

الگوسازی سنجش ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک رفاه

قهرمان عبدلی

دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران، abdoli@ut.ac.ir

علیرضا فرد حریری*

دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه تهران، alirezahariri@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۲۴ تاریخ پذیرش ۹۳/۱۱/۱۸

چکیده

این مطالعه با هدف شناسایی عوامل موثر بر ریسک اعتباری مشتریان و تدوین مدلی برای سنجش آن در میان مشتریان حقوقی بانک رفاه انجام شده است. بدین منظور اطلاعات کیفی و مالی یک نمونه تصادفی ۳۰۰ تایی از مشتریانی که در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ از شعب بانک رفاه در سراسر کشور تسهیلات اعتباری دریافت نموده‌اند، جمع‌آوری و با بکارگیری روش رگرسیون لاجیت عوامل موثر بر ریسک اعتباری مشتریان این بانک برآورد شده است. در این الگو ابتدا ۱۷ متغیر توضیحی شامل متغیرهای کیفی و مالی به عنوان عوامل تعیین کننده ریسک اعتباری مشتریان در نظر گرفته شده و سپس از بین متغیرهای مذکور با استفاده از نسبت درست‌نمایی، در نهایت ۵ متغیر که اثر معنی‌داری بر ریسک اعتباری مشتریان حقوقی داشتند، انتخاب و مدل نهایی توسط آنها برآزش شده است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که از این ۵ متغیر، متغیرهای میانگین موجودی (معدل حساب در ۶ ماه گذشته)، نسبت بازده فروش (نسبت سود خالص به فروش خالص)، نسبت جاری (دارایی جاری به بدهی جاری) اثر معکوس و متغیرهای تعداد چک برگشتی و نسبت مبلغ معوق به دارایی جاری اثر مستقیم بر ریسک اعتباری دارند.

واژه‌های کلیدی: رتبه‌بندی اعتباری، ریسک اعتباری، مدل لاجیت، بانک رفاه.

طبقه‌بندی JEL: D81، E51، G24

* نویسنده مسئول

۱- مقدمه

فرایند جهانی شدن و به تبع آن تشدید رقابت موسسات مالی و اقتصادی در بازارهای محلی و جهانی، روز به روز ضرورت تقویت و اصلاحات سیستمی را در بنگاه‌های مالی و سرمایه‌ای در سراسر دنیا افزایش می‌دهد. از آنجا که سودآوری به عنوان یکی از مهمترین اهداف در فعالیتهای اقتصادی مطرح و ارتباط تنگاتنگی با میزان انواع ریسک فعالیتهای متنوع مالی و بانکی دارد، مدیریت ریسک به عنوان یک اولویت در اصلاح و بهینه سازی ساز و کارهای بانکی در تمام دنیا به شمار می‌رود. بالا بودن ذخایر و تسهیلات اعطایی سوخت شده و یا معوق بانک‌های کشور، گویای عدم وجود مدل‌های مناسب اندازه‌گیری ریسک اعتباری و سیستم‌های مدیریت ریسک در شبکه بانکی است. در واقع، یکی از مشکلات مهم بانک‌های تجاری در ایران مسئله رتبه بندی ریسک^۱ است که ابزار اصلی در غربال^۲ مشتریان و کاهش ریسک به حداقل است. هدف این تحقیق ارائه روشی کارآمد در تخمین ریسک قصور یا عدم بازپرداخت^۳ مشتریان است.

بررسی صورت‌های مالی بانک رفاه نشان می‌دهد که طی سال‌های گذشته مطالبات مشکوک‌الوصول این بانک رقم قابل توجهی بوده است. به طوری که در سال ۱۳۹۱ مجموع مانده مطالبات سررسید گذشته، معوق و مشکوک‌الوصول به ۱۷،۹۸۹ میلیارد ریال رسید که برابر ۸۶ درصد کل مطالبات این بانک بود (صورت سود و زیان بانک رفاه، ۱۳۹۱). رشد این نوع مطالبات را با بررسی عوامل مؤثر در ریسک اعتباری می‌توان تا حدودی کنترل نمود. با وجود این که در سال ۱۳۸۵ با بکارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی^۴ (AHP) عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری این بانک توسط کارشناسان آن تعیین شده است، تا کنون روش‌های آماری و اقتصادسنجی در این بانک جهت تعیین عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری استفاده نشده است. این مطالعه برای اولین بار با استفاده از روش‌های آماری به تعیین عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری بانک رفاه پرداخته است. در این مطالعه به ارائه و بررسی مدل‌های متداول ریسک عدم بازپرداخت، شناسایی عوامل

^۱ Risk rating

^۲ Screening

^۳ Default risk

^۴ Analytical Hierarchy Process

ریسک و اندازه‌گیری سهم هر یک از آنها در ریسک اعتباری مشتریان حقوقی^۱ و طراحی مدل بهینه رتبه‌بندی مشتریان حقوقی بانک رفاه پرداخته شده است. برای این منظور با استفاده از روش‌های آماری و نمونه‌گیری از مشتریان حقوقی بانک رفاه، و با تکیه بر مطالعات پیشین، مناسب‌ترین الگوی اندازه‌گیری ریسک و مهم‌ترین متغیرهای موثر بر آن تعیین می‌شود. در مرحله بعد با استفاده از مدل اقتصادسنجی لاجیت^۲ احتمال عدم بازپرداخت محاسبه می‌گردد. در این مدل اثر هر یک از متغیرهایی که منشا عدم بازپرداخت هستند شناسایی و مورد تحلیل قرار می‌گیرد. با استفاده از این مدل می‌توان مشتریان را رتبه‌بندی کرد و در نهایت با توجه به اطلاعات مشتری احتمال عدم بازپرداخت وی را محاسبه نمود. روش‌های تشخیص مدل مناسب، با استفاده از معیار نسبت درست‌نمایی^۳ (LR) و R^2 مک فادن^۴ خواهد بود و آزمون برون نمونه‌ای نیز انجام می‌شود. سازماندهی این مطالعه به این شکل است که ابتدا مبانی نظری و تعاریف ارائه خواهد شد، سپس بعضی از الگوهای اندازه‌گیری ریسک اعتباری و مطالعات پیشین خارجی و داخلی مرور خواهد شد و در نهایت تخمین و تجزیه و تحلیل مدل انجام می‌شود.

۲- ادبیات موضوع

ریسک در لغت به مفهوم امکان یا احتمال بروز خطر یا روبرو شدن با خطر، صدمه دیدن، خسارت دیدن، کاهش درآمد و زیان دیدن است. در کتاب فرهنگ مدیریت رهنما (عباس یزدی، ۱۳۸۷) عنوان شده که ریسک عبارت است از هر چیزی که حال یا آینده دارایی یا توان کسب درآمد شرکت، موسسه یا سازمانی را تهدید می‌کند. وستون^۵ و بریگام^۶ (۱۹۹۳) عنوان نموده‌اند که ریسک یک دارایی عبارت است از تغییر احتمالی بازده آتی ناشی از آن دارایی. بنابراین، ریسک، هم احتمال سود و هم احتمال زیان را در بر می‌گیرد. لذا، با توجه به مجموعه تعاریف فوق، می‌توان ریسک را احتمال تغییر در مزایا و منافع پیش‌بینی شده برای یک تصمیم، یک واقعه و یا یک حالت در آینده تعریف کرد. می‌توان

^۱ شخصیت حقوقی عبارت از مجموعه اموال یا اشخاص است که برای تحقق هدفی معین و مطابق ضوابط یا تشریفات خاصی شکل یافته و صلاحیت دارا شدن حقوق و تکالیف مستقل را دارد.

^۲ Logit

^۳ Likelihood Ratio

^۴ Mc Fadden R- squared

^۵ Weston JF

^۶ Brigham EF

عنوان کرد که تمامی تعاریف ریسک برای بیان موقعیت‌هایی ارائه شده‌اند که سه عامل مشترک شامل احتمال (عدم اطمینان به تغییرات)، تغییر (هرگونه کاهش یا افزایش در منافع) و تصمیم، واقعه یا حالت (ارادی و غیر ارادی بودن شرایط عدم اطمینان^۱) را می‌توان در آنها مشاهده کرد. ریسک در مواقعی مطرح می‌شود که نتایج عمل بیش از یک حالت بوده و تا زمان حصول و ملموس شدن نتایج، دقیقاً مشخص نیست که کدام نتیجه واقع خواهد شد. مشخصه دیگر موقعیت ریسکی این است که حداقل یکی از نتایج ممکن‌الوقوع می‌تواند پیامدهای نامطلوبی را به همراه داشته باشد. به عبارت دیگر عدم اطمینان و قرار گرفتن در معرض آن از مهمترین مشخصه‌های تشکیل دهنده انواع ریسک‌ها می‌باشد. در مواردی، نتایج یک واقعه کاملاً نامشخص است و در موارد دیگر با فرض مشخص بودن شقوق مختلف بر مبنای تجربه و اطلاعات، نتایج مورد انتظار برآورد می‌شود. تعریف کلی ریسک در سیستم‌های مالی عبارت است از نوسان در درآمد و احتمال زیان‌دهی و یا کاهش بازدهی از حد انتظاری که به صورت بالقوه قابلیت کمی شدن را دارد (گلانتز^۲، ۲۰۰۳).

