

شناسایی عوامل مؤثر بر احتمال عدم بازپرداخت تسهیلات اعتباری بانکها (مورد مطالعه: مشتریان حقیقی صندوق مهر امام رضا(ع) شهرستان بابلسر)

دکتر ناصر علی یداله زاده طبری^۱، دکتر عرفان معماریان^۲، عاطفه نصیری^۳

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۱۷

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۲۸

چکیده

این پژوهش با هدف شناسایی عوامل مؤثر بر خطرپذیری اعتباری و ارائه مدلی برای رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقیقی، متقاضی تسهیلات صندوق مهر امام رضا(ع) شهرستان بابلسر، در فاصله زمانی ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۱ انجام شده است. به منظور بررسی‌های لازم، از ۱۵ متغیر توضیح‌دهنده احتمال نکول، متغیرهای جمعیت‌شناختی (سن، جنس، تحصیلات، ...) و متغیرهای مالی (میزان وام، ارزش وثیقه، ...) استفاده شد. نتایج برآورد نشان می‌دهد متغیرهای وضعیت اجرای طرح و جنسیت، از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر احتمال عدم بازپرداخت تسهیلات بوده‌اند؛ نوع وثیقه، سوابق مهارتی و زمینه فعالیت نیز در کاهش احتمال عدم بازپرداخت تسهیلات مؤثرند.

کلیدواژه‌ها: تسهیلات اعطایی، رتبه‌بندی اعتباری، ریسک اعتباری، مدل اعتباری، مدل پروبیت.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. استادیار گروه اقتصاد، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران (نویسنده مسئول: nasertabari@yahoo.com)

۲. استادیار گروه اقتصاد، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

۳. کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران Nasiria44@yahoo.com

Identification the Factors Affecting the Probability of Non-Repayment of Banks Credit Facilities

Dr.Naser Ali Yadolahzadeh Tabari^{1}, Dr.Erfan Memarian², Atefeh Nasiri³*

Abstract

This study aims to identify the factors influencing credit risk and provide a model for real clients credit rating, the applicants of Mehr Imam Reza fund facilities in Babolsar, from 1388 to 1391. In order to explain more, default probability of 15 explanatory, demographic (age, sex, education, ...) and financial variables (the loan value of the collateral) were considered. The results indicate that the implementation status and gender variables have been the most important factors affecting the probability of non-repayment of loans. Of course the type of collateral, skill experience, financial status and the background of activities are effective as well in reducing the risk of non-repayment of loans.

Keywords: granted facilities, credit rating, credit risk, credit model, Probit model.

مقدمه

مهم‌ترین نقش را در جریان بحران وام و اعتبار داشته است. با وجود تشدید فرایند جهانی شدن، و مقررات زدایی و نوآوری‌های مالی، از اهمیت مبحث ریسک اعتباری کاسته نشده است (پسیلاکی^۴ و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به بحران‌های مالی اخیر، ارزیابی ریسک اعتباری در مدیریت ریسک مالی، به‌طور فزاینده‌ای اهمیت یافته است. بر این اساس، مدل‌های ارزیابی ریسک اعتباری برای مؤسسات مالی به‌ویژه برای اعطای اعتبار، و تصمیم‌های درست اعطای اعتبار، بیشتر مورد توجه واقع شده‌اند. با گسترش وام‌ها در مؤسسات مالی، مزایای بالقوه تصمیم‌گیری و ارزیابی اعتباری صحیح در عمل قابل توجه خواهد بود؛ حتی

بحران وام و اعتبار اخیر که از جولای ۲۰۰۷ آغاز شد، عاملی برای تزلزل بازارهای مالی، تضعیف اعتماد مصرف‌کننده و سرمایه‌گذار و سبب نگرانی‌های جدی مؤسسات مالی درمورد ثبات بازارهای مالی و کل اقتصاد جهانی شده است. اگر چه مطالعات مختلف برای این بحران تابه‌حال علل متفاوتی ذکر نموده‌اند، ولی غالباً بر نقش بانک‌ها، دولت‌ها و نهادهای مالی برای جلوگیری از این مشکلات در آینده تاکید کرده‌اند (اریسکی^۴ و همکاران، ۲۰۱۲). با اینکه عدم تعادل در بازار، علت اصلی آشفتگی اخیر در بازارهای مالی بین‌المللی بوده، ریسک اعتباری

1*. Assistant Professor of Economics, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran (Corresponding Author, email: nasertabari@yahoo.com)

2. Assistant Professor of Economics, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran

3. M. A in Management, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran

4. Oriski, S.

5. Psillaki, M.

بنابراین، ارزیابی ریسک اعتباری، عاملی مؤثر در کمک به نهادهای مالی برای اعطای اعتبار به مشتریان خوش حساب و رد اعطای اعتبار به مشتریان بدحساب و در نتیجه کاهش ریسک محسوب می‌شود (لیگونگ^۶ و همکاران، ۲۰۱۰).

دقت در شناسایی یک مشتری خوب یا بد در شرایط ریسک اعتباری را می‌توان با اقداماتی افزایش داد از جمله: ۱. انتخابی خوب از داده‌های ورودی، ۲. استفاده از بهترین روش طبقه‌بندی، ۳. ترکیب نتایج روش‌های مختلف طبقه‌بندی (ساسترسیک^۷ و همکاران، ۲۰۰۹).

تا چند سال قبل، تحقیق بر روی اندازه‌گیری ریسک اعتباری مشتریان حقیقی به ندرت انجام می‌شد. از طرف دیگر، با توجه به مشکل دردسترس بودن داده‌ها، مدل‌های ارزیابی کمی اعتبار مشتریان حقیقی بسیار دیرتر از مدل‌های اعتباری مشتریان حقوقی (کسب‌وکار) ارائه شدند و داده‌ها به پایگاه خود مؤسسات مالی محدود می‌شد؛ اما امروزه در چندین کشور، داده‌ها به طور فراگیرتری در اختیار مؤسسات مالی و محققان قرار گرفته و بسیاری از تکنیک‌های اعتباری کمی در این زمینه عرضه شده‌اند (همان).

در سال‌های اخیر، از مدل‌های آماری طبقه‌بندی شده در مؤسسات مالی به عنوان ابزار عمده‌ای جهت تعیین ریسک اعتباری مشتریان، استفاده می‌شود. به کارگیری مدل‌های طبقه‌بندی شده از دهه ۱۹۹۰، هنگامی که تغییرات در صحنه جهانی مانند مقررات زدایی نرخ بهره و نرخ ارز، افزایش نقدینگی و رقابت بیشتر بانک‌ها باعث نگرانی بسیار زیاد مؤسسات و بانک‌ها در مورد ریسک اعتباری شده، تثبیت شده است (لوزادا^۸ و همکاران، ۲۰۱۲).

