



تحلیل اثربخشی مدل‌های اقتصاد مهندسی در اعطای تسهیلات سیستم مالی کشور به منظور مهندسی مالی عقود مشارکتی

مرتضی کریمی دمنه^{۱*}، غلامرضا صفارزاده^۲

۱- عضو هیئت علمی آموزشکده فنی و حرفه ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران

۲- عضو هیئت علمی، آموزشکده فنی و حرفه ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران

چکیده

این مقاله با هدف تحلیل اثر بخشی مدل‌های اقتصاد مهندسی و مهندسی مالی بر ریسک اعتباری و ارائه مدلی جهت پیش بینی ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری مشتریان حقوقی متقاضی تسهیلات یک بانک تجاری، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها و رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی و مقایسه این سه مدل انجام گرفته است. بدین منظور بررسی های لازم بر روی 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 توضیح دهنده شامل متغیرهای مالی و غیر مالی مورد بررسی قرار گرفت که از بین متغیرهای موجود نهایتاً با استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل عاملی و قضاوت خبرگان (روش دلفی)، ۸ متغیر تاثیرگذار بر ریسک اعتباری انتخاب گردید که وارد مدل تحلیل پوششی داده ها شده و امتیازات کارایی شرکتهای حقوقی با استفاده از آنها بدست آمد. همچنین متغیرهای انتخابی به عنوان بردار ورودی شبکه عصبی پرسپترون ۳ لایه وارد مدل شد و در نهایت با استفاده از رگرسیون لجستیک نیز اطلاعات مربوطه پردازش گردید. نتایج حاصل از مدل تحلیل پوششی داده ها و شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک در برآورد ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری در مقایسه با نتایج واقعی حاکی از آنست که مدل شبکه عصبی در پیش بینی ریسک اعتباری مشتریان حقوقی و رتبه بندی اعتباری از کارایی بیشتری برخوردار است.

واژگان کلیدی: ریسک اعتباری^۲، مهندسی مالی ریسک^۴، کارایی^۵، رتبه بندی اعتباری^۶، تحلیل پوششی داده ها^۷، شبکه عصبی^۸، رگرسیون لجستیک^۹.

^۲ - Credit Risk

^۴ - Financial engineering risk

^۵ - Efficiency

^۶ - Credit Rating

^۷ - Data Envelopment Analysis(DEA)

^۸ - Neural Network(NN)

^۹ - Logistic Regression



Effectiveness analysis of engineering economy models leading financial contribution to financial engineering contracts

Abstract

The aims This paper is analyzing the effect of the credit risk models Engineering Economics and Financial Engineering. A Model has been presented to Predict credit risk and credit rating corporate clients that applying for a commercial bank loan by using Data envelopment analysis and neural network and logistic regression was performed to compare the three models. For this purpose, some studies have been done on financial and nonfinancial information using a simple random sample of $n = 146$ corporate clients Facilities applicant was done. In this study, 27 variable that includes financial and non-financial data have been studied. Then three of them used factor analysis and expert judgment (Delphi method) and variable were entered in the model and DEA efficiency scores law firms. The variable selected as the input vector of the neural network 3-Layer Perceptron model and finally the relevant data were analyzed using logistic regression to estimate credit risk.

Keywords: Credit risk, financial engineering, risk, performance, credit ratings, data envelopment analysis, neural network, logistic regression.

۱- مقدمه

ارتباط صحیح بین نظامهای مالی و تولیدی در هر کشوری از مهم ترین عوامل رشد و توسعه اقتصادی محسوب خواهد شد. بانکها به عنوان بخش اصلی نظام مالی نقش اصلی را در تامین مالی بخشهای تولیدی تجاری و مصرفی و حتی دولتی به عهده خواهد داشت (*Error! Reference source not found.*). در ایران نیز با توجه به ساختار اقتصادی کشور و به دلایلی هم چون عدم توسعه بازارهای سرمایه و سایر شبکه های غیر بانکی و قراردادی تامین مالی بخشهای واقعی اقتصاد بر عهده شبکه بانکی کشور است.

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 می گردد 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 غیر مالی مناسب، طبقه بندی نمایند زیرا تحت چنین سیستمی تسهیلات به متقاضیانی اعطا می شود که از ریسک اعتباری کمتری برخوردار بوده و احتمال بازپرداخت بدهی آنها در موعد مقرر بیشتر است. با توجه به اینکه این وجوه می توانند به عنوان منبع مالی جهت اعطای تسهیلات بعدی مورد استفاده قرار گیرند، لذا نقش بسیار مهمی در افزایش سرمایه گذاری، رشد و توسعه اقتصادی کشور دارند (Gutman R (۲۰۰۸)).

در بازاری که حاشیه سود بانکها به دلیل تشدید رقابت همواره در حال کاهش بوده و همواره فشاری برای کاهش بیشتر هزینه ها احساس می شود. مدل های ریسک اعتباری با پیش بینی زیانهای عدم بازپرداخت وامها نوعی برتری نسبی برای بانکها و نهادهای اعتباری ایجاد خواهد کرد. مدل های ریسک اعتباری با اندازه گیری ریسک می توانند با ایجاد ارتباط بخردانه ای بین ریسک و بازده امکان قیمت گذاری داراییها را فراهم سازد. هم چنین مدل های ریسک اعتباری امکان بهینه سازی ترکیب پرتفوی اعتباری و تعیین سرمایه اقتصادی بانکها برای کاهش هزینه های سرمایه ای را فراهم خواهد ساخت. در این مقاله پنج سوال اساسی محوریت مقاله را تشکیل می دهد:

- ۱- مهمترین شاخصهای مالی و غیر مالی تاثیر گذار بر ریسک اعتباری کدامند؟
 - ۲- آیا تحلیل پوششی داده ها به عنوان یکی از متدهای آمار ناپارامتریک از کارایی لازم جهت رتبه بندی اعتباری و تخمین ریسک اعتباری برخوردار است؟
 - ۳- آیا مدل شبکه عصبی به عنوان یکی از متدهای آمار پارامتریک از کارایی لازم جهت برآورد ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری مشتریان برخوردار است؟
 - ۴- آیا رگرسیون لجستیک به عنوان یکی از متدهای آمار پارامتریک از کارایی لازم جهت برآورد ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری مشتریان برخوردار است؟
 - ۵- در مقایسه سه مدل تحلیل پوششی داده ها و شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک کدامیک کاراترند؟
- در این پژوهش ابتدا پیشینه ای از بررسی های صورت گرفته در زمینه ریسک اعتباری ارائه شده است. در بخش بعد به اختصار متدولوژی بکاررفته در پژوهش مطرح گشته و سپس مدل تحلیل پوششی داده ها و شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک اجرا گشته اند. در نهایت در بخش پایانی مقاله یافته های پژوهش و پیشنهادها برای استقرار سیستم اندازه گیری و مدیریت ریسک اعتباری در نظام بانکی کشور ارائه شده است.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش



اعتبارسنجی به معنای ارزیابی و سنجش توان بازپرداخت متقاضیان وام و تسهیلات مالی و احتمال عدم بازپرداخت اعتبارات دریافتی از سوی آنها می باشد. طراحی مدلی برای اندازه گیری و درجه بندی ریسک اعتباری برای نخستین بار در سال ۱۹۰۹ توسط جان موری بر روی اوراق قرضه انجام شد (John B. Caouette, Edward).

در سال ۱۹۶۶ برای تعیین ورشکستگی شرکتها مدل رگرسیون لجستیک توسط بی وری^۱ به کارگرفته شد. بعدها از این مدل برای اندازه گیری ریسک اعتباری اوراق قرضه منتشره شرکتها استفاده شد. فلدمن^۲ معتقد است که به کارگیری مدلهای سنجش اعتبار از سه طریق بر توانایی های بنگاه های کوچک در اخذ وام تاثیر می گذارد. اول اینکه امکان اعطای وام و نظارت بر آن را حتی بدون ملاقات وام گیرنده به بانک می دهد، دوم قیمت وام برای بنگاه های کوچک، خصوصاً آنهایی که از اعتبار بالاتری برخوردارند، کاهش می یابد و در نهایت اینکه عرضه وام به شرکتها کوچک نیز افزایش می یابد.

