدترین شرایط از نظر بازپرداخت اصل و سود تسهیلات قرار دارند و بازپرداخت اقساط آنها با احتمال قریب به یقین معوق می‌شود.

جدول ۴ رتبه‌بندی اعتباری شرکتهای حقوقی

رتبه اعتباری	درصد	گروه	تعاریف
AAA	۱۱/۸٪	۱	این گروه بهترین کیفیت را از نظر بازپرداخت سود و اصل آن داراست و از کمترین ریسک سرمایه‌گذاری برخوردار می‌باشد.
AA ⁺ AA AA ⁻	۶/۳٪	۲	گروه دوم از کیفیت بالا برخوردارند و تفاوت آنها با گروه پیشین در این است که حاشیه امنیت آنان به گستردگی گروه قبلی نیست و خطرپذیری بلندمدت آن مقداری بیش‌تر می‌باشد. در داخل گروه از بالا به پایین از دورنمای ضعیف‌تری برخوردارند.
A ⁺ A A ⁻	۳/۸٪	۳	این گروه شرایط مطلوبی دارند. از لحاظ بازپرداخت اصل و فرع از شرایط مناسبی برخوردارند، اما امکان دارد در اثر بروز اتفاقاتی دچار مشکل شوند. از بالا به پایین در داخل گروه شرایط بدتر می‌شود.
BBB ⁺ BBB BBB ⁻	۶/۳٪	۴	این گروه از درجه متوسط محسوب شده و از نظر بازپرداخت اصل و فرع به نظر کافی می‌آیند، اما در درازمدت ممکن است دچار مشکل شوند. در داخل گروه از بالا به پایین شرایط نامطلوب‌تر می‌شود.
BB ⁺ BB BB ⁻	۰/۱۳٪	۵	ریسک این گروه بالا بوده و از نظر بازپرداخت اصل و فرع از تضمین خوبی چه در حال حاضر و چه در آینده برخوردار نبوده و در واقع دارای نوعی عدم اطمینان می‌باشد.
B ⁺ B B ⁻	۱/۸٪	۶	این گروه از نظر تضمین بازپرداخت اصل و فرع در شرایط مطلوبی قرار ندارند و فاقد مشخصه‌های یک سرمایه‌گذاری مطلوب می‌باشند.
CCC CC C	۷/۵٪	۷	یا در حالت معوق قرار داشته و یا بازپرداخت اصل و فرع آن دارای خطرات بسیاری است و در اغلب موارد معوق شده و در حالت ورشکستگی قرار دارند.
DDD DD D	۸۵/۳۳٪	۸	این گروه در بدترین شرایط از نظر بازپرداخت اصل و فرع وام قرار دارند.

۷- نتایج تحقیق

اعطای تسهیلات اعتباری به مشتریان از جمله مهم‌ترین وظایف بانک‌ها به شمار می‌رود. بانک‌ها در هر کشور پس از جمع‌آوری منابع مالی، این منابع را به بخش‌های مختلف اقتصادی تخصیص می‌دهند. در حقیقت این اقدام بانک‌ها، بخش‌های مختلف اقتصادی را در هر کشور در انجام بهتر وظایف خود تقویت و در نهایت زمینه لازم را برای رشد و توسعه اقتصادی کشور فراهم می‌آورند. در صورتی بانک‌ها می‌توانند به این امر مهم دست پیدا کنند که منابع مالی را به درستی به مشتریان واجد شرایط، تخصیص دهند. تخصیص درست منابع مالی ضمن دست پیدا کردن به هدف فوق زمینه لازم را برای ادامه حیات بانک‌ها فراهم خواهد آورد. در این صورت در این اقدام نکته حایز اهمیت آن است که قبل از اعطای تسهیلات به مشتریان واجد شرایط خطرپذیری آن‌ها به درستی تشخیص داده شود تا اثربخشی تصمیمات اتخاذ شده ارتقا پیدا کند. بدیهی است که هرگونه اقدام در زمینه کنترل پس از اعطای تسهیلات کم فایده خواهد بود. با توجه به نکات فوق در این مقاله سعی شد یک مدل مدیریت خطرپذیری اعتباری با به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها برای این منظور طراحی شود. به‌طور کلی، نتایج حاصل شده از این تحقیق را با توجه به مسأله اصلی پژوهش می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