تجزیه و تحلیل اعتباری از پیشینه اعتبار متقاضی با هدف بررسی احتمال بازپرداخت وام، برای تعیین قدرت مالی وام‌گیرنده و به حداقل رساندن ریسک عدم بازپرداخت

کسری از یک درصد افزایش دقت در ارزیابی، دستاورد قابل توجهی به همراه دارد (یو^۱ و همکاران، ۲۰۱۱). از این رو، توجه به سیستم‌های هشداردهنده بحران مالی بانک‌ها، مسئله‌ای مهم برای نظارت مقامات و سرمایه‌گذاران است. ارزیابی ریسک مالی که به طور بالقوه می‌تواند به بحران مالی در بانک‌ها منجر شود، نیازمند تکنیک‌های مدل‌سازی پیشرفته است (لین^۲، ۲۰۰۹). استفاده بانک‌ها و پژوهشگران از مدل‌های ارزیابی اعتباری با هدف تفکیک مشتریان به مشتریان با ریسک اعتباری پایین (احتمال زیاد به بازپرداخت تعهدات مالی) و مشتریان با ریسک اعتباری بالا (احتمال زیاد به عدم بازپرداخت تعهدات مالی)، در جهت بهبود روند ارزیابی اعتبار است. طراحی مدل‌های اعتباری، مستلزم به کارگیری تکنیک‌های داده‌کاوی، سوابق پرداخت‌های مشتری، ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و تکنیک‌های آماری است. مدل‌های ارزیابی، به شناسایی ویژگی‌های مهم جمعیتی مربوط به ریسک اعتباری و ارائه نمره برای هر مشتری منجر می‌شود (یاپ^۳ و همکاران، ۲۰۱۱).

هدف از این تحقیق، شناسایی عوامل مهم جمعیت‌شناختی و مالی در ارزیابی ریسک اعتباری است.

مروری بر پیشینه تحقیق

وام اعطا شده بانک‌ها و انواع دیگر مؤسسات مالی به مشتریان حقیقی، بخشی از اقتصاد است که در طول ۵۰ سال اخیر رشد سریعی داشته است. به طور طبیعی، به تناسب افزایش وام‌ها تعداد وام‌های قصور یافته نیز بیشتر می‌شود (گانوپائلو^۴ و جیاپوتزی^۵، ۲۰۱۳). اگر چه مؤسسات مالی از افزایش مشتریانی که به تعهدات خود در مورد قرارداد وام عمل نمی‌کنند، آسیب می‌بینند، با این حال، نهادهای مالی نمی‌توانند در این بازار رو به رشد، اعتبارات تمامی مشتریان خود را صرفاً برای جلوگیری از ریسک اعتباری رد کنند.

1. Yu, L.

2. Lin, S. L.

3. Yap, B. W.

4. Ganopoulou, M.

5. Giapoutzi, F.

6. Ligung, et al.

7. Sustersic, M.

8. Louzada, F.

ژاکوبسن^{۱۱} و روزباخ^{۱۲} (۲۰۰۳)، با استفاده از مدل پروبیت دومتغیره نشان دادند که با یک طبقه‌بندی می‌توان میزان احتمال نکول را به حداقل و مطلوبیت سود را به حداکثر رساند. مین^{۱۳} و همکاران (۲۰۰۸)، براساس مدل پروبیت دومتغیره، رابطه متقابل معنی‌داری را بین وام‌های رد شده و وام‌های اعطاشده بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که متغیرهای با اثرات مثبت (منفی)، در احتمال اعطای وام، همان اثر را برای احتمال نکول داشته است. این نشان می‌دهد که روش مورد استفاده بانک در اعطای وام، با به حداقل رساندن احتمال نکول سازگار است و با به حداکثر رساندن سود سازگار نیست. نی^{۱۴} و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که رگرسیون لجستیک کمی بهتر از درخت تصمیم‌گیری است. برای رتبه‌بندی کارت‌های اعتباری یک بانک چینی، چهار دسته متغیر از میان ۱۳۵ متغیر انتخابی بعد از نظرسنجی‌ها بررسی شد: اطلاعات مربوط به مشتری، اطلاعات کارت، اطلاعات مربوط به ریسک، و اطلاعات مربوط به فعالیت‌های معامله. شای^{۱۵} و همکاران (۲۰۱۳)، در ارزیابی ریسک شخصی به منظور مقایسه روش تبعیضی و تحقیقات تجربی بانک‌های چینی، از روش رگرسیون لجستیک برای شناسایی عوامل خوشه در مدل خوشه دوطرفه استفاده کردند؛ که نتایج بررسی آنان نشان داد که رگرسیون لجستیک به خوبی توانسته است عوامل اصلی را شناسایی کند. گانوپائلو و همکاران (۲۰۱۳)، با استفاده از مدل پروبیت دومتغیره، رتبه‌بندی اعتباری و سیاست‌های وام‌دهی بانک در وام‌های شخصی در طول دوره ۲۰۰۹-۲۰۰۷ را در یونان بررسی کردند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که متغیرهای بیمه وام، تأهل، مالکیت، شهر بزرگ، و وام‌های دیگر، با احتمال نکول ارتباط دارند و سیاست‌های وام‌دهی با به حداقل رساندن احتمال نکول سازگار است.

به یک سطح قابل قبول صورت می‌گیرد. به‌طور کلی برای برآورد اعتبار وام‌گیرنده، از دو روش اصلی استفاده می‌شود: روش ارزیابی ذهنی مأمور اعطای اعتبار (روش قضاوتی) و روش رتبه‌بندی اعتباری (کروک^۱، ۱۹۹۶). گلاسمن^۲ و ویلکنیز^۳ (۱۹۹۷) ادعا می‌کنند روش قضاوتی اعتبار، ناکارآمد، غیرقابل توصیف، ناسازگار و غیراستاندارد است. افزایش تقاضا برای اعتبار همزمان با افزایش رقابت تجاری و ظهور تکنولوژی کامپیوتری جدید، به شکل‌گیری روش رتبه‌بندی اعتباری منجر شده است.

