

Modeling and identification of causal relationships between the main factors of credit risk in the banking system using the Dematel decision making technique

Mehrdad Jeyhoonipour¹, Somayah Azami^{*2}, Sohrab Delangizan³

Received: 14-12-2023

Accepted: 08-04-2024

Extended Abstract

Purpose: One of the consequences of financial intermediation activities in banks is credit risk, which is the oldest, largest and, at the same time, the most important banking risk. As the society is growing and developing, the amount of facilities and liquidity circulation in it increases, and the importance of credit health becomes more necessary. Therefore, evaluating and managing credit risk is a vital thing for banks and is also an important solution for implementing banking policies and business strategies. In addition, the existence of an evolving credit risk management framework indicates the financial prosperity of the banking system in general. It is also an important indicator for the stability and financial stability of each bank in particular.

Methodology: In this research, the modeling and identification of causal relationships between the main factors of credit risk is done in order to predict the default repayment of customers by referring to credit experts and using the DEMATEL method. Structuring complex factors in the form of cause and effect groups is an important function of DEMATEL method in problem solving processes. Therefore, 22 variables describing credit risk are divided into the two categories of cause and effect.

Findings and discussion: The results show that the job status of the applicant has the most influence in the model. The variables of applicant's annual income, workplace ownership and marital status respectively have the next degrees of influence. The number of collaterals has the least influence in the model. The monthly repayment burden has the highest level of influence compared to other variables. Also, the variables of annual income and job status have the most interactions with the other studied variables.

¹. Ph.D. student in Economics, University of Razi, Kermanshah, Iran. Email: mehrdad.j6742@yahoo.com

². Corresponding Author. Associate Professor of Economics, University of Razi, Kermanshah, Iran.
Email: s.azami@razi.ac.ir

³. Associate Professor of Economics, University of Razi, Kermanshah, Iran. Email: sohrabdelangizan@gmail.com

Conclusions and policy implications: Demographic and socio-economic indicators, along with financial and credit indicators, should be given more attention in credit bureau models, and different and comprehensive systems to measure credit should be linked to each other more quickly if they are to be used by banks and credit bureau institutions. Therefore, our findings allow providing an effective decision support system for banks in order to detect and reduce the rate of bad borrowers, thus reducing credit risks.

Keywords: Bank, DEMATEL technique, Credit risk, Causal relationships, Credit modeling.

JEL Classification: C33, E44, G21, R10, R11

مدل‌سازی و شناسایی روابط علی بین عوامل اصلی ریسک اعتباری در سیستم بانکی با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری دیمتل^۱

مهرداد جیحونی پور^۲، سمیه اعظمی*^۳، سهراب دل‌انگیزان^۴

دریافت: ۱۴۰۲-۰۹-۲۳

پذیرش: ۱۴۰۳-۰۱-۲۰

چکیده

یکی از پیامدهای فعالیت‌های واسطه‌گری مالی در بانک‌ها، ریسک اعتباری است که قدیمی‌ترین، بزرگ‌ترین و در عین حال مهم‌ترین ریسک بانکی محسوب می‌شود. در این پژوهش به مدل‌سازی و شناسایی روابط علی بین عوامل اصلی ریسک اعتباری جهت پیش‌بینی نکول بازپرداخت مشتریان با مراجعه به خبرگان اعتباری و استفاده از روش تصمیم‌گیری دیمتل پرداخته شده است. تعداد ۲۲ متغیر توصیف‌کننده ریسک اعتباری شناسایی و به دو دسته علی و معلول دسته‌بندی شده‌اند. یافته‌ها نشان داده که حرفه متقاضی دارای بیشترین تاثیرگذاری در مدل است. متغیرهای درآمد سالیانه، مالک بودن محل کار و وضعیت تاهل متقاضی به ترتیب در درجات بعدی تاثیرگذاری قرار دارند. تعداد وثیقه نیز کمترین تاثیرگذاری را در مدل دارد. مبلغ هر قسط از بیشترین میزان تاثیرپذیری نسبت به سایر متغیرها برخوردار است. متغیرهای درآمد سالیانه و حرفه متقاضی به ترتیب بیشترین تعامل را با سایر متغیرهای مدل دارند. بنابراین می‌باید شاخص‌های جمعیت‌شناختی و اجتماعی-اقتصادی در کنار شاخص‌های مالی و اعتباری در مدل‌های اعتبارسنجی بیشتر مورد توجه قرار گرفته و سامانه‌های مختلف و جامع جهت سنجش اعتبار با سرعت بیشتری به یکدیگر پیوند داده شوند. یافته‌ها امکان ارائه یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری موثر برای بانک‌ها به منظور شناسایی و کاهش نسبت تسهیلات‌گیرندگان بدحساب و در نتیجه کاهش میزان ریسک اعتباری را فراهم می‌کند.

واژگان کلیدی: بانک، تکنیک دیمتل، ریسک اعتباری، روابط علی، مدل‌سازی اعتباری.

طبقه‌بندی JEL: C33, E44, G21, R10, R11

^۱. این مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول است.

^۲. دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران mehrdad.j6742@yahoo.com

^۳. نویسنده مسئول. دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران s.azami@razi.ac.ir

^۴. دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران sohrabdelangizan@gmail.com

۱- مقدمه

کسب آگاهی از آینده و تلاش برای رویارویی مناسب با رویدادهای آتی از جمله مهم‌ترین دغدغه‌های بشر در طول تاریخ بوده است. جهانی‌سازی، پدید آمدن بازارهای مالی جدید، تشدید رقابت میان فعالان صنعت، تغییرات سریع اقتصادی، اجتماعی و تکنولوژیکی موجب افزایش عدم اطمینان و بی‌ثباتی در محیط‌های مالی شده است؛ ریسک حاصل از این شرایط فرآیند تصمیم‌گیری در مسائل مالی را پیچیده‌تر و دشوارتر ساخته است. از جمله مهم‌ترین ریسک‌های چالش برانگیز بانک‌ها و موسسات اعتباری، ریسک اعتباری^۱ مشتریان است. ریسک اعتباری به این صورت تعریف می‌شود که تسهیلات گیرندگان نتوانند مطابق با شرایط توافق شده به تعهدات خود عمل کرده و در بازپرداخت تسهیلات در مهلت مقرر و یا به صورت کامل با مشکل مواجه شوند (هو و سو^۲، ۲۰۲۲: ۱).

عدم ایفای تعهد مشتری در بازپرداخت اصل و فرع تسهیلات اخذ شده، علاوه بر این که در سطح خرد با اتلاف منابع و دارایی‌های بانک موجبات ضرر و زیان بانک‌ها و ذینفعان آنان را پدید می‌آورد، در سطح کلان نیز با کاهش قدرت وام‌دهی بانک موجبات کاهش تولید ناخالص داخلی، افزایش بیکاری، اتلاف منابع کشور و غیره را فراهم خواهد آورد. اعتبارسنجی مناسب مشتریان از اهمیت شایان توجهی برخوردار است، به گونه‌ای که می‌توان اذعان داشت در دهه اخیر، نقش ریسک اعتباری از یک فرآیند مکانیزه منفعل، به یک ابزار استراتژیک تغییر شکل یافته است (ابدو و همکاران^۳، ۲۰۰۸: ۴).

مطالبات غیر جاری، محصول جانبی نامطلوب پرداخت تسهیلات هستند و به دلیل تاثیر سوء بر رشد اقتصادی، به عنوان آلودگی مالی^۴ در نظر گرفته می‌شوند (بارسقیان^۵، ۲۰۱۰؛ گونزالس-هرموسیلو^۶، ۱۹۹۹؛ ژنگ^۷، ۲۰۱۲). سطوح بالای مطالبات غیر جاری، می‌تواند با ورشکستگی بانک‌ها، باعث بحران بانکی شوند که بر رشد اقتصادی تاثیر منفی می‌گذارد. مطالبات غیر جاری با

^۱. Credit Risk

^۲. Hu & Su (2022)

^۳. Abdou et al. (2008)

^۴. Financial Pollution

^۵. Barseghyan (2010)

^۶. Gonzales-Hermosillo (1999)

^۷. Zeng (2012)

ایجاد نااطمینانی، به کاهش توان تسهیلات‌دهی از سوی بانک‌ها منجر می‌شود که در نهایت، بر تقاضای کل و سرمایه‌گذاری تاثیر می‌گذارد.

با توجه به اهمیت موضوع ریسک اعتباری سیستم بانکی در اقتصاد، اکثر بانک‌ها و موسسات اعتباری ایران اهمیت این موضوع را پذیرفته و اقدام به ایجاد واحدی برای کنترل و مدیریت ریسک اعتباری خود کرده‌اند. در واقع یکی از راهبردهای اصلی بانک‌ها و موسسات اعتباری به منظور اتخاذ تصمیم مناسب در اعطای اعتبار و کاهش ریسک اعتباری، طراحی و به کارگیری مدل‌های دارای قدرت مناسب برای پیش‌بینی ریسک اعتباری مشتریان متقاضی اعتبار است. تاکنون مدل‌های بسیاری برای پیش‌بینی ریسک اعتباری مشتریان حقیقی و حقوقی طراحی شده و مورد استفاده قرار گرفته است. مدل رتبه‌بندی مشتریان از دهه ۱۹۴۰ برای شناسایی ریسک درخواست اشخاص برای اعتبار و پشتیبانی تصمیم مبنی بر رد یا قبول درخواست‌ها به کار گرفته شده است (بلوتی^۱، ۲۰۱۰: ۵).

