

پیش‌بینی ریسک تسهیلات پرداختی با استفاده از ابزارهای داده‌کاوی

مسلم نیلچی*	خشایار مقدم [†]
علیرضا ناصرصدرآبادی [‡]	علی فرهادیان [§]
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۰	تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۰۶

چکیده

یکی از شایع‌ترین علل که در ریسک اعتباری باید مورد توجه قرار گیرد عدم ایفای تعهدات مشتریان است. با پیش‌بینی رفتار اعتباری متقاضیان تسهیلات، می‌توان نرخ رشد مطالبات غیرجاری را کاهش داد. به همین منظور، این پژوهش در خصوص صاحبان کسب‌وکار متقاضی تسهیلات در یکی از بانک‌های دولتی ایران انجام گرفته است. در پژوهش حاضر، پس از گزینش شاخص‌های اساسی شکل‌دهنده رفتار مشتریان، به کمک روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده، ۵۲۱ نمونه تصادفی از بین پرونده‌های تسهیلاتی مشتریان صاحبان کسب‌وکار متقاضی تسهیلات انتخاب شد؛ سپس فرایند آماده‌سازی داده‌ها با تلخیص و یکپارچه‌سازی و درون‌یابی برخی داده‌های مفقود صورت پذیرفت؛ در گام بعدی، نهایتاً ۸۵ شاخص جهت الگوسازی انتخاب و به‌منظور سنجش درجه اهمیت عوامل مؤثر در رفتار اعتباری متقاضیان، از الگوریتم‌های درخت تصمیم، شبکه عصبی، و ماشین بردار پشتیبان بهره گرفته شد که الگوریتم درخت تصمیم با میانگین قدر مطلق خطای ۱۴ درصد در بهترین حالت نرخ نکول را پیش‌بینی کرد. بر اساس داده‌های موجود و مطابق با نتایج به‌دست‌آمده، الگوریتم درخت تصمیم چابک و استفاده از شاخص‌های مدت قرارداد، مبلغ امهال، تعداد اقساط، سود عملیاتی به دارایی، نوع عقد، میانگین قرض‌الحسنه ۳ ماه قبل و مبلغ وام می‌تواند پیش از اعطای تسهیلات، در تصمیم‌گیری و پیش‌بینی رفتار اعتباری مشتری نقش حائز اهمیتی داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: ریسک اعتباری، مطالبات غیرجاری، درخت تصمیم، شبکه عصبی، ماشین بردار پشتیبان.

طبقه‌بندی JEL: E5, G2, G3

* دانشجوی دکتری مالی-مهندسی مالی دانشگاه یزد (نویسنده مسئول)، Moslem.Nilchi@gmail.com
[†] معاون پژوهشی اداره آموزش و پژوهش، بانک توسعه تعاون، khash.moghadam@gmail.com
[‡] استادیار بخش مدیریت صنعتی، دانشگاه یزد، alireza_naser@yazd.ac.ir
[§] استادیار گروه مدیریت و کارآفرینی، دانشگاه کاشان، farhadian@kashanu.ac.ir

۱ مقدمه

امروزه، بانک‌ها برای شناخت مشتریان، ارضای نیازمندی‌ها، و ارائه خدمات مالی مناسب نیازمند شناسایی دقیق ویژگی‌های اعتباری آن‌ها هستند. یکی از خدمات مالی در بانک ارائه تسهیلات مالی از جمله وام به مشتریان است که خود باعث شده است فعالیت بانک‌ها با ریسک اعتباری مواجه شود. ریسک اعتباری، بنا بر تعریف کمیته بال، عبارت است از امکان بالقوه اینکه قرض‌گیرنده از بانک و یا از طرف حساب وی در اجرای تعهدات خود در مقابل بانک در زمان مشخصی ناتوان شود (کمیته بال، ۲۰۰۰)؛ بنابراین، می‌توان گفت ریسک اعتباری یکی از اصلی‌ترین ریسک‌هایی است که بانک با آن روبه‌روست. بحران‌های مشاهده‌شده در نظام بانکی کشورها عمدتاً ناشی از عدم کارایی در مدیریت ریسک اعتباری بوده است. عدم مدیریت صحیح این ریسک و کنترل آن بانک را دچار بحران و ورشکستگی می‌کند و از آنجایی که بانک نهادی تأثیرگذار در نظام اقتصادی هر کشوری است (چی و لی^۱، ۲۰۱۷)، این بحران‌ها کل نظام اقتصادی و اجتماعی را دچار مشکل می‌کند.

افزایش تقاضای اعتبار، افزایش رقابت، و به‌وجود آمدن کانال‌های جدید در فضای اقتصاد نوین، فرصت‌های جدیدی برای بانک‌ها و مؤسسات اعتباردهنده به‌وجود آورده و از سوی دیگر، آن‌ها را نیازمند ابزارها و روش‌های جدیدی (برای مدیریت اعتبار و ریسک‌های ناشی از آن) کرده است (امیری، بکی حسکویی، و بیگلری کامی، ۱۳۹۲). یکی از مهم‌ترین ابزارهایی که بانک‌ها برای مدیریت و کنترل ریسک اعتباری بدان نیازمندند سیستم رتبه‌بندی مشتریان است (سینکی^۲، ۱۹۹۲). بانک‌ها به دو دلیل به وجود سیستمی برای رتبه‌بندی اعتباری مشتریان خود نیازمندند. سیستم رتبه‌بندی اعتباری مشتریان این امکان را فراهم می‌سازد که با اتکا به چنین سیستمی و بر اساس نرخ‌های تکلیفی موجود ریسک پرتفوی اعتباری خود را تا حد ممکن کاهش دهند و از میان مشتریان متقاضی دریافت تسهیلات، معتبرترین و کم‌ریسک‌ترین مشتریان را گزینش کند (سفیدگران و حاله، ۱۳۹۵). در حقیقت، مؤسسه اعتباردهنده با دو نوع تصمیم روبه‌روست: نخست آنکه آیا به یک متقاضی جدید اعتبار بدهد یا خیر؟ و دوم آنکه با مشتریان موجود چگونه رفتار کند؟ روش‌هایی که در مورد اول تصمیم‌گیری می‌کنند رتبه‌بندی اعتباری نامیده می‌شوند، درحالی‌که روش‌هایی که در مورد

¹ Chi & Li

² Sinkey

مشتریان موجود تصمیم‌گیری می‌کنند رتبه‌بندی رفتاری^۱ نامیده می‌شوند (توماس، الدمن، و کروک^۲، ۲۰۰۲).

در مطالعات گذشته، اغلب از روش‌های آماری مانند الگوهای رگرسیونی لاجیت و پروبیت و روش تحلیل ممیزی برای این منظور استفاده می‌شود، ولی در سال‌های اخیر با گسترش فناوری‌های نوین اطلاعاتی و کاربردهای وسیع آن در پردازش و طبقه‌بندی اطلاعات، الگوهای مبتنی بر هوش مصنوعی و روش‌های ابتکاری (اخباری، ۱۳۸۷) به دلیل قابلیت طبقه‌بندی، تعمیم، و یادگیری الگوها نسبت به سایر روش‌ها از انعطاف‌پذیری بالاتری برخوردار است و در سال‌های اخیر مورد توجه بیشتری قرار گرفته‌اند (کاظمی، قاسمی، و زندیه، ۱۳۹۰).