روش رتبه‌بندی اعتباری، طبقه‌بندی دقیق‌تری از روش ارزیابی قضاوت ذهنی توسط متصدیان اعطای اعتبار ارائه می‌دهد (روزنبرگ^۴ و گلات^۵، ۱۹۹۴). کیفیت پیش‌بینی مدل رتبه‌بندی اعتباری می‌تواند در ارزیابی براساس معیارهایی مانند حساسیت، ویژگی، ارتباط ضرایب و معیارهای اطلاعاتی (آنتروپی نسبی و اطلاعات متقابل) مؤثر باشد (بالدی^۶ و براناک^۷، ۲۰۰۰). به‌طور کلی، بهترین روش آماری برای ساخت مدل رتبه‌بندی اعتباری وجود ندارد و انتخاب تکنیک خاص به جزئیاتی از مسئله مانند ساختار داده، ویژگی‌های مورد استفاده، قابلیت تفکیک طبقات براساس ویژگی‌ها و هدف از طبقه‌بندی بستگی دارد (هنلی^۸ و هند^۹، ۱۹۹۷).

در پژوهش حاضر، توانایی مدل‌های لجیت و پروبیت در رتبه‌بندی اعتباری براساس اطلاعات مشتریان حقیقی بررسی می‌شود.

بویز^{۱۰} و همکاران (۱۹۸۹)، با استفاده از مدل پروبیت نشان دادند که درآمد مورد انتظار از وام‌های اعتباری، بر هر دو احتمال نکول و حفظ توازن متکی است. آنها بیان داشتند که در مدل پروبیت، فرض این است که احتمال نکول زیر تابع توزیع نرمال تجمعی استاندارد قرار می‌گیرد.

1. Crook, J. N.

2. Glassman, C. A.

3. Wilkins, H. M.

4. Rosenberg, E.

5. Glat, A.

6. Baldi, P.

7. Branak, S.

8. Henly, W. E.

9. Hand, D. J.

10. Boyes, J. W.

11. Jacobson, T.

12. Roszbach, K.

13. Min, F.

14. Nie, G.

15. Shuai, L.

امام رضا(ع) شهرستان بابلسر تسهیلات دریافت کرده‌اند، اعضای جامعه آماری موردبررسی را تشکیل داده‌اند.

۲. الگوی تحقیق و داده‌ها

از میان اعضای جامعه آماری، از اطلاعات ۳۳۰ مشتری به‌طور تصادفی به‌عنوان داده‌های آزمایش برای طراحی مدل استفاده شد. از این مشتریان، ۲۲۱ مشتری خوش‌حساب و ۱۰۹ مشتری بدحساب بوده‌اند.

الف - متغیر وابسته^۱

وضعیت اعتباری^۲: یعنی وضعیت بازپرداخت تسهیلات دریافتی مشتریان در موعد مقرر. این متغیر در مدل رگرسیونی، متغیر پاسخ و تعیین‌کننده وضعیت بازپرداخت مشتری است و ماهیتاً خصوصیت گسسته دارد. به این متغیر می‌توان دو حالت صفر و یک را اختصاص داد: صفر: برای مشتریانی که در بازپرداخت قصور ندارند(خوش‌حساب).

یک: برای مشتریانی که در بازپرداخت قصور دارند(بدحساب).

تحقیق سپهردوست^۱ و برجسیان^۲(۲۰۱۳) به‌منظور ارائه مدلی برای رتبه‌بندی اعتباری بانک پارسیان انجام شده است. نتایج تحقیق آنان نشان می‌دهد که احتمال نکول مشتریان، با میزان وثیقه، مقدار درآمد ماهیانه مشتری، و وضعیت متقاضی - ازقبیل محل سکونت(مالک یا مستأجر بودن)، و سن متقاضی - رابطه مثبت و با میزان تسهیلات پرداخت‌شده به مشتریان و مدت زمان بازپرداخت تسهیلات اعطایی رابطه منفی دارد. مهدوی‌راد(۱۳۸۹)، با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی لاجیت و پروبیت، نتیجه گرفت که ۵ متغیر خالص درآمد ماهیانه متقاضی، مدت تسهیلات، میزان تسهیلات، خالص درآمد ماهیانه ضامن، و سابقه کار، از عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری صنعت لیزینگ هستند و کارایی مدل لاجیت با استفاده از داده‌های تخمین، بیش از مدل پروبیت است.

فرضیه‌های تحقیق

۱. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی، بر احتمال عدم بازپرداخت تسهیلات اعتباری مشتریان مؤثرند.
۲. ویژگی‌های مالی، بر احتمال عدم بازپرداخت تسهیلات اعتباری مشتریان مؤثرند.

روش‌شناسی تحقیق

روش‌شناسی تحقیق

۱. جامعه آماری

در این تحقیق، مشتریان حقیقی صندوق مهر امام رضا(ع) شهرستان بابلسر به‌عنوان اعضای جامعه آماری، به‌منظور بررسی احتمال نکول انتخاب شدند. از آنجا که دوره بازپرداخت تسهیلات اعطایی معمولاً ۵ سال طول می‌کشد، کلیه مشتریانی که جهت اخذ تسهیلات، پرونده‌های خود را ارائه و در سال ۱۳۸۸ از صندوق مهر

روش‌شناسی تحقیق

سن^۳: وام‌گیرندگان به چندین رده طبقه‌بندی می‌شوند: بالای ۴۵ سال(۰)، بین ۳۰ تا ۴۵ سال(۱)، زیر ۳۰ سال(۲).

وضعیت تأهل^۴: این متغیر بر روی مسئولیت‌پذیری و قابل‌اعتمادبودن وام‌گیرنده تأثیر می‌گذارد. وضعیت تأهل در این تحقیق، به دو دسته تقسیم شده است: متأهل(۰)، مجرد(۱).

1. Dependent Variable
2. Credit Status
3. Independent Variable

4. Gender
5. Age
6. Marital Status

از طریق سایت صندوق درخواست وام می‌کنند و برخی دیگر با معرفی نهادهای خاص یا اشخاص به صندوق مراجعه و درخواست وام می‌کنند. در این تحقیق، نحوه ارتباط با صندوق به دو دسته تقسیم شده است: معرفی‌شده (۰)، عادی (۱).

مبلغ تسهیلات: مبلغی است که با توجه به میزان تسهیلات درخواستی مشتری و بررسی شرایط وی از لحاظ شخصیت، وثیقه، وضعیت درآمدی، سرمایه و شرایط بیرونی در کمیته تسهیلات جهت پرداخت به مشتری تصویب می‌شود. در این تحقیق، مبلغ تسهیلات در سه دسته قرار گرفته است: کمتر از ۵۰ میلیون ریال (۰)، بین ۵۰ تا ۸۰ میلیون ریال (۱)، بالاتر از ۸۰ میلیون ریال (۲).