در این پژوهش به شناسایی الگوی روابط علی میان مهم‌ترین متغیرهای موثر بر نکول بازپرداخت مشتریان حقیقی بانک‌ها جهت اعطای تسهیلات خرد پرداخته و جهت انعکاس روابط درونی میان متغیرهای اصلی از تکنیک دیمتل استفاده شده است. بر اساس گزارشات بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، سهم تسهیلات خرد شبکه بانکی که مصرف‌کننده نهایی آن خانوارها هستند از سهم کل تسهیلات پرداختی در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب ۱۴/۷ و ۱۵/۴ درصد بوده که جهت تامین مخارج خرید مسکن، ودیعه مسکن، تعمیرات، خرید کالای شخصی، ازدواج و فرزندآوری اعطا شده است. اهمیت کمی تسهیلات خرد را می‌توان با این واقعیت نشان داد که مجموع تسهیلات خرد اعطایی توسط شبکه بانکی در سال ۱۴۰۱ به خانوارهای ایرانی به ۶/۸۵۹/۰۴۶ میلیارد ریال رسیده که حدوداً معادل ۶ درصد از تولید ناخالص داخلی ایران و ۱۶ درصد از کل مصرف بخش خصوصی است.

کاربرد اصلی این پژوهش، توسعه مدل تصمیم‌گیری برای بانک‌ها در زمینه سیستم‌های تخصیص اعتبار و نیز کمک به مدل‌سازی جهت اجرای آیین‌نامه نظام سنجش اعتبار مصوب هیئت وزیران در مورخ ۱۳۹۸/۰۳/۲۹ به پیشنهاد مشترک وزارت امور اقتصادی و دارایی و بانک مرکزی

^۱. Bellotti (2010)

جمهوری اسلامی ایران^۱ است. بر اساس ماده (۲) آیین‌نامه مزبور، به منظور نظارت بر حسن اجرای مفاد آیین‌نامه، سیاست‌گذاری، هماهنگی و راهبری نظام اعتبارسنجی در کشور، شورای سنجش اعتبار به ریاست قائم مقام بانک مرکزی و با عضویت معاونین ذی‌ربط وزارتخانه‌های امور اقتصادی و دارایی، دادگستری، کشور، اطلاعات، تعاون، کار و رفاه اجتماعی، صنعت، معدن و تجارت، ارتباطات و فناوری اطلاعات، جهاد کشاورزی و سازمان برنامه و بودجه کشور و معاون دادستان کل کشور تشکیل می‌شود. بر اساس تبصره (۱) همین ماده، فهرست داده‌ها، تامین‌کنندگان و انواع خدمات اعتباری قابل ارائه توسط شرکت اعتبارسنجی، کیفیت و محتوای گزارش‌های اعتباری^۲ و سایر خدمات، نحوه الگوسازی (مدل‌سازی) و تاثیر ضرایب ذی‌ربط الگوها (مدل‌ها) و نحوه اعتبارسنجی باید توسط شورا تایید شود. با توجه به این که فرآیند مدیریت ریسک اعتباری به معنی شناسایی، ارزیابی، تجزیه و تحلیل و واکنش مناسب به ریسک اعتباری و نیز نظارت مستمر بر آنان با توجه به شرایط متغیر محیط اعم از شرایط اقتصادی، سیاسی، اجتماعی، تکنولوژیکی و غیره است، مهم‌ترین ابزاری که بانک‌ها برای مدیریت و کنترل ریسک اعتباری بدان نیازمندند سیستم رتبه‌بندی اعتباری^۳ یا اعتبارسنجی^۴ مشتریان است. به عبارت دیگر، برای کنترل ریسک اعتباری، بانک‌ها از روش‌های کیفی و کمی برای به حداقل رساندن ریسک بازپرداخت وام‌ها استفاده می‌نمایند. از آنجا که در مدل‌سازی‌های ریسک اعتباری، میزان و جهت اثرگذاری و تاثیرپذیری متغیرها بر یکدیگر و نیز بر ریسک اعتباری به یک اندازه نیست، پس مدل‌سازی شناسایی روابط علی بین عوامل اصلی ریسک اعتباری که تمامی جوانب و معیارهای اعتباری متقاضیان اعتبار را با اعمال روابطی علمی،

۱. هیئت وزیران در جلسه مورخ ۱۳۹۸/۰۳/۲۹ به پیشنهاد مشترک وزارت امور اقتصادی و دارایی و بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (با هماهنگی وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی و سازمان برنامه و بودجه کشور) و با استناد مواد (۵) و (۸) قانون تسهیل اعطای تسهیلات بانکی و کاهش هزینه‌های طرح و تسریع در اجرای طرح‌های تولیدی و افزایش منابع مالی و کارایی بانک‌ها (مصوب سال ۱۳۸۶) آیین‌نامه سنجش اعتبار را تصویب کرد.

۲. گزارش اعتباری در حالت کلی نشان‌گر وضعیت کنونی و پیشینه اعتباری اشخاص است. گزارشات اعتباری اشخاص با استفاده از اطلاعات دریافتی از آن‌ها و کنترل آن با سایر منابع اطلاعاتی از جمله اطلاعات دریافتی از تامین‌کنندگان، تهیه می‌شود.

۳. Credit Rating

۴. Credit Bureau

منطقی و تجربی در نظر گیرد، ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین از جنبه نظری، سنجش صحیح ریسک اعتباری به بانک‌ها این امکان را می‌دهد که وام‌دهی آتی خویش را به گونه‌ای برنامه‌ریزی نمایند که مشخصه‌های ریسک و بازده هدف‌گذاری شده را تحقق بخشند؛ از جنبه کاربردی، یافته‌های این پژوهش امکان ارائه یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری موثر برای بانک‌ها و موسسات اعتباری به منظور شناسایی و کاهش نسبت وام‌گیرندگان بدحساب را می‌دهد. همچنین اهمیت انجام این پژوهش از جنبه روش‌شناسی، شرح فرآیند مدل‌سازی به روش دیمتل^۱ است که می‌تواند به سایر خدمات بانکی نیز گسترش یابد. بنابراین، مسئله پژوهش این است که در شناسایی روابط علی بین عوامل اصلی ریسک اعتباری، اثرگذارترین و اثرپذیرترین متغیرها کدامند؟ کدام متغیرها تعامل بیشتری با سایر متغیرهای سیستم دارند؟ و نیز کدام متغیرها علی و کدامیک معلول هستند؟

سازمان‌دهی مقاله به این صورت است که در ادامه در بخش‌های دوم و سوم مبانی نظری و پیشینه پژوهش در خصوص روش‌های برآورد و مدل‌سازی ریسک اعتباری متقاضیان اعتبار و نیز عوامل موثر بر ریسک اعتباری مشتریان تبیین خواهد شد. در بخش چهارم، برخی از مفاهیم اساسی تکنیک دیمتل و روش‌شناسی پژوهش توصیف می‌شود. مدل‌سازی تحقیق و روابط علت و معلولی بین عوامل اصلی ریسک اعتباری در بخش پنجم معرفی می‌شوند و در نهایت در بخش ششم نتیجه‌گیری و پیشنهادات سیاستی ارائه خواهد شد.

۲- مبانی نظری

در نظام گسترده بانکی کنونی، شکاف اطلاعاتی موجود میان اعتباردهنده و اعتبارگیرنده که از آن به عدم تقارن اطلاعات یاد می‌شود، اساس علمی شکل‌گیری نظام سنجش اعتبار و صنعت تسهیم اعتبار را تشکیل می‌دهد. عدم تقارن اطلاعات میان اعتباردهنده و اعتبارگیرنده موجب ایجاد انتخاب نامساعد^۲، مخاطرات اخلاقی^۳ در زمینه تسهیلات اعتباری و در نتیجه کاهش عملکرد اعتباردهندگان و همچنین افزایش قابل توجه مطالبات غیر جاری خواهد شد. انتخاب نامساعد نوعی رفتار فرصت‌طلبانه است که در موقعیتی رخ می‌دهد که در آن یک فرد با اطلاعات بیشتر از مبادله

^۱. Decision Making Trial and Evaluation (DEMATEL)

^۲. Adverse Selection

^۳. Moral Hazard

سود برده و مزیت کسب می‌کند یا اساساً در جایی بروز می‌کند که یک فرد مطلع با یک فرد با اطلاعات کمتر در مورد یک مشخصه‌ی خاص غیر قابل مشاهده^۱ از وی (فرد مطلع) قرارداد می‌بندد. افرادی که با درجه‌ی معینی از ریسک از بانک‌ها اعتبار می‌گیرند در مورد اندازه‌ی ریسک و وضعیت خود بیش از بانک‌ها اطلاعات دارند. مخاطره‌ی اخلاقی نوعی اقدام فرصت‌طلبانه است که در آن فرد با اطلاعات بیشتر از طریق یک اقدام غیر قابل مشاهده^۲ از فرد با اطلاعات کمتر مزیت می‌گیرد. می‌توان گفت که تفاوت میان انتخاب نامساعد و مخاطره‌ی اخلاقی به تمایز میان ویژگی مشاهده‌شده و اقدام مشاهده‌نشده بر می‌گردد.

ریسک اعتباری ریسکی است که از نکول/قصور طرف قرارداد یا در حالت کلی تر از اتفاقی اعتباری پدید می‌آید. از نظر تاریخی این ریسک معمولاً در مورد اوراق قرضه در نظر گرفته می‌شد، بدین ترتیب که قرض‌دهندگان از بازپرداخت وام اعطایی به قرض‌گیرنده اطمینان نداشتند؛ از این رو از این ریسک با نام ریسک نکول یاد می‌شود. ریسک اعتباری ناشی از ناتوانی و یا عدم تمایل دریافت‌کننده تسهیلات در بازپرداخت آن است. این عدم ایفای تعهدات می‌تواند ناشی از رکود شرایط کسب و کار یا دیگر عوامل اقتصادی باشد که دریافت‌کننده تسهیلات با آن مواجه است. بدین ترتیب ریسک اعتباری عبارت است از احتمال کاهش ارزش یا بی‌ارزش شدن برخی از دارایی‌های بانک یعنی تسهیلات اعطایی آن در اثر عدم ایفای تعهدات دریافت‌کننده تسهیلات به بازپرداخت اصل و فرع آن. با توجه به این که رقم سرمایه بانک‌ها در قیاس با کل ارزش دارایی‌های آن‌ها کم است حتی اگر درصد کمی از تسهیلات اعطایی قابل وصول نباشند، بانک با خطر ورشکستگی مواجه خواهد شد (مهرآرا و همکاران^۳، ۱۳۹۰: ۹). ریسک اعتباری در کنار ریسک بازار و ریسک عملیاتی، یکی از سه دسته اصلی ریسکی است که بانک‌ها با آن مواجه هستند و بیشترین سهم از دارایی‌های موزون به ریسک^۴ را در اکثر بانک‌ها به خود اختصاص می‌دهد.