یکی از مهمترین انواع ریسک در سیستم‌های مالی، ریسک اعتباری است. اگر اعتبار انتظار دریافت اصل و فرع وام‌های پرداخت شده تعریف شود، در این صورت ریسک اعتباری در تفسیر عام، احتمال عدم برآورد این انتظار (مقداری که به صورت بالقوه قابلیت کمی شدن را دارد) است. بازگشت یا عدم بازگشت تسهیلات اعطایی به متقاضیان روشن نیست و نمی‌توان مشخص نمود که وام‌گیرنده توان پرداخت تعهدات خود را خواهد داشت یا به دلایل مختلف از این کار سر باز خواهد زد، در چنین معامله‌ای اولاً اعتبار دهنده با هر سه پیش شرط وجود ریسک مواجه است و ثانیاً ریسک بدو ماهیتی شرطی و سودجویانه دارد، چرا که این عمل می‌تواند برای وام‌دهنده متضمن منفعت و یا زیان باشد. از سوی دیگر برخی از عوامل تصادفی خارج از کنترل وام‌گیرنده و وام‌دهنده وجود دارد. بنابراین، این نوع معاملات در معرض ریسک‌های حقیقی نیز قرار می‌گیرند (اشروک^۳، ۲۰۰۲).

^۱ Uncertainty

^۲ Glantz

^۳ Schroeck

۲-۱- الگوهای اندازه‌گیری ریسک اعتباری در مطالعات خارجی

طراحی مدلی برای اندازه‌گیری و درجه‌بندی ریسک اعتباری برای نخستین بار در سال ۱۹۰۹ توسط جان مودی^۱ بر روی اوراق قرضه انجام شد (گلانتز^۲، ۲۰۰۳). مشابهت زیاد تسهیلات اعتباری بانک‌ها به اوراق قرضه باعث شد تا درجه‌بندی ریسک اعتباری بانک‌ها یعنی اندازه‌گیری ریسک عدم بازپرداخت اصل و بهره وام‌ها از سوی برخی از پژوهشگران مورد توجه قرار گیرد. نخستین مدل به کار رفته برای تعیین ورشکستگی شرکت‌ها مدل رگرسیون لجستیک^۳ چند متغیره بوده که توسط بی ورت^۴ (۱۹۶۶) ارائه شد. بعدها از این مدل برای اندازه‌گیری ریسک اعتباری اوراق قرضه منتشره شرکت‌ها استفاده شد.

یکی دیگر از نخستین مطالعات در زمینه اندازه‌گیری ریسک اعتباری اوراق قرضه شرکت‌ها، با استفاده از مدل نمره‌دهی چند متغیره، توسط آلتمن^۵ (۱۹۶۸) انجام گرفت که به مدل نمره Z شهرت یافته است. مدل نمره Z آلتمن یک مدل تحلیل ممیزی است که با استفاده از مقادیر نسبت‌های مالی مهم می‌کوشد تا شرکت‌هایی را که دارای ورشکستگی مالی هستند و شرکت‌هایی که دارای ورشکستگی مالی نیستند، را از هم تمیز دهد. با توجه به اینکه عمدتاً عدم بازپرداخت وام مربوط به شرکت‌هایی است که در آینده دچار ورشکستگی مالی خواهند شد، امکان پیش‌بینی ریسک اعتباری با استفاده از این مدل امکان‌پذیر خواهد بود. آلتمن برای رسیدن به مدل یاد شده از میان ۲۲ متغیر (نسبت‌های مالی) پس از انجام تحلیل ممیزی^۶ پنج متغیر را انتخاب کرده که ترکیب و ارتباط این پنج متغیر در مدل Z آلتمن برای پیش‌بینی نمره اعتباری وام‌گیرنده به شکل $Z = 1/2X_1 + 1/4X_2 + 3/3X_3 + 0/6X_4 + 0/999X_5$ برآورد شده است که در آن:

X_1 : نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌های مشتری مورد نظر،

X_2 : نسبت سود انباشته به کل دارایی‌های مشتری مورد نظر،

X_3 : نسبت سود از بهره و مالیات به کل دارایی‌های مشتری مورد نظر،

X_4 : نسبت ارزش بازار سرمایه به ارزش دفتری کل بدهی‌های مشتری مورد نظر،

^۱ John Moody

^۲ Glantz

^۳ Logistic regression

^۴ Beaver

^۵ Altman

^۶ Discriminant analysis

X₅: نسبت فروش به کل دارایی‌های مشتری مورد نظر.

هر چه میزان Z بالاتر باشد، طبقه ریسک عدم بازپرداخت وام گیرنده پایین‌تر خواهد بود. بنابراین مقدار پایین یا منفی شاخص Z بیانگر این است که وام‌گیرنده از نظر ریسک عدم بازپرداخت در طبقه بالایی قرار خواهد داشت. آلتمن با بررسی‌های انجام شده دریافت که حد پایین ۱/۸۱ (طبقه ورشکسته) و حد بالای ۲/۹۹ (طبقه غیر ورشکسته) مقادیر بحرانی بهینه هستند. نمره‌های پایین‌تر از ۱/۸۱ نشان دهنده شرکت‌هایی است که پیش‌بینی می‌شود در آینده ورشکسته شوند و نمره‌های بالاتر از ۲/۹۹ نشان دهنده شرکت‌هایی است که در آینده مشکلی از لحاظ بازپرداخت وام‌های دریافتی خود نخواهند داشت. آلتمن مدل طراحی شده خود را در کشورهای گوناگون مورد آزمون قرار داد و مشخص شد که پیش‌بینی‌های این مدل در بیش از ۷۵ درصد موارد درست است (کوتته و همکاران^۱، ۱۹۹۸). ساندرز و آلن^۲ (۲۰۰۲) از این مدل برای پیش‌بینی ریسک اعتباری شرکت‌هایی که از بانک‌ها وام دریافت کرده بودند استفاده کردند و با بررسی‌های صورت گرفته مشخص شد که این مدل برای پیش‌بینی ریسک اعتباری از قدرت بالایی برخوردار است. از مطالعات مهم دیگری که در زمینه اندازه‌گیری ریسک اعتباری انجام گرفته است می‌توان به المر و بروفسکی^۳ (۱۹۸۸) اشاره کرد. آنها برای پیش‌بینی توانایی بازپرداخت وام‌ها، از مدل شبکه‌های عصبی چند لایه پرسپترون استفاده کرده و با مقایسه نتایج مدل شبکه‌های عصبی پرسپترون و مدل Z آلتمن متوجه شدند که قدرت پیش‌بینی مدل پرسپترون بیشتر از مدل‌های نمره‌دهی اعتباری است. از جمله مطالعات دیگری که در زمینه طراحی مدل اندازه‌گیری ریسک اعتباری انجام گرفته است می‌توان به مورگان^۴ (۱۹۹۸) برای طراحی مدل اعتبارسنجی و تریسی^۵ (۱۹۹۸) برای طراحی مدل ارزش در معرض ریسک^۶ جهت برآورد تابع چگالی احتمال عدم بازپرداخت اشاره کرد. دسای و همکاران^۷ (۱۹۹۶) به بررسی توانایی‌های شبکه‌های عصبی و تکنیک‌های آماری متداول نظیر آنالیز ممیزی

^۱ Caouette et al

^۲ Saunders & Allen

^۳ Elmer & Borowski

^۴ Morgan

^۵ Treacy

^۶ Value at risk

^۷ Desai et al

خطی^۱ و آنالیز رگرسیون خطی در ساخت مدل‌های امتیازدهی اعتباری، پرداخته‌اند. همچنین وست^۲ (۲۰۰۰) به بررسی مدل‌های کمی که به طور معمول در صنعت اعتباری مورد استفاده قرار می‌گیرند پرداخت. نتایج حاصله بیانگر این بود که شبکه‌های عصبی قادر به بهبود دقت امتیازدهی می‌باشند. آنها همچنین بیان نمودند که آنالیز رگرسیون خطی جایگزین بسیار خوبی برای شبکه‌های عصبی است در حالیکه درخت تصمیم^۳ و آنالیز ممیزی خطی نتایج رضایت بخشی ایجاد نکرده‌اند. بریانت^۴ (۲۰۰۱) جهت بکارگیری سیستم خبره ارزیابی وام‌های کشاورزی، لی و همکاران^۵ (۲۰۰۲) برای ادغام شبکه عصبی و تجزیه و تحلیل ممیزی، لی و چن^۶ (۲۰۰۵) برای طراحی مدل رتبه‌بندی اعتباری دو مرحله‌ای مرکب و عبدو و همکاران^۷ (۲۰۰۷) برای مقایسه شبکه‌های عصبی و تکنیک‌های سنتی معمول اشاره نمود. خلاصه‌ای از پژوهش‌های اخیر در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱): خلاصه‌ای از جدیدترین مطالعات انجام شده در زمینه ریسک اعتباری