۱- وجود رابطه معنادار آماری متغیرهای مالی و غیرمالی مؤثر بر ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک تجارت استان تهران تأیید می‌شود. همچنین معناداری و علامت ضرائب مستقل مدل نشان از تأیید نظریه‌های اقتصادی و مالی در زمینه عوامل تعیین‌کننده خطرپذیری اعتباری می‌باشد. بر اساس ضرایب رگرسیونی به‌دست آمده، متغیرهای دارایی جاری به ثابت، نرخ بازده دارایی‌ها، مجوز کسبی و سابقه بازپرداخت دارای رابطه مستقیم با کارایی و رابطه معکوس با ریسک اعتباری و رتبه اعتباری می‌باشند. در نتیجه بزرگ بودن شاخص‌های ذکر شده مطلوب تلقی می‌شود. شاخص‌های وام کوتاه‌مدت به مجموع دارایی‌ها، وام کوتاه‌مدت به فروش خالص و کل بدهی به مجموع دارایی براساس ضرایب به‌دست آمده، رابطه معکوسی با میزان کارایی و رابطه مستقیم با ریسک اعتباری و رتبه اعتباری دارند و بدیهی است که کم‌تر بودن این شاخص‌ها مطلوب می‌باشد. از میان متغیرهای به‌کار گرفته شده در این مدل، شاخص وام کوتاه‌مدت به فروش خالص دارای بالاترین ضریب رگرسیونی و بیش‌ترین اثر بر ریسک اعتباری بوده و شاخص دارایی جاری به دارایی ثابت، کم‌ترین میزان تأثیر بر ریسک اعتباری را داشته است.

۲- در این پژوهش، به منظور اعتبارسنجی رتبه‌های حاصل از روش تحلیل پوششی داده‌ها از مدل رگرسیونی چند متغیره خطی استفاده شد تا قدرت تخمین صحیح رتبه‌های کارایی اثبات گردد. ضریب تعیین برابر $0/755$ در مدل رگرسیونی به معنای قدرت بالای توضیح‌دهندگی مدل رگرسیونی است. به معنای دیگر متغیرهای وارد شده به معادله رگرسیونی توانسته‌اند حدود 76% از واریانس تغییرات مربوط به متغیر وابسته را تبیین کنند. بنابراین رتبه‌های محاسبه شده با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها تفاوت معناداری با رتبه‌های حاصل از مدل رگرسیونی نداشته و فرضیه سوم تحقیق که نشان از کارایی روش تحلیل پوششی داده‌ها برای تخمین رتبه اعتباری است، پذیرفته می‌شود.

۳- آزمایای مدل تحلیل پوششی داده‌ها نسبت به سایر مدل‌های ارزیابی ریسک اعتباری، می‌تواند به توانایی این مدل در ارائه راه‌حلهایی برای بهره‌وری شرکت‌های متقاضی وام اشاره کرد. تحت رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها هم می‌توان به رتبه‌بندی مشتریان حقوقی بانک پرداخت و هم با شناسایی بنگاه‌های مرجع برای هر یک از بنگاه‌های ناکارا، آن‌ها را به مرز کارایی رساند. در حقیقت این مدل قادر است تا با ارائه راهکارهای مناسب و مفید، شرکت‌های رتبه‌بندی شده را در راستای بهره‌ورتر شدن یاری دهد.

۸- منابع

- [1] Gutman R.; "How credit money shapes the economy: The united state in a global system "; Armonk N.Y:M.E Sharp, 1994.
- [۲] جورج و شوری؛ « تخصیص منابع»، تهران: انتشارات پاپیروس، ۱۳۶۶.
- [3] John B. C., Edward I. A., Paul N.; "Management credit risk: The next grate financial challenge "; John Wiley & Sons, N.Y, 1998.
- [4] Sinky Jr, Joseph F.; "Commercial bank financial management"; 4th Edition; Macmilla, 1992.
- [5] Basel Committee on Banking Supervision.; "Credit rating and complementary sources of credit quality information"; Working Paper, No.3, 2000.
- [6] Kiss F.; "Credit rating process from a knowledge management prospective";

Budapest University of Technology and Economics, 2003.