پس از بحران مالی جهانی و از آن‌جا که مطالبات غیر جاری، به جدی‌ترین مشکل بسیاری از بانک‌ها و نظام بانکی تبدیل شده‌اند، مطالعات متعددی برای درک عوامل تعیین‌کننده و پویایی

1. Unobserved Characteristic

2. Unobserved Action

3. Mehrara et al. (2011)

4. Risk-Weighted Assets (RWAs)

این پدیده منتشر شد. رویکرد تجربی کلی، این است که مطالبات غیر جاری توسط دو گروه عوامل تعیین می‌شوند: عوامل مربوط به کشور و عوامل مربوط به بانک. به طور خاص، شرایط اقتصاد کلان، مانند رشد تولید ناخالص داخلی (جیمنز و سئورینا^۱، ۲۰۰۶؛ آناستاسیو و همکاران^۲، ۲۰۱۶)، بیکاری (رینالدی و سانچس-آرلانو^۳، ۲۰۰۶؛ لوزیس و همکاران^۴، ۲۰۱۲)، نرخ بهره (اسپینوزا و پراساد^۵، ۲۰۱۰؛ لوزیس و همکاران، ۲۰۱۲)، تورم و تقلیل قیمت‌ها (گش^۶، ۲۰۱۵؛ انکوسو^۷، ۲۰۱۱؛ وئسنتی^۸، ۲۰۱۶)، نرخ ارز (کلاین^۹، ۲۰۱۳؛ بک و همکاران^{۱۰}، ۲۰۱۵) و همچنین کسری تراز تجاری به نشانه از دست دادن رقابت‌پذیری (کاوکو^{۱۱}، ۲۰۱۲)، تعیین‌کننده اصلی مطالبات غیر جاری است. عوامل مرتبط با عملکرد بخش بانکی، مانند میزان رقابت و سطح تمرکز نیز در مطالعات بین‌کشوری برآورد شده است که بر ریسک‌پذیری و مطالبات غیر جاری تأثیر می‌گذارد (کیک و پریئو^{۱۲}، ۲۰۱۵؛ آنجینر و همکاران^{۱۳}، ۲۰۱۴؛ کارادیمما و لوری^{۱۴}، ۲۰۲۰). سایر ویژگی‌های مرتبط با بانک که نشان‌دهنده کیفیت مدیریت است، مانند کارایی هزینه (پودپیرا و ویل^{۱۵}، ۲۰۰۸؛ کوجو و همکاران^{۱۶}، ۲۰۱۸)، عملکرد بانک (ماکری و همکاران^{۱۷}، ۲۰۱۴؛ لوزیس و همکاران، ۲۰۱۲؛ آناستاسیو و همکاران، ۲۰۱۹ ب) و تامین سرمایه بانک (گش، ۲۰۱۵؛ کوجو و همکاران، ۲۰۱۸) نیز مشخص شده است که بر مطالبات غیر جاری تأثیر می‌گذارد.

بنابراین سنجش صحیح ریسک اعتباری به بانک‌ها این امکان را می‌دهد که وام‌دهی آتی خویش را به گونه‌ای برنامه‌ریزی نمایند که مشخصه‌های ریسک و بازده هدف‌گذاری شده را تحقق

1. Jimenez & Saurina (2006)

2. Anastasiou et al. (2016)

3. Rinaldi & Sanchis-Arellano (2006)

4. Louzis et al. (2012)

5. Espinoza & Prasad (2010)

6. Ghosh (2015)

7. Nkusu (2011)

8. Vithessonthi (2016)

9. Klein (2013)

10. Beck et al. (2015)

11. Kauko (2012)

12. Kick & Prieto (2015)

13. Anginer et al. (2014)

14. Karadima & Louri (2020)

15. Podpiera & Weill (2008)

16. Koju et al. (2018)

17. Makri et al. (2014)

بخشند؛ همین امر موجب شده است که ریسک اعتباری، به موضوعی مهم تبدیل شود و به صورت گسترده توسط پژوهش‌گران و مدیران بانک‌ها مورد مطالعه قرار گیرد.

۳- پیشینه پژوهش

کاسترو^۱ (۲۰۱۳) در مطالعه خود در ۵ کشور یونان، ایرلند، پرتغال، اسپانیا و ایتالیا (GIPSI)، به بررسی عوامل کلان اقتصادی ریسک اعتباری در سیستم بانکی با استفاده از الگوی پانل دیتا پویا^۲ پرداخت. نتایج این تحقیق حاکی از آن بوده که ریسک اعتباری بانکی به طور قابل توجهی تحت تأثیر محیط کلان اقتصادی قرار می‌گیرد؛ با رشد تولید ناخالص داخلی و کاهش شاخص سهام و قیمت مسکن، ریسک اعتباری افزایش می‌یابد و نیز با نرخ بیکاری، نرخ بهره و رشد اعتبار رابطه مثبت دارد؛ همچنین با افزایش نرخ واقعی ارز تحت تأثیر مثبت قرار می‌گیرد. علاوه بر این، در دوره بحران مالی اخیر افزایش قابل توجهی در ریسک اعتباری مشاهده شده است.

اوزتورک و همکاران^۳ (۲۰۱۶) در پژوهش خود تحت عنوان مدل‌سازی رتبه‌بندی اعتباری مستقل: دقت مدل‌ها در یک نمونه ناهمگن، در ۱۰۶ کشور منتخب با استفاده از مدل‌های درخت طبقه‌بندی و رگرسیون، پرسپترون چند لایه^۴، ماشین‌های بردار پشتیبانی و مدل بیز ساده^۵ به مدل‌سازی ریسک اعتباری پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که روش‌های هوش مصنوعی از نظر دقت پیش‌بینی از روش آماری مرسوم بهتر عمل می‌کنند. با توجه به اندازه‌گیری دقت پیش‌بینی یک درجه و دو درجه، عملکرد پیش‌بینی روش‌های هوش مصنوعی از دقت ۹۰٪ بیشتر است در حالی که عملکرد روش آماری متداول حدود ۷۰٪ است.

ابید و همکاران^۶ (۲۰۱۷) در تحقیق «مدل‌سازی شبکه بیزی: یک مطالعه موردی از تجزیه و تحلیل امتیازدهی اعتباری نکول پرداخت‌های وام‌های مصرف‌کننده» در کشور تونس ثابت کردند، تجزیه و تحلیل شبکه بیزی نشان داده است که سن، جنسیت، نوع اعتبار، وضعیت حرفه‌ای متقاضی اعتبار و مبلغ بازپرداخت ماهانه و مدت اعتبار از قدرت پیش‌بینی مهمی برای تشخیص نکول پرداخت

1. Castro (2013)

2. Dynamic Panel Data

3. Ozturk et al. (2016)

4. Multilayer Perceptron (MLP)

5. Naïve Bayesian Model

6. Abid et al. (2017)

مشتریان برخوردار است.

آيسان و دیسلی^۱ (۲۰۱۹) در پژوهش «وام‌های مشاغل کوچک و ریسک اعتباری: شواهد علیت گرانجر^۲»، به این نتیجه دست یافتند که هیچ رابطه دو طرفه‌ای بین وام‌های اعطایی به بنگاه‌های کوچک و متوسط (SME)^۳ و وام‌های غیر در گردش (NPL)^۴ برای کل بخش بانکی کشور ترکیه وجود ندارد. با این حال، برای بانک‌های اسلامی، ارتباط دوسویه‌ای بین این دو پارامتر به دست آمده است: یک علیت منفی هم از وام SME به رشد NPL و هم از NPL به وام SME در حال انجام است.

محد نور و همکاران^۵ (۲۰۲۱) در مقاله «تعیین‌کننده‌های مطالبات غیر جاری در آسیا: آیا آسیای جنوب شرقی متفاوت است؟»، عوامل تعیین‌کننده مطالبات غیر جاری در آسیا را با استفاده از داده‌های پانل در ۹ کشور از خاورمیانه، آسیای جنوب شرقی و جنوب آسیا طی دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴، بررسی کرده و این سوال را مطرح می‌سازند که آیا این عوامل تعیین‌کننده در آسیای جنوب شرقی، تاثیر متفاوتی دارند یا خیر؟ نتایج سیستم GMM دو مرحله‌ای، نشان می‌دهد که رشد تولید ناخالص داخلی و نسبت دارایی‌های نقدشونده به کل دارایی‌ها، به طور قابل توجهی بر مطالبات غیر جاری، تاثیر منفی می‌گذارد، در حالی که آسیای جنوب شرقی، با وجود مدیریت موفق آن‌ها در مطالبات غیر جاری در طول بحران ۲۰۰۸، تفاوتی با سایر مناطق ندارد.

کارادیمما و لوری (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای با عنوان «عوامل تعیین‌کننده مطالبات غیر جاری در یونان: نقش پیچیده انبساط مالی»، با استفاده از داده‌های تجمیع شده فصلی برای دوره ۲۰۰۳-۲۰۲۰ و رویکرد آزمون‌سازی کران‌های خودرگرسیون با وقفه‌های توزیع شده^۶، عوامل تعیین‌کننده مطالبات غیر جاری در بخش بانکی یونان را به صورت تجربی بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که مطالبات غیر جاری، بیشتر توسط عوامل مربوط به شرایط کلان اقتصادی یونان در دوره مورد بررسی تعیین می‌شوند، نه عوامل مرتبط با بانک. بدهی دولت، تاثیر بلندمدت قابل توجه و مثبت و تراز مالی، تاثیر منفی بلندمدت بر مطالبات غیر جاری دارند.