ردیف	مدل اعتبارسنجی	مطالعه
۱	رگرسیون لجستیک، شبکه عصبی، درخت تصمیم‌گیری	سارلیجا و همکاران ^۸ (۲۰۱۰)
۲	تحلیل تمایزی و الگوریتم پس انتشار در شبکه عصبی	لی و همکاران (۲۰۰۲)
۳	الگوهای طبقه بندی غلط	کیم و سون ^۹ (۲۰۰۴)
۴	ترکیب مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و روش MARS	لی و چن (۲۰۰۵)
۵	رتبه‌بندی تحلیل لینک با استفاده از ماشین بردار پشتیبان	خو و همکاران ^{۱۰} (۲۰۰۸)
۶	شبکه‌های عصبی و تکنیک‌های عمومی	عبدو و پوینتن ^{۱۱} (۲۰۰۸)
۷	طبقه‌کننده‌های ترکیبی به جای یک طبقه‌کننده	نانی و لومینی ^{۱۲} (۲۰۰۹)

^۱ Linear discriminant analysis (LDA)

^۲ West

^۳ Classification and regression tree (CART)

^۴ Bryant

^۵ Lee et al

^۶ Lee & Chen

^۷ Abdou et al

^۸ Sarlija et al

^۹ Kim & Sohn

^{۱۰} Xu et al

^{۱۱} Abdou & Pointon

^{۱۲} Nanni & Lumini

۲-۲- برخی از مطالعات انجام شده در بانک‌های ایران

در سال ۱۳۸۵ مدلی برای رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بانک رفاه توسط کارشناسان این بانک طراحی شد که در نهایت از بین ۳۷ متغیر اولیه به دلیل عدم وجود اطلاعات کافی ۱۹ متغیر انتخاب شد و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) درجه اهمیت هریک از این معیارها مشخص شد. در این روش بر اساس اظهار نظر ۱۱ نفر کارشناس خبره بانک رفاه که درجه اهمیت نظر همه آنها یکسان در نظر گرفته شده است، اولویت شاخص‌ها مشخص شده است. در جدول نرمال شده اولویت‌گزینه‌ها، محاسبه شده و درجه اهمیت (ضریب هر شاخص) از ۱۰۰ به دست می‌آید (مجموع ضرایب برابر ۱۰۰ می‌شود). جدول نهایی معیارها و ضرایب آنها، به دست آمده از این روش، در جدول شماره (۲) آمده است. بر اساس نتیجه نهایی مطالعه، از دیدگاه کارشناسان خبره بانک رفاه به ترتیب اولویت (بر اساس ضریب نهایی به دست آمده) نحوه ایفای تعهدات به بانک، میانگین شش ماهه حساب‌های نزد بانک، نوع وثیقه قابل ارائه، مبلغ بدهی معوق موجود، مدت فعالیت در محل، وضعیت محل فعالیت از لحاظ نوع تصرف، میزان بدهی به بانک، تعداد چک‌های برگشتی که رفع سو اثر شده، تعداد چک‌های برگشتی موجود، سابقه اشتغال در حرفه، میزان سابقه فعالیت در شعبه، میزان حسن شهرت و خوشنامی، شش نسبت مالی (با ضریب یکسان) شامل نسبت جاری، نسبت آئی، نسبت بازده فروش، نسبت مالکانه، نسبت بدهی، نسبت ارزش ویژه و وجود و یا عدم وجود ارتباط بین نوع فعالیت و رشته تحصیلی مدیران شرکت مهمترین عوامل موثر بر ریسک اعتباری تشخیص داده شده است (گزارش داخلی اداره مطالعات و بازاریابی بانک رفاه، ۱۳۸۶). شایان ذکر است که در مدل بانک رفاه، بر اساس نظرات کارشناسان خبره به صورت نظری و ذهنی به هر یک از شاخص‌ها ضریبی اختصاص داده شده است در صورتی که در مدل برآورد شده در مطالعه حاضر، بر اساس اعداد کمی و کیفی مربوط به مشتریان تخمین انجام و شاخص‌ها مشخص شده است.

عرب مازار و رویین تن (۱۳۸۵) در مطالعه دیگری با هدف شناسایی عوامل موثر و تدوین مدلی برای سنجش ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک کشاورزی به روش «رگرسیون لاجیت» انجام شده است. در این تحقیق پس از بررسی پرونده‌های اعتباری، شامل یک نمونه تصادفی ۲۰۰ تایی از شرکت‌هایی که طی سالهای ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۳ از شعب بانک کشاورزی استان تهران تسهیلات اعتباری دریافت نموده‌اند، از بین متغیرهای

موجود با استفاده از تحلیل رگرسیون لاجیت، در نهایت ۱۷ متغیر که اثر معنی‌داری بر ریسک اعتباری و تفکیک بین این دو گروه از مشتریان خوش حساب و بدحساب داشتند، انتخاب و مدل نهایی به وسیله آنها برازش شده است. برخی از متغیرهای نهایی به دست آمده در این تحقیق عبارتند از: سابقه همکاری با بانک، سابقه داشتن بدهی معوق، مبلغ وام، معدل حساب، گردش حساب بدهکار، گردش حساب بستانکار، دارایی‌های جاری، بستانکاران، بدهی بانکها، بدهی کل و نسبت‌های مالی.

سلیمانی امیری (۱۳۸۱) برای بررسی کارکرد مدل Z آلتمن در بازار ایران، ریسک ورشکستگی شرکت‌ها را با استفاده از مدل یاد شده مورد بررسی قرار داده است. ذکاوت (۱۳۸۱) مدل‌های ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک توسعه صادرات ایران را با استفاده از شاخص‌ها و نسبت‌های مالی و با الهام گرفتن از مدل آلتمن از روش تحلیل ممیزی و رگرسیون لجستیک استخراج نمود. منصوری (۱۳۸۲) به طراحی و تبیین مدل ریاضی تخصیص تسهیلات بانکی با رویکرد مدل‌های کلاسیک و شبکه عصبی پرداخت. از دیگر مطالعات جهت پیش‌بینی ریسک ورشکستگی مالی شرکت‌ها، می‌توان به پژوهشی که توسط فلاح پور (۱۳۸۳) صورت گرفته، اشاره نمود. روش مورد استفاده در این پژوهش، روش تحلیل همبستگی بوده است. در این پژوهش مدل تحلیل ممیزی چندگانه و شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های بورس، مورد بررسی قرار گرفت. تهرانی و فلاح شمس (۱۳۸۴) جهت طراحی و تبیین مدل ریسک اعتباری در نظام بانکی کشور از مدل شبکه عصبی و لاجیت استفاده نموده‌اند. شیرین‌بخش و همکاران (۱۳۹۰) نیز مطالعه دیگری در این زمینه انجام داده‌اند. در این مطالعه از روش لاجیت و با استفاده از نمونه تصادفی ۳۳۰ تایی از مشتریان حقوقی بانک، عوامل موثر بر احتمال عدم بازپرداخت تسهیلات اعتباری بانک توسعه صادرات ایران شناسایی شده است که این عوامل عبارتند از: نسبت جریان نقدینگی به بدهی کل، نسبت گردش دارایی‌ها، نسبت جاری، نسبت نقدی، نسبت جریان نقدی آزاد، نسبت کل بدهی‌ها و نسبت بدهی جاری به ارزش ویژه. از مطالعات دیگری که با روش لاجیت انجام گرفته میرزایی و همکاران (۱۳۹۰) در بانک ملی می‌باشد. با مرور مطالعات فوق، می‌توان متغیرهای موثر بر ریسک اعتباری را مطابق جدول (۲) طبقه‌بندی نمود.

همانطور که مشاهده شد روش‌های گسترده‌ای در حوزه‌های ریاضی، آمار، اقتصاد سنجی و پژوهش عملیاتی هم چون برنامه‌ریزی ریاضی، شبیه‌سازی احتمالی و قطعی، شبکه‌های

عصبی مصنوعی، تحلیل بقاء، تحلیل ممیزی، تحلیل لاجیت و تحلیل پروبیت^۱ و نظریه بازی‌ها برای اندازه‌گیری دقیق ریسک اعتباری مورد استفاده قرار گرفته‌اند. امروزه در بیشتر بانک‌های معتبر جهان از یک یا چند مدل، برای اندازه‌گیری ریسک اعتباری وام‌ها و سایر ابزارهای بدهی استفاده می‌شود.