یکی دیگر از مطالعات انجام شده در زمینه اندازه گیری ریسک اعتباری اوراق قرضه شرکتها با استفاده از مدل نمره دهی چند متغیره، توسط آلتمن^۳ در سال ۱۹۶۸ انجام گرفت و به مدل نمره Z^۴ شهرت یافت (Altman E et al (۱۹۶۸). مدل نمره Z آلتمن یک مدل تحلیل ممیزی است که با استفاده از مقادیر نسبتهای مالی مهم می کوشد تا شرکتها را ورشکسته را از شرکتها غیر ورشکسته تمییز دهد. ساندرز و آلن^۵ از این مدل برای پیش بینی ریسک اعتباری وام گیرندگان استفاده نموده و به این نتیجه رسیدند که این مدل از قدرت بالایی جهت پیش بینی ریسک اعتباری برخوردار است. در اواخر ۱۹۷۰ مدلهای احتمالی خطی و وضعیتی احتمالی چندگانه^۶ جهت پیش بینی ورشکستگی شرکتها مطرح گشتند. همچنین در سالهای ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ استفاده از مدلهای برنامه ریزی ریاضی در بسیاری از مطالعات عنوان شد. هدف اصلی این متدها، حذف فرضیات و محدودیتهای موجود در تکنیکهای قبلی و بهبود اعتبار و صحت طبقه بندی بود. در اوایل ۱۹۹۰ سیستمهای پشتیبان تصمیم گیری^۷ در ترکیب با سیستمهای تصمیم گیری چندگانه^۸ جهت حل مشکلات طبقه بندیهای مالی مورد استفاده قرار گرفتند. از جمله مطالعات دیگر در این زمینه می توان به کارهای روی^۹ در ۱۹۹۱ برای بکارگیری مدل الکترون^{۱۰} و دیمیتراس^{۱۱} در ۱۹۹۹ برای بکارگیری مدل روگ ست^{۱۲} و مورگان^{۱۳} در ۱۹۹۸ برای طراحی مدل اعتبارسنجی و تریسی^{۱۴} در ۱۹۹۸ برای طراحی مدل ارزش در معرض ریسک^{۱۵} جهت برآورد تابع چگالی احتمال عدم بازپرداخت اشاره کرد [۱۰، ۱۱ و ۱۲].

به کارگیری تئوری قیمت گذاری اختیار معامله در مطالعات سنجش اعتبار ریشه در مدل اولیه مرتون^{۱۶} و بلک و شولتز^{۱۷} دارد. پایه فکری این روش بر شباهت بدهی های وام گیرنده و اختیار فروشی است که به عهده دارایی های وام گیرنده نوشته شده، قرار دارد. به طوری که قیمت روز آن برابر با بدهی های وام گیرنده است. از این رو، نکول هنگامی اتفاق می افتد که ارزش دارایی های بنگاه کمتر از بدهی های آن باشد. در این روش احتمال نکول از برآورد نوسانات قیمت دارایی ها که خود در نوسانات قیمت سهام بنگاه انعکاس می یابد، استنباط می شود.

امروزه در صنعت اعتباری، شبکه های عصبی^{۱۸} تبدیل به یکی از دقیقترین ابزار آنالیز اعتبار در میان سایر ابزار گشته است. دیسای و همکارانش^{۱۹} در سال ۱۹۹۶ به بررسی تواناییهای شبکه های عصبی و تکنیکهای آماری متداول نظیر آنالیز ممیزی خطی^{۲۰} و آنالیز رگرسیون خطی^{۲۱} در ساخت مدلهای امتیازدهی اعتباری، پرداخته اند (Treacy William F (۱۹۹۸). همچنین وست^{۲۲} در سال ۲۰۰۰ به بررسی مدلهای کمی که به طور

^۱ - Beaver

^۲ - Feldman

^۳ - Altman

^۴ - Z score

^۵ - Saunders & Allen

^۶ - Logit, Probit

^۷ - DSS

^۸ - MCDM

^۹ - Roy

^{۱۰} - ELECTERE

^{۱۱} - Dimitras

^{۱۲} - Rough set

^{۱۳} - Morgan

^{۱۴} - Treacy

^{۱۵} - value-at-risk

^{۱۶} - Merton

^{۱۷} - Black and Scholes

^{۱۸} - Neural network (NN)

^{۱۹} - Desai, Crook & Overstreet

^{۲۰} - Linear discriminant analysis (LDA)

^{۲۱} - Logistic regression analysis (LRA)

^{۲۲} - West



معمول در صنعت اعتباری مورد استفاده قرار می‌گیرند پرداخت. نتایج حاصله بیانگر این بود که شبکه‌های عصبی قادر به بهبود دقت امتیاز دهی می‌باشند. آنان همچنین بیان نمودند که آنالیز رگرسیون خطی جایگزین بسیار خوبی برای شبکه‌های عصبی است در حالیکه درخت تصمیم^۱ و مدل نزدیکترین همسایه^۲ و آنالیز ممیزی خطی نتایج نوید بخش و دلگرم کننده‌ای ایجاد نکرده‌اند (آذر، عادل، مومنی، منصور (۱۳۸۵)).

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 بکارگیری شبکه‌های عصبی در امتیازدهی اعتباری، مشکل بودن توضیح اصول نهفته جهت تصمیم‌گیری در مورد درخواستها و تقاضاهای رد شده است. یانگ و پلات^۳ نیز بیان داشتند که آنچه در یک مدل شبکه عصبی دارای اهمیت است آنست که وزنها 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. از جمله مطالعات دیگر در این زمینه می‌توان به پژوهش بریانت^۴ در سال ۲۰۰۱ جهت بکارگیری سیستم خبره ارزیابی وامهای کشاورزی، لی و همکارانش^۵ در سال ۲۰۰۲ برای ادغام شبکه عصبی و تجزیه و تحلیل ممیزی، لی و چن^۶ در سال ۲۰۰۵ برای طراحی مدل رتبه بندی اعتباری دو مرحله‌ای مرکب (شامل شبکه‌های عصبی مصنوعی و رگرسیون انطباقی چند متغیری اسپیلینز^۷) و عبدو و همکارانش^۸ در سال ۲۰۰۲ برای مقایسه شبکه‌های عصبی و تکنیکهای سنتی معمول اشاره نمود.

همچنین در سالهای اخیر استفاده از الگوریتم ژنتیک و ماشینهای بردار پشتیبانی^۹ در زمینه رتبه بندی اعتباری مورد توجه قرار گرفته است که می‌توان به پژوهشهای هوآنگ و همکارانش^{۱۰} در سال ۲۰۰۶ برای طراحی برنامه ریزی دومارحله‌ای ژنتیک جهت مدل‌های رتبه بندی اعتباری و لونگ هوآنگ و همکارانش^{۱۱} در سال ۲۰۰۷ برای بکارگیری ماشینهای بردار پشتیبانی جهت رتبه بندی اعتباری با رویکرد داده کاوی اشاره نمود (Emel AB et al (۲۰۰۳)).

اگر چه شبکه‌های عصبی و دیگر متدهای سنتی برای امتیازدهی اعتباری نیازمند اطلاعات "پیش بینی شده" جهت پیش بینی 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 فاضل گردد، تحلیل پوششی داده‌ها معرفی گردید. بر خلاف رویکردهای تجزیه و تحلیل ممیزی چند گانه^{۱۲}، شبکه‌های عصبی و آنالیز رگرسیون خطی، رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها صرفاً به اطلاعات واقعی (مجموعه مشاهده شده داده‌های ورودی-خروجی) جهت محاسبه رتبه‌های اعتباری نیازمند است. یه^{۱۳} (۱۹۹۶) یکی از پیشگامان ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها با آنالیز نسبت‌های مالی است. او از تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی عملکرد بانک بهره‌گرفت و مطالعه او به طور 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 معنی داری طبقه بندی نماید. این ویژگی تحلیلگر را قادر می‌سازد تا به بینشی برای استراتژیهای عملیاتی بانک دست یابد (Emel AB et al (۲۰۰۳)). امل و همکارانش^{۱۴} در سال ۲۰۰۳ یک متدولوژی امتیازدهی اعتباری براساس تحلیل پوششی داده‌ها پیشنهاد نمودند. آنها داده‌های مالی جاری ۸۲ شرکت تولیدی/صنعتی که تشکیل دهنده پرتفولیوی اعتباری یکی از بزرگترین بانکهای ترکیه بود را جهت رتبه بندی اعتباری بکار 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 جهت امتیازدهی اعتباری برخوردار است.

مین و لی^{۱۵} نیز در سال ۲۰۰۷ در پژوهشی تحت عنوان "رویکرد عملی به امتیازدهی اعتباری" رویکرد بر مبنای DEA را جهت امتیازدهی اعتباری بکار گرفتند. آنان متدولوژی پیشنهادی امل و همکارانش را در جامعه آماری بسیار گسترده تری که داده‌های مالی جاری ۱۰۶۱ شرکت تولیدی، که پرتفولیوی اعتباری یکی از بزرگترین سازمانهای تضمین اعتبار در کره را در بر می‌گیرد، جهت رتبه بندی اعتباری مورد استفاده قرار

^۱ - Classification and regression tree (CART)

^۲ - K-nearest neighbor (K-NN)

^۳ - Yang & Platt

^۴ - Bryant

^۵ - Lee TS, Chiu CC, Lu CJ, Chen IF

^۶ - Lee TS & Chen IF

^۷ - Spilines

^۸ - Abdou H, Pointon J, El-Masry A

^۹ - Support Vector Machine

^{۱۰} - Huang J.J et al

^{۱۱} - Huang C.L et al

^{۱۲} - MDA

^{۱۳} - Yeh

^{۱۴} - Emel

^{۱۵} - Min JH and Lee YC



داندند. آنان دریافتند که رویکرد تحلیل پوششی داده ها می تواند به عنوان گزینه ای امیدوار کننده جهت بهبود و جایگزینی متدهای امتیازدهی کنونی بکار گرفته شود و این رویکرد از کارایی لازم در جهت محاسبه رتبه های اعتباری مشتریان برخوردار است^{۱۶} *Error! Reference source not found.* آذر، عادل، مومنی، منصور (۱۳۸۵).