نوع وثیقه: جهت اعطای تسهیلات، وثیقه‌های مختلفی از مشتری گرفته می‌شود؛ که از جمله رایج‌ترین آنها که در بانک‌ها یا مؤسسات اعتباری از مشتریان اخذ می‌شود عبارت‌اند از: سند ملکی، چک، سفته، اوراق مشارکت، گواهی سپرده بلندمدت. وثیقه دریافتی از متقاضیان در این تحقیق، دو مورد را شامل می‌شود: ملکی (۰)، غیرملکی (۱). **ارزش وثیقه:** وثیقه دریافتی از متقاضیان تسهیلات، با توجه به مبلغ تسهیلات، ارزشی دارد که در صورت عدم بازپرداخت تسهیلات توسط دریافت‌کننده قابل جایگزینی باشد. در این تحقیق، ارزش وثیقه در سه دسته قرار گرفته است: بیشتر از ۱۲۰ میلیون ریال (۰)، بین ۸۴ تا ۱۲۰ میلیون ریال (۱)، کمتر از ۸۴ میلیون ریال (۲).

۳. مدل اقتصادسنجی

به منظور بررسی مدل‌هایی با متغیر وابسته کیفی که صرفاً مقادیر صفر و یک را به خود می‌گیرند، پیشنهاد می‌شود از الگوهایی با تابع توزیع تجمعی^{۱۳} شامل مدل

تسهیلات: وضعیت تسهیلات متقاضیان در این تحقیق به سه طبقه تقسیم شده‌اند: لیسانس و بالاتر (۰)، فوق دیپلم (۱)، دیپلم و کمتر (۲).

شغل همسر: منظور، وضعیت شغلی همسر مشتری است؛ که در این تحقیق به چهار دسته تقسیم شده است: آزاد (۰)، خانه‌دار (۱)، دانشجو (۲)، بیکار (۳).

زمینه فعالیت: یعنی وامی که متقاضی از صندوق دریافت می‌کند، به چه اموری اختصاص می‌یابد. در این تحقیق، زمینه فعالیت به سه دسته تقسیم شده است: خدمات (۰)، کشاورزی (۱)، تولیدی (۲).

نوع مالکیت محل فعالیت: وضعیت ملکی محل فعالیت به دو نوع تقسیم شده است: شخصی (۰)، استیجاری (۱).

وضعیت اجرای طرح: اشاره دارد به اینکه قرار است طرح در خانه انجام شود یا به صورت صنفی یا تجاری اجرا شود؛ که در این تحقیق به: خانگی (۰) و کارگاهی (۱) تقسیم شده است.

سوابق مهارتی: نشان دهنده این است که متقاضی مهارت مورد نیاز برای فعالیت خود را با تسهیلات دبیرستانی و دانشگاهی به دست آورده یا به صورت تجربی کسب کرده است. در این تحقیق، سوابق مهارتی به دو دسته تقسیم شده است: نهاد آموزشی (۰)، تجربی (۱).

وضعیت اقتصادی: عبارت از وضعیت مالی متقاضی وام قبل از دریافت وام که در این تحقیق به سه دسته تقسیم شده است: خوب (۰)، متوسط (۱)، ضعیف (۲).

محل سکونت: به محل سکونت متقاضی وام اشاره می‌کند؛ که در این تحقیق به شهری (۰) و روستایی (۱) تقسیم شده است.

نحوه ارتباط با صندوق: بعضی از وام‌گیرندگان

۳-۱. مدل رگرسیون پروبیت

پروبیت یا احتمال واحد، سابقه‌ای طولانی دارد. با این روش که در دهه ۱۹۳۰ پیشنهاد شده است، می‌توان احتمال ارزش واحد یک متغیر دوگانه را تخمین زد. این احتمالات برآوردهای ضرایب هستند. براساس یک مدل پروبیت، تبدیل یک ترکیب خطی از متغیرهای مستقل به مقدار احتمال تجمعی از یک توزیع نرمال است. (مادالا، ۲۰۰۱؛ روبین‌فلد^{۱۰} و پیندیک^{۱۱}، ۱۹۹۷)

فرم کلی مدل پروبیت در پیش‌بینی ریسک اعتباری به‌صورت زیر است:

$$y_i = \begin{cases} 1, & y_i^* > 0 \\ 0, & y_i^* \leq 0 \end{cases} \quad y_i = x_i' \beta + \varepsilon_i \quad (۱)$$

تابع توزیع تجمعی جمله تصادفی $(\Phi(x' \beta))$ مدل پروبیت دارای توزیع نرمال است. بنابراین، احتمال (p_i) انتخاب گزینه یک در مقابل گزینه صفر با رابطه زیر بیان می‌شود:

$$P_i = \text{Prob} \left[Y_i = 1 / X = \int_{-\infty}^{x' \beta} (2\pi)^{-1/2} \exp(-t^2/2) dt = \phi(x' \beta) \right] \quad (۲)$$

که در آن، Y_i متغیر وابسته است و برای مشتریان بدحساب ارزشی برابر با یک و برای مشتریان خوش حساب ارزشی برابر با صفر دارد. X بردار متغیر توضیحی است که متغیرهای جمعیت‌شناختی و مالی مورد مطالعه را دربر می‌گیرد؛ و β بردار پارامترهای مدل است که باید برآورد شوند. ارتباط بین یک متغیر توضیحی خاص و پیامدهای احتمالی انتخاب گزینه مورد نظر یا $P(Y_i = 1)$ ، به کمک اثر نهایی که به‌صورت تغییر جزئی در احتمال انتخاب ارزش یک به‌ازای تغییر در متغیر توضیحی مورد نظر تعریف می‌شود، تعیین می‌گردد. به عبارت دیگر، اثر نهایی همان مشتق تابع

$$\frac{\partial P_i}{\partial X_{ik}} = \phi(x' \beta) \beta_k \quad (۳)$$

که در آن، ϕ نشان‌دهنده تابع چگالی احتمال متغیر تصادفی نرمال استاندارد، و به صورت زیر است:

$$\phi(x' \beta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} (x' \beta)^2 \right] \quad (۴)$$

احتمال خطی^۱، لوجیت^۲ و پروبیت^۳ استفاده شود (گجراتی، ۱۳۷۸). وجود مشکلاتی متعدد از جمله ناهمسانی واریانس، نرمال نبودن توزیع جمله اخلاص، احتمال پیش‌بینی مقادیر خارج از محدوده صفر و یک برای متغیر وابسته و نیز پایین بودن R^2 در الگوی احتمال خطی، استفاده از این روش را محدود کرده است (مادالا^۴، ۱۹۹۱).