- [7] Cheng EWL., Chaing YH., Tang BS.; "Alternative approach to credit Rating by DEA: evaluating borrowers with respect to PFI project"; *Journal of Building and Environment*, Vol.42, 2007.
- [۸] مهرگان، م.ر.؛ «مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها»؛ تهران: انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.
- [9] Min JH., Lee YC.; "A practical approach to credit Rating"; *Journal of Expert Systems With Applications*; doi:10.1016/j.eswa, 08.070, 2007.
- [10] Beaver W.; "Financial ratios as predictors of failure"; *Journal of Accounting Research*, 5, 1966.
- [11] Altman E. et al.; "Financial ratios discriminate analysis and the prediction of corporate bankruptcy"; *The Journal of Finance*, 4, 1968.
- [12] Grice JS., Ingram RW.; "Test of the generalizability of Altman*s bankruptcy prediction model"; *Journal of Business Research*, Vol.54, 2001.
- [13] Allen J.; "A promise of approvals in minutes, not hours"; *American Banker*, Vol.28, 1995.
- [14] Roy B.; "The outranking approach and the foundation of ELECTRE methods"; *Theory and Decision*, Vol.31, 1991.
- [15] Dimitras A. I et al.; "Business failure prediction using rough sets ;" *European Journal of Operational Research*,";Vol.7, No.3, 1999.
- [16] Treacy William F.; "Credit risk rating system at large U.S bank"; *Journal of Banking and Finance*, Vol.24, 1998.
- [17] Desai V.S.; "A comparison of neural networks and linear Rating models in the credit union environment"; *European Journal of Operational Research*; Vol.95, 1996.
- [18] West D.; "Neural network credit Rating models"; *Journal of Computers & Operations Research*, Vol. 27, 2000.

- [19] Yang ZR., Platt MB., Platt HD.; “*Probabilistic neural networks in bankruptcy prediction*”; *Journal of Business Research*, 2001.
- [20] Bryant K.; “*Alles: an agricultural loan evaluation expert system*”; *Expert System With Application*, Vol.21, 2001.
- [21] Lee TS & et al.; “*Credit rating using a hybrid neural discriminant technique*”; *Journal of Expert Systems With Applications*, Vol.23, 2002.
- [22] Lee TS. & Chen IF.; “*A two-stage hybrid credit Rating model using artificial neural networks and multivariate adaptive regression alpiners*”; *Expert System with aApplication*, Vol.28, 2005.
- [23] Abdou H. & et al.; “*Neural nets versus conventional techniques in credit Rating in Egyptian banking*”; *Expert System With Application*; doi: 10.1016 / j. eswa, 2007.
- [24] Huang JJ. & et al.; “*Two-stage genetic programming (2SGP) for the credit Rating model*”; *Applied Mathematics and Computation*; Vol.174, 080030, 2006.
- [25] Lung Huang C. & et al “*Credit Rating with a data mining approach based on support vector machines*”; *Expert System With Application*, Vol.32, 2007.
- [26] Yeh Q.J.; “*The application of data envelopment analysis in conjunction with financial ratios for bank performance evaluation*”; *European Journl of Operational Research Society*, Vol.47, No.8, 1996.
- [27] Emel AB. & et al.; “*A credit Rating approach for the commercial banking sector*”; *Journal of Socio-Economic Planning Sciences*, Vol.37, 2003.
- [۲۸] قلی‌زاده، م.ح.: «طراحی مدل رتبه‌بندی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها»؛ رساله دکتری مدیریت مالی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.
- [۲۹] کیم جی. آن: «کاربرد تحلیل عاملی در پژوهش اجتماعی همراه با دستوره‌های نرم‌افزار SPSS»؛ ترجمه مسعود کوثری، تهران: انتشارات سلمان، ۱۳۷۸.