1. Aysan and Disli (2019)

2. Granger Causality

3. Small and Medium-Sized Enterprises

4. Non-Performing Loans (NPL)

5. Mohd Nor et al. (2021)

6. Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Bounds Testing Approach

مانسیسیدور و همکاران^۱ (۲۰۲۲) با استفاده از مدل تمایز دو وجهی شرطی (CBMD)^۲ و داده‌های رفتاری ۲۰۰۹۸ مشتری که اقدام به خرید از شرکت بانکو سانتاندر^۳ کرده‌اند (حدود ۱۰/۰۵ درصد از مشتریان) و نیز تعداد ۸۹۹۹۸ درخواست وام تأیید شده از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۳ در باشگاه مشتریان شرکت با دوره بازپرداخت ۳۶ ماهه که تعداد ۱۰۸۹۶ فقره از آن‌ها منجر به نکول شده است، به این نتیجه دست یافتند که با دسترسی به داده‌های مناسب، CBMD می‌تواند برای طراحی استراتژی‌های فروش متقابل و بازاریابی در زندگی واقعی یا تجزیه و تحلیل تفاوت احتمالات نکول با ترکیب داده‌های رفتاری آینده مورد استفاده قرار گیرد.

بیسنس و اسمدس^۴ (۲۰۲۳) در مقاله «تقویت مدل‌های ریسک اعتباری»، با مطالعه ۱۵۸ مقاله در این زمینه، توصیه‌های مختلفی برای افزایش عملکرد مدل‌های ریسک اعتباری ارائه می‌کنند. از نظر آن‌ها بر اساس بیش از دو دهه تحقیق و مشاوره در مورد این موضوع، ایجاد مدل‌های ریسک اعتباری معمولاً شامل چهار مرحله است: جمع‌آوری و پیش‌پردازش داده‌ها، مدل‌سازی احتمال نکول (PD)^۵، زیان ناشی از نکول (LGD)^۶ و ریسک سرمایه در معرض خطر (EAD)^۷، ارزیابی مدل‌های ریسک اعتباری ساخته شده و سپس مرحله استقرار برای تولید آن‌ها. محققین همچنین توصیه‌هایی برای تقویت مدل‌های ریسک اعتباری در طی هر یک از این مراحل ارائه می‌دهند.

کشاورز و آیتی‌گازار^۸ (۱۳۸۶) در پژوهشی به مقایسه کارکرد مدل لاجیت^۹ و روش درخت‌های طبقه‌بندی و رگرسیونی^{۱۰} در فرآیند اعتبارسنجی متقاضیان حقیقی برای استفاده از تسهیلات بانکی در ایران پرداختند. نویسندگان با مقایسه کارکرد این مدل‌ها در فرآیند اعتبارسنجی متقاضیان حقیقی برای استفاده از تسهیلات به این نتیجه رسیدند که روش غیر پارامتری درخت‌های طبقه‌بندی و رگرسیونی دقت بالاتری در پیش‌بینی مشتریان خوب و بد دارد.

1. Mancisidor et al. (2022)

2. Conditional Bi-Modal Discriminative

3. Banco Santander

4. Baesens and Smedts (2023)

5. Probability of Default

6. Loss Given Default

7. Exposure at Default

8. Keshavarz Hadad and Ayati Gazar (2007)

9. Logit

10. Classification and Regression Trees (Cart)

مهرآرا و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای تحت عنوان «رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقوقی بانک پارسیان» با استفاده از رگرسیون لاجیت و پروبیت^۱ و مدل شبکه‌های عصبی هوشمند، به رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقوقی بانک پارسیان پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در پیش‌بینی عملکرد صحیح، شبکه‌های عصبی به مراتب بهتر از الگوی لاجیت و پروبیت است. کریمی موعاری و همکاران^۲ (۱۳۹۴) با بکار بردن روش لاجستیک، عوامل موثر بر ریسک اعتباری مشتریان بانک‌های تجاری (مطالعه موردی: بانک تجارت شهر نکا، استان مازندران) را ارزیابی کردند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مدت تسهیلات، نرخ تسهیلات، نوع وثیقه و نوع تسهیلات تاثیر معنی‌داری بر وصول مطالبات بانکی دارد.

تاری و همکاران^۳ (۱۳۹۶) در مطالعه خود تحت عنوان «مقایسه مدل‌های شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک^۴ و لاجیت در ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان» در یکی از بانک‌های خصوصی به مقایسه مدل‌های مذکور پرداختند. نتایج ارزیابی روش‌های رتبه‌بندی اعتباری از طریق بررسی سوابق مالی و مشخصات خصیصه‌ای فرد متقاضی، نشان‌دهنده‌ی این بود که عملکرد شبکه عصبی نسبت به مدل ژنتیک و لاجیت به مراتب بهتر بوده است زیرا درجه حساسیت $۸۲/۹۲\%$ و تشخیص $۷۶/۹۲\%$ است و به طور کلی این مدل توانسته است ۸۰ درصد نکول یا عدم نکول را درست پیش‌بینی کند. اسدی و همکاران^۵ (۱۳۹۹) در پژوهشی به بررسی اثرات ریسک نقدینگی و اعتباری بر ثبات بانکی ایران با استفاده از شاخص z-score پرداختند. در این پژوهش آنان با استفاده از اطلاعات مالی ۱۸ بانک کشور طی دوره زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ و با بکار بردن روش گشتاورهای تعمیم‌یافته دو مرحله‌ای (SYS-GMM) به این نتیجه دست یافتند که ریسک‌های نقدینگی و اعتباری به طور معنی‌داری باعث کاهش ثبات بانکی شده‌اند اما اثر تعاملی این دو ریسک بر ثبات بانکی به لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است.

گودرزی فراهانی و عربی^۶ (۱۴۰۰) با مطالعه «محدودیت وثیقه‌ای و تاثیر آن بر بانکداری

^۱. Probit

^۲. Karimi Moghari et al. (2015)

^۳. Tari et al. (2017)

^۴. Genetic Algorithm

^۵. Asadi et al. (2020)

^۶. Godarzfarahani and Arabi (2021)

کشور و متغیرهای کلان اقتصادی» در ایران در دوره زمانی ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۸ به این نتیجه دست یافتند که اگر بانک در اعطای اعتبارات خود را به صورت واقعی در فعالیت بنگاه شریک بداند به مراتب نسبت به حالتی که در آن صرفاً به عنوان واسطه مالی عمل کرده و در صورت عدم توانایی بازپرداخت بدهی توسط بنگاه اقدام به اجرای وثیقه کند، سودآوری بالاتری داشته و اثرات آن بر متغیرهای کلان اقتصادی همچون تولید، سرمایه‌گذاری و کاهش هزینه‌های عملیات بانکی مناسب‌تر و بهتر بوده است. روشی که آن‌ها در این مطالعه بکار بردند مدل تعادل عمومی پویای تصادفی است. بختیار و همکاران^۱ (۱۴۰۱) در تحقیقی تحت عنوان «بررسی ابعاد سه‌گانه ریسک اعتباری بانک‌ها در ایران با تأکید بر موقعیت جغرافیایی بنگاه» با استفاده از داده‌های پانل سه‌بعدی (استان، گروه‌های بانکی و زمان به عنوان سه بعد مورد استفاده در مدل‌سازی به عنوان متغیرهای توضیحی) به بررسی عوامل تعیین‌کننده ریسک اعتباری در بانک‌های ایران از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۸ پرداخته‌اند. نتایج مطالعه حاکی از آن است که متغیر دسترسی به اعتبار استانی، تأثیری مثبت و متغیر اندازه بخش بانکی استانی، تأثیری منفی بر ریسک اعتباری استانی دارند. همچنین از میان متغیرهای اقتصاد منطقه‌ای، نرخ بیکاری استانی و نرخ رشد اقتصادی واقعی استانی، تأثیری مثبت بر ریسک اعتباری استانی دارند و متغیر ضریب جینی استانی، تأثیری منفی بر ریسک اعتباری استانی دارد. شاخص دسترسی جاده‌ای، به عنوان متغیری حساس در این مطالعه، تأثیری منفی بر ریسک اعتباری استانی دارد.

نوآوری این تحقیق از آن جنبه است که، مطالعه و بررسی پژوهش‌های تجربی انجام شده در حوزه ریسک اعتباری، نشان داد که تاکنون در مطالعات داخلی، توجه چندانی به تأثیر عوامل شهر محل سکونت، تعداد افراد تحت تکفل، سابقه فعالیت اقتصادی و برخی متغیرهای اعتباری موثر بر ریسک اعتباری نشده و از این منظر، موضوع این پژوهش از سایر مطالعات داخلی در این حوزه متمایز است. همچنین استفاده از روش دیمتل برای مدل‌سازی ریسک اعتباری نیز در مطالعات مرتبط با موضوع ریسک اعتباری در ایران، طی بررسی به عمل آمده یافت نشد. در واقع در این مطالعه، برای اتخاذ یک مدل علت و معلولی که وظیفه تعیین مهمترین عوامل اثرگذار و اثرپذیر در زمینه ریسک اعتباری در بخش بانکی را دارد، از روش دیمتل استفاده شده است.

^۱. Bakhtiar et al. (2022)

۴- روش‌شناسی پژوهش

۴-۱- تکنیک دیمتل

تکنیک دیمتل توسط فونتلا و گابوس^۱ در سال ۱۹۷۳ در موسسه یادبود باتل پایه‌گذاری شد. تکنیک دیمتل تکنیکی است که جهت شناسایی الگوی روابط علی میان مجموعه‌ای از متغیرها استفاده می‌شود. از این دیدگاه تکنیک دیمتل جانشین مناسبی برای مدل‌های معادلات ساختاری با حجم نمونه اندک است. اساساً سنجش روابط بین متغیرها در برخی موارد نیاز به دیدگاه خبرگان و کارشناسان منتخبی دارد که تعداد آن‌ها اندک است و در این حالت تکنیک دیمتل به بهترین وجه می‌تواند روابط میان متغیرها را منعکس سازد.