مدل لاجیت یکی از رایج‌ترین مدل‌های بکار رفته در تحلیل ریسک اعتباری است. مزیت مدل لاجیت نسبت به سایر مدل‌های مورد استفاده در این است که رگرسیون لجستیک در مواردی که متغیر پاسخ فقط دو حالت (صفر و یک) به خود می‌گیرد، می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. همچنین در رگرسیون لجستیک محدودیت نرمال بودن متغیرهای مستقل و برابری واریانس‌های دو گروه وجود ندارد. در این مدل کافی است بدانیم پدیده مورد نظر اتفاق افتاده است یا خیر. به طور مثال شرکت به تعهدش در موعد مقرر عمل کرده است یا خیر. در اینصورت می‌توان از یک متغیر وابسته گسسته مانند صفر و یک برای نشان دادن پدیده مذکور استفاده نمود.

جدول (۲): خلاصه نتایج برخی از مطالعات انجام شده در بانک‌های ایران

عوامل موثر بر ریسک اعتباری به دست آمده از مطالعه	نمونه (روش)
نحوه ایفای تعهدات به بانک، میانگین شش ماهه حساب‌های نزد بانک، نوع وثیقه قابل ارائه، مبلغ بدهی معوق موجود، مدت فعالیت در محل، وضعیت محل فعالیت از لحاظ نوع تصرف، میزان بدهی به بانک، تعداد چک‌های برگشتی که رفع سو اثر شده، تعداد چک‌های برگشتی موجود، سابقه اشتغال در حرفه، میزان سابقه فعالیت در شعبه، میزان حسن شهرت و خوشنامی، شش نسبت مالی شامل نسبت جاری، نسبت آبی، نسبت بازده فروش، نسبت مالکانه، نسبت بدهی، نسبت ارزش ویژه.	بانک رفاه (AHP)
سابقه همکاری با بانک، سابقه داشتن بدهی معوق، مبلغ وام، معدل حساب، گردش حساب بدهکار، گردش حساب بستانکار، دارایی‌های جاری، بستانکاران، بدهی بانکها، بدهی کل و نسبت‌های مالی.	بانک کشاورزی (لاجیت)
نسبت جریان نقدینگی به بدهی کل، نسبت گردش دارایی‌ها، نسبت جاری، نسبت نقدی، نسبت جریان نقدی آزاد، نسبت کل بدهی‌ها، نسبت بدهی جاری به ارزش ویژه.	بانک توسعه صادرات ایران (لاجیت)
نوع فعالیت شرکت، نوع قرارداد، مبلغ تسهیلات، نوع تسهیلات، تعداد حساب بانکی، نسبت ارزش وثیقه به ارزش تسهیلات، سابقه همکاری با بانک ملی، سابقه داشتن بدهی به شبکه بانکی، نسبت آبی، نسبت گردش کل دارایی‌ها، نسبت مالکانه	بانک ملی، شعب تهران (لاجیت)

^۱ Logit & probit

۳- روش‌شناسی تحقیق

در این تحقیق، شکل کلی مدل پیشنهادی برای برآورد ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک رفاه به صورت زیر است:

$$Y = F(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) \quad (1)$$

که در آن Y متغیر پاسخ و تعیین کننده وضعیت متقاضی اعتبار است که از خصوصیت گسسته برخوردار است متغیر Y مقدار صفر (۰) برای مشتریان خوش حساب و یک (۱) برای مشتریان بدحساب اختیار می‌کند. مشتریان خوش حساب، گروهی از مشتریان بانک می‌باشند که نسبت به تسویه به موقع تعهدات خود قبل از سررسید اقساط اقدام می‌کنند و مشتریان بدحساب، گروهی است که تعهدات تسهیلات دریافتی را به موقع انجام نمی‌دهند. متغیرهای مستقل (X ها) متغیرهایی هستند که جهت آزمون تاثیرگذاری یا عدم تاثیرگذاری بر Y ، وارد مدل می‌شوند و بسته به نوع متغیر، شامل متغیرهای کیفی، کمی، گسسته و پیوسته می‌باشند.

ابتدا الگوی فوق با متغیرهای متعدد و با استفاده از اطلاعات تمامی مشتریان برآورد می‌شود و سپس با انجام آزمون‌های معنی‌داری، متغیرهای مستقل مناسب شناسایی و مدل نهایی تعیین می‌شود. پس از آن با برآورد الگوی نهایی که شامل مهمترین متغیرهای مستقل است، یک معادله برای سنجش ریسک اعتباری هر مشتری به دست می‌آید، بطوریکه با قرار دادن اطلاعات مربوط به هر مشتری در درون این الگو و محاسبه امتیاز وی (که بین ۱۰ و ۱ است) و همچنین مقایسه امتیاز مشتری با «حد آستانه قبولی» بانک نسبت به پذیرش یا عدم پذیرش درخواست‌های اعتبار تصمیم‌گیری می‌شود. با توجه به تعریف Y در الگوی فوق، با افزایش امتیاز میزان ریسک اعتباری مشتری افزایش می‌یابد. بنابراین اگر امتیاز مشتری کمتر از حد آستانه بود، متقاضی در طبقه «خوب» دسته‌بندی می‌شود و در غیر این صورت در طبقه «بد» قرار می‌گیرد. این طبقه‌بندی که مبتنی بر امتیازهای حاصل از مدل است، می‌تواند دو نوع هزینه از بابت طبقه‌بندی اشتباه را به بانک تحمیل نماید نخست خطای نوع اول (ریسک اعتباری) به طوری که یک متقاضی «بد» به اشتباه در گروه «خوب» قرار گیرد. دوم خطای نوع دوم (ریسک تجاری) و آن زمانی است که یک متقاضی «خوب» به اشتباه در گروه «بد» قرار گیرد. خطای نوع اول (قرار گرفتن یک متقاضی «بد» در گروه «خوب») پیامدهای ناگوارتری نسبت به خطای نوع دوم (قرار گرفتن یک متقاضی «خوب» در گروه «بد») به دنبال

دارد. با توجه به این که متغیر Y (متغیر وابسته) مقادیر صفر و یک اختیار می‌کند، بایستی از یکی از مدل‌های باینری برای برآورد الگوی فوق استفاده کرد. در این مطالعه از روش لاجیت برای تخمین و تحلیل ضرایب استفاده شده است. در این الگو دو حالت وجود دارد که یکی وقوع و دیگری عدم وقوع یک رویداد معین است. اگر y نشان دهنده رویداد مورد نظر و X متغیر مستقل موثر بر وقوع این رویداد باشد به طوری که $y_i = \beta_1 + \beta_2 x_i$ آنگاه احتمال وقوع پدیده مورد نظر (در اینجا قصور در پرداخت، P) به صورت زیر تعریف می‌شود (گجراتی، ۱۳۸۳):

$$P_i = E(y = 1 | x_i) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_1 + \beta_2 x_i)}} \quad (2)$$

که e پایه لگاریتم طبیعی است. رابطه (۳) را می‌توان به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} \quad (3)$$

که $Z_i = \beta_1 + \beta_2 x_i$ است. معادله (۳) تحت عنوان تابع توزیع تجمعی لاجیستیک معروف شده است. در این معادله، همچنانکه Z_i بین $-\infty$ و $+\infty$ تغییر می‌کند، P_i بین ۰ و ۱ مقادیر خود را اختیار خواهد کرد. P_i به صورت غیرخطی به Z_i (یعنی X_i) مربوط است. احتمال عدم قصور پرداخت نیز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$1 - P_i = \frac{1}{1 + e^{Z_i}} \quad (4)$$

بنابراین داریم:

$$\frac{P_i}{1 - P_i} = \frac{1 + e^{Z_i}}{1 + e^{-Z_i}} = e^{Z_i} \quad (5)$$

با لگاریتم گیری از طرفین این معادله رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = Z_i = \beta_1 + \beta_2 x_i \quad (6)$$

L (لگاریتم نسبت شانس) به نام تابع لاجیت معروف است و نه تنها بر حسب X_i بلکه بر حسب پارامترها نیز خطی است و مقدار آن پس از برآورد ضرایب از روش حداکثر درست‌نمایی به دست می‌آید.

برخی از ویژگی‌های این مدل عبارتند از:

۱. همچنانکه P بین ۰ و ۱ (یعنی Z بین $-\infty$ و $+\infty$) نوسان می‌کند، L لاجیت از $-\infty$ تا $+\infty$ تغییر می‌کند. یعنی اگر چه احتمال (بر حسب ضرورت) بین صفر و یک قرار می‌گیرد اما مدل‌های لاجیت در این فاصله محدود نیستند.
۲. گرچه L بر حسب X خطی است اما خود این احتمال‌ها این طور نیستند.