برای انتخاب مدل برتر بین مدل‌های لوجیت و پروبیت می‌توان مقدار ماکزیمم تابع LL^۵ و نیز معیارهای شوارز - بیزین^۶ و آکاییک^۷ را مبنا قرار داد. معیار تشخیص الگوی بهینه از میان مدل‌های لوجیت و پروبیت، مدلی است که در این توابع بیشترین مقدار را داشته باشد (پسران^۸ و پسران^۹، ۱۹۹۷).

1. Linear Probability Model

2. Logit

3. Probit

4. Maddala, G. S.

5. Maximized value of the

log-likelihood function

6. Schwarz-Bayezian Criterion

7. Akaike Information Criterion

8. Pesaran, H. M.

9. Pesaran, B.

10. Rubinfeld, D. L.

11. Pindyck, R. S.

۱. تخمین ضرایب متغیرهای مستقل

به منظور طراحی مدل بهینه سنجش ریسک اعتباری برای مشتریان حقیقی صندوق مهر امام رضا (ع) شهرستان بابلسر، متغیرهای توضیحی با نرم افزارهای Eviews و Maicrofit و Spss تخمین زده شد. این متغیرها وارد مدل شد و معنی داری ضرایب آنها و معنی داری کل رگرسیون و نیز صحت تصریح مدل مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی عوامل مؤثر بر احتمال نکول می توان الگوهای لوجیت و پروبیت را به کار برد. اما به منظور انتخاب یکی از مدل های یادشده پس از برآورد الگو براساس هر دو مدل لوجیت و پروبیت، با توجه به آماره های محاسباتی بهترین مدل انتخاب شد که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. شاخص های تشخیص مدل بهینه

آماره	مدل لوجیت	مدل پروبیت
LL	-198/3189	-198/1767
شوارز-بیزین	-218/6157	-218/4736
اکاییک	-205/3189	-205/1767

مأخذ: یافته های تحقیق

علامت اثر نهایی، به علامت β_k بستگی دارد و اندازه آن با $\phi(x'\beta)_k$ تغییر می کند، در نتیجه به اندازه اثر نهایی به سطوح تمامی متغیرهای موجود در ماتریس متغیرهای توضیحی بستگی دارد. با مقادیر مختلف متغیرهای مستقل، برآوردهای متفاوتی از اثرات نهایی ارائه می شود؛ ولی بهتر است برآورد اثرات نهایی در مقدار میانگین متغیرهای مستقل محاسبه شود. در صورتی که متغیرهای توضیحی به صورت مجازی صفر یا یک تعریف شده باشند، اثر نهایی به صورت تغییر جزئی در احتمال انتخاب ارزش یک به ازای تغییر در متغیر توضیحی مجازی از صفر به یک تفسیر می شود.

نتایج تحقیق

در این قسمت، نتایج مدل رگرسیونی تجزیه و تحلیل می شود؛ که تجزیه و تحلیل ضرایب مدل برازش شده، تفسیر نتایج حاصله، و بررسی و کارایی و قدرت پیش بینی مدل را دربر می گیرد.

براساس نتایج جدول ۱، مدل پروبیت به عنوان بهترین مدل انتخاب شد.

جدول ۲. ضرایب تابع پروبیت و شاخص های معنی داری مدل

نام متغیر ^۶	علامت ^۵	ضرایب ^۴	انحراف معیار ^۳	آماره T ^۲	معنی داری ^۱
عدد ثابت	C	2/4136	1/3193	1/8294	0/068
جنسیت	X1	-0/67172	0/33710	-1/9927	0/047
وضعیت تأهل	X3	-0/26817	0/1798	-1/4910	0/137
تحصیلات	X4	-0/069860	0/13257	-0/52698	0/599
زمینه فعالیت	X6	0/18371	0/10375	1/7707	0/078
وضعیت اجرای طرح	X7	-1/1231	0/36943	-3/0399	0/003
نوع مالکیت محل فعالیت	X8	-0/44688	0/16751	-0/26677	0/790
سوابق مهارتی	X9	0/38974	0/17920	2/1749	0/30
وضعیت اقتصادی	X10	-0/17957	0/13828	-1/2986	0/195
منطقه محل سکونت	X11	-0/18674	0/15431	-1/2101	0/227
نحوه ارتباط با صندوق	X12	0/127459	0/25776	0/49499	0/621
میزان وام دریافتی	X13	0/11255	0/19804	0/56835	0/570
نوع وثیقه	X14	0/45212	0/26547	1/7031	0/090
ارزش وثیقه	X15	0/077895	0/16035	0/48570	0/627

مأخذ: یافته های تحقیق

1. probability

2. t-statistic

3. standard error

4. coefficient

5. mark

6. variabel

درنهایت، پس از آزمون ترکیب‌های مختلفی از ۱۵ متغیر منتخب، ۱۰ متغیر که به لحاظ آماری معنادار نبودند، از مدل حذف شدند و مدل نهایی با ۵ متغیر اثرگذار بر ریسک اعتباری تصریح شد. پس از انتخاب مدل بهینه، ضرایب مدل مذکور با استفاده از روش پروبیت با نرم‌افزار Microfit تخمین زده شد که نتایج این تخمین در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. ضرایب تابع پروبیت و شاخص‌های معنی‌داری در اثرات نهایی

علامت	ضرایب	انحراف معیار	آماره T	معنی‌داری
C	2/2178	1/0749	2/0632	0/040
X1	-0/80263	0/32339	-2/4819	0/014
X6	0/17749	0/10187	1/7423	0/082
X7	-1/0538	0/34299	-3/0723	0/002
X9	0/38936	0/17248	2/2547	0/025
X14	0/50389	0/26547	1/7031	0/090

مأخذ: یافته‌های تحقیق

و براساس رابطه ۴، شکل کلی تابع پروبیت، به صورت زیر است:

$$\phi(x'\beta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\begin{matrix} 2.2178 - 0.80263X_1 + 0.17749X_6 - 1.0538X_7 \\ + 0.38936X_9 - 0.22633X_{10} + 0.50389X_{14} \end{matrix} \right)^2 \right]$$

جدول ۴. مقایسه علامت‌های به دست آمده ضرایب با علامت‌های انتظارات نظری

متغیر	علامت مورد انتظار	علامت به دست آمده
X1	-/+	-
X6	+	+
X7	+	-
X9	+	+
X14	+	+

مأخذ: یافته‌های تحقیق

۲. آزمون معنی‌دار بودن ضرایب

معنی است که فرضیه صفر برای تمامی ضرایب در سطح

اطمینان ۹۵٪ رد شده است.