پژوهش حاضر بر آن است تا به پرسش‌های زیر پاسخ دهد: ۱- کدام شاخص‌های مالی و غیرمالی در ریسک اعتباری مشتریان تأثیرگذار است؟ ۲- کدام یک از ابزارهای داده‌کاوی پیش‌بینی بهتری از رفتار بازپرداخت مشتریان حقوقی خواهد داشت؟ اهمیت موضوع باعث شده است در مقاله حاضر با مطالعه الگوهای مختلف مبتنی بر یادگیری و در نظر گرفتن قابلیت هریک از الگوها، به شناسایی شاخص‌ها و عوامل مالی و غیرمالی تأثیرگذار در ریسک اعتباری و نکول تسهیلات مشتریان پرداخته شود و در نهایت مناسب‌ترین روش برای پیش‌بینی رفتار مشتریان ارائه شد. با توجه به توضیحات، پس از شناسایی و گزینش شاخص‌های اساسی شکل‌دهنده رفتار اعتباری مشتریان، اقدام به اخذ نمونه تصادفی از بین پرونده‌های تسهیلاتی مشتریان صاحبان کسب‌وکار متقاضی تسهیلات شد، سپس فرایند آماده‌سازی داده‌ها با تلخیص و یکپارچه‌سازی و درون‌یابی برخی داده‌های مفقود با الگوریتم‌های شبکه عصبی، درخت تصمیم، و ... صورت گرفت. در گام بعدی به منظور سنجش درجه اهمیت عوامل مؤثر در رفتار اعتباری متقاضیان، از الگوریتم‌های درخت تصمیم، شبکه عصبی، و ماشین بردار پشتیبان بهره گرفته و جهت ارزیابی و سنجش روش‌های دسته‌بندی و تعیین درجه اهمیت شاخص‌ها از شاخص «میانگین قدرمطلق خطا» استفاده شد.

در ادامه، مبانی نظری و پیشینه پژوهش توضیح داده و روش‌شناسی پژوهش بر اساس الگوی پنج‌گانه استاندارد داده‌کاوی انجام شده و در پایان به جمع‌بندی و نتیجه پرداخته شده است.

¹ Behavioral Scoring

² Thomas, Eldman, & Crook

۲ مبانی نظری

۱.۲ ریسک اعتباری

هریک از ریسک‌های بانکی مفهوم و شرایطی دارند، اما با وجود ریسک‌های متعدد و طبقه‌بندی‌های مختلف با دیدگاه‌های متفاوت در حوزه بانکی، برخی ریسک‌ها از نظر ناظران بین‌المللی - از جمله کمیته بال - مستلزم توجه خاصی بوده است که در کشور ما نیز این ریسک‌ها مصداق عینی دارد و لازم است به آن‌ها توجه شود. این ریسک‌ها عبارت‌اند از: ریسک اعتباری، ریسک نقدینگی، ریسک عملیاتی، و ریسک بازار. ریسک اعتباری از منظر شدت احتمال و قدمت در مقایسه با سایر ریسک‌ها در اولویت است. ریسک اعتباری ریسکی است که از نکول/ قصور طرف قرارداد، یا در حالتی کلی‌تر ریسکی که از «اتفاقی اعتباری» به وجود می‌آید. به‌طور تاریخی، این ریسک معمولاً در مورد اوراق قرضه واقع می‌شد، بدین‌صورت که قرض‌دهنده‌ها از بازپرداخت وامی که به قرض‌گیرنده داده بودند، بی‌اطمینانی داشتند. به همین سبب، گاهی اوقات ریسک اعتباری را «ریسک نکول» هم می‌گویند (مهرآرا، موسایی، تصوری، و حسن‌زاده، ۱۳۸۸). ریسک اعتباری را می‌توان به‌عنوان ضرر محتمل که بر اثر یک رخداد اعتباری اتفاق می‌افتد بیان کرد و ریسک اعتباری اصلی‌ترین عامل ورشکستگی بانک‌ها محسوب می‌شود و تمرکز اعطای تسهیلات با حجم بالا به افراد حقیقی و حقوقی از عوامل افزایش‌دهنده این ریسک خواهد بود (سفیدگران و حاله، ۱۳۹۵؛ محمدی، شاکری، اسکندری، و کریمی، ۱۳۹۶). بانک برای بقای خود و جلوگیری از ورشکستگی نیازمند یک سیستم مدیریت ریسک جامع است تا قادر باشد زیان ناشی از عملیات بانکی را پیش‌بینی و بموقع از آن جلوگیری کند. یکی از ابزارهای مدیریت ریسک اعتباری سیستم رتبه‌بندی و امتیازدهی اعتباری است که یک سیستم تحلیلی مبتنی بر آمار است و به منظور تعیین درجه ریسک متقاضیان تسهیلات اعتباری به کار می‌رود و به وام‌دهندگان در شناسایی مشتریان خوش‌حساب و بدحساب کمک می‌کند و از این طریق می‌توان ریسک اعتباری را مدیریت کرد. الگوهای مختلفی برای رتبه‌بندی و امتیازدهی اعتباری ارائه شده است که الگوهایی همچون الگوهای رگرسیون لجستیک، تحلیل ممیزی، شبکه‌های عصبی، و غیره نمونه‌هایی از این روش‌ها هستند (سینگ، مورتی، و استفرز^۱، ۲۰۱۳).

¹ Singh, Murthi, & Steffes

۲.۲ داده‌کاوی

داده‌کاوی عبارت است از اقتباس یا استخراج دانش از مجموعه‌ای از داده‌ها (ادوارد و میشکین^۱، ۱۹۹۵). به بیان دیگر، داده‌کاوی فرایندی است که با استفاده از تکنیک‌های هوشمند، دانش را از مجموعه‌ای از داده‌ها استخراج می‌کند. دانش استخراج‌شده در قالب مدل‌ها، الگوها یا قواعد ارائه می‌شود. این الگوها، مدل‌ها و قواعد اشکال مختلفی از ارائه دانش استخراج‌شده‌اند. این دانش می‌تواند ملاک تصمیم‌گیری‌های آتی، عملکردهای بعدی، و یا تغییرات لازم در سیستم قرار گیرد (مروج، ۱۳۸۳). داده‌کاوی علمی میان‌رشته‌ای و ترکیبی از علم آمار، یادگیری ماشین، و هوش مصنوعی است (کوتو و دشیپانده^۲، ۲۰۱۴). از تکنیک‌های کلاسیک علم آمار از قبیل الگوریتم‌های بیزین، رگرسیون لجستیک، تحلیل تشخیص، و ... به فراوانی در این‌گونه تحقیقات استفاده شده است؛ اما در این پژوهش از ابزارهای جدید و معروف هر حوزه و پرکاربرد در پژوهش‌هایی با داده‌های پیوسته استفاده شده است. به همین منظور از حوزه علم آمار، درخت تصمیم که مبتنی بر جداول توافقی است، از حوزه یادگیری ماشین، ابزار ماشین بردار پشتیبان، و از حوزه هوش مصنوعی، ابزار شبکه‌های عصبی مصنوعی مورد توجه قرار گرفت.

در ادامه، سه روش داده‌کاوی که مورد استفاده در پژوهش حاضر بوده، معرفی شده است.

۱.۲.۲ درخت تصمیم

درخت‌های تصمیم روشی برای نمایش یک‌سری از قوانین‌اند که منتهی به یک رده یا مقدار می‌شوند. درخت تصمیم یک روش کارآمد طبقه‌بندی داده‌هاست که به دلیل برخورداری از ویژگی‌هایی مانند سادگی، قابل فهم بودن، دقت و سرعت الگوریتم، بسیار پرکاربرد است. یک درخت تصمیم از مجموعه نمونه‌های ورودی و خروجی ایجاد شده است، از روش یادگیری با ناظر استفاده می‌کند و با بیان یکسری قوانین ضمنی تصمیم‌پذیر، اقدام به پیش‌بینی رفتار متغیر وابسته (برچسب دسته) می‌کند (اولیواس^۳، ۲۰۰۷). درخت‌های تصمیم از طریق جداسازی متوالی داده‌ها به گروه‌های مجزا ساخته می‌شوند و هدف در این فرایند افزایش فاصله بین گروه‌ها در هر جداسازی است. از معروف‌ترین روش‌های درخت تصمیم می‌توان به

¹ Edward & Mishkin

² Kotu & Deshpande

³ Olivas

نوع گسسته یا پیوسته بودن داده‌ها، هریک با توجه به نوع پژوهش انتخاب خواهد شد. $CHAI D^1$ ، $CART^2$ ، $ID3^3$ ، $C4.5$ ، $C5$ ، $QUEST^4$ ، و AID^5 اشاره کرد که با توجه به

۲.۲.۲ شبکه‌های عصبی مصنوعی^۶

به‌طور کلی، می‌توان گفت شبکه عصبی روشی است که قصد دارد با استفاده از الگوهای ریاضی و توان کامپیوتری، به شبیه‌سازی فرایند یادگیری انسان بپردازد؛ به عبارت دیگر، شبکه عصبی مصنوعی یک «پردازنده توزیع‌شده موازی»^۷ است که میل طبیعی برای ذخیره دانش تجربی و کاربردی کردن آن را دارد. شبکه عصبی مصنوعی از دو جهت به مغز انسان شباهت دارد.