در این زمینه در سال ۲۰۰۷ نیز چنگ و همکارانش^۱ در سال ۲۰۰۷ در تحقیقی با عنوان " رویکرد چند گزینه ای به رتبه بندی اعتباری با بکارگیری متد تحلیل پوششی داده ها: ارزیابی وام گیرندگان با در نظر گرفتن پروژه های مالی خصوصی"^۲ یک رویکرد چند گزینه ای به رتبه بندی اعتباری را توسط تحلیل پوششی داده ها به منظور ارزیابی وام گیرندگان برای پروژه های مالی خصوصی، پیشنهاد می دهند. در این پژوهش تکنیکهای مختلف رتبه بندی اعتباری نظیر تجزیه و تحلیل ممیزی، درخت تصمیم، شبکه های عصبی و..... مقایسه گشته اند^{۱۶}، ص ۱۷۵۳. اگرچه تحلیل پوششی داده ها در اوایل دهه ۱۹۸۰ بیان شد، با این حال به کارگیری این متد در زمینه موضوعات رتبه بندی اعتباری همچنان ادامه دارد^{۱۷}، ص ۱۷۵۹. در جدول ۱ خلاصه ای از جدیدترین پژوهشهای مطرح شده در این حوزه نشان داده شده است.

جدول ۱- خلاصه ای از جدیدترین پژوهشهای انجام شده

ردیف	مدل اعتبارسنجی	پژوهشگر
۱	رگرسیون لجستیک، شبکه عصبی، درخت تصمیم گیری	Susac, Sarlija & bensis.n.d (۲۰۱۰)
۲	ترکیب تحلیل تمایزی و الگوریتم پس انتشار در شبکه عصبی	Lee, Chin, Lu, & Chen (۲۰۰۲)
۳	الگوهای طبقه بندی غلط	Kim & Sohn (۲۰۰۴)
۴	ترکیب مدل های شبکه عصبی مصنوعی و روش MARS	Lee & Chen (۲۰۰۵)
۵	رتبه بندی تحلیل لینک با استفاده از ماشین بردار پشتیبان	Xu, Zhou, & Wang (۲۰۰۸)
۶	شبکه های عصبی و تکنیک های عمومی	Abdou & Pointon (۲۰۰۸)
۷	طبقه کننده های ترکیبی به جای یک طبقه کننده	Nanni & Lumini (۲۰۰۹)

۳- روش تحقیق

با توجه به اهدافی که در یک پژوهش می تواند تعقیب گردد، نوع پژوهش نیز می تواند متفاوت باشد. پژوهش توصیفی حاصل توصیف عینی و واقعی و منظم خصوصیات یک پدیده یا یک موضوع می باشد^{۱۸}، ص ۱۳۶. پژوهش حاضر از نظر روش پژوهش توصیفی از نوع مقایسه ای می باشد. متدولوژی پیشنهادی این تحقیق، شامل ۶ مرحله می باشد. سه مرحله اول این مدل با انتخاب شرکتهای مورد مطالعه و سپس شناسایی شاخصهای اصلی موثر بررسی اعتباری با بکارگیری روش تجزیه و تحلیل عاملی و قضاوت خبرگان جهت ارزیابی عملکرد مشتریان حقوقی آغاز می گردد. در سه مرحله بعدی، روش تحلیل پوششی داده ها، شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک اجرا شده و در مرحله آخر نیز نتایج حاصل از سه مدل با یکدیگر مقایسه می گردد. Altman E et al (۱۹۶۸).

مرحله اول: انتخاب نمونه

در این پژوهش، مشتریان حقوقی^۳ (شرکتهای کوچک و متوسط^۴) که از یک بانک تجاری استان تهران در یک بازه زمانی یکساله تسهیلات اعتباری دریافت نموده و آنها را به بانک عودت داده یا نداده اند به عنوان جامعه آماری تعریف می گردند. با توجه به این موضوع برای نمونه گیری، کلیه مشتریان اعتباری حقوقی (کوچک و متوسط) شعب شهری این بانک تجاری در بازه زمانی مورد نظر مورد بررسی قرار گرفته و از میان ۳۵۰ مشتری اعتباری، با بکارگیری نمونه گیری تصادفی ساده، ۱۳۶ شرکت که در خلال این بازه زمانی وام دریافت کرده بودند، انتخاب شدند که به جهت بالا بردن دقت تعداد نمونه ۱۴۶ شرکت در نظر گرفته شده است. بر این اساس فرمول نمونه گیری از جامعه محدود بدون جایگذاری برابر است با [۱۸]:

$$n = \frac{NZ_{\alpha}^2 \sigma^2_x}{\epsilon^2 (N-1) + Z_{\alpha}^2 \sigma^2_x}$$

^۱ - Cheng EWL, Chaing YH, Tang BS

^۲ - PFI

^۳ اینها بر گزارش گروه مطالعات اقتصادی و بانکی بانک مربوطه شرکتهای حقوقی کوچک و متوسط شرکتهایی هستند که تا سقف ۳۳۱۰۰۰۰۰۰۰ ریال تسهیلات اعتباری از بانک دریافت نموده اند.

^۴ - SME



$$N = \text{حجم جامعه}, \sigma^2 X = \text{انحراف معیار جامعه}, n = \text{حداقل حجم نمونه}, \varepsilon = \text{درصد خطای مجاز}, Z_{\frac{\alpha}{2}} = \text{سطح اطمینان } 95\%$$

مرحله دوم: شناسایی شاخصهای موثر بر ریسک اعتباری

یکی از عوامل موفقیت تصمیمات اعتباری، انتخاب صحیح شاخصهای موثر بر ریسک اعتباری جهت ارزیابی دقیق و کامل است. موسسات اعتباری و بانکها می بایست با توجه به پیچیدگی فعالیتهایشان و محیط اقتصادی پیرامونشان، معیارهای مناسبی جهت ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان انتخاب نمایند. مهمترین معیارهای پیشنهاد شده جهت ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان عبارتست 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 غیر مالی مورد بررسی قرار گرفت و نهایتاً 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 می دهند و در پرونده اعتباری آنها موجود است مثل میزان تسهیلات دریافتی تاکنون توسط 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 توسط وثائق و سابقه بازپرداخت شرکت.

ب) شاخصهای مالی: شامل برخی از نسبتها و متغیرهای مالی که بر ریسک اعتباری تاثیر گذارند و اغلب در تحقیقات مالی استفاده می شوند مثل نسبت جاری، نسبت آنی، نسبت دارایی جاری، نسبت گردش کل داراییها، نسبت گردش دارایی ثابت، بدهی جاری به ارزش 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 کوتاه مدت به دارایی کل، وام کوتاه مدت به بدهی جاری، وام کوتاه مدت 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.

مرحله سوم: انتخاب شاخصهای اصلی با استفاده از تجزیه و تحلیل عاملی و قضاوت خبرگان^۲

۱- تجزیه و تحلیل عاملی

آزمون تحلیل عامل روش ریاضی برای تقلیل داده ها می باشد. در واقع منطق تحلیل عامل کاهش مجموعه بزرگی از متغیرها به چند عامل اساسی است. طبیعتاً این عاملها طبق سازکارهای این آزمون استخراج می شود. بر این اساس مفروضه اساسی تحلیل عاملی این است که عاملهای زیر بنایی متغیرها را می توان برای تبیین پدیده های پیچیده به کار برد و همبستگی های مشاهده شده بین متغیرها حاصل اشتراک آنها در این عاملهاست. هدف تحلیل عاملی تشخیص این عاملهای مشاهده ناپذیر بر پایه مجموعه ای از متغیرهای مشاهده پذیر است. عامل، متغیر جدیدی است که از طریق ترکیب خطی نمره های اصلی متغیرهای مشاهده شده برآورد می شود کیم جی آن (۱۳۷۸).

در این مرحله متغیرهای مستقل پیوسته جهت 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^۳، ۲ متغیر کنار گذاشته شد^۴ و در مجموع ۲۱ متغیر باقی ماند که برحسب مشخصات مشترک میان آنها، به ۶ عامل ویژه طبقه بندی شدند. جدول ۱ بیانگر عوامل تعیین شده با استفاده از تجزیه و تحلیل عاملی می باشد:

^۱ -Character, Capacity, Capital, Condition, Coverage or Collateral

^۲ - از فرضیات اصلی تحلیل عاملی وارد شدن متغیرهای عددی پیوسته به این تکنیک جهت شناسایی عوامل اصلی می باشد. 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.

^۳ - سه متغیر عمومی میزان تسهیلات دریافتی تاکنون، سابقه مدیر عامل شرکت و میزان پوشش تسهیلات توسط وثائق نیز به علت پیوسته بودن وارد مدل تحلیل عاملی گشتند.

^۴ - بدلیل میزان بسیار کم همبستگی میان دو متغیر (سابقه مدیر عامل شرکت و میزان پوشش تسهیلات توسط وثائق) و عاملهای مربوطه که در تجزیه و تحلیلهای اولیه خروجیهای تحلیل عاملی مشخص شد، این دو متغیر کنار گذاشته شدند.