مزیت این روش سادگی و شفافیت آن در انعکاس ارتباطات متقابل میان یک مجموعه متغیر است. جهت انعکاس روابط درونی میان معیارها از تکنیک دیمتل استفاده می‌شود به طوری که متخصصان قادرند با تسلط بیشتری به بیان نظرات خود در رابطه با اثرات (جهت و شدت اثرات) میان عوامل پردازند. لازم به ذکر است که ماتریس حاصل از تکنیک دیمتل (ماتریس ارتباطات داخلی)، هم رابطه علی و معلولی بین عوامل را نشان می‌دهد و هم اثرپذیری و اثرگذاری متغیرها را نمایش می‌دهد. ماتریس حاصل از تکنیک دیمتل یعنی ماتریس ارتباطات داخلی، می‌تواند به عنوان بخشی از سوپرماتریس تکنیک ANP مورد استفاده قرار بگیرد.

ساختاردهی به عوامل پیچیده در قالب گروه‌های علت و معلولی یکی دیگر از مهم‌ترین کارکردها و یکی از مهم‌ترین دلایل کاربرد فراوان آن در فرایندهای حل مسئله است. بدین صورت که با تقسیم‌بندی مجموعه وسیعی از عوامل پیچیده در قالب گروه‌های علت معلولی، تصمیم‌گیرنده را در شرایط مناسب‌تری از درک روابط قرار می‌دهد.

۴-۲- الگوریتم تکنیک دیمتل

الگوریتم اجرای تکنیک دیمتل در پنج مرحله پیاده‌سازی می‌شود:

۴-۲-۱- تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم (M)

برای شناسایی الگوی روابط میان n معیار ابتدا یک ماتریس $n \times n$ تشکیل می‌شود. تاثیر عنصر

^۱. Fonetla & Gabus

مندرج در هر سطر بر عناصر مندرج در ستون در این ماتریس درج می‌شود. از یک طیف با امتیاز ۰ تا ۴ برای امتیازدهی استفاده می‌شود. به طوری که اگر هیچ تاثیری وجود نداشته باشد عدد صفر و اگر تاثیر بسیار زیاد باشد عدد ۴ استفاده می‌شود. همچنین برخلاف تکنیک‌های AHP و ANP در اینجا شرط معکوسی برقرار نیست. یعنی اگر تاثیر عنصر A بر B برابر ۳ باشد تاثیر عنصر B بر A لزوماً $\frac{1}{3}$ نخواهد بود و ممکن است هر عددی بین صفر تا ۴ باشد. درایه‌های قطر اصلی یعنی تاثیر هر عنصر بر خودش نیز صفر در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۱: طیف مورد استفاده در تکنیک دیمتل

بدون تاثیر	تاثیر خیلی کم	تاثیر کم	تاثیر زیاد	تاثیر خیلی زیاد
۰	۱	۲	۳	۴

منبع: کاشی^۱ (۲۰۱۵)

اگر از دیدگاه بیش از یک نفر استفاده شود، هریک از خبرگان باید ماتریس موجود را تکمیل کنند. سپس از میانگین ساده نظرات استفاده می‌شود و ماتریس ارتباط مستقیم X تشکیل می‌شود.

$$X = \begin{bmatrix} 0 & \dots & x_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{1n} & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

۴-۲-۲- نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم

برای نرمال‌سازی ابتدا جمع تمامی سطرها و ستون‌های ماتریس ارتباط مستقیم محاسبه می‌شود. بزرگترین عدد مجموع سطرها و ستون‌ها با k نمایش داده خواهد شد. برای نرمال‌سازی باید تک تک درایه‌های ماتریس ارتباط مستقیم بر k تقسیم شود.

$$k = \max \left\{ \max \sum_{j=1}^n x_{ij}, \sum_{i=1}^n x_{ij} \right\}$$

$$N = \frac{1}{k} * X$$

^۱. Kashi (2015)

۴-۲-۳- محاسبه ماتریس ارتباط کامل

برای محاسبه ماتریس ارتباط کامل ابتدا یک ماتریس همانی $n \times n$ تشکیل می‌شود. سپس این ماتریس همانی منهای ماتریس نرمال شده و ماتریس حاصل معکوس می‌شود. ماتریس نرمال در ماتریس حاصل ضرب می‌شود تا ماتریس ارتباط کامل بدست آید.

$$T = N \times (I - N)^{-1}$$

ماتریس همانی یا یک ماتریسی است که تمامی درایه‌های آن غیر از قطر اصلی صفر است.

۴-۲-۴- محاسبه ماتریس ارتباط داخلی

برای محاسبه ماتریس روابط داخلی باید ارزش آستانه محاسبه شود. با این روش می‌توان از روابط جزئی صرف نظر کرده و شبکه روابط قابل اعتنا یا همان نقشه شبکه روابط (NRM) را ترسیم کرد. تنها روابطی که مقادیر آنها در ماتریس T از مقدار آستانه بزرگتر باشد در NRM نمایش داده خواهد شد. برای محاسبه مقدار آستانه روابط کافی است تا میانگین مقادیر ماتریس T محاسبه شود. بعد از آنکه شدت آستانه تعیین شد، تمامی مقادیر ماتریس T که کوچک‌تر از آستانه باشد صفر شده یعنی آن رابطه علی در نظر گرفته نمی‌شود.

۴-۲-۵- ایجاد نمودار علی

در نمودار علی چهار جنبه با اهمیت قابل مشاهده است:

- ۱- میزان تاثیرگذاری متغیرها: جمع عناصر هر سطر (D) برای هر عامل نشان‌گر میزان تاثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل‌های سیستم است.
- ۲- میزان تاثیرپذیری متغیرها: جمع عناصر ستون (R) برای هر عامل نشان‌گر میزان تاثیرپذیری آن عامل از سایر عامل‌های سیستم است.
- ۳- بردار افقی (D+R) میزان تاثیر و تاثر عامل مورد نظر در سیستم است. به عبارت دیگر هر چه مقدار (D+R) عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد.
- ۴- بردار عمودی (D-R) قدرت تاثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. به طور کلی اگر (D-R) مثبت باشد، متغیر یک متغیر علی محسوب می‌شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود.

در نهایت یک دستگاه مختصات دکارتی ترسیم می‌شود. در این دستگاه محور طولی مقادیر $(D+R)$ و محور عرضی بر اساس $(D-R)$ است. موقعیت هر عامل با نقطه‌ای به مختصات $(D+R, D-R)$ در دستگاه معین می‌شود. به این ترتیب یک نمودار گرافیکی نیز به دست خواهد آمد.

۵- نتایج

تحقیق حاضر از حیث هدف تحقیقی کاربردی است و از حیث نحوه گردآوری اطلاعات در دسته تحقیقات پیمایشی است. به این صورت که ابتدا بر اساس ادبیات ریسک اعتباری، مطالعات تجربی، مجموعه رهنمودهای بانک مرکزی برای مدیریت موثر ریسک اعتباری و نظر خبرگان، متغیرهای موثر بر ریسک اعتباری انتخاب شدند. جامعه آماری تحقیق در مرحله کیفی شامل مدیران ارشد بانکی (با تخصص در حوزه اعتباری و اعتبارسنجی) و خبرگان تحصیل کرده با شرط داشتن مدرک دکتری/کارشناسی ارشد اقتصاد یا مدیریت (با تخصص مالی یا بازرگانی) بوده که به سوالات مصاحبه از قبیل «مهم‌ترین معیارهای موثر بر ریسک نکول بازپرداخت تسهیلات خرد اشخاص حقیقی چیست؟» پاسخ دادند که در تحقیق کنونی با ۱۵ مصاحبه اشباع^۱ نظری حاصل شد؛ جایی که داده‌های جدیداً جمع‌آوری شده با داده‌هایی که قبلاً جمع‌آوری شده تفاوتی ندارد و کدهای استخراج شده تکراری می‌شود. سپس با به‌کارگیری روش دلفی^۲ در خصوص تعیین معیارهای موثر بر نکول بازپرداخت تسهیلات، با استفاده از نظرات افراد خبره در ۲ دوره، ۳۲ معیار مطرح شد تا اینکه در نهایت ۲۲ متغیر به عنوان مهم‌ترین‌ها انتخاب شدند. این متغیرها در جدول (۲) مشخص شده‌اند.

^۱. Saturation

^۲. Delphi Method

جدول ۲: متغیرهای مدل

وضعیت متغیر	متغیر	وضعیت متغیر	متغیر
X_{12}	مبلغ اعتبار	X_1	سن
X_{13}	تعداد ضامن	X_2	جنسیت
X_{14}	تعداد وثیقه	X_3	حرفه
X_{15}	مدت اعتبار	X_4	وضعیت تاهل
X_{16}	مبلغ هر قسط	X_5	تعداد افراد تحت تکفل
X_{17}	معدل حساب	X_6	زندگی در کلان‌شهر
X_{18}	تعداد تسهیلات فعال	X_7	تحصیلات دانشگاهی
X_{19}	مبلغ تسهیلات فعال	X_8	سابقه فعالیت اقتصادی
X_{20}	تعداد ضمانت فعال	X_9	مالک بودن خانه
X_{21}	مبلغ ضمانت فعال	X_{10}	مالک بودن محل کار
X_{22}	سابقه اعتباری	X_{11}	درآمد سالیانه

منبع: یافته‌های پژوهش

در محدوده این بررسی، هر یک از این ۲۲ متغیر در یکی از چهار گروه شاخص‌های جمعیت شناختی، شاخص‌های اجتماعی-اقتصادی، شاخص‌های مالی و شاخص‌های اعتباری قرار می‌گیرد. سن و جنس شاخص‌های جمعیت شناختی هستند. به عبارت دیگر، آن‌ها ویژگی‌های ذاتی فرد هستند؛ ممکن است منجر به الگوهای رفتاری متفاوتی شوند، اما تحت تأثیر خود فرد نیستند. از سوی دیگر، در مورد تحصیل، حرفه، محل سکونت، سابقه فعالیت اقتصادی، وضعیت تاهل و تعداد افراد تحت تکفل عکس این موضوع صادق است. این متغیرها شاخص‌های اجتماعی-اقتصادی هستند و موقعیت فرد را در جامعه توصیف می‌کنند. بنابراین، توصیفی تقریبی از سبک زندگی مورد انتظار فرد را ارائه می‌دهند. متغیرهای درآمد سالیانه، وضعیت مالکیت خانه و وضعیت مالکیت محل کار متغیرهای مالی و مبلغ اعتبار، مدت اعتبار، مبلغ هر قسط، کارکرد یا معدل حساب، تعداد و مبلغ تسهیلات فعال در سیستم بانکی، تعداد و مبلغ ضمانت انجام شده فعال در سیستم بانکی، سابقه رفتار اعتباری، تعداد ضامن و تعداد وثایق متغیرهای اعتباری هستند.