۳. β_2 (ضریب زاویه) میزان تغییر در L را به ازاء یک واحد تغییر در x یا به عبارت دیگر میزان تغییر در لگاریتم شانس به نفع قصور در پرداخت را به ازاء یک واحد تغییر در متغیر مستقل اندازه می‌گیرد.

در مدل لاجیت اثر یک واحد تغییر در X_1 بر احتمال وقوع پیشامد مورد نظر ($Y=1$) با نام اثر نهایی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$ME = \frac{\partial P}{\partial X_1} = f(\beta'X)\beta_1 = \frac{\exp(\beta'X)}{(1+\exp(\beta'X))^2} \times \beta_1 \quad (7)$$

بنابراین در این الگو مقدار تغییر در احتمال، به احتمال اولیه و در نتیجه ارزش‌های ابتدایی همه متغیرهای مستقل و ضرایب بستگی دارد. به طور مثال اگر اثر نهایی متغیر X_1 برابر (-0.5) باشد، یعنی یک واحد افزایش در این متغیر احتمال وقوع پدیده مورد نظر را ۵۰ درصد کاهش می‌دهد.

در این مطالعه با توجه به ادبیات موضوع، در مرحله نخست ۱۷ متغیر به عنوان متغیرهای توضیحی یا مستقل انتخاب شدند که می‌توان آنها را به دو دسته تقسیم کرد. الف- متغیرهای کیفی و مالی: پارامترهایی که هر یک از مشتریان برای دریافت تسهیلات به بانک ارائه می‌دهند و در پرونده اعتباری آنها موجود است:

- نوع فعالیت شرکت شامل چهار گروه صنعتی، کشاورزی، ساختمانی، خدماتی و بازرگانی، که با استفاده از تعریف متغیر مجازی وارد مدل شده است.
- نوع تضمین در چهار حالت تعهدی، وثیقه‌ای، اسناد و اوراق بهادار که با استفاده از تعریف متغیر مجازی وارد مدل شده است.
- سابقه داشتن بدهی معوق قبلی به بانک (متغیر مجازی صفر و یک).
- معدل گردش حساب که برابر میانگین گردش ۶ ماهه حساب‌های شرکت نزد بانک به ریال است.

- مبلغ وام درخواستی شرکت به ریال.

- تعداد چک برگشتی که از استعلام وضعیت حساب شرکت به دست می‌آید به تعداد

- دارایی‌های جاری، مستخرج از صورت‌های مالی شرکت به ریال.

- دارایی‌های ثابت، مستخرج از صورت‌های مالی شرکت به ریال.

- بدهی به بانک‌ها به ریال (اسناد پرداختی به بانک‌ها).

- بدهی جاری به ریال (صورت‌های مالی شرکت).

- سرمایه شرکت به ریال (صورت‌های مالی شرکت).

ب- نسبت‌های مالی: شامل برخی از نسبت‌های مالی که روی ریسک اعتباری اثر می‌گذارد و اغلب در تحقیقات مالی استفاده می‌شوند (همه پیوسته و به درصد وارد مدل شده‌اند):

- نسبت جاری، نسبت دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری که نشان دهنده قابلیت نقد شوندگی دارایی‌های شرکت و توانایی شرکت در عمل به تعهدهای خویش است.
- نسبت آنی، نسبت آنی از تقسیم دارایی‌های آنی بر بدهی‌های جاری به دست می‌آید و مانند نسبت جاری است ولی به منظور برآوردی بهتر از توانایی شرکت، موجودی کالا و دیگر دارایی‌های که قدرت نقدشوندگی کمتری دارند از دارایی‌ها حذف شده است.
- نسبت مبلغ معوق به دارایی جاری.

- نسبت بازده فروش، این نسبت از تقسیم سود خالص بر فروش خالص به دست می‌آید.
- نسبت دارایی جاری، که برابر نسبت سود دارایی جاری به کل دارایی است.
- نسبت بدهی: این نسبت از تقسیم جمع بدهی‌ها به جمع دارایی‌ها به دست می‌آید.

جامعه آماری این تحقیق، کلیه مشتریان حقوقی در سطح شعب بانک رفاه در کل کشور هستند که تسهیلات اعتباری دریافت نموده‌اند. برای تعیین حجم نمونه از روش کوکران و با فرض عدم اطلاع از حجم جامعه از فرمول زیر استفاده شده است:

$$n = \frac{Z^2 pq}{d^2} \quad (8)$$

با در نظر گرفتن خطای ۰/۰۵ و ضریب اطمینان ۰/۹۵ ($Z=1/96$) حداقل حجم نمونه ۳۸۴ به دست می‌آید که در این مطالعه حجم نمونه بیش از این تعداد است (۴۰۰). اطلاعات کمی و مالی ۴۰۰ پرونده مربوط به وام گیرندگان از مناطق شمال، جنوب، غرب، شرق و مرکز کشور از پایگاه داده بانک رفاه جمع‌آوری و اطلاعات ۴۰۰ پرونده که در سالهای ۹۱ و ۹۲ از بانک رفاه تسهیلات دریافت نموده‌اند، استفاده شد. از این مجموعه، اطلاعات ۳۰۰ مشتری حقوقی به صورت تصادفی برای طراحی مدل و شناسایی متغیرهای مؤثر استفاده گردید و اطلاعات ۱۰۰ مشتری (یک سوم نمونه) نیز به منظور بررسی کارایی و قدرت پیش‌بینی به عنوان داده‌های شاهد استفاده شد تا پس از برآورد پارامترهای مدل، متغیر وابسته این گروه هم برآورد و با نتایج واقعی مقایسه شود. از این نمونه ۳۰۰ تایی، ۵۹ مورد خوش حساب و ۲۴۱ مورد جزء مشتریان بدحساب بودند.

۴- تخمین و تجزیه و تحلیل الگو

با استفاده از نمونه ۳۰۰ تایی، اطلاعات کلیه متغیرهای انتخاب شده وارد مدل شده و به منظور دستیابی به مدل بهینه اعتبارسنجی شدند. در مدل‌های برآورد شده معنی داری

ضریب و معنی‌داری کل رگرسیون با استفاده از آماره LR (نسبت درست‌نمایی) در سطح ۹۵ درصد و عدم وجود هم خطی بین متغیرها بررسی شد. در نهایت متغیرهایی که رابطه معنی‌داری با متغیر وابسته داشتند و حداکثر اختلاف را بین دو گروه از مشتریان ایجاد نمودند، این متغیرها عبارتند از:

X_1 : میانگین موجودی (معدل حساب در ۶ ماه گذشته)

X_2 : تعداد چک برگشتی

X_3 : نسبت مبلغ معوق به دارایی جاری

X_4 : نسبت بازده فروش (نسبت سود خالص به فروش خالص)

X_5 : نسبت جاری (دارایی جاری به بدهی جاری)

در جدول شماره (۳) نتایج تخمین الگو با استفاده از این متغیرها ارائه شده است.

جدول (۳): تخمین مدل لاجیت

نام متغیر	ضریب	t	انحراف معیار	Prob.	اثر نهایی
عرض از مبدا	۴/۷۹۰	۲/۵۴	۱/۸۸۹	۰/۰۱۱۲	-
معدل حساب	-۱/۲۸E-۰۸	-۲/۲۸	۵/۶۲E-۰۹	۰/۰۲۲۳	-۵/۵۱۴E-۱۰
چک برگشتی	۰/۶۴۵	۲/۳۳	۰/۲۷۷	۰/۰۲۰۰	۰/۰۲۷۷
مبلغ معوق به دارایی جاری	۰/۰۶۲	۴/۰۰	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲۶۸
نسبت بازده فروش	-۰/۵۳۶	-۲/۴۴	۰/۲۱۹	۰/۰۱۴۷	-۰/۰۲۳
نسبت جاری	-۰/۴۸۸	-۲/۵۵	۰/۱۹	۰/۰۱۰۷	-۰/۰۲۰۹

آزمون نسبت درست‌نمایی: ۲۳۶/۰۰، ضریب تعیین مک‌فادن: ۰/۷۹

منبع: یافته‌های تحقیق

تمامی متغیرها در سطح ۵٪ معنی‌دار هستند. بنابراین شکل نهایی تابع لاجیت یا لگاریتم احتمال قصور در بازپرداخت به احتمال عدم قصور در بازپرداخت به صورت زیر است:

$$L\left(\frac{P}{1-P}\right) = 4.790 - 1.28 \times 10^{-8} X_1 + 0.645 X_2 + 0.062 X_3 - 0.536 X_4 - 0.488 X_5 - 0.277 X_6 + 0.268 X_7 - 0.23 X_8 - 0.209 X_9 \quad (9)$$