جدول ۲- 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 کوتاه مدت به فروش خالص	وام کوتاه مدت به کل دارایی	موجودی کالا 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

به جهت تعیین این مطلب که آیا ماتریس داده ها برای تحلیل عاملی مناسبند یا خیر، دو آزمون کیزر مایر و کرویت بارتلت نیز اجرا گشتند. مقدار بدست آمده (۱۶۰۷/۶) حاصل از آزمون کیزر مایر حاکی از آنست که همبستگیهای موجود برای تحلیل عامل بسیار مناسبند و در آزمون بارتلت آزمون کای دو، درجه آزادی و سطح معناداری را نشان می دهد که در اینجا نتایج بدست آمده حاکی از معنی داری و عدم واحد بودن ماتریس همبستگی می باشد.

۲- قضاوت خبرگان

یکی از روشهای نظر سنجی که ضمن حفظ سادگی از اطمینان بالایی نیز برخوردار است، روش دلفی می باشد. اساس روش دلفی بر جمع‌آوری نظرات کلیه کارشناسان کلیدی استوار است؛ روش دلفی در عمل، یک سری از پرسشنامه ها یا نظر سنجی یا دوره های متوالی به همراه بازخوران کنترل شده ای 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 جهت اجرا و بکارگیری تشکیل شده است:

۱) تعریف موضوع پژوهش و بررسی نوشته ها (۲) انتخاب اعضای پانل دلفی (۳) طراحی و ارسال فرمهای نظرسنجی در مورد موضوع مورد بررسی و تحلیل پاسخهای دریافتی (۴) آماده سازی 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 نمونه گیری غیر احتمالی و با روش زنجیره ای برگزیده شده اند. بر این اساس ابتدا ۲ نفر از افرادی نامزد شدند که برای مشارکت در این پژوهش مناسب تشخیص داده شده اند. این افراد واجد یک یا چند ویژگی بوده اند: الف) مدیر/ مشاور ارشد در حوزه مدیریت ریسک در بانکهای دولتی ب) عضو هیات علمی دانشگاه یا موسسه پژوهشی در زمینه مدیریت ریسک ج) متخصص ارشد بانکها و شرکتهای خصوصی در حوزه مدیریت ریسک.

از افراد خواسته شد تا افراد دیگری را معرفی کنند که بر اساس معیارهای یاد شده برای مشارکت در این پژوهش مناسب باشند. از میان افراد معرفی شده ۹ نفر دیگر واجد شرایط تشخیص داده شدند. بنابراین ۱۱ نفر از کارشناسان این حوزه جهت مشارکت در پانل دلفی انتخاب گردیدند. 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 نمونه گیری غیر احتمالی، شناسایی و انتخاب شدند.

پس از تعیین اعضای پانل، ۳ دور روش دلفی انجام شد. در دور اول فهرست ۴ تایی شاخصهای غیر مالی که از پژوهشهای پیشین استخراج شده بودند، جهت تعیین میزان اهمیت آنها در بانکهای دولتی ایران در اختیار اعضا قرار گرفت. علاوه بر این از آنان خواسته شد که ایده های خود را در باره 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 دوره های اول و دوم زیاد و خیلی زیاد تشخیص داده شده بودند، مجدداً دریافت شد. انجام روش دلفی پس از انجام دور سوم و دستیابی 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 می توان همبستگی رتبه ای میان K مجموعه رتبه را یافت. چنین مقیاسی به ویژه در مطالعات مربوط به روابی میان داوران^۲ مفید است. ضریب هماهنگی کندال نشان می دهد که افرادی که چند مقوله را براساس اهمیت آنها مرتب کرده اند، بطور اساسی معیارهای مشابهی را برای قضاوت درباره اهمیت هر یک از مقوله ها بکار برده اند و از این لحاظ با یکدیگر اتفاق نظر دارند. این مقیاس با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$W = \frac{S}{1/12K^2(N^3 - N)}$$

R_j = مجموع رتبه های مربوط به یک عامل

K = تعداد مجموعه های رتبه ها (تعداد داوران)

N = تعداد عوامل رتبه بندی 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 غیر مالی موثر بر ریسک اعتباری برابر ۰/۵۷۵، و در دور سوم برابر ۰/۶۱، بدست آمد که مقدار این ضریب نسبت به دور سوم تنها به میزان ۰،۰۳۵ افزایش یافت که مقدار رشد قابل توجهی را نشان نمی دهد. با توجه به اینکه تعداد اعضای پانل بیش از ۱۰ نفر بود این میزان از ضریب کندال کاملاً معنادار به حساب می آید. بنابراین براساس نتایج حاصله از روش دلفی ۲ شاخص مجوز کسبی و سابقه بازپرداخت به عنوان شاخصهای غیر مالی نهایی انتخاب گشتند. در نهایت با توجه به نتایج حاصله از تحلیل عاملی و قضاوت خبرگان ۸ شاخص زیر به عنوان شاخصهای نهایی پوشاننده ابعاد مالی و غیر مالی انتخاب گشتند:

۱) وام کوتاه مدت به مجموع دارایی (۲^۳) وام کوتاه مدت به فروش خالص (۳^۴) نسبت کل بدهی به کل دارایی (۴^۵) مجوز کسبی^۶ (عدد صفر نشانگر نداشتن مجوز کسبی و یک نشانگر دارا بودن مجوز کسبی می باشد) (۵) سابقه بازپرداخت (عدد صفر نشانگر سابقه بازپرداخت منفی و یک نشانگر سابقه بازپرداخت مثبت می باشد) (۶) ارزش ویژه به مجموع دارایی (۷^۷) دارایی جاری به دارایی ثابت (۸^۸) نرخ بازده دارایی^۹.

مرحله چهارم: محاسبه امتیازات اعتباری با استفاده از متد تحلیل پوششی داده ها

تحلیل پوششی داده ها از جمله روشهای آمار ناپارامتریک می باشد که به منظور محاسبه انجام محاسبات خود نیازمند طبقه بندی شاخصها در دو گروه مشخص می باشد: داده و ستانده. روشهای ناپارامتریک مبتنی بر یک سری بهینه سازی ریاضی بوده که برای محاسبه کارایی نسبی مورد استفاده قرار می گیرند. مفهوم نسبی در جمله فوق بسیار حائز اهمیت است، چرا که کارایی به دست آمده در این روش، در نتیجه مقایسه بنگاههای موجود با یکدیگر حاصل می شود. در صورت حذف و یا اضافه شدن تعداد مشاهدات، ممکن است مقدار کارایی محاسبه شده نیز تغییر نماید. لذا کارایی حاصل به صورت نسبی است [۲۱]. به جهت بکارگیری مدل تحلیل پوششی داده ها با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در این مقاله، در ادامه اشاره مختصری به این مبحث خواهد شد.

۱-۴- روش تحلیل پوششی داده ها 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 می گیرد. f روش مجموعه امکانات: به منظور محاسبه کارایی در این روش باید مشخص شود که آیا بنگاههای مختلف از حداقل نهاده برای ایجاد ستانده های خود استفاده نموده اند یا خیر. برای این کار بنگاه فرضی P را در نظر گرفته و نهاده های آنرا در θ_p ضرب می نماییم ($\theta \leq 1$). چنانچه مجموعه $(\theta_p X_p, Y_p)$ در مجموعه امکان تولید قرار گیرد، آنگاه 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 فرآیند فوق تکرار می شود. اگر باز هم این مجموعه در درون مجموعه امکان واقع شود، فرآیند ادامه یافته تا بدانجا که کوچکترین θ_p بدست آید و بدین طریق نقطه ای از مرز مجموعه امکان حاصل می شود. به عنوان مثال اگر $\theta_p = 0.4$ باشد، بدین معناست که می توان Y_p را با ۰/۴ میزان نهاده های موجود تولید نمود. آنگاه مجموعه $(0.4X_p, Y_p)$ یک

^۱ -Kendalls coefficient of concordance(W)

^۲ - Interjudge reliability

^۳ - Short term bank loan/Total assets (STBL/TA)

^۴ - Short term bank loans/Net sales(STBL/NS)

^۵ -Total liabilities/Total asset (TL/TA)

^۶ -Owners equity/Total asset (OE/TA)

^۷ -Current assets/Fixed assets (CA/FA)

^۸ -ROA

^۹ - مجوز کسبی نشانگر اعتبار وام گیرنده است.



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 می شود.

ب) روش کسری: در این روش، CCR براساس تعریف اولیه کارایی (نسبت ستانده به نهاده) ساخته می شود. مشخصه بارز این روش تبدیل مساله ارزیابی کارایی بنگاههایی با چند ورودی و چند خروجی به یک مساله با یک ورودی و یک خروجی مجازی می باشد.

در این حالت، صورت و مخرج کسر از جمع ستانده ها به نهاده ها تشکیل می شود. نقش نهاده ها و ستانده ها متفاوت بوده و باید ضرائب متفاوتی برای آنها لحاظ نمود. یعنی کارایی برابری است با :

$$= \frac{U_1 Y_1 + U_2 Y_2 + \dots}{V_1 X_1 + V_2 X_2 + \dots}$$

که در آن X و Y به ترتیب بیانگر نهاده ها و ستانده ها، U و V نیز وزن مربوط به هر یک از آنها می باشد. جهت محاسبه ضرائب پیشنهاد شده که هر بنگاه یا واحد تصمیم ساز مقادیر متفاوتی را به وزنهای اختصاص داده و هر بار این نسبت را محاسبه نموده و فرآیند مذکور را تا ماکزیمم گردیدن 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.