- دانش از طریق یک فرایند یادگیری توسط شبکه کسب می‌شود.
- قدرت ارتباطی که به‌عنوان وزن‌های سیناپسی^۸ شناخته می‌شود، برای ذخیره دانش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳.۲.۲ ماشین بردار پشتیبان^۹

استفاده از بردارهای پشتیبان خطی در مسائل دسته‌بندی رویکرد جدیدی است که در چند سال اخیر مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. ماشین‌های بردار پشتیبان دارای یک سری خواص اند که در زیر به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود:

- طراحی دسته‌بندی‌کننده با حداکثر تعمیم،
- رسیدن به بهینه سراسری تابع هزینه،
- تعیین خودکار ساختار و توپولوژی بهینه برای طبقه‌بندی‌کننده.

الگوریتم‌های مبتنی بر ماشین‌های بردار پشتیبان الگوریتم‌هایی اند که سعی می‌کنند برای دسته‌بندی داده‌های برجسب یک حاشیه^{۱۰} را بیشینه کنند.

¹ Chi-Squared Automatic Interaction Detection

² Classification and Regression Trees

³ Iterative Dichotomizer3rd

⁴ Quick, Unbiased, Efficient, & Statistical Tree

⁵ Automatic Interaction Detection

⁶ artificial neural networks

⁷ parallel distributed processor

⁸ Synaptic weights

⁹ Support Vector Machine

¹⁰ margin

۳ پیشینه پژوهش

پژوهش‌ها و کاربردهای متعددی در حوزه اعتبارسنجی مشتریان بانک‌ها صورت پذیرفته است. روش قضاوتی در اعتبارسنجی به دلیل خطا و زمان زیاد به تدریج جای خود را به روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک داده است. روش‌های پارامتریک مانند لاجیت، پروبیت، و رگرسیون لجستیکی که در ابتدای ظهور اعتبارسنجی مورد استفاده قرار گرفتند و سپس استفاده از روش‌های ناپارامتریک و داده‌کاوی مانند درخت تصمیم، شبکه‌های عصبی و ... مورد توجه محققان قرار گرفت (مهرآرا و همکاران، ۱۳۸۸). در این مورد، می‌توان به مطالعه فیشر^۱ (۱۹۳۶) به عنوان اولین سیستم ارزیابی تقاضای اعتبار و مطالعه دوراند^۲ (۱۹۴۱) که با استفاده از تحلیل تشخیص و با تکیه بر نتایج فیشر انجام گرفت، اشاره کرد.

چی، تن، و گو^۳ (۲۰۰۶) در پژوهشی در خصوص ساختار رتبه‌بندی اعتباری، از روش‌های درخت تصمیم، شبکه عصبی، و رگرسیون لجستیک در ساخت الگوی داده‌کاوی استفاده کردند و نتایج به دست آمده از تحقیقات حاکی از آن است که تلفیق الگوها نتایج بهتری را نسبت به نتایج فردی هر یک از الگوها دربر خواهد داشت. نظری و علی‌دادی (۲۰۱۳) در پژوهش خود از تکنیک شبکه عصبی مصنوعی برای سنجش ریسک اعتباری متقاضیان استفاده کردند. نتایج نشان داد که تعداد دفعات وام و میزان وام مهم‌ترین تأثیر و همچنین وضعیت حساب بانکی مشتری، سابقه ارتباط مشتری با بانک و خدمات دریافتی، در شناسایی معیارهای طبقه‌بندی مشتریان خوب و بد تأثیر کمتری دارد. دومپاس و زورپونیدیس^۴ (۲۰۱۴) با استفاده از روش پرومته^۵ به رتبه‌بندی بانک‌ها بر اساس معیارهای مدیریت ریسک مالی پرداختند. آن‌ها علت استفاده از این روش را توانایی بررسی جزئیات بیشتر گزینه‌ها در مقایسه با یکدیگر عنوان کردند. چی و لی (۲۰۱۷) در مقاله خود به بررسی رابطه بین عدم قطعیت سیاست‌های اقتصادی با ریسک اعتباری بانک‌ها و تصمیمات وام‌دهی آن‌ها پرداختند. نتایج پژوهش حاکی از آن است که عدم قطعیت سیاست‌های اقتصادی ریسک اعتباری بانک‌ها را افزایش می‌دهد و تأثیر منفی در میزان وام، به‌ویژه حقوق صاحبان سهام بانک دارد.

¹ Fisher

² Durand

³ Chye, Tan, & Goh

⁴ Doumpos & Zopounidis

⁵ Promethee2

شریعت پناهی و هاشمی برکادهی (۱۳۸۸) در پژوهشی نشان دادند پنج شاخص نسبت بدهی به سرمایه، نسبت سود قبل از بهره و مالیات به خالص فروش، نسبت سود قبل از بهره و مالیات به حقوق صاحبان سهام، نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها، و نسبت بدهی جاری به کل دارایی‌ها قدرت بالایی در تفکیک گروه‌های شرکت‌های دارای نکول و بدون نکول دارا هستند و همچنین دریافتند نسبت بازده دارایی با احتمال نکول رابطه معکوس دارد.

البرزی، خان‌بابایی، و محمدپور زرنندی (۱۳۹۲) بیان کردند استفاده از الگوی ترکیبی در بهینه‌سازی درختان تصمیم‌گیری توسط تکنیک الگوریتم ژنتیک منجر به افزایش دقت طبقه‌بندی نسبت به بسیاری از الگوریتم‌های مقایسه‌شده پژوهش آن‌ها شده است؛ ولی پیچیدگی الگوریتم الگوی ترکیبی پیشنهادی از برخی الگوریتم‌های طبقه‌بندی مقایسه‌شده در این مقاله بیشتر است. سهرابی، رئیسی و انانی، و زارع میرک‌آباد (۱۳۹۵) در پژوهش خود با هدف کاستن مشکلات ارائه تسهیلات مناسب به مشتریان، به طراحی سیستم توصیه‌گر تسهیلات بانکی با استفاده از داده‌های قبلی مربوط به تسهیلات ثبت‌شده در یک بانک منتخب و بزرگ کشور پرداختند. به‌منظور طراحی راهکار توصیه‌گر، روش‌های داده‌کاوی مناسب به‌همراه رویکرد اعتبارسنجی متناسب با هر روش انتخاب کردند.

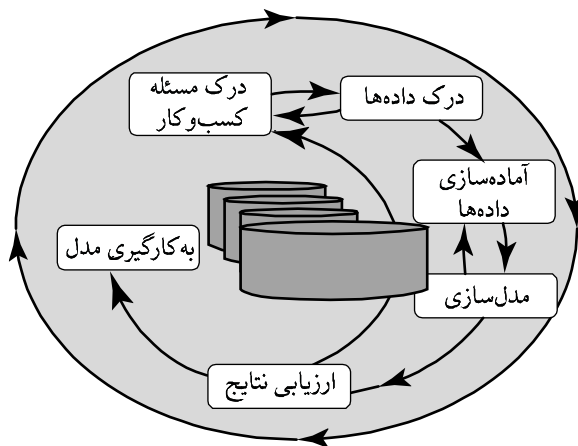
بررسی حاصل از مطالعات فوق نشان می‌دهد پژوهشگران در خصوص رتبه‌بندی اعتباری مشتریان از روش‌ها و شاخص‌های گوناگونی استفاده نمودند که در این پژوهش هدف شناسایی شاخص‌های مهم براساس سه روش پرکاربرد در حوزه داده‌کاوی بوده است که در ادامه به بررسی آن‌ها پرداخته شده است.