در ادامه هر یک از خبرگان ماتریس ارتباط مستقیم را تکمیل کرده و سپس از میانگین حسابی ساده نظرات استفاده شده و ماتریس ارتباط مستقیم یا X به شرح جدول (۳) تشکیل شد.

جدول ۳: ماتریس ارتباط مستقیم

X_2	X_2	X_2	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_9	X_8	X_7	X_6	X_5	X_4	X_3	X_2	X_1	X_1
۱	۲	۲	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۲	۲	۲	۲	۴	۱	۰	۳	۴	۲	۰	۰	X_1
۰	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۳	۳	۰	۱	۰	۳	۱	۲	۰	۰	۰	X_2
۳	۳	۳	۳	۳	۲	۳	۲	۱	۱	۳	۴	۳	۳	۲	۳	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	X_3
۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۳	۳	۳	۳	۰	۱	۴	۰	۱	۰	۰	۰	X_4
۲	۲	۲	۲	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۲	۲	۳	۳	۰	۴	۱	۰	۰	۰	X_5
۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۲	۳	۱	۱	۰	۲	۰	۳	۱	۲	۰	۰	۰	X_6
۲	۲	۲	۲	۲	۰	۲	۰	۰	۰	۲	۲	۱	۲	۰	۰	۱	۳	۱	۳	۰	۰	۰	X_7
۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۲	۳	۳	۰	۱	۰	۲	۳	۲	۰	۰	۰	X_8
۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۱	۳	۱	۰	۲	۱	۱	۱	۳	۱	۰	۰	۰	X_9
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۳	۰	۲	۳	۱	۰	۱	۱	۳	۰	۰	۰	X_{10}
۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۱	۲	۲	۲	۰	۳	۴	۰	۱	۰	۲	۲	۰	۰	۰	۰	X_{11}
۲	۱	۱	۱	۱	۰	۴	۳	۴	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{12}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{13}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{14}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴	۰	۲	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{15}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{16}
۲	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۳	۱	۱	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{17}
۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{18}
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{19}
۰	۳	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{20}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{21}
۰	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۲	۳	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{22}

منبع: یافته‌های پژوهش

پس از تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم، ابتدا جمع تمامی سطرها و ستون‌ها محاسبه می‌شود.

جدول ۴: ماتریس ارتباط مستقیم با لحاظ جمع سطرها و ستون‌ها

ردیف	X ₂	X ₂	X ₂	X ₁	X ₁	X ₁	X ₁	X ₁	X ₁	X ₁	X ₁	X ₁	X ₁	X ₁	X ₉	X ₈	X ₇	X ₆	X ₅	X ₄	X ₃	X ₂	X ₁	X
۲۹	۱	۲	۲	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۲	۲	۲	۴	۱	۰	۳	۴	۲	۰	۰	X ₁	
۲۳	۰	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۳	۳	۰	۱	۰	۳	۱	۲	۰	۰	X ₂	
۴۴	۳	۳	۳	۳	۳	۲	۳	۲	۱	۱	۳	۴	۳	۳	۳	۲	۳	۰	۰	۲	۰	۰	X ₃	
۳۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۳	۳	۳	۳	۰	۱	۴	۰	۱	۰	۰	X ₄	
۲۸	۲	۲	۲	۲	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۲	۲	۳	۳	۰	۴	۱	۰	۰	X ₅	
۲۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۲	۳	۱	۱	۰	۲	۰	۳	۱	۲	۰	۰	X ₆	
۲۷	۲	۲	۲	۲	۲	۰	۲	۰	۰	۰	۲	۲	۱	۲	۰	۰	۱	۳	۱	۳	۰	۰	X ₇	
۳۰	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۲	۳	۳	۰	۱	۰	۲	۳	۲	۰	۰	X ₈	
۲۷	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۱	۳	۱	۰	۲	۱	۱	۱	۳	۱	۰	۰	X ₉	
۳۵	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۳	۰	۲	۳	۱	۰	۱	۱	۳	۰	۰	X ₁₀	
۴۰	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۱	۲	۲	۲	۰	۳	۴	۰	۱	۰	۲	۲	۰	۰	۰	X ₁₁	
۲۱	۲	۱	۱	۱	۱	۰	۴	۳	۴	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X ₁₂	
۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X ₁₃	
۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X ₁₄	
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴	۰	۲	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X ₁₅	
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X ₁₆	
۱۳	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۳	۱	۱	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X ₁₇	
۵	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X ₁₈	
۱۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X ₁₉	
۷	۰	۳	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X ₂₀	
۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X ₂₁	
۱۶	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۲	۳	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X ₂₂	
بزرگترین عدد=۴۴	۲۹	۲۳	۴۴	۳۲	۲۸	۲۱	۲۷	۳۰	۲۷	۳۵	۴۰	۲۱	۶	۲	۸	۸	۱۳	۵	۱۰	۷	۴	۱۶	بزرگترین عدد=۴	

منبع: یافته‌های پژوهش

سپس جهت تشکیل ماتریس نرمال، معکوس بزرگترین عدد مجموع سطر و ستون با k نمایش داده می‌شود. بر اساس جدول (۴)، بزرگترین عدد ۴۴ است و تمامی درایه‌های ماتریس بر معکوس این عدد ضرب می‌شود تا ماتریس نرمال شود.

$$k = \frac{1}{\max \sum_{j=1}^n x_{ij}} = \frac{1}{44} = 0.0227$$

$$\rightarrow N = 0.0227 * X$$

$$\rightarrow N = 0.0227 \times \begin{bmatrix} 0 & 2 & 4 & \dots & 1 \\ 0 & 0 & 2 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.05 & \dots & 0.02 \\ 0 & 0 & 0.05 & \dots & 0.02 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0.07 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

در نتیجه ماتریس نرمال شده (N) متغیرها مانند جدول (۵) بدست می‌آید:

جدول ۵: ماتریس نرمال شده

X_{22}	X_2	X_2	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_9	X_8	X_7	X_6	X_5	X_4	X_3	X_2	X_1	N	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_1	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_2
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_3
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_4
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_5
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_6
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_7
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_8
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_9
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{10}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{11}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{12}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{13}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{14}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{15}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{16}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{17}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{18}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{19}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{20}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{21}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{22}

منبع: یافته‌های پژوهش

برای محاسبه ماتریس ارتباط کامل ابتدا ماتریس همانی $I_{23 \times 23}$ تشکیل می‌شود:

$$I_{23 \times 23} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

X_2	X_2	X_2	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_1	X_9	X_8	X_7	X_6	X_5	X_4	X_3	X_2	X_1	T
۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	X_{12}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{13}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{14}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{15}
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	X_{16}
۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	X_{17}
۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	X_{18}
۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	X_{19}
۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	X_{20}
۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	X_{21}
۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	۶۸۰/۰	X_{22}

منبع: یافته‌های پژوهش

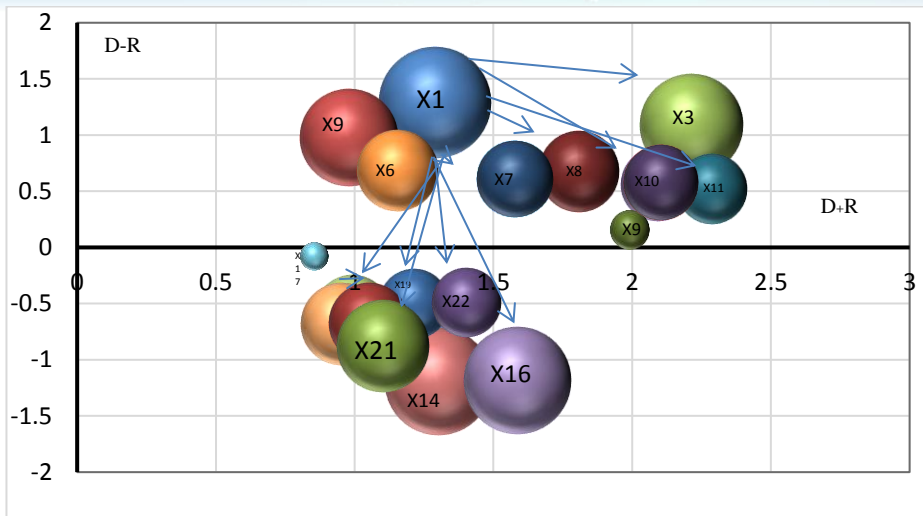
برای تعیین نقشه روابط شبکه (NRM) باید ارزش آستانه محاسبه شود. با این روش می‌توان از روابط جزئی صرف نظر کرده و شبکه روابط قابل اعتنا را ترسیم کرد. تنها روابطی که مقادیر آن‌ها در ماتریس T از مقدار آستانه بزرگ‌تر باشد در NRM نمایش داده خواهد شد. مقدار آستانه روابط یعنی میانگین مقادیر ماتریس T برابر ۰/۰۳۴ بدست آمده است. تمامی مقادیر ماتریس T که کوچک‌تر از ۰/۰۳۴ باشد صفر شده یعنی آن رابطه علی در نظر گرفته نمی‌شود. بنابراین الگوی روابط معنی‌دار به صورت جدول (۷) است:

جدول ۷: الگوی روابط معنی‌داری

X_{22}	X_{21}	X_{20}	X_{19}	X_{18}	X_{17}	X_{16}	X_{15}	X_{14}	X_{13}	X_{12}	X_{11}	X_{10}	X_9	X_8	X_7	X_6	X_5	X_4	X_3	X_2	X_1	T	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_1	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_2
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_3
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_4
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_5
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_6
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_7
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_8
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_9
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_{10}
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_{11}
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_{12}
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_{13}
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_{14}
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_{15}
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_{16}
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_{17}
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_{18}
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_{19}
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_{20}
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_{21}
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X_{22}

منبع: یافته‌های پژوهش

الگوی روابط خوشه‌ای و مختصات دکارتی متغیرهای مورد مطالعه به صورت نمودار (۱) است که به دلیل پیچیدگی نمودار صرفاً اثر‌گذاری متغیر سن روی سایر متغیرها رسم شده است.