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

که در آن به ترتیب $U_{M \times 1}$ و $V_{K \times 1}$ بیانگر وزن ستانده ها و نهاده ها و $Y_{M \times N}$ و $X_{K \times N}$ نیز نشان دهنده ماتریس نهاده و ستانده می باشد. از آنجاییکه برنامه فوق یک برنامه غیر خطی (کسری) بوده و با استفاده از روشهای معمول برنامه ریزی خطی قابل حل نمی باشد، باید آنرا به فرم برنامه ریزی خطی تبدیل نمود. تبدیل فوق ابتکار عمل روش CCR در حل مدل اولیه بوده است. در روش CCR از تغییر متغیر ($v'X_j = \frac{1}{t}$) استفاده شده است. پس از افزودن این قید به مدل و ضرب فرم کسری در t و با قراردادن $\mu'_i = tu'_i$ و $\nu'_i = tv'_i$ داریم:

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

از آنجاییکه استفاده از روش برنامه ریزی خطی برای حل مساله دوگان به معنای نیاز به قیود کمتر نسبت به روش اولیه می باشد، استفاده از فرم دوگان این مساله مناسب تر است ($K + M < N + 1$).

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta \\ & \text{S.t. : } -Y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta X_i - X\lambda \geq 0 \\ & \theta, \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

که این همان معادله بدست آمده از روش مجموعه امکان می باشد. در این مساله، $\lambda_{N \times 1}$ شامل اعداد ثابت و بیانگر وزنهای مجموعه مرجع است. مقادیر محاسبه شده θ همان کارایی بنگاههاست که شرط $\theta \leq 1$ را تامین می نماید. با حل این مدل به تعداد بنگاههای موجود، میزان کارایی هر یک از آنها محاسبه خواهد شد. اگر $\theta = 1$ باشد، بدین معناست که نقطه بر روی منحنی تولید یکسان و یا تابع تولید مرزی واقع شده و طبق تعریف فارل دارای کارایی نسبی ۱۰۰٪ می باشد [۲۲].

در این پژوهش با توجه به نوع داده های در دسترس، دو مدل اصلی^۱ و جمعی روش تحلیل پوششی داده ها جهت انتخاب بهترین مدل مورد بررسی قرار گرفتند. سپس این مدلها با استفاده از تجزیه و تحلیل رگرسیون اعتبارسنجی شده و با توجه به نتایج، بهترین مدل انتخاب گردید. به جهت بالابودن R^2 بدست آمده در مدل اصلی با فرض بازدهی ثابت به مقیاس نسبت به سایر مدلها، رتبه های اعتباری در جهت نهاده و با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس تولید محاسبه گشتند؛ به عبارتی دیگر، ملاک دسته بندی شرکتهای حقوقی کارایی فنی آنها بوده است. ۸ شاخص نهایی بدست آمده از روش تحلیل عاملی و دلفی در دو گروه نهاده و ستانده به شرح زیر بدست آمده است :

^۱ - Basic



الف) نهاده هایی^۱ که باید حداقل شوند عبارتند از : وام کوتاه مدت به مجموع دارایی، وام کوتاه مدت به فروش خالص، نسبت کل بدهی به کل دارایی.
 ب) ستانده هایی^۲ که باید حداکثر شوند عبارتند از : مجوز کسبی، سابقه بازپرداخت، ارزش ویژه به مجموع دارایی، دارایی جاری به دارایی ثابت، نرخ بازده دارایی.

سپس کارایی مشتریان حقوقی با بکارگیری روش تحلیل پوششی داده ها محاسبه شده و نتایج نشانگر آنست که میانگین کارایی فنی برای تمامی شرکتهای حقوقی در ساخت مدل برابر ۰/۵۲ می باشد. به عبارت دیگر، در مجموع شرکتهای مورد بررسی حدود ۴۸٪ بیش از میزان مورد نیاز، نهاده ها و عوامل تولید را مورد استفاده قرار می دهند. چنانچه شرکتهای به صورت کارا عمل نمایند (بر روی تابع مرزی قرار داشته باشند)، می توانند با کاهش هزینه های خود به میزان ۴۸٪، همان سطح از محصول را ارائه دهند. از میان ۱۴۶ شرکت مذکور، تنها ۲۵ شرکت روی مرز کارایی قرار داشته و به عنوان شرکتهای کاملاً کارا (دارای کارایی ۱) قلمداد می گردند.

جهت رتبه بندی واحدهای کاملاً کارا بطور کلی سه روش وجود دارد که عبارتند از : (۱) روش شمارشی (۲) روش وزنی (۳) روش اندرسون-پترسون^۳ /۹۶ص. با توجه به آنکه در تحقیق حاضر، رتبه بندی واحدهای کارا از درجه دوم اهمیت برخوردار است، لذا از ساده ترین روش که همان روش شمارشی است، استفاده می گردد. 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 می باشند.

مرحله پنجم: اعتبارسنجی مدل تحلیل پوششی داده ها با استفاده از رگرسیون

هدف این مرحله بدست آوردن درجه ای از انطباق میان نتایج حاصل از تحلیل پوششی داده ها با نتایج حاصل از رگرسیون می باشد. در بسیاری از موارد، به علت بی نظمی و بی قاعدگی موجود در داده ها، قدرت تشخیص تحلیل پوششی داده ها در مسائل کارایی شرکتهای کاهش می یابد. بنابراین نیاز به سنجش قدرت تشریحی مجموعه شاخص استفاده شده در روش تحلیل پوششی داده ها احساس می شود. تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی به عنوان یک ابزار تست در این گونه موارد پیشنهاد می شود. به منظور انجام آزمایش، رتبه های حاصل از تحلیل پوششی داده ها به عنوان متغیر وابسته و شاخصهای نهایی انتخاب شده (۸ شاخص مالی و عمومی) به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته می شوند (ص/۱۶۰).

از آنجاییکه تحلیل پوششی داده ها قادر به تمایز میان کارایی شرکتهای دارای کارایی واحد نمی باشد، رگرسیون صرف نظر از این مشاهدات برآورد گردید. لذا بدیهی است که شرکتهای بکار گرفته شده در مدل رگرسیونی کمتر از نمونه خواهد بود. بنابراین ۱۲۰ شرکت برای برآورد رگرسیون، وارد

مدل رگرسیونی شده و معادله رگرسیونی زیر حاصل گشته است :

$$Y = 0.335 + 0.186X_1 + 0.122X_2 + 0.25X_3 + 0.314X_4 - 0.189X_5 - 0.48X_6 - 0.15X_7 - 0.15X_8$$

X_1 = مجوز کسبی، X_3 = سابقه بازپرداخت، X_4 = دا

مجموع دارایی، X_7 = وام کوتاه مدت به فروش خالص

با توجه به خروجیهای تجزیه و تحلیل رگرسیون، مشاهده می شود که میزان همبستگی متغیر ریسک اعتباری (متغیرهای وارد شده در معادله برابر با ۰،۸۶۹ می باشد). (R^2) برابر ۰،۷۵۵ بیانگر قدرت بالای توضیح دهندگی رگرسیون است. همچنین آماره F جدول تحلیل واریانس معنادار بوده که به معنای وجود رابطه صحیح میان متغیر وابسته و متغیرهای مستقل می باشد. با آزمون فرضیه معنادار بودن ضرائب که در آن فرضیه H_0 ، به معنای بی تاثیر بودن ضریب مربوطه در رتبه کارایی است، تمامی متغیرها به جز یک شاخص "ارزش ویژه به دارایی کل" بر مسیرهای مورد انتظار قرار داشته و از نظر آماری، با ۹۵٪ اطمینان^۵ معنادار می باشند. با توجه به تعریف کارایی، در صورت افزایش ستانده بر میزان کارایی افزوده شده و رتبه کارایی کاهش می یابد. عکس این استدلال در خصوص نهاده ها نیز صادق می باشد. بنابراین با توجه به نتایج آزمون فوق می توان دریافت که نهاده ها و ستانده ها به درستی انتخاب شده اند و نشان دهنده این حقیقت هستند که مدل تحلیل پوششی داده ها به صورت موفق برای ۷ نسبت از ۸ نسبت مذکور معنادار بوده است. همچنین معادله رگرسیون فوق، یک تقریب خطی از نتایج مدل

^۱ -Input

^۲ -Output

^۳ -Anderson & Peterson(AP)

^۴ - شرکت شماره ۹۷ دارای امتیاز کارایی معادل ۰،۹۹۹ می باشد که مدل رگرسیونی این عدد را برابر در نظر گرفته است. بنابراین شرکتهای وارد شده در مدل رگرسیونی برابر ۱۲۰ شرکت می باشد.