۴ روش‌شناسی پژوهش

با توجه به ماهیت تحقیق که استفاده از داده‌کاوی جهت طبقه‌بندی مشتریان بانک است، این تحقیق از نوع داده‌محور^۱ می‌باشد. پایه اصلی تحقیق حاضر بر کشف دانش از پایگاه داده‌های بانک مورد مطالعه نهاده شده است. از این‌رو، استاندارد جهانی CRISP-DM^۲ جهت انجام فرایند تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است؛ که در شکل ۱ این مراحل که شامل درک مسئله کسب‌وکار، درک داده‌ها، آماده‌سازی داده‌ها، الگوسازی، ارزیابی نتایج، و به‌کارگیری الگوست، به‌همراه ارتباط بین مراحل مشخص است.

^۱ data oriented

^۲ Cross Industry Standard Process for Data Mining



شکل ۱. فرایند داده‌کاوی الگو CRISP-DM

مأخذ: چاپمن و همکاران^۱ (۱۹۹۹)

بر این اساس پژوهش حاضر برای بررسی فرضیه‌های اشاره شده مراحل درک مسئله کسب و کار، درک داده‌ها، ساختار و آماده‌سازی داده‌ها، مدل‌سازی و ارزیابی نتایج را طی می‌کند که شرح این مراحل در زیر آورده شده است.

۱.۴ درک مسئله کسب‌وکار

در این فاز از فرایند پژوهش، نخست اهداف اصلی کسب‌وکار تعیین شد که اصلی‌ترین هدف کسب‌وکار (بانک مورد مطالعه) در این تحقیق پیش‌بینی وضعیت اعتباری مشتریان صاحبان کسب‌وکار بانک است و این کار بر اساس کشف الگوهای پنهان موجود بین خصیصه‌های مشتریانی است که در گذشته تسهیلات اعتباری به آن‌ها اعطا شده است. بر همین اساس، موقعیت موجود محیط که بخش اعتبارات بانک است، مورد ارزیابی قرار گرفت تا فرایند اعطای اعتبار به مشتریان و بررسی‌های کارشناسی خبرگان اعتباری بررسی شود. همچنین، نحوه اخذ اطلاعات از مشتریان مورد بررسی دقیق قرار گرفت تا شناخت مناسبی از وضعیت کلی طبقه‌بندی به مشتریان در حالت فعلی کسب شود.

¹ Chapman, et al.

۲.۴ درک داده‌ها

در این مرحله، گام‌های زیر انجام شده است:

۱.۲.۴ گزینش شاخصه‌های اساسی شکل‌دهنده رفتار مشتریان

به‌منظور انتخاب و گزینش شاخصه‌های اساسی شکل‌دهنده رفتار مشتریان، نتایج پژوهش‌های انجام‌شده در نظام بانکی (داخلی و خارجی) مطابق جدول پیوست شماره ۱ و سیستم‌های انتخاب و گزینش شاخص مؤثر در رفتار اعتباری متقاضیان تسهیلات اعتباری شامل 6C^۱، LAPP^۲ و 5P^۳ مورد استفاده قرار گرفت و نظر کارشناسان مجرب بانکی نیز در این نتایج تأثیر داده شد. در نهایت بر اساس ادبیات موضوع، تعداد ۸۵ متغیر مستقل مؤثر در رفتار اعتباری گیرندگان تسهیلات انتخاب شد که در گروه متغیرهایی شامل ویژگی‌های پرونده تسهیلاتی، مشخصات شرکت متقاضی، وضعیت تضمینات اخذشده، وضعیت صورت‌های مالی و سابقه اعتباری مشتریان مورد پژوهش دسته‌بندی شدند.

شایان ذکر است در این پژوهش شاخص نرخ نکول (نسبت مانده تسهیلات غیرجاری به اصل و سود تسهیلات) به‌عنوان متغیر وابسته مدنظر قرار گرفته و همچنین همه این متغیرها در ساخت الگو دخالت داده شدند، اما تشخیص متغیرهای مهم بر عهده الگو گذاشته شد و پژوهشگران دخالتی در این امر نداشتند.

۲.۲.۴ نمونه‌گیری و جمع‌آوری داده‌ها

جامعه آماری این پژوهش پرونده‌های تسهیلاتی مشتریان صاحبان کسب‌وکار متقاضی تسهیلات بالای ۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال بانک مورد پژوهش از سال ۱۳۹۰ تا پایان سال ۱۳۹۵ است.

برای انتخاب نمونه‌های تصادفی از روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی‌شده با فاصله اطمینان ۹۵ درصد بهره گرفته شد که به انتخاب ۶۰۹ پرونده از بین ۱۸۲۹ پرونده منجر شد که اطلاعات آماری این پرونده‌ها از طریق اطلاعات ثبت‌شده در نظام بانکداری متمرکز بانک و مکاتبه با شعب جمع‌آوری گردید.

¹ Six C of Credit

² Liquidity Activity Profitability Potential

³ Five P of Credit

۳.۴ ساختار و آماده‌سازی داده‌ها

از بین ۶۰۹ نمونهٔ اخذشده، تعداد ۷۳ پرونده به دلیل تسویه‌شدن و ۱۵ پرونده به دلیل عدم ارائهٔ اطلاعات از سوی شعب از پژوهش کنار گذاشته شد. به منظور افزایش کیفیت داده‌های جمع‌آوری شده بنا به برخی دلایل از جمله عدم ثبت، ورود ناقص، یا اشتباه برخی داده‌های پرونده‌های اعتباری در سامانهٔ متمرکز الکترونیک و نبود یا وجود تناقض در داده‌های مربوط به شاخص‌های مالی پرونده‌های اشخاص حقوقی، فرایند آماده‌سازی داده‌ها با عاری‌ساختن آن‌ها از داده‌های ناقص^۱، مغشوش^۲ و ناسازگار^۳، تلخیص و یکپارچه‌سازی و درون‌یابی برخی داده‌های مفقود با الگوریتم‌های شبکهٔ عصبی و درخت تصمیم صورت پذیرفت. از بین ۵۲۱ پروندهٔ باقی‌مانده تنها ۱۰ درصد پرونده‌ها دارای اطلاعات کامل همهٔ شاخص‌ها بود. با ادغام برخی شاخص‌های مؤثر در رفتار اعتباری گیرندگان تسهیلات، نهایتاً ۷۶ شاخص جهت الگوسازی انتخاب شد. از بین شاخص‌های منتخب تنها تقریباً ۴۱ درصد شاخص‌ها دارای اطلاعات کامل در ۵۲۰ پرونده از ۵۲۱ پرونده مورد بررسی بوده است. (مطابق جدول پیوست شمارهٔ ۲).

به منظور افزایش کیفیت داده‌های جمع‌آوری شده بنا بر برخی دلایل از جمله عدم ثبت، ورود ناقص یا اشتباه برخی داده‌های پرونده‌های اعتباری در سامانهٔ متمرکز الکترونیک و نبود داده‌های مربوط به شاخص‌های مالی پرونده‌های تسهیلاتی، فرایند آماده‌سازی داده‌ها با عاری‌ساختن آن‌ها از داده‌های ناقص، پرت، و ناسازگار، تلخیص، یکپارچه‌سازی، و درون‌یابی برخی داده‌های مفقود و ... صورت پذیرفت. به این منظور از الگوریتم درخت تصمیم استفاده شد (برخی از الگوهای درخت تصمیم فقط می‌توانند مقادیر متغیرهای گسسته را پیش‌بینی کنند، درحالی‌که در این پژوهش متغیرهای منتخب، پیوسته هستند؛ بر همین اساس از بین الگوهای مختلف درخت تصمیم، درخت چایید^۴ استفاده شده است) در ادامه، به بررسی هریک از اختلالات یادشده به شرح زیر می‌پردازیم.

۱- داده‌های ناقص

مطابق با جدول ۲، ۷۶ شاخص با کمبود داده مواجه بود که از این میان برخی شاخص‌ها مانند سود خالص به دارایی ثابت، سود به فروش، سود خالص به فروش، با کمبود در حدود ۶۰

^۱ ناقص (incomplete): نمونه‌های ناکافی، کمبود برخی مقادیر مشخصه‌ها و ...