در رگرسیون لجستیک، مانند رگرسیون معمولی، معنی‌دار بودن ضریب یک متغیر مستقل را می‌توان با این فرض آزمون کرد که آن ضریب هیچ تأثیری در میزان احتمال موفقیت متغیر وابسته ندارد. در رگرسیون معمولی، آزمون معنی‌دار بودن ضریب یک متغیر مستقل، از طریق آماره t انجام می‌شود؛ اما در رگرسیون لجستیک، از آماره دیگری به نام آماره Wald استفاده می‌شود. آماره والد برای هر یک از ضرایب همچون رگرسیون معمولی نشان‌دهنده معنی‌داری ضریب مربوطه است. این آماره دارای توزیع χ^2 با درجه آزادی یک است. آماره والد با درجه آزادی ۱۲ در مدل برازش شده ۰/۰۳۴ (کمتر از ۰/۰۵) است و این بدان

۳. تعیین میزان نیکویی برازش مدل برآورد شده

۳-۱. آماره کای دو

آماره LR که شبیه آماره F در مدل رگرسیون خطی است، دارای توزیع کای دو با K (K=۱۵): تعداد متغیرهای مستقل (مدل) درجه آزادی است. مقدار این آماره ۲۱/۰۰۶ به دست آمده است. احتمال آماره LR که برابر ۱۰٪ سطح معنی‌داری است، نشان می‌دهد که فرض صفر مبنی بر

صفر بودن کلیه ضرایب متغیرهای مستقل در سطح اطمینان ۹۰٪ رد شده، در نتیجه رگرسیون معنی دار است.

۳-۲. آماره شبه R^2 یا R^2 مکفادن

با آماره R^2 مکفادن که مقدار آن بین صفر و یک تغییر می کند، خوبی برازش مدل اندازه گیری می شود. هرچه این شاخص به یک نزدیک تر باشد، میزان تطابق مدل با واقعیت بیشتر و به عبارتی نیکویی برازش بیشتر است؛ برعکس، هرچه مقدار شاخص به صفر نزدیک تر باشد، نیکویی برازش کمتر خواهد بود. آماره R^2 مکفادن در مدل تخمین زده شده ۰/۰۶۷ درصد است؛ که این عدد برای رگرسیون پروبیت قابل قبول است.

۳-۳. آماره هاسمر - لمشو

آماره هاسمر^۱ - لمشو^۲ دارای توزیع χ^2 با J-Z درجه آزادی است (J تعداد گروه ها است). یادآوری می شود که توزیع χ^2 با ۸ درجه آزادی، ۷/۸۴ و احتمال آن بزرگ تر از ۱۰٪ و برابر با ۰/۳۵ به دست آمده است؛ بنابراین، فرض صفر که بیانگر نیکویی برازش است، پذیرفته می شود (رد نمی شود) (هاسمر و لمشو، ۱۹۸۹). پس متغیرهای مستقل، قدرت توضیح دهنده گی میزان ریسک اعتباری را دارند.

جدول ۵. آزمون معنی داری و نیکویی برازش مدل

0/1014	معنی داری آماره LR	21/006	آماره LR
0/131	ضریب تعیین نیگل کرک	0/096	ضریب تعیین کاکس - اسنل
-37/24	آماره پسران - تیمرمن	0/064	آماره مکفادن
0/3551	معنی داری هاسمر - لمشو	7/84	آماره هاسمر - لمشو

مأخذ: یافته های تحقیق

۳-۴. ضریب تعیین کاکس - اسنل^۳ و

ضریب تعیین R^2 نیگل کرک^۴

میزان ضریب تعیین کاکس - اسنل برابر تقریبی ۰/۱ و ضریب تعیین نیگل کرک برابر با ۰/۱۳ است. این شاخص ها، تفسیری همانند ضریب تعیین در رگرسیون معمولی دارند، یعنی قدرت تبیین تغییرات متغیر وابسته را با متغیرهای مستقل و کنترل نشان می دهند؛ به عبارت دیگر، میزان تعیین تغییرات متغیر وابسته با متغیر مستقل با اضافه شدن تدریجی متغیرها در حال افزایش است.

۳-۵. آماره پسران و تیمرمن^۵

با این آماره (تحت فرضیه صفر)، استقلال دو متغیر در مقابل عدم استقلال آزمون می شود. اگر آماره محاسباتی از عدد ۱/۹۶ (به لحاظ قدر مطلق) بیشتر باشد، فرضیه صفر مبنی بر استقلال دو متغیر رد می شود. مقدار این آماره در مدل برازش شده ۳۷/۲۴ است؛ که با این مقدار، فرضیه صفر مبنی بر استقلال دو متغیر رد می شود.

1. Hasmer, W. D.
2. Lemeshow, S.
3. Cox & Snell R-Square

4. Nagelkerke R-Square
5. Pesaran-Timmerman

۶. این آزمون دودامنه است و با استفاده از نرم افزار مایکروفت انجام شده است.

۴. تفسیر

زمینه فعالیت، بیشترین سهم را در تفکیک مشتریان به دو گروه خوش حساب و بدحساب دارند.