نمودار ۱: الگوی روابط متغیرها در تکنیک دیمتل

منبع: یافته‌های پژوهش

خروجی نهائی نیز در جدول شماره (۸) ارائه شده و به صورت زیر قابل تفسیر است. بر اساس نتایج به دست آمده، جمع عناصر هر سطر (D) نشان‌گر میزان تاثیر گذاری آن عامل بر سایر عامل‌های سیستم است. بر این اساس حرفه متقاضی از بیشترین تاثیر گذاری برخوردار است. متغیر درآمد سالیانه در جایگاه دوم قرار داشته و متغیرهای مالک بودن محل کار و وضعیت تاهل متقاضی در درجات بعدی تاثیر گذاری قرار دارند. متغیر تعداد وثیقه نیز کمترین تاثیر گذاری را در مدل دارد. از آنجا که متغیرهای حرفه متقاضی، درآمد سالیانه و مالکیت محل کار نشان‌دهنده‌ی حیات اقتصادی فرد تسهیلات‌گیرنده بوده و متغیر وضعیت تاهل جزو متغیرهای زمینه‌ای است، بنابراین اثرات آن‌ها بر سایر متغیرها از جمله متغیرهای اعتباری بالا است. همچنین وثایق و تضامین تسهیلات می‌بایستی بر اساس برآورد ریسک اعتباری مشتری و با توجه به وضعیت اعتباری وی در سایر متغیرهای اثرگذار اخذ شود.

جمع عناصر ستون (R) برای هر عامل نشان‌گر میزان تاثیر پذیری آن عامل از سایر عامل‌های سیستم است. بر این اساس متغیر مبلغ هر قسط از میزان تاثیر پذیری بسیار زیادی برخوردار است. متغیر زندگی در کلان‌شهر نیز کمترین تاثیر پذیری را از سایر متغیرها دارد. همچنین تاثیر پذیری متغیرهای سن و جنسیت از سایر متغیرهای سیستم صفر است. بر اساس روابط علمی و منطقی، میزان تاثیر پذیری

متغیرهای اعتباری از جمله مبلغ هر قسط، از سایر متغیرهای مدل از قبیل شاخص‌های جمعیت شناختی، اجتماعی-اقتصادی و مالی بالا است زیرا عمدتاً بر اساس شاخص‌های مذکور ظرفیت اعتباری متقاضی تسهیلات به دست آمده و مبلغ مشخص خواهد شد. همچنین از آن‌جا که انتخاب و تغییر شهر محل سکونت فرد با توجه به محدودیت‌هایی که ممکن است برای هر فرد جهت تغییر وجود داشته باشد، کم‌ترین میزان تاثیرپذیری را در سیستم دارد. به دلیل اینکه سن و جنسیت متغیرهای زمینه‌ای هستند، تاثیرپذیری آن‌ها از سایر متغیرهای سیستم صفر است.

جدول ۸: نتایج مدل

متغیر	D	R	D+R	D-R
سن	۱/۲۹۰	۰/۰۰۰	۱/۲۹۰	۱/۲۹۰
جنسیت	۰/۹۸۰	۰/۰۰۰	۰/۹۸۰	۰/۹۸۰
حرفه	۱/۶۵۳	۰/۵۶۳	۲/۲۱۵	۱/۰۹۰
وضعیت تاهل	۱/۳۲۵	۰/۷۶۷	۲/۰۹۱	۰/۵۵۸
تعداد افراد تحت تکفل	۱/۱۶۹	۰/۷۲۳	۱/۸۹۲	۰/۴۴۶
زندگی در کلان‌شهر	۰/۹۲۱	۰/۲۳۵	۱/۱۵۶	۰/۶۸۶
تحصیلات دانشگاهی	۱/۰۹۲	۰/۴۸۸	۱/۵۸۰	۰/۶۰۴
سابقه فعالیت اقتصادی	۱/۲۴۲	۰/۵۶۸	۱/۸۱۰	۰/۶۷۴
مالک بودن خانه	۱/۰۷۵	۰/۹۱۵	۱/۹۹۱	۰/۱۶۰
مالک بودن محل کار	۱/۳۴۲	۰/۷۶۳	۲/۱۰۵	۰/۵۷۹
درآمد سالیانه	۱/۴۰۲	۰/۸۸۶	۲/۲۸۸	۰/۵۱۶
مبلغ اعتبار	۰/۵۶۷	۰/۹۴۰	۱/۵۰۷	-۰/۳۷۳
تعداد ضامن	۰/۱۵۱	۱/۱۰۰	۱/۲۵۱	-۰/۹۴۹
تعداد وثیقه	۰/۰۵۵	۱/۲۴۷	۱/۳۰۲	-۱/۱۹۲
مدت اعتبار	۰/۲۰۹	۰/۷۸۳	۰/۹۹۲	-۰/۵۷۴
مبلغ هر قسط	۰/۲۰۰	۱/۳۸۷	۱/۵۸۷	-۱/۱۸۶
معدل حساب	۰/۳۸۷	۰/۴۶۶	۰/۸۵۴	-۰/۰۷۹
تعداد تسهیلات فعال	۰/۱۳۶	۰/۸۱۸	۰/۹۵۴	-۰/۶۸۳
مبلغ تسهیلات فعال	۰/۳۵۶	۰/۸۶۰	۱/۲۱۵	-۰/۵۰۴
تعداد ضمانت فعال	۰/۱۸۹	۰/۸۶۴	۱/۰۵۳	-۰/۶۷۵
مبلغ ضمانت فعال	۰/۱۱۳	۰/۹۹۱	۱/۱۰۴	-۰/۸۷۸
سابقه اعتباری	۰/۴۵۶	۰/۹۴۸	۱/۴۰۴	-۰/۴۹۲

منبع: یافته‌های پژوهش

بردار افقی (D+R)، میزان تاثیر و تاجر عامل مورد نظر در سیستم است. هرچه مقدار (D+R)

عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد. بر این اساس متغیرهای درآمد سالیانه و حرفه متقاضی بیشترین تعامل را با سایر متغیرهای مورد مطالعه دارند. متغیرهای تعداد تسهیلات فعال و معدل حساب با توجه به ماهیت‌شان که دارای قدرت تاثیرگذاری پایین و نیز تاثیرپذیری کم در سیستم هستند، در نتیجه از کمترین تعامل با سایر متغیرها برخوردار هستند.

بردار عمودی (D-R)، قدرت تاثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. به طور کلی اگر (D-R) مثبت باشد، متغیر یک متغیر علی محسوب می‌شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود. در این مدل سن، حرفه، جنسیت، زندگی در کلان‌شهر، سابقه فعالیت، تحصیلات دانشگاهی، مالکیت محل کار، وضعیت تاهل، درآمد سالیانه، تعداد افراد تحت تکفل و مالکیت خانه متغیرهای علی بوده و معدل حساب، مبلغ اعتبار، سابقه اعتباری، مبلغ تسهیلات فعال، مدت اعتبار، تعداد ضمانت فعال، تعداد تسهیلات فعال، مبلغ ضمانت فعال، تعداد ضامن، مبلغ هر قسط و تعداد وثیقه معلول هستند.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات سیاستی

عدم تقارن اطلاعات میان بانک و تسهیلات‌گیرنده موجب ایجاد انتخاب نامساعد، مخاطرات اخلاقی و در نتیجه کاهش عملکرد بانک و همچنین افزایش قابل توجه مطالبات غیر جاری خواهد شد. از این رو تحقیقات اخیر در خصوص مدل‌سازی ریسک اعتباری، نه تنها بر اهمیت تشخیص مشتریان خوب از بد بلکه بر پیش‌بینی زمانی که منجر به نکول در پرداخت مشتریان می‌شود، تأکید می‌کند. چنین پیش‌بینی‌ای بانک‌ها را قادر می‌سازد برای جلوگیری از رفتار نامطلوب مشتریان اقدامات خاصی را انجام دهند و بنابراین به موقع خود را در برابر اعتبار‌گیرندگان بالقوه با ریسک‌های نکول بالا محافظت کنند. در این مطالعه، روش دیمتل به منظور تولید نمایشی بصری، شفاف و گرافیکی از وابستگی متقابل بررسی شده بین متغیرهای نشان‌دهنده نکول پرداخت استفاده شده است. این مدل تصمیم‌گیری پیشنهادی می‌تواند در خدمت ساخت سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری بانک باشد که امکان مقابله با موضوع ریسک اعتباری در بانک‌های ایران را فراهم می‌کند. نتایج مدل‌سازی سیستم تصمیم‌گیری نشان می‌دهد که متغیرهای درآمد سالیانه و حرفه متقاضی بیشترین تعامل را با سایر متغیرهای مورد مطالعه دارند. در واقع این متغیرها نشان‌دهنده‌ی حیات اقتصادی فرد

بوده و اساسی‌ترین معیار اعتبارسنجی مشتری بانک به شمار می‌روند. از دیگر نتایج مهم پژوهش این است که سن، حرفه، جنسیت، زندگی در کلان‌شهر، سابقه فعالیت، تحصیلات دانشگاهی، مالکیت محل کار، وضعیت تاهل، درآمد سالیانه، تعداد افراد تحت تکفل و مالکیت خانه به عنوان شاخص‌های جمعیت‌شناختی، اجتماعی-اقتصادی و مالی، متغیرهای علی هستند که در سامانه‌های اعتبارسنجی و مدل‌های رتبه‌بندی داخلی اعتباری مشتریان در بانک‌ها می‌بایستی مورد توجه ویژه‌ای قرار گیرند. سهم اصلی این مقاله توسعه مدل تصمیم‌گیری برای بانک‌ها در زمینه سیستم‌های تخصیص اعتبار است. سهم دیگر، شرح فرآیند مدل‌سازی دیمتل بود که می‌تواند به سایر خدمات بانکی نیز گسترش یابد. سرانجام، مقاله حاضر را می‌توان تلاشی برای شناسایی تسهیلات‌گیرندگان بد و کاهش میزان ریسک اعتباری به منظور حسن اجرای مفاد آیین‌نامه سنجش اعتبار و راهبری کارآمد نظام اعتبارسنجی در کشور دانست.