^۲ مغشوش (noisy): داده‌های دارای مقادیر خطا و نامفهوم

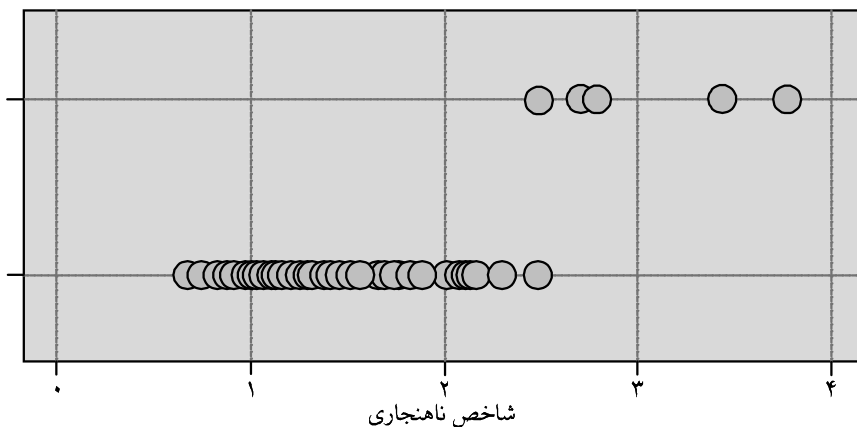
^۳ ناسازگار (inconsistent): داده‌های دارای تناقض

^۴ CHAID

درصدی داده مواجه بودند. برای جای‌گذاری داده‌های مفقود^۱ از تکنیک‌های مختلفی استفاده شد؛ برای نمونه برای جای‌گذاری شاخص سود خالص به دارایی ثابت، سود به فروش، سود خالص به فروش به ترتیب از درخت تصمیم کارت، شبکه عصبی و شبکه عصبی استفاده شد.

۲- داده‌های پرت

در صورتی که داده پرت را داده‌های دور از مرکز تجمع داده‌ها بدانیم، طبق جدول ۳، تعداد داده‌های پرت ۲۱۰ مورد است که حذف همه آن‌ها به از دست دادن اطلاعات این گروه از داده منجر می‌شود. برای حل این مشکل از یک الگو با قابلیت کشف مغایرت در اطلاعات گروه‌های غالب^۲ به شکل سیستمی شکل ۱ استفاده شد. این الگو ابتدا پرونده‌ها را بر اساس فاصله اقلیدسی از مرکز خوشه‌ها به صورت سیستمی به چند گروه دسته‌بندی کرده و سپس پرونده‌هایی که در هیچ‌یک از گروه‌ها جای نگرفته است، به عنوان داده پرت معرفی می‌کند (جدول پیوست ۳).



شکل ۲. نمایش داده‌ای پرت به صورت سیستمی

در شکل ۲ شاخص ناهنجاری در محور افقی و گروه‌های دوگانه (نقاط به هم پیوسته) در محور عمودی نمایش داده شده است. برحسب شاخص ناهنجاری، آن گروه از نقاطی که بیشترین فاصله را با یکی از گروه‌ها دارد از مجموع نقاط حذف می‌کنیم (مقدم و همکاران، ۱۳۹۲). در

¹ NULL

² peer group

این میان، دو نقطه فاصله محسوسی با گروه‌های دوگانه دارند و در نتیجه آن دو از الگو حذف شدند. شاخص نابهنجاری در اینجا بزرگ‌تر از ۳ در نظر گرفته شده است.

۳- داده‌های ناسازگار

به آن دسته از داده‌های یک شاخص اطلاق می‌شود که با داده‌های سایر شاخص‌ها متناقض باشد؛ به‌طور مثال در شاخص تعداد حساب‌های قرض‌الحسنه، مشتریان بدون داشتن حساب، دارای موجودی مانده حساب قرض‌الحسنه هستند.

با توجه به وجود ناسازگاری شدید داده‌ها در سه شاخص ۱- تعداد حساب‌های بلندمدت، ۲- تعداد حساب‌های کوتاه‌مدت، ۳- تعداد حساب‌های قرض‌الحسنه با میانگین موجودی حساب‌های مربوطه، از این شاخص‌ها صرف‌نظر شد.

۱.۳.۴ شناسایی شاخص‌های کم‌اثر

پس از آماده‌سازی داده‌ها، کلیه شاخص‌ها در فرایند الگوسازی یک‌بار مورد استفاده گرفتند. نتایج نشان داد تعداد زیادی از شاخص‌ها نتوانستند الگوهایی با میانگین قدر مطلق خطای پایین تولید کنند. بنابراین پس از تکمیل داده‌ها، از آنجا که همه شاخص‌ها اهمیت یکسانی ندارند، برای جداسازی و حذف شاخص‌های کم‌اهمیت از سایر شاخص‌ها از الگوریتم‌های انتخاب خصیصه^۱ استفاده شد (همان). این الگوریتم‌ها برای غربال کردن داده‌ها در دو سطح اقدام به ارزش‌گذاری داده‌ها می‌کنند که این دو سطح عبارتند از الف- برحسب درصد مقادیر گم‌شده، پراکندگی پایین متغیرها و ...، ب- آزمون‌های همبستگی با ضریب همبستگی کرامر^۲، پیرسون^۳ و

چکیده نتایج حاصل از این الگوریتم‌ها در قالب جدول ۴ نشان داده شده است. در این جدول، شاخص‌ها برحسب ارزش^۴ به سه گروه مهم، سرمرز، و غیرمهم تقسیم شده‌اند. به‌شکل معمول، متغیرهای مهم و حاشیه‌ای حفظ و متغیرهای غیرمهم از فرایند پژوهش حذف شدند. شایان ذکر است براساس تجربه پژوهشگران، دوشاخص غیر مهم شامل مبلغ وام و جمع تضامین جهت بررسی بیشتر در الگو باقی ماند.

¹ Feature Selection

² Cramer

³ Pearson

⁴ value

جدول ۱ درجه اهمیت متغیرها

شاخص	درجه اهمیت	ارزش
مدت قرارداد	مهم	۱
نوع عقد	مهم	۱
نوع اقساط	مهم	۱
تعداد اقساط	مهم	۱
نرخ سود	مهم	۱
تعداد کوتاه‌مدت	سر مرز	۹۹/۹۵
تعداد پرونده در بانک توسعه	سر مرز	۹۹/۹۴
کد نوع عقد فنانوری	سر مرز	۹۹/۹۰
مبلغ چک برگشتی در نظام بانکی	سر مرز	۹۹/۷۲
مبلغ امهال	سر مرز	۹۹/۲۷
بخش اقتصادی	سر مرز	۹۸/۸۵
شغل ضامن دوم	سر مرز	۹۸/۳۳
نوع شرکت	سر مرز	۹۸/۲۶
سود عملیاتی به دارایی	سر مرز	۹۷/۲۹
تعداد کل چک‌های برگشتی قبل از دریافت وام در بانک توسعه	سر مرز	۹۷/۲۷
سود خالص به دارایی ثابت	سر مرز	۹۷/۰۲
تعداد چک برگشتی در نظام بانکی	سر مرز	۹۶/۷۴
میانگین قرض الحسنه ۶ ماه قبل	سر مرز	۹۶/۴۴
میانگین قرض الحسنه ۳ ماه قبل	سر مرز	۹۵/۷۷
آیا صورت مالی شرکت حسابرسی شده است؟	سر مرز	۹۵/۷۳
علت پرداخت تسهیلات	سر مرز	۹۲/۳۱
مبلغ وام	غیر مهم	۸۵/۹۰
جمع تضمینات	غیر مهم	۷۷/۵۹

۴.۴ الگوسازی

در گام بعدی، پس از آماده‌سازی داده‌ها به‌منظور سنجش درجه اهمیت عوامل مؤثر در رفتار اعتباری متقاضیان، از الگوریتم‌های درخت تصمیم، شبکه عصبی، و ماشین بردار پشتیبان به کمک نرم‌افزار کلمنتاین^۱ استفاده شد. همچنین به‌منظور ارزیابی و سنجش روش‌های

^۱ Clementine

دسته‌بندی و تعیین درجه اهمیت شاخص‌ها، از شاخص «میانگین قدر مطلق خطا» استفاده شد.