طبق جدول ۲، پنج متغیر مورد استفاده در تصریح مدل در سطح اطمینان ۹۰٪ معنادارند. از میان این متغیرها، متغیرهای وضعیت اجرای طرح، جنسیت اثر معکوس بر ریسک اعتباری دارد، و متغیرهای نوع وثیقه، سوابق مهارتی و زمینه فعالیت اثر مستقیم بر ریسک اعتباری دارند. از میان متغیرهای جمعیت‌شناختی و مالی، به ترتیب میزان اهمیت، وضعیت اجرای طرح، جنسیت، نوع وثیقه، سوابق مهارتی و

۴-۱. اثر نهایی

برای محاسبه اثر نهایی یک واحد تغییر در هر یک از متغیرهای توضیحی، باید عامل محاسبه اثر نهایی را در ضرایب به دست آمده ضرب کرد:

جنسیت	$x_1 = (0/21673 \times -0/80263) = -0/17395$
زمینه فعالیت	$x_6 = (0/21673 \times 0/17749) = 0/03846$
وضعیت اجرای طرح	$x_7 = (0/21673 \times -1/0538) = -0/22839$
سوابق مهارتی	$x_9 = (0/21673 \times 0/38936) = 0/08438$
نوع وثیقه	$x_{14} = (0/21673 \times 0/50389) = 0/1092$

۵. بررسی قدرت پیش‌بینی مدل با استفاده از داده‌های آزمایش

بدحساب) است. با استفاده از مدل احتمال ثابت، احتمال پیش‌بینی شده کل ۳۳۰ مشاهده کوچک‌تر یا مساوی حد آستانه ($Y=0$) به دست آمده، لذا پیش‌بینی با استفاده از مدل احتمال ثابت برای ۱۵۵ مشاهده (دارای $Y=0$) درست و برای ۹۱ مشاهده (دارای $Y=1$) نادرست است.

در نمونه استفاده شده در این پژوهش، که از کل ۳۳۰ مشاهده نمونه، ۱۵۵ مشاهده مربوط به متغیر وابسته دارای مقدار صفر (۱۵۵ مشتری جزء مشتریان خوش حساب) و ۹۱ مشاهده دارای مقدار یک (۹۱ مشتری جزء مشتریان

جدول ۶. بررسی قدرت پیش‌بینی مدل با استفاده از داده‌های آزمایش در حد آستانه ۰/۵ (۱)

نوع پیش‌بینی	کل نمونه	وام خوب	وام بد
درست	63/01	90/32	26/37
نادرست	36/99	9/68	73/63
کل نفع	3/66	-9.68	26/37
درصد نفع	9/98	NA	26/37

مأخذ: یافته‌های تحقیق

حدود ۹/۸۹ درصد از کل طبقه‌بندی‌های نادرست مدل منجر می‌شود. در مدل برازش شده، از میان ۱۵۵ مشتری خوش حساب، ۱۴۰ مورد به درستی طبقه‌بندی شده‌اند، یعنی ۹۰/۳۲٪ متغیرهای وابسته $Y=0$ به درستی پیش‌بینی

بر اساس جدول ۶، حدود ۶۳ درصد مشاهده‌ها درست و ۳۷ درصد مشاهده‌ها نادرست پیش‌بینی شده است؛ در نتیجه، کل نفعی که از تخمین مدل به دست می‌آید، حدود ۳/۶۶ درصد بهبود می‌یابد و این نیز به بهبود

شده‌اند و از میان ۹۱ مشتری بدحساب، ۲۴ مورد آنها به درستی طبقه‌بندی شده‌اند، یعنی ۲۶/۳۷٪ متغیرهای وابسته $Y=1$ به درستی پیش‌بینی شده‌اند.

جدول ۷. بررسی قدرت پیش‌بینی مدل با استفاده از داده‌های آزمایشی در حد آستانه ۰/۵ (۲)

حد آستانه ۰/۵	$Y=1$ (بدحساب)	$Y=0$ (خوش حساب)
$P(Y) \leq 0.5$	67	15
$P(Y) > 0.5$	24	140
جمع	91	155

ریسک تجاری	درجه تشخیص	ریسک اعتباری	درجه حساسیت	میزان نکویی برازش (کارایی مدل)
6/68	90/32	73/63	26/37	66/67

مأخذ: یافته‌های تحقیق

به پیشنهاد موضوع، از ۱۵ عامل تأثیرگذار بر روی ریسک اعتباری برای تعیین احتمال نکول مشتری در الگو استفاده شد، که عبارت‌اند از: جنسیت، سن، وضعیت تأهل، تحصیلات، شغل همسر، زمینه فعالیت، وضعیت اجرای طرح، نوع مالکیت محل فعالیت، سوابق مهارتی، وضعیت اقتصادی، منطقه محل سکونت، نحوه ارتباط با صندوق، میزان وام دریافتی، نوع وثیقه، و ارزش وثیقه. طبق نتایج به دست آمده از الگوی رگرسیونی لاجیت و پروبیت، ضرایب متغیرهای جنسیت، زمینه فعالیت، وضعیت اجرای طرح، سوابق مهارتی و نوع وثیقه، از لحاظ آماری معنی‌دار تشخیص داده شدند. براساس ضرایب رگرسیونی به دست آمده، متغیر جنسیت نشان می‌دهد که احتمال نکول در مردان کمتر است؛ همچنین، در وضعیت اجرای طرح کارگاهی احتمال نکول کاهش می‌یابد. با توجه به رابطه مثبت و معنی‌دار متغیر سوابق مهارتی، نتیجه می‌شود که چنانچه متقاضیان وام سوابق تخصصی داشته باشند، احتمال نکول کاهش می‌یابد. به همین ترتیب، با تغییر نوع وثیقه از غیرملکی به ملکی و تغییر زمینه فعالیت از تولیدی به خدماتی، احتمال عدم نکول افزایش می‌یابد. از میان متغیرهای به کار گرفته شده در این مدل، وضعیت اجرای طرح بالاترین ضریب رگرسیونی و بیشترین اثر بر

جدول ۷ به جدول طبقه‌بندی^۱ معروف است. به نسبتی از مشاهدات $Y=1$ که به درستی پیش‌بینی شده‌اند، درجه حساسیت^۲ و به نسبتی از مشاهدات $Y=0$ که به درستی پیش‌بینی شده‌اند، درجه تشخیص^۳ مدل می‌گویند. آنچه در اینجا مطلوب است، این است که با تغییر معیار طبقه‌بندی (حد آستانه)، مقدار هر دوی این مقادیر یک شود، ولی متأسفانه معمولاً افزایش (کاهش) هریک از این دو مقدار باعث کاهش (افزایش) دیگری خواهد شد. با توجه به این توضیحات، درجه حساسیت مدل ۲۶/۳۷ و درجه تشخیص مدل ۹۰/۳۲ درصد است؛ همچنین، در مدل برازش شده، مقدار خطای نوع اول یعنی ریسک اعتباری (طبقه‌بندی مشتریان بد در میان مشتریان خوب) ۷۳/۶۳ درصد است (یعنی عدد یک منهای درجه حساسیت) و مقدار خطای نوع دوم یعنی ریسک تجاری (طبقه‌بندی مشتریان خوب در میان بد) ۹/۶۸ است (یعنی عدد یک منهای درجه تشخیص).