^۵ - $\alpha = 0.05$

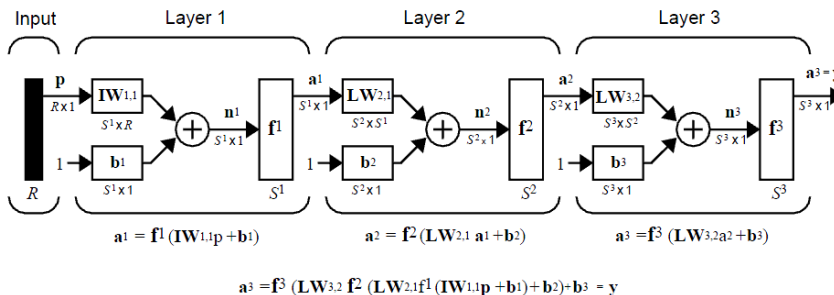


تحلیل پوششی داده ها می باشد. شایان ذکر است که چنانچه مجموعه معادلات به قدر کافی بزرگ باشند، آنگاه می توان از این معادله برای رتبه بندی و ارزیابی متقاضی جدید وام بدون نیاز به سایر مراحل استفاده نمود.

مرحله ششم: محاسبه امتیازات اعتباری با بکارگیری مدل شبکه عصبی

شبکه های عصبی مصنوعی، سیستمهایی بر مبنای هوش مصنوعی است که می کوشد کارکرد مغز انسان را به عنوان شبکه ای از نرونهای متصل به هم در فرآیند تصمیم گیری تقلید کند. نرونها کوچکترین واحدهای محاسبه و تصمیم گیری در شبکه های عصبی هستند. در هر یک از نرونها یک معادله تبدیل تعریف شده است. معادله تعریف شده در هر یک از نرونها می تواند یک مدل اقتصاد سنجی یا هر مدل ریاضی دیگر مثل توابع سیگموئیدی باشند. با استفاده از این معادله سعی می گردد که وزن هر یک از متغیرها به گونه ای تعیین شود که ارتباط معنی داری بین بردار داده ها و بردار ستاده ها برقرار شود. معمولاً تعیین ضرائب در هر یک از نرونها به صورت آزمون و خطا می باشد. بدین ترتیب که ابتدا وزنها کوچک به هر یک از متغیرها ارائه می شود و سپس با استفاده از الگوریتم بازخورد، خطاهای ضرائب تعدیل می شوند. اینکار تا زمانی ادامه می یابد که خطاها به حد قابل ممکن تعیین شده از سوی پژوهشگر برسد. (*Error! Reference source not found.*)

یک سیستم عصبی مصنوعی در حقیقت، فرآیند یادگیری انسانی را شبیه سازی می کند. سیستم شبکه عصبی مصنوعی با تقلید از سیستم مغزی و عصبی انسان می کوشد که ارتباط بین داده ها و ستاده ها را از راه تکرار نمونه برداری از مجموعه داده های گذشته یاد گیرد. شبکه عصبی دارای یک برتری اساسی نسبت به سیستم خبره بوده و آن اینست که هنگامی که داده ها کامل نبوده و یا دارای پارازیت باشند، از راه آموخته های گذشته حدس منطقی از داده ها می سازد. شبکه عصبی براساس سه ویژگی داده های ورودی، وزنها و لایه های پنهان مشخص می شود. مدل شبکه عصبی استفاده شده در این مقاله از نوع پیش خور می باشد. هر نرون شبکه پیش خور در هر لایه با تمامی نرونهای لایه پیشین خود در ارتباط می باشد و آن بدین علت است که بردار خروجی در هر لایه، بردار ورودی لایه بعد خود می باشد. از مهمترین و پرکاربردترین انواع شبکه های پیش خور، شبکه های عصبی پرسپترون^۲ چند لایه است که در این مقاله بکار گرفته شده است. مدل استفاده شده در این مقاله یک شبکه عصبی سه لایه است که از بردار ورودی با ۸ متغیر ورودی که عبارتند از: ارزش ویژه به مجموع دارایی، مجوز کسبی، سابقه بازپرداخت، نسبت دارایی جاری به دارایی ثابت، نرخ بازده داراییها، نسبت وام کوتاه مدت به مجموع دارایی، نسبت وام کوتاه مدت به فروش خالص و نسبت کل بدهیها به مجموع داراییها استفاده می کند. شمای ساختاری شبکه پرسپترون سه لایه مورد استفاده در این مقاله در نمودار زیر نشان داده شده است:



نمودار ۱- شمای ساختاری شبکه پرسپترون سه لایه

p بردار ورودی و $IW_{1,1}$ ماتریس وزن در لایه پنهان اول می باشد. n^i بردار نرونها، a^i بردار خروجی، f^i تابع

انتقال، b^i بردار بایاس در لایه i ام است و $LW_{i,j}$ ماتریس وزن در لایه پنهان i ام می باشد. $a^r = y$ بردار خروجی است که از رابطه

زیر بدست می آید:

^۱ - Feed Forward Neural Network

^۲ - Perceptron Network

$$P_i = \pi_i(X_1, X_2, \dots, X_K) = \frac{e^{\beta_0 + \sum_{i=1}^K \beta_i X_i}}{1 + e^{\beta_0 + \sum_{i=1}^K \beta_i X_i}}$$

در این مقاله ۸ متغیر مالی و غیر مالی به عنوان متغیر مستقل و ریسک اعتباری به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده است. بنابراین هم چنانکه ملاحظه می شود، متغیر وابسته ریسک اعتباری همواره دارای مقدار بین ۰ و ۱ خواهد بود در حالیکه متغیرهای مستقل دارای مقداری پیوسته می باشند. مدل رگرسیون لجستیک که برای سنجش و برآورد ریسک اعتباری مشتریان مورد استفاده قرار گرفت به صورت زیر می باشد:

$$Z_i = \text{Log}_e \left(\frac{P_i}{1 - P_i} \right) = 0.8258 + 0.7211X_1 + 0.3412X_2 + 0.037X_3 + 0.5028X_4 - 0.9681X_5 - 2.681X_6 - 1.1587X_8$$

با توجه به خروجیهای مدل لجستیک، آماره والد^۱ محاسبه شده برای هر یک از متغیرها و سطح خطای محاسبه شده بیانگر معنی داری ضرایب در مدل است. تمامی متغیرها بجز متغیر دوم با احتمال ۹۵٪ معنی دار می باشند. مقدار درستنمایی^۲ برای این مدل برابر با ۲۳۴,۱۶۶ است که نشانگر توانایی بالای مدل در پیش بینی ریسک اعتباری است. همچنین آماره *LR statistic* که همان نقش *F* را در رگرسیون خطی بازی می نماید برابر ۳۰۶,۹۳۰ و معنادار بوده که خود به معنای وجود رابطه صحیحی میان متغیر وابسته و متغیرهای مستقل می باشد. قدرت پیش بینی مدل با استفاده از داده های آزمایش و حد آستانه ۰,۵ بررسی شده است. مقادیر پیش بینی شده احتمال برای متغیر وابسته *Y* (در معادله برازش شده) برحسب اینکه بالاتر یا پایینتر از حد آستانه واقع شوند در مقابل مقادیر واقعی مشاهده شده آن طبقه بندی می شوند. طبقه بندی "درست" وقتی حاصل می شود که در صورت وجود مقدار صفر برای متغیر *Y* (مشتری خوش حساب)، مقدار پیش بینی شده احتمال کمتر یا برابر حد آستانه و در صورت وجود مقدار ۱ برای متغیر *Y* (متغیر بد حساب)، مقادیر پیش بینی شده احتمال بیشتر از حد آستانه بدست آید. در مدل برازش شده این تحقیق ۶۵ مورد از مشاهدات *Y=0* و ۶۲ مورد از مشاهدات *Y=1* به درستی طبقه بندی شده اند. در ادبیات آماری به نسبتی از مشاهدات *Y=1* که به درستی پیش بینی شده اند درجه حساسیت^۳ و نسبتی از مشاهدات *Y=0* که به درستی پیش بینی شده اند درجه تشخیص^۴ مدل می گویند. در این پژوهش درجه حساسیت مدل برابر ۸۹,۸۵٪ و درجه تشخیص مدل برابر ۸۴,۴۱٪ می باشد. همچنین در مدل برازش شده مقدار خطای نوع اول و دوم یعنی ریسک اعتباری (طبقه بندی مشتری بد در مشتری خوب) برابر ۱۰,۱۵٪ (عدد یک منهای درجه حساسیت) و ریسک تجاری (طبقه بندی مشتری خوب در مشتری بد) برابر ۱۵,۵۹٪ می باشد.

۴- فرضیات تحقیق

فرضیه های پنجگانه پژوهش عبارتند از:

- ۱- بین شاخصهای مالی و غیر مالی و ریسک اعتباری رابطه وجود دارد.
- ۲- تحلیل پوششی داده ها به عنوان یکی از متدهای آمار ناپارامتریک از کارایی لازم جهت رتبه بندی اعتباری و تخمین ریسک اعتباری برخوردار است.
- ۳- مدل شبکه عصبی به عنوان یکی از متدهای آمار پارامتریک از کارایی لازم جهت برآورد ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری مشتریان برخوردار است.
- ۴- رگرسیون لجستیک به عنوان یکی از پرکاربردترین متدهای آمار پارامتریک از کارایی لازم جهت برآورد ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری مشتریان برخوردار است.
- ۵- مدل شبکه عصبی در مقایسه دو مدل تحلیل پوششی داده ها و رگرسیون لجستیک از کارایی بیشتری برخوردار است.