با توجه به نتایج به دست آمده توصیه می‌شود از مدل‌های به روز و هوش مصنوعی جهت سنجش اعتبار متقاضیان در سیستم بانکی بهره گرفته شده و برای پیش‌بینی احتمال نکول پرداخت مشتریان از روش دیمتل با ترکیب روش‌های هوش مصنوعی استفاده شود. همچنین سامانه‌های مختلف و جامع جهت سنجش اعتبار با سرعت بیشتری به یکدیگر لینک شود تا مورد استفاده بانک‌ها و موسسات اعتبارسنجی قرار گیرد. علاوه بر آن، شاخص‌های جمعیت‌شناختی و اجتماعی-اقتصادی در کنار شاخص‌های مالی و اعتباری در مدل‌های اعتبارسنجی بیشتر مورد توجه قرار گرفته و از مدل‌های اعتباری با در نظر گرفتن اهمیت هر متغیر و شدت اثرگذاری آن به جای وثیقه محوری در پرداخت تسهیلات استفاده حداکثری شود. همچنین می‌بایستی در سیاست‌گذاری‌های اعتباری و سیستم‌های رتبه‌بندی داخلی بانک‌ها، ظرفیت اعتباری متقاضی بر اساس روابط و اثرات متغیرهای علی از جمله سن، حرفه، جنسیت، زندگی در کلان‌شهر، سابقه فعالیت اقتصادی، میزان تحصیلات، وضعیت مالکیت و تاهل و میزان درآمد متقاضی به همراه سابقه اعتباری وی تعیین شود.

References

- Abdou, H., Pointon, J., & Masry, E. A. (2008). Neural Nets versus Conventional Techniques in Credit Scoring in Egyptian Banking. *Expert Systems with Applications*, 35, 1275-1292.

- Abid, L., Zaghdene, S., Masmoudi, A., & Ghorbel, S. Z. (2017). Bayesian Network Nod-Eling: A Case Study of Credit Scoring Analysis of Consumer Loans Default Pay-ment. *Asian Economic and Financial Review*, **7**(9), 846.
- Anastasiou, D., Louri, H., & Tsionas, M. (2019b). Non-Performing Loans in the Uuro-Area: Are Core-Periphery Banking Markets Fragmented?. *International Journal of Finance and Economics*, **24**(1), 97-112.
- Anginer, D., Demircug-Kunt, A., & Zhu, M. (2014). How Does Competition Affect Bank Systemic Risk?. *Journal of Financial Intermediation*, **23**, 1-26.
- Asadi, Z., Yavari, K., & Heydari, H. (2020). The Study of the Effects of Liquidity and Credit Risk on Bank Stability in Iran Using the Z-Score Index. *Biquarterly Journal of Economic Research*, **12**(23), 1-31 (In Persian).
- Aysan, A. F., & Disli, M. (2019). Small Business Lending and Credit Risk: Granger-Causality Evidence. *Journal of Economic Modelling*, **83**(c), 245-255.
- Baesens, B., & Smedts, K. (2023). Boosting Credit Risk Models. *Journal of the British Accounting Review*. Published by Elsevier Ltd.
- Bakhtiar, M., Moayedfar, R., Vaez Barzani, M., & Mojab, R. (2022). Investigating the Three Dimensions of Credit Risk of Banks in Iran with an Emphasis on the Geographical Location of the Enterprise. *Quarterly Journal of the Economic Research (Sustainable Growth and Development)*, **23**(1), 221-247 (In Persian).
- Barseghyan, L. (2010). Non-Performing Loans, Prospective Bailouts, and Japan's Slowdown. *Journal of Monetary Economics*, **57**(7), 873-890.
- Beck, R., Jakubik, P., & Piloju, A. (2015). Key Determinants of Non-Performing Loans: New Evidence from a Global Sample. *Open Economies Review*, **26**(3), 525-550.
- Bellotti, T. (2010). A Simulation Study of Basel II Expected Loss Distributions for a Portfolio of Credit Cards. *Journal of Financial Services Marketing*.
- Castro, V. (2013). Macroeconomic Determinants of the Credit Risk in the Banking System: The Case of the GIPSI. *Journal of Economic Modelling*, **31**, 672-683.
- Espinoza, R., & Prasad, A. (2010). Nonperforming Loans in the GCC Banking System and Their Macroeconomic Effects. *Working Paper*, **224**, International Monetary Fund.
- Ghosh, A. (2015). Banking-Industry Specific and Regional Economic Determinants of Non-Performing Loans: Evidence from US States. *Journal of Financial Stability*, **20**, 93-104.
- Godarzarfarahani, Y., & Arabi, S. H. (2021). The Collateral Constraint and Its Impacts on the Banking Performance and Macroeconomic Variables. *Biquarterly Journal of Economic Research*, **13**(25), 375-405 (In Persian).
- Gonzalez-Hermosillo, B. (1999). Determinants of Ex-Ante Banking System Distress: A Macro-Micro Empirical Exploration of Some Recent Episodes. *IMF Working Papers from International Monetary Fund*, 1999(033).
- Hu, Y., & Su, J. (2022). Research on Credit Risk Evaluation of Commercial Banks Based on Artificial Neural Network Model. *The 8th International Conference on Information Technology and Quantitative Management*.

- Jimenez, G., & Saurina, J. (2006). Credit Cycles, Credit Risk, and Prudential Regulation. *International Journal of Central Banking*, **2**(2), 65-98.
- Karadima, M., & Louri, H. (2021). Determinants of Non-performing Loans in Greece: The Intricate Role of Fiscal Expansion. *Hellenic Observatory Papers on Greece and Southeast Europe. Greese Paper*, No. 160.
- Karimi Moghari, Z., Asadi Gorji, H., Gilak Hakimabadi, M., & Asadi, N., (2015). Factors Affecting the Credit Risk of Commercial Bank Customers (Case Study: Tejarat Bank Neka City- Mazandaran Province). *Two Quarterly Journals of Monetary and Financial Economics*, **22**(10), 205-234 (in Persian).
- Kashi, K. (2015). DEMATEL Method in Practice: Finding the Causal Relations among Key Competencies. *The 9th International Days of Statistics and Economics*, Prague, September 10-12, 2015, 723-732.
- Kauko, K. (2012). External Deficits and Non-performing Loans in the Recent Financial Crisis. *Economics Letters*, **115**, 196-199.
- Keshavarz Hadad, GH., & Ayati Gazar, H. (2007). Comparison between Regression and Classification Trees Logit Model and in the Process of Credit Scoring for Individual Customers of a Bank, *Quarterly Journal of The Economic Research (Sustainable Growth and Development)*, **7**(4), 71-97. (In Persian).
- Kick, T., & Prieto, E. (2015). Bank Risk Taking and Competition: Evidence from Regional Banking Markets. *Journal of Review of Finance*, **19**(3), 1185-1222.
- Klein, N. (2013). Non-Performing Loans in CESEE: Determinants and Impact on Macroeconomic Performance. *IMF Working Paper*, 01, 27.
- Koju, L., Koju, R., & Wang, S. (2018). Macroeconomic and Bank-Specific Determinants of Non-Performing Loans: Evidence from Nepalese Banking System. *Journal of Central Banking Theory and Practice*, **3**, 111-138.
- Louzis, D., Vouldis., A., & Metaxas, V. (2012). Macroeconomic and Bankspecific Determinants of Npls in Greece: A Comparative Study of Mortgage, Business and Consumer Loan Portfolios. *Journal of Banking and Finance*, **36**, 1012-1027.
- Makri, V., Tsagkanos, A., & Bellas, A. (2014). Determinants of Non-Performing Loans: The Case of Eurozone. *Journal of Panoeconomicus*, **61**(2), 193-206.
- Mancisidor, R, A., Kampffmeyer, M., Aas, K., & Jenssen, R. (2022). Generating Customer's Credit Behavior with Deep Generative Models. *Journal of Knowledge-Based Systems*, 245.
- Mehrrara, M., Mosaeae, M., Tasavori, M., & Hasanzadeh, A. (2011). Credit Ranking of Parsian Bank Legal Customers. *Quarterly Journal of the Economic Modeling*, **3**(3), 121-150. (In Persian).
- Mohd Nor, A., Ismail, S., & Abd Rahman, N. (2021). Determinants of Nonperforming Loans in Asia: Is Southeast Asia Different?. *International Journal of Business and Society*, **22**(1), 431-442.
- Nkusu, M. M. (2011). Nonperforming Loans and Macrofinancial Vulnerabilities in Advanced Economies. *International Monetary Fund*.
- Podpiera J., & Weill, L. (2008). Bad Luck or Bad Management? Emerging Banking Market Experience. *Journal of Financial Stability*, **4**, 135-148.

- Rinaldi, L., & Sanchis-Arellano, A. (2006). Household Debt Sustainability: What Explains Household Non-Performing Loans? An Empirical Analysis. *Working Paper No. 570*, European Central Bank.
- Tari, F., Ebrahimi, S, A., Mosavi, S, J., & Kalantari, M. (2017). Comparison of Neural Network, Genetic Algorithm and Logit Models in Evaluating Customers' Credit Risk. *Quarterly Journal of Monetary and Banking Research*, **10**(34), 657-680 (In Persian).
- Vithessonthi, C. (2016). Deflation, Bank Credit Growth, and Non-Performing Loans: Evidence from Japan. *International Review of Financial Analysis*, **45**, 295-305.
- Zeng, Z. (2012). An Overview of Six Economic Zones in Nigeria: Challenges and Opportunities. *World Bank Policy Note*.