نتیجه‌گیری

هدف اصلی این مقاله، استفاده از الگوهای رگرسیونی لاجیت و پروبیت برای شناسایی عوامل مؤثر بر احتمال نکول مشتری (یا ریسک اعتباری مشتریان) بود. با توجه

1. Classification Table

2. Sensitivity

3. Specificity

- Scoring: A Review", *J. R. Statist. Soc.* 160, 523-541.
- Hasmer, W. D. & Lemeshow, S. 1989. *Applied Logistic Regression*. Wiley.
- Jacobson, T. & Roszbach, K. 2003. "Bank Lending Policy, Credit Scoring and Value, At-Risk", *Journal of Banking and Finance* 27(4), 615-633.
- Kim, Y. S. & Sohn, Y. 2004. "Managing Loan Customers Using Misclassification Patterns of Credit Scoring Model", *Journal of Expert Systems with Applications* 26, 567-573.
- Louzada, F.; Ferreira-Silva, P.; Diniz, C. 2012. "On the Impact of Disproportional Samples in Credit Scoring Models: An Application to A Brazilian Bank Data", *Journal of Expert Systems with Applications* 39, 8071-8078.
- Lin, S. L. 2009. "A New Two-Stage Hybrid Approach of Credit Risk in Banking Industry", *Journal of Expert Systems with Applications* 36, 8333-8341.
- Lee, T. S., et al. 2002. "Credit Rating Using, A Hybrid neural Discriminant Technique", *Journal of Expert Systems with Applications* 23.
- Ligung, Z.; Kin, K.; Lai, L. 2010. "Least Squares Support Vector Machines Ensemble Models for Credit Scoring", *Journal of Expert Systems with Application* 37, 127-133.
- Maddala, G. S. 1991. *Limited Dependent and Qualitative Variable in Economic*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- ریسک اعتباری را داشته و متغیر زمینه فعالیت کمترین میزان تأثیر بر ریسک اعتباری را داشته است. با توجه به علامت متغیرهای جنسیت، سوابق مهارتی، زمینه فعالیت و نوع وثیقه، نظریه‌های اقتصادی و مالی در زمینه عوامل تعیین‌کننده خطرپذیری اعتباری تأیید می‌شود؛ و علامت ضریب وضعیت اجرای طرح خلاف انتظارات نظری را نشان می‌دهد.
- ### کتابنامه
- گجراتی، دامودار. ۱۳۷۸. مبانی اقتصادسنجی. ترجمه دکتر حمید ابریشمی. انتشارات دانشگاه تهران.
- مهدوی‌راد، حمید. ۱۳۸۹. «طراحی مدل اعتبارسنجی و پیش‌بینی ریسک اعتباری مشتریان تسهیلات لیزینگ»، مجله مهندسی مالی و مدیریت، شماره دوم، تابستان.
- Baldi, P. & Branak, S. 1998. *Bioinformatics: The Machine Learning Approach*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Boyes, J. W.; Hoffman, L. D.; Low, A. S. 1989. "An Econometric Analysis of the Bank Credit Scoring Problem", *Journal of Econometrics* 40, 3-14.
- Crook, J. N. 1996. "Credit Scoring: An Overview", *Working Paper*, No. 96/13, Department of Business Studies, The University of Edinburgh.
- Glassman, C. A. & Wilkins, H. M. 1997. "Credit Scoring: Probabilities and Pitfalls", *Journal of Retail Banking Service* 19(2), 53-56.
- Ganopoulou, M. & Giapoutzi, F. 2013. "Credit-Scoring and Bank Lending Policy in Consumer Loans", *Int. J. Financial Engineering and Risk Management*, Vol: 37.L:3. P:1040-1045.
- Henly, W. E. & Hand, D. J. 1997. "Statistical Classification Methods in Consumer Credit

- Applications* 36, 4736-4744.
- Sepehrdoust, H. & Berjisian, A. 2013. "Credit Risk Management of Commercial Banks in Iran: Using Logistic Model", *African Journal of Business Management* 7(4), 265-272.
- Rosenberg, E. & Glat, A. 1994. *Quantitative Methods in Credit Management: A Survey Operations Research*. . 42(4): (589-613)
- Rubinfeld, D. L. & Pindyck, R. S. 1997. *Economic Models and Economic Forecasts*. MC Graw-Hill/Irwin.
- West, D. 2000. "Neural Network Credit Rating Models", *Journal of Computers & Operations Research* 27.
- Yu, L.; Yao, X.; Wang, S. H.; Lai, K. K. 2011. "Credit Risk Evaluation, Using A Weighted Least Squares SVM Classifier with Design of Experiment for Parameter Selection", *Journal of Expert Systems with Applications* 38, 15392-15399.
- Yap, B. W.; Ong, S. H.; Mohamed Husian, N. H. 2011. "Using Data Mining to Improve Assessment of Credit Worthiness via Credit Scoring Model", *Journal of Expert Systems with Applications* 38, 13274-13283.
- Maddala, G. S. 2001. *Introduction to Econometrics*. Chichaster: John Wiley & Sons, Inc.
- Min, F.; Shaoji, Y.; Jiaping, Z. 2008. "Credit Rating Models Considering Sample Selection Biases", *International Seminar on Business and Information Management (ISBIM)*, P. 433-436.
- Nie, G.; Row, W.; Zhang, L.; Tian, Y.; Shi, Y. 2011. "Credit Card Churn Forecasting by Logistic Regression and Decision Tree", *Journal of Expert Systems with Applications* 38, 15273-15285.
- Oriski, S.; Oriski, D.; Orisk, G. 2012. "Hybrid System with Genetic Algorithm and Artificial Neural Network and Its Application to Retail Credit Risk Assessment", *Journal of Expert Systems with Applications* 39, 12605-12617.
- Psillaki, M.; Tsolas, L. E.; Margaritis, D. 2010. "Evaluation of Credit Risk Based on Firm Performance", *European Journal of operational Research* 201, 873-881.
- Pesaran, H. M. & Pesaran, B. 1997. *Working with Microfit 400: An Introduction to Economics*. Oxford: Oxford University Press.
- Shuai, L.; Lai, H.; Xu, C. H.; Zhou, Z. 2013. "The Discrimination Method and Empirical Research of Individul Credit Risk Based on Bilateral Clustering", *Journal of Modern Economy* 4, 461-465.
- Sustersic, M.; Mramor, D.; Zupan, J. 2009. "Consumer Credit Scoring Models with Limited Data", *Journal of Expert Systems with*