۵- نتایج تحقیق

۵-۱- بررسی و مقایسه سه مدل تحلیل پوششی داده ها، شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک

در این پژوهش مقادیر واقعی ریسک اعتباری هر مشتری بر اساس سابقه های اعتباری مشتری (سابقه های مربوط به بازپرداخت یا عدم بازپرداخت اصل و سود وامهای گرفته شده از بانک) مشخص شده است. هر چقدر نرخ عدم بازپرداخت اصل و سود وامهای گرفته شده یک مشتری بیشتر باشد

^۱ - *W*

^۲ - *Likelihood*

^۳ - *Sensitivity*

^۴ - *Specificity*



درجه ریسک او نیز بیشتر خواهد بود. ساده ترین روش برای بررسی میزان صحت امتیازات حاصل از مدل تحلیل پوششی داده ها استفاده از ماتریس اغتشاش^۱ می باشد که صرفاً از جدول بندیهای ضربدری طبقه بندی صحیح در مقابل طبقه بندی پیش بینی شده استفاده می نماید. با توجه به این موضوع، ماتریس خطای کل (خطای نوع اول^۲ + خطای نوع دوم^۳) برابر با ۱۷/۸٪ می باشد و بنابراین مدل تحلیل پوششی داده ها توانسته است با کارایی برابر ۸۲/۹٪ به تخمین ریسک اعتباری بپردازد. همانطور که با مقایسه برآوردهای حاصل از شبکه عصبی و نتایج واقعی نیز مشاهده می شود شبکه عصبی با خطایی برابر ۰،۰۵٪ توانسته است با کارایی برابر ۹۴/۹۵٪ مشاهدات را منطبق بر واقع برآورد نماید که این امر نشانگر توانایی زیاد شبکه عصبی در پیش بینی ریسک اعتباری مشتریان است. با توجه به نتایج بدست آمده از رگرسیون لجستیک نیز مشاهده شد که میزان نیکویی برازش (کارایی) مدل در برآورد ریسک اعتباری برابر ۸۶،۹۸٪ می باشد. رقم بدست آمده به عنوان شاخص کارایی مدل از تقسیم مجموع مقادیر درجه حساسیت و تشخیص مدل به کل مشاهدات نمونه حاصل شده است.

۲-۵- نتایج آزمون فرضیات

در این پژوهش ۵ فرضیه مطرح می باشد. به منظور آزمون فرضیات تحقیق باید معنی داری ضرائب مورد بررسی قرار گیرد. آزمونی که در مدل رگرسیونی به این منظور مورد استفاده قرار می گیرد، آزمون معنی داری β و در رگرسیون لجستیک آزمون والد می باشد که مقدار آن در فاصله اطمینان ۹۵٪ جهت رد یا قبول فرضیه H_0 بررسی می شود، بدین ترتیب که:

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_1: \beta \neq 0$$

قبول فرضیه صفر در صورتی است که احتمال خطای معنی دار بودن β بیشتر از $\alpha = 0.05$ باشد (در ناحیه قبول H_0 واقع شود)، و به این معنی است که ضریب β معنی دار نبوده و هیچ گونه اثری بر متغیر وابسته مربوط ندارد. رد فرضیه صفر (قبول فرضیه H_1) در صورتی است که مقدار α مساوی یا کمتر از ۰،۰۵ باشد (در ناحیه رد H_0 واقع شود). با در نظر گرفتن این توضیحات به بررسی تأیید یا رد فرضیه های مطرح شده در این پژوهش می پردازیم:

- ۱- بین شاخصهای مالی و غیر مالی و ریسک اعتباری رابطه وجود دارد.
- ۲- با توجه به ضرائب بدست آمده در آزمون معنی داری β و آماره W تمامی شاخها به جز شاخص دوم معنی دار بوده و ارتباط معنی داری بین شاخصهای مالی و غیر مالی و ریسک اعتباری وجود دارد.
- ۳- تحلیل پوششی داده ها به عنوان یکی از متدهای آمار ناپارامتریک از کارایی لازم جهت رتبه بندی اعتباری و تخمین ریسک اعتباری برخوردار است. در این پژوهش به منظور اعتبارسنجی رتبه های حاصل از روش تحلیل پوششی داده ها از مدل رگرسیونی چند متغیره خطی استفاده شد تا قدرت تخمین صحیح رتبه های کارایی اثبات گردد. ضریب تعیین برابر ۰،۷۵۵ در مدل رگرسیونی به معنای قدرت بالای توضیح دهندهای مدل رگرسیونی است. به معنای دیگر متغیرهای وارد شده به معادله رگرسیونی توانسته اند حدود ۷۶٪ از واریانس تغییرات مربوط به متغیر وابسته را تبیین نمایند. بنابراین رتبه های محاسبه شده با استفاده از تحلیل پوششی داده ها تفاوت معناداری با رتبه های حاصل از مدل رگرسیونی نداشته و فرضیه دوم تحقیق که حاکی از کارایی روش تحلیل پوششی داده ها جهت تخمین رتبه اعتباری است، پذیرفته می شود.
- ۴- مدل شبکه عصبی به عنوان یکی از متدهای آمار پارامتریک از کارایی لازم جهت برآورد ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری مشتریان برخوردار است. به دلیل پیش بینی مقادیر ریسک اعتباری توسط این مدل، امکان تخمین کارایی مدل با استفاده از مقایسه میان نتایج پیش بینی شده و واقعی میسر شد. در نتیجه شبکه عصبی با خطایی برابر ۰،۰۵٪ توانست با کارایی برابر ۹۴/۹۵٪ مشاهدات را منطبق بر واقع برآورد نماید که این امر نشانگر توانایی زیاد شبکه عصبی در پیش بینی ریسک اعتباری مشتریان است و فرضیه سوم تحقیق مبنی بر کارایی مدل شبکه عصبی در پیش بینی ریسک اعتباری مشتریان بانک پذیرفته می شود.
- ۵- رگرسیون لجستیک به عنوان یکی از پرکاربردترین متدهای آمار پارامتریک از کارایی لازم جهت برآورد ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری مشتریان برخوردار است. نتایج حاصله نشان می دهد که در صورت استفاده از این مدل می توان حدود ۸۷٪ (با حد آستانه ۰،۵) تسهیلات را به مشتریان واقعی تخصیص داد و مدل برازش شده در برآورد ریسک اعتباری توانا می باشد. بنابراین فرضیه چهارم تحقیق نیز تأیید می گردد.
- ۵- مدل شبکه عصبی در مقایسه دو مدل تحلیل پوششی داده ها و رگرسیون لجستیک از کارایی بیشتری برخوردار است.

^۱ -Misclassification

^۲ - برابر است با حاصل تقسیم شرکتهایی که دارای مطالبات معوق نبوده و مدل آنها را کارا معرفی نموده بر تمامی شرکتهایی که درباری مطالبات معوق بوده اند.

^۳ - برابر است با حاصل تقسیم شرکتهایی که دارای مطالبات معوق نبوده و مدل آنها را ناکارا معرفی نموده بر تمامی شرکتهایی که مطالبات خود را تسویه نموده اند.



با مقایسه نتایج واقعی و داده های پیش بینی شده توسط مدل شبکه عصبی، قدرت پیش بینی بالای این مدل (کارایی ۹۴٫۹۵٪) در مقایسه با دو مدل دیگر فرضیه پنجم تحقیق را تایید می نماید.

۶- نتیجه گیری و بحث

اعطاء تسهیلات اعتباری به مشتریان از جمله مهمترین وظایف بانکها به شمار می رود. بانکها در هر کشور پس از جمع آوری منابع مالی، این منابع را به بخشهای مختلف اقتصادی تخصیص می دهند. در حقیقت این اقدام بانکها، بخشهای مختلف اقتصادی را در هر کشور در انجام بهتر وظایفشان تقویت و نهایتاً زمینه لازم را برای رشد و توسعه اقتصادی کشور فراهم می آورند. در صورتی بانکها می توانند به این مهم دست یابند که منابع مالی را به درستی به مشتریان واجد شرایط، تخصیص دهند. تخصیص درست منابع مالی ضمن دستیابی به هدف فوق زمینه لازم را برای ادامه حیات بانکها فراهم خواهد آورد. لیکن در این اقدام نکته حائز اهمیت آنست که قبل از اعطای تسهیلات به مشتریان واجد شرایط ریسک آنها به درستی تشخیص داده شود تا اثر بخشی تصمیمات اتخاذ شده ارتقاء یابد. بدیهی است که هرگونه اقدام در زمینه کنترل پس از اعطاء تسهیلات کم فایده خواهد بود. با عطف توجه به نکات فوق، در این مقاله سعی گردید برای اولین بار یک مدل مدیریت ریسک اعتباری با بکارگیری روش تحلیل پوششی داده ها و شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک (از انواع روشهای آمار پارامتریک و ناپارامتریک) برای این منظور طراحی گردد. بطور کلی، نتایج حاصل شده از این تحقیق را با توجه به مساله اصلی پژوهش می توان به صورت زیر خلاصه نمود:

(۱) وجود رابطه معنی دار آماری متغیرهای مالی و غیر مالی موثر بر ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک تجاری، تایید می شود. همچنین معنی داری و علامت ضرائب مستقل مدل حاکی از تایید نظریه های اقتصادی و مالی در زمینه عوامل تعیین کننده ریسک اعتباری می باشد. بر اساس ضرائب رگرسیونی بدست 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 می باشند. در نتیجه بزرگ بودن شاخصهای ذکر شده مطلوب تلقی می گردد. شاخصهای وام کوتاه مدت به مجموع داراییها، وام کوتاه مدت به فروش خالص و کل بدهی به مجموع دارایی براساس ضرائب بدست 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 می باشد. از میان متغیرهای بکار گرفته شده در این مدل، شاخص وام کوتاه مدت به فروش خالص دارای بالاترین ضریب رگرسیونی و بیشترین اثر بر ریسک اعتباری بوده و شاخص دارایی جاری به دارایی ثابت، کمترین میزان تاثیر بر ریسک اعتباری را داشته است.