برای این منظور، داده‌ها به دو مجموعه تصادفی داده‌های آموزشی^۱، و آزمون^۲ تقسیم شد که از داده‌های آموزشی جهت الگوسازی و از داده‌های آزمون جهت بررسی ثبات و تکرارپذیری نتایج الگو بهره گرفته شد.

در این مرحله، به برازش داده‌ها با هدف شناسایی الگوهای برتر و شناسایی شاخص‌های غیرمؤثر اقدام شد. همچنین به منظور داوری دقیق‌تر درباره داده‌ها، آن‌ها به دو گروه آموزش و آزمون تقسیم شدند. برای آموزش از ۵۰ الی ۷۰ درصد داده‌ها استفاده گردید در نتیجه باقی مانده داده‌ها در گروه آزمون قرار گرفتند. لازم به ذکر است تغییر در نسبت داده‌های آموزش و آزمون به منظور بررسی ثبات مدل بوده است. سپس به حل سه الگوی درخت تصمیم چاید، شبکه عصبی، و ماشین بردار پشتیبان اقدام شد^۳ (نتایج جدول ۵).

با توجه به نتایج جدول ۵ و بر پایه میانگین قدر مطلق خطای به دست آمده برای داده‌های تست الگو و میزان ثبات و تکرارپذیری، نتایج الگوی درخت تصمیم چاید به عنوان بهترین الگو برای پیش‌بینی نکول برگزیده شد که در این میان درخت تصمیم چاید ۱ به عنوان الگوی منتخب با میانگین قدر مطلق خطای ۱۴ درصد بهترین وضعیت را برای پیش‌بینی نرخ نکول متقاضیان تسهیلات دارد.

^۱ train

^۲ test

^۳ هر یک از الگوریتم‌های داده‌کاوی ذیل، با نسبت‌های مختلف داده‌های آموزش و آزمون حل شد. به همین دلیل در هر بار حل، یک شماره به هر الگوریتم حل شده نسبت داده شد؛ مانند چاید ۱، چاید ۲، و...

جدول ۲

میانگین قدر مطلق خطای پیش‌بینی

الگوریتم	میانگین قدر مطلق خطا		میانگین
	داده آموزش	داده آزمون	
CHAID1	۰.۱۴	۰.۱۴	۰.۱۴
CHAID2	۰.۱۵	۰.۱۶	۰.۱۶
CHAID3	۰.۱۵	۰.۱۷	۰.۱۶
میانگین	۰.۱۵	۰.۱۶	۰.۱۵
الگوریتم	میانگین قدر مطلق خطا		میانگین
	داده آموزش	داده آزمون	
ANN1	۰.۱۸	۰.۱۹	۰.۱۹
ANN2	۰.۲۰	۰.۲۱	۰.۲۰
ANN3	۰.۲۱	۰.۲۰	۰.۲۰
میانگین	۰.۱۹	۰.۲۰	۰.۲۰
الگوریتم	میانگین قدر مطلق خطا		میانگین
	داده آموزش	داده آزمون	
SVM1	۰.۱۹	۰.۲۰	۰.۱۹
SVM2	۰.۱۸	۰.۲۱	۰.۱۹
SVM3	۰.۲۱	۰.۲۰	۰.۲۰
میانگین	۰.۱۹	۰.۲۰	۰.۲۰

در ادامه، متغیرهای مؤثر در نتایج حاصل از الگوریتم مذکور به شرح جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۳

اندازه اهمیت شاخص‌ها

شاخص	اهمیت
مدت قرارداد	۰/۵۸
مبلغ امهال	۰/۴۶
تعداد اقساط	۰/۲۴
سود عملیاتی به دارایی	۰/۰۵
نوع عقد	۰/۰۳
میانگین قرض‌الحسنه ۳ ماه قبل	۰/۰۳
مبلغ وام	۰/۰۱

۵.۴ ارزیابی نتایج

مطابق نتایج حاصل از الگو، مدت قرارداد، مبلغ امهال، تعداد اقساط، سود عملیاتی به دارایی، نوع عقد، میانگین قرض‌الحسنه ۳ ماه قبل، و مبلغ وام اهمیت بیشتری نسبت به سایر متغیرها دارند. همان‌طور که مشخص است، مهم‌ترین متغیر مدت قرارداد با ضریب ۰/۵۸ است که می‌توان گفت دوره بازپرداخت تسهیلات باید تناسب لازم را با دوره درآمدزایی طرح‌های اقتصادی داشته باشد تا احتمال نکول کاهش یابد. به عبارت دیگر، یکی از معضلات اساسی نظام بانکی در حوزه اعطای تسهیلات بی‌توجهی به این اصل کلیدی است. در ادامه به توضیح سایر متغیرها پرداخته شده است:

مبلغ امهال: از لحاظ نظری، امهال به‌منظور ایجاد فرصت برای بنگاه اقتصادی برای بازپرداخت تسهیلات دریافتی متناسب با شرایط و توانایی بنگاه است. متأسفانه در سال‌های اخیر، بانک‌ها از این روش به‌صورت گسترده به‌منظور کاهش صوری مطالبات غیرجاری خود استفاده می‌کنند که این مسئله بانک‌ها را با دارایی‌های موهومی مواجه ساخته است. در نتیجه بنگاه‌ها را بدهکارتر می‌کند.

تعداد اقساط: امکان متناسب‌سازی مقاطع کسب درآمد بازپرداخت بخشی از تسهیلات را فراهم می‌آورد یا با تدریجی کردن بازپرداخت تسهیلات احتمال بازگشت اصل و سود تسهیلات را ممکن می‌سازد. در صورتی که تعداد اقساط با ظرفیت‌های مالی بنگاه هماهنگ نباشد، بانک با مشکل عقب‌افتادن اقساط مواجه خواهد شد.

سود عملیاتی به دارایی: این نسبت مالی از توانایی مدیران در به‌کارگیری دارایی‌های خود نشان دارد. در واقع، این نسبت همواره به‌هنگام اعطای تسهیلات به بنگاه‌ها باید مورد توجه قرار گیرد، زیرا اگر این نسبت برای بنگاه متقاضی تسهیلات کوچک‌تر از متوسط صنعت بنگاه

مدنظر باشد، به راحتی می‌توان دریافت که مدیران این بنگاه در به‌کارگیری دارایی‌های خود به خوبی عمل نکرده‌اند، در نتیجه در اعطای تسهیلات باید محتاطانه عمل کرد، زیرا ریسک نکول این‌گونه بنگاه‌ها به نسبت بالاست.

نوع عقد: به سبب ماهیت متفاوت عقود اسلامی، نوع عقد می‌تواند در احتمال نکول اثرگذار باشد.

میانگین قرض الحسنه ۳ ماه قبل: به عنوان شاخص اساسی مرادۀ مشتری با بانک در نظر گرفته می‌شود. هرچه این نسبت بیشتر باشد، حاکی از کاهش ریسک نکول مشتری خواهد بود.

مبلغ وام: در صورتی که با اندازه و توانایی‌های بنگاه همخوانی نداشته باشد، بانک با مشکل دیرکرد تعهدات بنگاه مواجه خواهد شد.

لذا، توجه به این شاخص‌ها قبل از اعطای تسهیلات به مشتریان صاحبان کسب‌وکار می‌تواند در تصمیم‌گیری و پیش‌بینی رفتار اعتباری مشتری نقش بسیار حائز اهمیتی داشته باشد. این شاخص‌ها مبنایی برای طراحی و تدوین فرم‌های اعتبارسنجی مشتریان خواهند بود. همچنین، الگوریتم درخت تصمیم چاید ۱، با میانگین قدر مطلق خطای ۱۴ درصد، قابلیت برآورد احتمال نکول تسهیلات دریافتی مشتریان را نسبت به سایر تکنیک‌ها دارد.