با استفاده از رابطه (۳) و با انجام عملیات ساده ریاضی مقدار p (احتمال عدم بازپرداخت) بر حسب Z بدست می‌آید. به طوری که با جایگذاری Z از رابطه (۷) در رابطه (۳) عبارت زیر حاصل می‌شود:

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{(4.790955 - 1.28e-8X_1 + 0.645774X_2 + 0.062429X_3 - 0.535930X_4 - 0.488196X_5)}} \quad (10)$$

در مدل لاجیت ضرایب برآورد شده اولیه فقط جهت تاثیر متغیرهای توضیحی را روی احتمال وقوع متغیر وابسته نشان می‌دهند و تفسیر اقتصادی ندارند. برای برآورد میزان تاثیر از اثرات نهایی استفاده می‌شود. بنابراین، تفسیر ضرایب متغیرها به شرح زیر است:

۱- معدل حساب: ضریب معدل حساب نشان می‌دهد که این متغیر، ریسک اعتباری شرکت را به طور معکوس متأثر می‌سازد؛ این متغیر از لحاظ مالی مثبت در نظر گرفته می‌شود. یعنی مقدار بیشتر آن باعث کاهش ریسک اعتباری (به صفر نزدیک تر می‌شود) و در نتیجه باعث بالا رفتن رتبه شرکت در رتبه‌بندی می‌شود (احتمال دریافت وام از بانک بیشتر می‌شود). مقدار اثر نهایی این متغیر نشان می‌دهد که افزایش ۱ میلیون ریالی آن منجر به کاهش احتمال عدم بازپرداخت مشتری مورد نظر به اندازه ۰/۰۰۰۵۱۴ می‌شود.

۲- چک برگشتی: مثبت بودن این ضریب نشان دهنده رابطه مستقیم این متغیر با L (و بنابراین با P) است. این متغیر از لحاظ مالی منفی در نظر گرفته می‌شود. به عبارتی دیگر مقدار بیشتر آن موجب افزایش ریسک اعتباری (به یک نزدیک تر می‌شود) و در نتیجه باعث پایین رفتن رتبه شرکت در رتبه‌بندی می‌شود (احتمال دریافت وام از بانک کمتر می‌شود). اثر نهایی این متغیر ۰/۰۲۷۷۲۶ به دست آمده است که نشان می‌دهد در صورت ثبات سایر شرایط اگر تعداد چک‌های برگشتی شرکت یک عدد افزایش یابد، احتمال عدم بازپرداخت مشتری مورد نظر به اندازه ۰/۰۲۷۷۲۶ افزایش می‌یابد.

۳- نسبت مبلغ معوق به دارایی جاری: ضریب مثبت، رابطه مستقیم را نشان می‌دهد. این متغیر مقدار بیشتر این متغیر باعث افزایش ریسک اعتباری (به یک نزدیک تر می‌شود) و در نتیجه کاهش رتبه شرکت در رتبه‌بندی می‌شود (کاهش احتمال دریافت وام). در صورت ثبات سایر شرایط افزایش ۱ واحدی این متغیر باعث افزایش احتمال عدم بازپرداخت مشتری مورد نظر به اندازه ۰/۰۰۲۶۸۰ می‌شود.

۴- نسبت بازده فروش (نسبت سود خالص به فروش خالص): ضریب منفی حاکی از رابطه معکوس بین این متغیر و P (احتمال عدم بازپرداخت) است. این متغیر از لحاظ مالی مثبت در نظر گرفته می‌شود؛ یعنی مقدار بیشتر آن باعث کاهش ریسک اعتباری و در نتیجه باعث بالا رفتن رتبه شرکت در رتبه‌بندی می‌شود (احتمال دریافت وام از بانک بیشتر می‌شود). در صورت ثبات سایر شرایط افزایش ۱ واحدی این متغیر کاهش ۰/۰۲۳۰۱۰ احتمال عدم بازپرداخت مشتری مورد نظر را به دنبال خواهد داشت.

۵- نسبت جاری (نسبت دارایی جاری به بدهی جاری): ضریب منفی حاکی از رابطه معکوس بین این متغیر و P (احتمال عدم بازپرداخت) است. در صورت ثبات سایر شرایط افزایش ۱ واحدی این متغیر کاهش به اندازه $۰/۰۲۰۹۶۱$ در P خواهد داشت. این متغیر از لحاظ مالی مثبت در نظر گرفته می‌شود. یعنی مقدار بیشتر آن باعث کاهش ریسک اعتباری (به صفر نزدیک‌تر می‌شود) و در نتیجه باعث بالا رفتن رتبه شرکت در رتبه‌بندی می‌شود (احتمال دریافت وام از بانک بیشتر می‌شود).

در تفسیر تمام این متغیرها باید به رابطه منطقی به دست آمده توجه داشت (بین تأثیر انتظاری و تأثیر واقعی). از لحاظ منطقی تعداد زیاد چک برگشتی نشان‌دهنده این است که شخص به تعهدات خود عمل نکرده است و بنابراین بد حساب محسوب می‌شود این نتیجه منطقی با ضرایب مثبت این متغیر سازگار است چون افزایش آن موجب افزایش L و بنابراین افزایش P می‌شود. نسبت مبلغ معوق به دارایی جاری هر چه بالاتر باشد انتظار می‌رود که شرکت توان مالی کمتری داشته باشد و در بازپرداخت تسهیلات دچار مشکل می‌شود که ضرایب مثبت به دست آمده نیز حاکی از همین مطلب است. متغیرهای معدل حساب، نسبت جاری، نسبت بازده فروش نشان‌دهنده توان مالی و قدرت شرکت است بنابراین انتظار می‌رود با افزایش آنها احتمال عدم بازپرداخت کاهش یابد که ضرایب منفی به دست آمده موید همین مطلب است. حال در صورت تقاضای شرکت جدید برای دریافت تسهیلات، می‌توان از این معادله استفاده نمود؛ به طوریکه متغیرهای x_1 تا x_5 را برای شرکت جدید در معادله قرار داده و احتمال عدم بازپرداخت (p) آن شرکت محاسبه می‌شود. واضح است که هر چه این مقدار به یک نزدیک‌تر باشد احتمال عدم بازپرداخت بیشتر است و برعکس. با مقایسه این عدد با حد آستانه (انتخاب شده توسط بانک)، بانک در مورد ارائه تسهیلات به شرکت مذکور تصمیم‌گیری می‌نماید. در رگرسیون لاجیت با توجه به اینکه ضریب تعیین معمولی R^2 برای نشان دادن خوبی برازش مدل مناسب نیست؛ بنابراین از شاخص‌های دیگری به منظور بررسی خوبی برازش مدل استفاده می‌شود که در جدول (۳) به برخی از آنها اشاره شده است. در این جدول آماره LR دارای توزیع کای دو با ۵ (تعداد متغیرهای مستقل) درجه آزادی است و برای آزمون فرضیه «بی اثر بودن متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته» به کار می‌رود. به عبارت دیگر در این آماره فرضیه مساوی صفر بودن تمام ضرایب متغیرهای مستقل در مقابل مخالف صفر بودن آنها آزمون می‌شود. همان طور که ملاحظه می‌شود احتمال

این آماره کمتر از ۰.۵٪ و برابر صفر بوده و نشان دهنده این است که فرض صفر مبنی بر بی‌اثر بودن همزمان متغیرهای مستقل رد شده و در نتیجه رگرسیون معنی‌دار می‌باشد. آماره R^2 مک فادن ارائه شده در این جدول شبیه آماره R^2 در رگرسیون خطی است و خوبی برازش مدل را اندازه‌گیری می‌نماید. هرچه این مقدار نزدیک به یک باشد میزان تطابق مدل با واقعیت و به عبارتی نیکویی برازش بیشتر و هرچه این مقدار به صفر نزدیک‌تر باشد نیکویی برازش کمتر خواهد بود. لازم به ذکر است عدد به دست آمده در این تحقیق (۰.۷۹) در مقیاسه با تحقیقات مشابه مانند مطالعه بانک توسعه صادرات (۰/۶۷) و مطالعه شعب بانک ملی تهران (۰/۷۱) عدد قابل قبولی می‌باشد.

جدول (۴): نکویی برازش تابع لاجیت

شاخص	مقدار	احتمال
LR(df)=5	۲۳۶/۰۰	۰/۰
McFadden R -Squared	۰/۷۹۳	-

منبع: یافته‌های تحقیق

برای محاسبه احتمال خطای نوع اول و دوم در طبقه‌بندی متقاضیان اعتبارات بر اساس این الگو، در جدول شماره (۵) که جدول طبقه‌بندی نامیده می‌شود، سطح آستانه را ۰/۵ در نظر گرفته و هر یک از ۳۰۰ مشاهده که بر اساس الگوی تخمین زده شده احتمال عدم بازپرداخت آن کمتر از ۰/۵ باشد خوش حساب و در صورتیکه بالاتر از ۰/۵ باشد بدحساب می‌نامیم. سپس این پیش‌بینی مدل از مشاهدات را در مقابل مقادیر واقعی مشاهده شده قرار می‌دهیم و مقایسه می‌کنیم تا دقت مدل را بسنجیم.