(۲) در این پژوهش، سه مدل تحلیل پوششی داده ها و شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک جهت پیش بینی و رتبه بندی اعتباری مشتریان حقوقی متقاضی وام بانکی بکار گرفته شده اند. در این راستا مدل تحلیل پوششی داده ها توانسته است با کارایی برابر ۸۲/۹٪ به تخمین ریسک اعتباری بپردازد. همچنین شبکه عصبی با خطایی برابر ۰/۰۵٪ و با کارایی برابر ۹۴/۹۵٪ و رگرسیون لجستیک نیز با کارایی برابر ۰/۸۷٪ توانستند مشاهدات را منطبق بر واقع برآورد نمایند که این امر نشانگر توانایی زیاد شبکه عصبی در پیش بینی ریسک اعتباری مشتریان است.

(۳) از مزایای مدل تحلیل پوششی داده ها نسبت به سایر مدلهای ارزیابی ریسک اعتباری، می توان به توانایی این مدل در ارائه راحلهایی جهت بهره وری شرکتهای متقاضی وام اشاره نمود. تحت رویکرد تحلیل پوششی داده ها هم می توان به رتبه بندی 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 با ارائه راهکارهای مناسب و مفید، شرکتهای رتبه بندی شده را در راستای بهره ورتر شدن یاری دهد.

(۴) با توجه به اینکه برای اولین بار روش تحلیل پوششی داده ها در کنار روشهای شبکه عصبی و رگرسیون لجستیک در حوزه ریسک اعتباری مورد بررسی قرار گرفته است، نتایج تحقیق، تایید کننده تئوریهای مالی و نظریات مطرح شده همانطور که در پیشینه پژوهش به آنها اشاره شد می باشد. با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر، به منظور افزایش کارایی سیستم بانکی کشور، پیشنهادات مقاله را می توان به شرح زیر مطرح نمود:

(۱) با توجه به اینکه برای ایجاد، توسعه و بهبود مدلهای ریسک اعتباری داشتن اطلاعات مالی و اقتصادی روزآمد نقش مهم و اساسی ایفا می نماید، لذا برخورداری از بانک اطلاعاتی مشتریان و بنابراین طراحی و تنظیم سیستم کارآمد اخذ اطلاعات اعتباری به عنوان یکی از ابزارهای پایه مطرح است. براین اساس پیشنهاد می شود که بانکها نسبت به ایجاد چنین بانک اطلاعاتی اقدام نمایند.

(۲) با توجه به روند فزاینده سهم مطالبات معوق از کل مطالبات بخش غیر دولتی، استقرار سیستم رتبه بندی اعتباری مشتریان، بانکها را در تخصیص بهینه منابع و تسهیلات مالی خود یاری می دهد. تحت این سیستم تسهیلات به مشتریان مطلوب تخصیص می یابد. مشتری مطلوب مشتری است که ضمن هزینه نمودن تسهیلات دریافتی در بخشهای مختلف اقتصادی آنرا به سیستم بانکی بازگردانده و بدین ترتیب باعث افزایش منابع مالی در اختیار بانکها و بالتبع آن افزایش قدرت وام دهی، درآمد ملی و تولید ناخالص ملی گردد. همچنین با استقرار سیستم رتبه بندی اعتباری مشتریان، این امکان برای سیستم بانکی کشور فراهم می آید تا میزان و نوع وثیقه دریافتی از هر مشتری را براساس ریسک هر یک تعیین نماید و با توجه به میزان ریسک اعتباری هر مشتری نوع وثیقه تعیین شده به گونه ای باشد که قادر به پوشش ریسک اعتباری آنها گردد.

(۳) براساس نتایج بدست آمده ایجاد سیستم نظارتی و کنترلی قوی جهت دریافت به موقع صورتهای مالی به منظور بررسی نسبتها و شاخصهای مالی مورد نیاز جهت استفاده در سیستم رتبه بندی اعتباری، به مبحثی قابل تامل تبدیل می گردد.



۷- منابع و مراجع

۱. Gutman R (۲۰۰۸) "How credit money shapes the economy: the united state in a global system", Armonk N.Y:M.E sharp; p: ۱۰.
۲. Gorj & shory v(۲۰۰۶) *On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates*
۳. John B. Caouette, Edward I. Altman, Paul Narayanan (۲۰۰۸) "Management credit risk: the next grate financial challenge": john wiley & sons, N.Y. p: ۳۵.
۴. Kiss France (۲۰۰۳) "Credit rating process from a knowledge management prospective", Budapest university of technology and economics, P: ۹۶-۹۷.
۵. Beaver W (۱۹۹۶) "Financial ratios as predictors of failure", Journal of Accounting Research; ۵:۷۱-۱۱۱.
۶. Feldman, Ron. (۲۰۱۰) "Banks and Big Change in Technology Called Credit Scoring", the Region, Federal Reserve Bank of Minneapolis, pp. ۱۹-۲۵, September.
۷. Altman E et al (۱۹۶۸) "Financial ratios discriminate analysis and the prediction of corporate bankruptcy", the Journal of Finance; ۴: ۵۸۹-۶۰۹.
۸. Grice JS and Ingram RW (۲۰۱۱) "Test of the generalizability of Altman*s bankruptcy prediction model", Journal of Business Research; ۵۴:۵۳-۶۱, ۲۰۰۱.
۹. Allen J (۲۰۱۲) "A promise of approvals in minutes, not hours", American banker, ۲۸:۲۳.
۱۰. Roy B (۱۹۹۱) "The outranking approach and the foundation of ELECTRE methods", Theory and Decision,; ۳۱: ۴۹-۷۳.
۱۱. Dimitras A.I et al (۱۹۹۹) "Business failure prediction using rough sets", European Journal of Operational Research, ۷(۳):۲۶۳-۲۸۰. ۱۹۹۹.
۱۲. Merton, R.(۱۹۷۴) "On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates", Journal of Finance, ۲۹, pp۴۴۹-۴۷۰.
۱۳. Treacy William F (۱۹۹۸) "Credit risk rating system at large U.S bank", Journal of Banking and Finance; ۲۴:۱۶۷-۲۰۱.
۱۴. Desai V.S (۱۹۹۶) "A comparison of neural networks and linear Rating models in the credit union environment", European Journal of Operational Research; ۹۵:۲۴-۳۷.
۱۵. West D (۲۰۰۰) "Neural network credit Rating models", Journal of Computers & Operations Research; ۲۷:۱۱۳۱-۱۱۵۲.
۱۶. Emel AB et al (۲۰۰۳) "A credit Rating approach for the commercial banking sector", Journal of Socio-Economic Planning Sciences; ۳۷:۱۰۳-۱۲۳.
۱۷. Cheng EWL, Chaing YH, Tang BS (۲۰۰۷) "Alternative approach to credit Rating by DEA : evaluating borrowers with respect to PFI project", Journal of Building and Environment,; ۴۲:۱۷۵۲-۱۷۶۰.
۱۸. طیبی، جمال الدین، ملکی، محمد رضا، دلگشایی، بهرام (۱۳۸۸) «تدوین پایان نامه، رساله، پروژه پژوهشی و مقاله علمی»، تهران: انتشارات فردوس، ص ۱۳۶.
۱۹. آذر، عادل، مومنی، منصور (۱۳۸۵) «آمار و کاربرد آن در مدیریت»، تهران: انتشارات سمت، ص ۲۲.
۲۰. کیم جی آن (۱۳۷۸)، «کاربرد تحلیل عاملی در پژوهش اجتماعی همراه با دستورهای نرم افزار SPSS»، ترجمه مسعود کوثری، تهران: انتشارات سلمان، ص ۳۶.
۲۱. قلی زاده، محمد حسن (۱۳۸۳) «طراحی مدل رتبه بندی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از تحلیل پوششی داده ها» رساله دکتری مدیریت مالی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ص ۲۲.
۲۲. مهرگان، محمد رضا (۱۳۸۳) «مدلهای کمی در ارزیابی عملکرد سازمانها» تهران: انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ص ۸۰.