۵ نتیجه‌گیری

موضوع سنجش ریسک اعتباری به منظور پیش‌بینی احتمال عدم بازپرداخت وام، یکی از سازوکارهای مهم مدیریت ریسک اعتباری است. از این‌رو، بانک‌ها برای مدیریت اعتباراتشان از یک روش خاص برای رتبه‌بندی اعتباری مشتریان خود استفاده می‌کنند. از آنجایی که تصمیمات در خصوص اعطای تسهیلات از حساسیت بالایی برخوردار است، لذا انتخاب نادرست متقاضی تبعات جبران‌ناپذیری برای بانک در پی خواهد داشت. در این پژوهش سعی شده است با مطالعه اغلب پژوهش‌های صورت‌پذیرفته در خصوص سنجش ریسک اعتباری مشتریان در داخل و خارج از کشور، تمام شاخص‌ها شناسایی و مورد ارزیابی قرار گیرد و سپس از میان این شاخص‌ها، آن‌هایی که بیشترین تأثیر را در ریسک اعتباری مشتریان دارند، شناسایی شود. از طرفی دیگر با مطالعه پژوهش‌های صورت‌گرفته، متوجه آن شدیم که پژوهشگران اغلب از داده‌های گسسته استفاده کرده‌اند، لذا نویسندگان برای ارزیابی بهتر، از داده‌های پیوسته استفاده کردند. همچنین برای مقایسه بهتر شاخص‌ها، از تکنیک‌های درخت تصمیم، شبکه عصبی، و ماشین بردار پشتیبان استفاده شد که نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد درخت تصمیم درصد خطای کمتری برای پیش‌بینی دارد و در پایان متغیرهای

مدت قرارداد، مبلغ امهال، تعداد اقساط، سود عملیاتی به دارایی، نوع عقد، میانگین قرض‌الحسنه سه ماه قبل، و مبلغ وام اهمیت بیشتری نسبت به سایر متغیرها دارند. بنابراین، توجه به این شاخص‌ها پیش از اعطای تسهیلات به مشتریان صاحبان کسب‌وکار می‌تواند در تصمیم‌گیری و پیش‌بینی رفتار اعتباری مشتری نقش بسیار حائز اهمیتی داشته باشد. از مزایای این تحقیق بررسی تمام متغیرهای به‌کاربرده‌شده در حوزه سنجش ریسک اعتباری و به‌تبع آن شناسایی متغیرهای مؤثر در رفتار اعتباری و طبقات مشتریان با استفاده از ابزارهای داده‌کاوی، استفاده از داده‌های پیوسته (به‌جای تمرکز صرف بر داده‌های گسسته)، و همچنین کاهش خطاهای انسانی و جلوگیری از فرایند قضاوتی کارشناسان خبره به‌وسیله به‌کارگیری الگوهای کشف‌شده این تحقیق در یک سیستم هوشمند و پاسخ‌گویی سریع‌تر به متقاضیان تسهیلات اعتباری ماست. ازجمله محدودیت‌های این تحقیق نبود اطلاعات منسجم در یک سیستم اطلاعاتی رایانه‌ای، نبود وحدت رویه در ثبت اطلاعات مشتریان و ثبت داده‌ها در یک سری زمانی مشخص، و وجود اطلاعات ناقص و غلط در داده‌های مورد بررسی بود که داده‌ها را با نویز بسیاری مواجه ساخت.

منابع و مأخذ

- اخباری، م. (۱۳۸۷). رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقوقی بانک‌ها با رویکرد هوش مصنوعی (پایان‌نامه کارشناسی ارشد). دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.
- احمدی‌زاده، ک. (۱۳۸۵). لزوم تأسیس مراکز اعتبارسنجی و رتبه‌بندی. فصلنامه حسابرس، ۳۴.
- البرزی، م.، محمدپور زرنندی، م. ا.، و خان‌بابایی، م. (۱۳۹۲). به‌کارگیری الگوریتم ژنتیک در بهینه‌سازی درختان تصمیم‌گیری برای اعتبارسنجی مشتریان بانک‌ها. مدیریت فناوری اطلاعات، ۲(۴)، ۳۸-۲۳.
- اکرامی، م.، و راهنا اسکئی، آ. (۱۳۸۸). بررسی عوامل مؤثر در مطالبات سررسید گذشته و موقوف بانک. پژوهشنامه اقتصادی، ویژه‌نامه بانک، ۶، ۸۵-۱۰۷.
- امیری، م.، بکی حسکوئی، م.، و بیگلری کامی، م. (۱۳۹۲). رتبه‌بندی شرکت‌های تولیدی در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه و شبکه عصبی مصنوعی. فصلنامه دانش سرمایه‌گذاری، ۷، ۷۳-۸۴.
- پروویزیان، ک.، ذکاوت، م.، و محمدیان، م. (۱۳۸۸). رتبه‌بندی داخلی مشتریان بانک‌ها با استفاده از مدل‌های رگرسیونی لاجیت، پژوهشنامه اقتصادی، ویژه‌نامه بانک (۶)، ۶۱-۸۹.
- تقوی، م.، لطفی، ع. ا.، سهرابی، ع. (۱۳۸۷). مدل ریسک اعتباری و رتبه‌بندی مشتریان حقوقی بانک کشاورزی. پژوهشنامه اقتصادی، ۴، ۹۹-۱۲۸.
- تقوی‌فرد، م. ت.، نادعلی، ا. (۱۳۹۱). طبقه‌بندی متقاضیان تسهیلات اعتباری بانکی با استفاده از داده‌کاوی و منطق فازی. مطالعات مدیریت صنعتی، ۲۵، ۸۵-۱۰۷.

- تهرانی، ر.، و فلاح شمش، م. (۱۳۸۴). طراحی و تبیین الگوی ریسک اعتباری در نظام بانکی کشور. *مجله علوم اجتماعی و انسانی*، ۲۲(۲)، ۴۵-۶۰.
- تهرانی، ر.، محمدی، م.، و رحیمی، ا. م. (۱۳۸۸). نظام سنجش اعتبار و جایگاه آن در بهبود نظام تأمین مالی. اولین کنفرانس بین‌المللی توسعه نظام تأمین مالی در ایران، مرکز مطالعات تکنولوژی دانشگاه صنعتی شریف.
- حیدرپور، ف.، و کارذبحی، م. (۱۳۸۸). طراحی الگویی جهت اعتبارسنجی مشتریان حقوقی بانک با استفاده از معیار ۵۵. *مجله مطالعات مالی*، ۲(۲)، ۱۳۵-۱۵۴.
- خالقی‌فر، ح. (۱۳۹۲). ارائه مدل عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری با استفاده از رگرسیون لجایت در بانک اقتصاد نوین شعبه جزیره کیش. نخستین کنفرانس ملی توسعه مدیریت پولی و بانکی. رشیدیان، س.، سلطان‌پناه، ه.، و فارقی، ه. (۱۳۹۰). طبقه‌بندی مشتریان شبکه بانکی بر اساس ریسک اعتباری با استفاده از مدل‌های پیش‌بینی و تصمیم‌گیری چندمعیاره (مطالعه موردی: بانک کارآفرین) (پایان‌نامه کارشناسی ارشد). دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران. زمانی، ش.، و ودیعی، م. ح. (۱۳۹۱). پیش‌بینی ریسک اعتباری مشتریان بانکی با استفاده از مدل شبکه عصبی. کنفرانس ملی حسابداری، مدیریت مالی و سرمایه‌گذاری.
- سفیدگران، س.، و حاله، ح. (۱۳۹۵). شناسایی و رتبه‌بندی مشتریان حقوقی متقاضی تسهیلات بانکی از منظر ریسک اعتباری با استفاده از روش ترکیبی ANP-PROMETHEE. مدیریت توسعه و تحول، ویژه‌نامه، ۱۹۰-۱۷۹.
- سهرابی، ب.، رئیسی وانانی، ا.، و زارع مبارک‌آباد، ف. (۱۳۹۵). طراحی سیستم توصیه‌گر به‌منظور بهینه‌سازی و مدیریت تسهیلات بانکی بر مبنای الگوریتم‌های خوشه‌بندی و طبقه‌بندی تسهیلات. پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری، ۱(۲)، ۵۳-۷۶.
- شریعت‌پناهی، م.، و هاشمی بردکاهی، س. (۱۳۸۸). ارائه مدلی برای اعتبارسنجی مشتریان در بانک صنعت و معدن. *فصلنامه مطالعات حسابداری*، ۶(۲۱)، ۶۱-۸۲.
- شورورزی، م.، ر.، مسیح‌آبادی، ا.، و غیائی شهرکی، م. (۱۳۹۱). ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک صادرات بر مبنای دو مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی و لوجیت و مقایسه آن‌ها. کنفرانس ملی حسابداری، مدیریت مالی و سرمایه‌گذاری.
- صفری، س.، ابراهیمی شقاقی، م.، و شیخ، م. ح. (۱۳۸۹). مدیریت ریسک اعتباری مشتریان حقوقی در بانک‌های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (رتبه‌بندی اعتباری). پژوهش‌های مدیریت در ایران، ۱۴(۴)، ۱۶۴-۱۳۷.
- فیضی، ع.، و هاشمی، م. ع. (۱۳۹۲). ارائه مدلی جهت ارزیابی ریسک اعتباری بانک‌ها (مطالعه موردی: بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران). نخستین کنفرانس ملی توسعه مدیریت پولی و بانکی.
- عرب مازار، ع.، و روئین‌تن، پ. (۱۳۸۵). عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری مشتریان بانکی (مطالعه موردی: بانک کشاورزی). *دوفصلنامه جستارهای اقتصادی*، ۳(۶)، ۸۲-۴۶.