جدول (۵): بررسی قدرت پیش‌گویی مدل

کل	Y=۱ (بد حساب)	Y=۰ (خوش حساب)	مشاهدات واقعی
			برآورد
۵۷	۲	۵۵	$P(Y > 0.5)$
۲۴۳	۲۳۹	۴	$P(Y < 0.5)$
۳۰۰	۲۴۱	۵۹	کل
۲۹۴	۲۳۹	۵۵	درست
٪۹۸	٪۹۹	٪۹۳	درست (٪)
٪۲	٪۱	٪۷	نادرست (٪)

منبع: یافته‌های تحقیق

طبقه‌بندی «درست» وقتی حاصل می‌شود که در صورت وجود مقدار صفر برای متغیر Y (مشتری خوش حساب) مقدار پیش‌بینی شده احتمال کمتر یا برابر حد آستانه و در صورت وجود مقدار ۱ برای متغیر Y (مشتری بدحساب) مقادیر پیش‌بینی شده احتمال بیشتر از حد آستانه محاسبه شود. نسبتی از مشاهدات $Y=1$ که به درستی پیش‌بینی شده‌اند را «درجه حساسیت»^۱ مدل می‌نامند که برابر ۹۹ درصد است و نسبتی از مشاهدات $Y=0$ که به درستی پیش‌بینی شده‌اند را «درجه تشخیص»^۲ مدل می‌نامند که برابر ۹۳ درصد می‌باشد. مدل ۲۹۴ مورد از ۳۰۰ مورد را درست تشخیص می‌دهد (۹۸٪). با توجه به این جداول خطای نوع اول یعنی ریسک اعتباری در مدل برازش شده برابر ۱ درصد (عددیک منهای درجه حساسیت) و خطای نوع دوم یعنی ریسک تجاری برابر ۷ درصد (عدد یک منهای درجه تشخیص) می‌باشد.

به منظور بررسی کارایی مدل برازش شده و نیز قدرت پیش‌گویی آن با استفاده از داده‌های خارج از مدل، ۲۵ درصد از حجم کل نمونه یعنی ۱۰۰ مشاهده از ۴۰۰ مشاهده اولیه به عنوان داده‌های آزمایش در برازش مدل استفاده شد تا پس از برآورد ضرایب متغیرهای مستقل مدل مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین در این بخش با استفاده از تابع رگرسیون لاجیت به دست آمده مقادیر این اطلاعات وارد مدل شد و بدین ترتیب احتمال عدم بازپرداخت به موقع تسهیلات اعطایی (ریسک اعتباری) مشاهدات نیز با استفاده از مدل برازش شده محاسبه گردید و در حد آستانه ۰/۵ (که به طور معمول در تحقیقات مشابه به عنوان حد آستانه در نظر گرفته می‌شود) و ۰/۳ (مقدار حد آستانه بهینه) با مقادیر واقعی متغیر وابسته مقایسه شد. معیار طبقه‌بندی به این ترتیب است که اگر مقدار احتمال محاسبه شده برای هر مشاهده (مشتری) کمتر از حد آستانه باشد مشتری در گروه خوش حساب ($Y=0$) و در صورتی که مقدار احتمال بیشتر از حد آستانه تعیین شده باشد مشتری در گروه بدحساب ($Y=1$) طبقه‌بندی می‌شود. در جدول شماره (۶) زیر یک نمونه ۱۰ تایی از کل داده‌های شاهد آورده شده است. در این جدول ابتدا با ضرایب به دست آمده از مدل و متغیرهای مستقل هر یک از داده‌ها، مقدار نهایی مدل (Y) به دست می‌آید. با توجه به اینکه این مقدار الزاماً بین صفر و یک نیست با استفاده از تابع انتقال، اعداد بین صفر و یک نگاشت می‌شوند که این اعداد پیش‌بینی

^۱ Sensitivity

^۲ Specificity

مدل (احتمال عدم بازپرداخت) است. ستون مقابل آن نیز اعداد واقعی نمایش داده شده است تا مقایسه راحت تر صورت گیرد. $F(Y)$ (تابع انتقال)، همان رابطه (۳) است P_c طبقه پیش‌بینی شده توسط مدل (حد آستانه $0/3$) و A_c طبقه واقعی است. نتایج حاصل از این بررسی برای ۱۰۰ مشاهده شاهد در جداول (۷) و (۸) منعکس شده‌اند.

جدول (۶): نمونه‌ای از داده‌های شاهد

متغیر مشاهده	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y	F(Y)	P_c	A_c
۱	۹۳۶.۴۱۳.۴۸۳	۰	۴/۰۰	۰/۲۴	۳/۲۰	-۲/۸۶	۰/۰۵	۰	۰
۲	۳۸۲.۴۷۰.۱۷۶	۱	۳۶/۰۵	۰/۳۱	۱/۰۹	۴/۷۲	۰/۹۹	۱	۱
۳	۱۷۴.۵۸۳.۱۴۰	۱	۲/۸۸	۰/۲۹	۹/۸۸	-۱/۱۷	۰/۲۴	۰	۱
۴	۱۳۱.۴۷۹.۷۲	۰	۱۹/۳۱	۰/۲۶	۱/۸۰	۴/۰۵	۰/۹۸	۱	۱
۵	۱۴۶.۴۵۸.۶	۴	۲/۱۱	۰/۱۰	۹/۸۲	۲/۵۷	۰/۹۳	۱	۱
۶	۳۳۶.۷۴۹.۴۷	۰	۳۸/۶۳	۰/۳۵	۹/۰۸	۱/۹۷	۰/۸۸	۱	۱
۷	۷۸۰.۹۳۳.۱۰۲	۵	۴۸/۷۴	۰/۳۳	۳/۲۱	۷/۹۹	۱/۰۰	۱	۱
۸	۲۷۲.۰۲۶.۲۶۲	۰	۲/۸۷	۰/۲۵	۵/۲۰	-۱/۰۷	۰/۲۶	۰	۰
۹	۶۶۳.۶۸۴.۱۴۹	۰	۰/۸۶	۰/۶۰	۶/۱۲	-۰/۳۹	۰/۴۰	۱	۰
۱۰	۱۳۶.۶۳۰.۱۳۶	۳	۱۷/۴۶	۰/۳۵	۹/۲۲	۱/۳۷	۰/۸۰	۱	۱

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۷): قدرت پیش‌گویی مدل با استفاده از داده‌های شاهد با حد آستانه $0/3$

مقدار واقعی	حد آستانه = $0/3$	$Y = 1$	$Y = 0$
مقدار برآورد شده	$P(Y > 0/3)$	۵	۲۷
	$P(Y < 0/3)$	۶۰	۸
درجه حساسیت	۰/۹۲۳	ریسک اعتباری	۰/۰۷۶
درجه تشخیص	۰/۷۷۱	ریسک تجاری	۰/۲۲۸
میزان نیکویی برازش مدل	۰/۸۶		

منبع: یافته‌های تحقیق

^۱ Predicted class^۲ Actual class

جدول (۸): قدرت پیش‌گویی مدل با استفاده از داده‌های شاهد با حد آستانه ۰/۵

$Y = 0$	$Y = 1$	حد آستانه = ۰/۵	مقدار واقعی
۳۱	۶	$P(Y > 0/5)$	مقدار برآورد شده
۴	۵۹	$P(Y < 0/5)$	
۰/۰۹۲	ریسک اعتباری	۰/۹۰۷	درجه حساسیت
۰/۱۱۵	ریسک تجاری	۰/۸۸۵	درجه تشخیص
۰/۹۰			میزان نیکویی برازش مدل

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که مشاهده می‌شود مدل در برآورد ریسک اعتباری داده‌های شاهد از کارایی بالای ۹۰ و ۸۶ درصدی برخوردار است. این امر نشان می‌دهد که در صورت استفاده از این مدل می‌توان حدود ۹۰ و ۸۶ درصد (به ترتیب در حد آستانه ۰/۵ و ۰/۳) تسهیلات را به مشتریان واقعی تخصیص داد. در مقایسه دو جدول به وضوح دیده می‌شود که با کاهش حد آستانه درجه تشخیص کاهش و درجه حساسیت افزایش می‌یابد.

۵- نتیجه‌گیری

فرضیه اصلی این تحقیق وجود یا عدم وجود مدلی کارا برای دسته‌بندی مشتریان حقوقی بانک رفاه بوده است. با مطالعه مدل به دست آمده می‌توان عنوان نمود که با توجه به علامت منطقی و معنی‌دار ضرایب متغیرهای مستقل مدل و قدرت پیش‌بینی آن، الگوی ارائه شده، الگوی مناسبی است. به طوری که در آزمون مدل با استفاده از داده‌های خارج از مدل (شاهد)، مشاهده شد که درجه حساسیت، تشخیص و کارایی مدل قابل قبول بوده و در حد آستانه ۰/۵، کارایی مدل برابر ۹۰٪ و در حد آستانه ۰/۳ (حد آستانه بهینه)، ۸۶٪ است. کارایی ۸۶٪ به دست آمده در حد آستانه ۰/۳ نشان می‌دهد که مدل در موارد مشابه نیز به طور متوسط ۸۶٪ موارد را درست تشخیص می‌دهد. این درصد کارایی برای پیش‌بینی قصور، قابل اعتماد به نظر می‌رسد. یعنی در صورت تقاضای شرکت جدید با استفاده از این مدل می‌توان با احتمال ۸۶٪ احتمال قصور بازپرداخت آن را محاسبه نمود و نتیجه به دست آمده از مدل می‌تواند مبنای تصمیم‌گیری در مورد اعطای وام باشد. همچنین با استفاده از این مدل، شرکت‌ها را بر اساس ریسک اعتباری آنها می‌توان رتبه‌بندی نمود. نتایج این تحقیق با نتایج مطالعات قبلی از جمله مطالعه مربوط به بانک رفاه براساس نظرات کارشناسان خبره منطبق است به طوری که از ۵ متغیر شناسایی شده در این مطالعه، ۴ متغیر در مطالعه مذکور نیز آمده است. عوامل موثر بر ریسک اعتباری

که در این مطالعه به دست آمده است با عوامل موثر بر ریسک اعتباری مشتریان حقوقی سایر بانک‌ها از جمله بانک کشاورزی و بانک توسعه صادرات مطابقت دارند. استقرار سیستم رتبه‌بندی اعتباری مشتریان، بانک‌ها را در تخصیص بهینه منابع و تسهیلات مالی خود یاری می‌دهد. همچنین با استقرار این سیستم، این امکان برای سیستم بانکی کشور فراهم می‌آید 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 گونه‌ای باشد که قادر به پوشش ریسک اعتباری آنها گردد. همچنین با توجه به اینکه داشتن اطلاعات مالی و اقتصادی به روز شده نقش مهمی در ایجاد، توسعه و بهبود مدل‌های ریسک اعتباری ایفا می‌کند، پیشنهاد می‌شود که بانک‌ها نسبت به ایجاد بانک اطلاعاتی و استفاده از سیستم اعتباری رتبه‌بندی اقدام نمایند. برای مطالعات آتی استفاده از سایر روش‌های تخمین مانند شبکه‌های عصبی پیشنهاد می‌شود.

فهرست منابع

۱. ابراهیمی، مرضیه، و دریا، عبدالله (۱۳۹۱). مدیریت ریسک اعتباری در نظام بانکی - رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی. *فصلنامه دانش سرمایه‌گذاری*، سال اول، ۲، ۳۵-۶۲.
۲. بانک رفاه (۱۳۸۶). *رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقیقی بانک رفاه کارگران*. گزارش داخلی اداره مطالعات و بازاریابی بانک رفاه.
۳. تهرانی، رضا، و فلاح شمس، میرفیض (۱۳۸۴). طراحی و تبیین مدل ریسک اعتباری در نظام بانکی کشور. *نشریه علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز*، ۴۳، ۴۴-۶۰.
۴. ذکاوت، سید مرتضی (۱۳۸۱). *مدل‌های ریسک اعتباری مشتریان بانک توسعه صادرات ایران*. موسسه عالی بانکداری ایران.
۵. سلیمانی امیری، غلامرضا (۱۳۸۱). *بررسی شاخص‌های پیش‌بینی‌کننده ورشکستگی در شرایط محیطی ایران*. پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تهران.
۶. شیرین بخش، شمس‌اله، یوسفی، ندا، و قربان‌زاد، جهانگیر (۱۳۹۰). بررسی عوامل موثر بر احتمال عدم بازپرداخت تسهیلات اعتباری بانک‌ها (مطالعه موردی مشتریان حقوقی بانک توسعه صادرات ایران). *فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار*، ۱۲، ۱۱۱-۱۳۷.
۷. عرب مازار، عباس، و رویین تن، پونه (۱۳۸۵). عوامل موثر بر ریسک اعتباری؛ مطالعه موردی بانک کشاورزی. *جستارهای اقتصادی*، سال سوم، ۶، ۴۵-۸۰.

۸. فلاح پور، سعید (۱۳۸۳). پیش بینی درماندگی شرکت‌ها با استفاده از مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۹. گجراتی، دامودار (۱۳۸۳). *مبانی اقتصادسنجی*. جلد دوم، ترجمه حمید ابریشمی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم.
۱۰. منصوری، علی (۱۳۸۲). *طراحی و تبیین مدل ریاضی تخصیص تسهیلات بانکی (رویکرد مدل‌های کلاسیک و شبکه‌های عصبی)*. پایان‌نامه دکتری اقتصاد، دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس.
۱۱. میرزایی، حسین، نظریان، رافیک، و باقری، رعنا (۱۳۹۰). بررسی عوامل موثر بر ریسک اعتباری اشخاص حقوقی بانک‌ها (مطالعه موردی شعب بانک ملی ایران، شهر تهران). *فصلنامه روند پژوهش‌های اقتصادی*، سال نوزدهم، ۵۸، ۶۷-۹۸.
۱۲. یزدی، عباس (۱۳۸۷). *فرهنگ مدیریت انگلیسی-فارسی*. انتشارات رهنما.
1. Abdou, HAH, Pointon, J, & El-Masry, A. (2007). Neural nets versus conventional techniques in credit rating in egyptian banking. *Expert Systems with Applications: An International Journal*, 35(3), 1275-1292.
 2. Altman, E. I. (1968). Financial ratios, discriminate analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *Journal of Finance*, 23 (September), 589-609.
 3. Beaver W.H. (1967). Financial ratios as predictors of failure. *Journal of Accounting Research*, 4, 71-102.
 4. Bryant, K. (2001). An agricultural loan evaluation expert system. *Expert Systems with Applications: An International Journal*, 21(2001), 75-85.
 5. Caouette, J., E. Altman, & P. Narayanan (1998). *Managing credit risk: the next great financial challenge*. John Wiley & Sons, New York.
 6. Desai V. S., Crook, J. N., & Overstreet, G. A. J. (1996). A comparison of neural networks and linear rating models in the credit union environment. *European Journal of Operational Research*, 95, 24-37
 7. Elmer, Peter J., & David M. Borowski (1988). An expert system and neural networks approach to financial analysis. *Financial Management*, 12, 66-76.
 8. Glantz, Morton (2003). *Managing bank risk*. Academic Press.
 9. Huang C.L., Chen, M.C., & Wang, C.J. (2007). Credit rating with a data mining approach based on support vector machines, *Expert System with Application*, 32, 847-856.
 10. Morgan, J.P. (1998). *Creditmetrics-technical document*. New York, J.P. Morgan & Co. Incorporated.
 11. Kim, Y.S., & Sohn S.Y. (2004). Managing loan customers using misclassification patterns of credit scoring model. *Expert Systems with Applications*, 26(4), 567-573.

12. Lee, T.S., & Chen, I.F. (2005). A two-stage hybrid credit rating model using artificial neural networks and multivariate adaptive regression splines. *Expert System with Application*, 28, 743-752.
13. Lee, T.S., Chiu, C.C., & Lu, C.J. & Chen, I.F. (2002). Credit scoring using the hybrid neural discriminant technique. *Expert Systems with Application*, 23(3), 245- 254.
14. Nanni L., & Lumini A. (2009). An experimental comparison of ensemble of classifiers for bankruptcy prediction and credit scoring. *Expert Systems with Applications*, 36 (2), 3028-3033.
15. Sarlija, Natasa, Bencic, Mirta, & Zekic-Susac Marijana (2005). Selecting neural network architecture for investment profitability predictions. *Journal of Information and Organizational Sciences*, 29(2), 83-95.
16. Saunders, A., & Allen, L. (2002). *Credit risk measurement*, Second Edition. New York, John Wiley & Sons.
17. Treacy, William F., & Carey Mark S. (1998). Credit risk rating at large U.S banks. *Journal of Banking and Finance*, 24, 167-201.
18. West D (2000). Neural network credit rating models. *Journal of Computers & Operations Research*, 27, 1131-1152.
19. Xu X., Zhou C., & Wang Z. (2009). Credit scoring algorithm based on link analysis ranking with support vector machine. *Expert Systems with Applications*, 36(2, Part 2), 2625-2632.