- غلامیان، م. ر.، سادات رسول، م.، و حاجی محمدی، ز. (۱۳۹۱). استخراج قواعد انجمنی رتبه‌بندی اعتبار با استفاده از الگوریتم ژنتیک: موردکاوی بانک ایرانی. سومین همایش ملی مهندسی صنایع و سیستم.
- کاظمی، ا.، قاسمی، ج. و زندیه، و. (۱۳۹۰). رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقیقی بانک‌ها با استفاده از مدل‌های مختلف شبکه‌های عصبی: مطالعه موردی یکی از بانک‌های خصوصی ایران، مطالعات مدیریت صنعتی، ۹(۲۳)، ۱۳۱-۱۶۱.
- کیمیاری، م. ع.، امینی، م. ج.، طباطبایی آرانی، ح.، حسینی، ل. (۱۳۹۱). مدل ریسک اعتباری بازپرداخت تسهیلات مشتریان اعتباری بانک (مطالعه موردی: حوزه شهرضا بانک ملی ایران)، نهمین کنفرانس مهندسی صنایع.
- محمدخان، م.، اسماعیلی، م. ا.، و یاراحمدی، م. (۱۳۸۷). طراحی مدل ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان بانک با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک. ششمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع.
- محمدی، ت.، شاکری، ع.، اسکندری، ف.، و کریمی، د. (۱۳۹۶). عوامل مؤثر بر شکل‌گیری مطالبات غیرجاری در نظام بانکی کشور: مطالعه موردی. مجلس و راهبرد، ۲۴(۸۹)، ۲۶۹-۳۰۰.
- مروج، م. (۱۳۸۳). افزودن قابلیت داده‌کاوی فازی به بانک‌های اطلاعاتی رابطه‌ای (پایان‌نامه کارشناسی ارشد). دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.
- مقدم، خ.، ارشدی، ع.، و رضایی، ک. (۱۳۹۲). شناسایی و تعیین عوامل مؤثر بر رفتار اعتباری متقاضیان حقیقی تسهیلات خرد در شهر تهران با نگرش بر کاهش نرخ رشد مطالبات در یکی از بانک‌های خصوصی. پژوهش‌های پولی و بانکی، ۶(۱۶)، ۲۷-۵۸.
- مکیان، ن.، المدرسی، م. ت.، و کریمی تکلو، س. (۱۳۸۹). مقایسه مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی با روش‌های رگرسیون لجستیک و تحلیل ممیزی در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، ۱۰(۲)، ۱۶۱-۱۴۱.
- میرزایی، ح.، نظریان، ر.، و باقری، ر. (۱۳۹۰). بررسی عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری اشخاص حقوقی بانک‌ها (مطالعه موردی شعب بانک ملی ایران، شهر تهران). فصلنامه روند پژوهش‌های اقتصادی، ۱۹(۵۸)، ۹۸-۶۷.
- میرعمادی، ع. ا. (۱۳۹۲). برآورد ریسک اعتباری مشتریان مؤسسات اعتباری با استفاده از متغیرهای حسابداری. نخستین کنفرانس ملی توسعه مدیریت پولی و بانکی.
- مهرآرا، م.، موسایی، م.، تصوری، م.، و حسن‌زاده، آ. (۱۳۸۸). رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقوقی بانک پارسیان. مدل‌سازی اقتصادی، ۳، پیاپی ۹، ۱۵۰-۱۲۱.
- هزار، ر.، اسکندری، ح.، و اشرفی، م. (۱۳۸۸). رتبه‌بندی اعتباری مشتریان با به‌کارگیری شبکه عصبی در صنعت بانکداری (مطالعه موردی بانک اقتصاد نوین). سومین کنفرانس جهانی بانکداری الکترونیکی.

- Basel Committee on Banking Supervision. (2000). *Credit rating and complementary sources of credit quality information* (Working Paper No.3).
- Chapman, et al. (1999) CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide, retrieved from: <http://www.crisp-dm.org/CRISPwP-0800.pdf>.
- Doumpos, M., & Zopounidis, C. (2014). Evaluation and decision models with multiple criteria. *International Handbooks on Information Systems*, 563-587.
- Edward, F. R., & Mishkin, F. S. (1995). The decline of traditional banking: implication for financial stability and regulatory policy. *Federal Reserve Bank of New York policy Review*, 27-45.
- Fisher, R. A. (1936). The use-of multiple measurement in Taxonomic problem, *Annals of Eugenics*.
- Chi, Q., & Li, W. (2017). Economic policy uncertainty, credit risks and banks' lending decisions: Evidence from Chinese commercial banks. *China Journal of Accounting Research*, 10, 33-50.
- Chye, K. H., Tan, W., & Goh, C. (2006). A Two-step Method to Construct Credit Scoring Models with Data Mining Techniques, *International Journal of Business and Information*, Volume 1 Number 1, 96-118.
- Kotu, V., & Deshpande, B. (2014). Predictive Analytics and Data Mining Concepts and Practice with RapidMiner, MK publications, www.mkp.com.
- Mongi, L. (2018). Comparative study on Credit Risk in Islamic Banking, *Quarterly Review of Economics and Finance*.
- Nazari, M., & Alidadi, M. (2013). Measuring Credit Risk of BankCustomers Using Artificial Neural Network, *Journal of Management Research*, Vol5, No 2, PP17-27.
- Olivas, R. (2007). Decision trees: A primer for decision-making professionals. 1-20.
- Singh, S., Murthi, B. P. S., & Steffes, E. (2013). Developing a measure of risk adjusted revenue (RAR) in credit cards market: Implications for customer relationship management. *European Journal of Operational Research*, 224(2), pp 425-434
- Sinkey F. Joseph (1992). *Commercial Bank Financial Management in the Financial-services Industry*, 4th Edition; Macmillan, p.519.

Thomas, L. C., Eldman, D. B., & Crook, J. N. (2002). *Credit Scoring and Its Applications*. Philadelphia: Siam.

Yu, L., Wang, S., Lai, K. (2008). Credit risk assessment with a multistage neural network ensemble learning approach. *Expert Systems with Applications*. No 34, pp 1434– 1444.

پیوست

جدول پیوست ۱

منابع گزینش شاخصه‌های اساسی شکل‌دهنده رفتار مشتریان

نام متغیر	منابع
اسناد دریافتی	عرب مازار و روئین تن (۱۳۸۵)؛ میرزایی، نظریان، و باقری (۱۳۹۰)؛ خالقی فر (۱۳۹۲)
بخش اقتصادی (هدف اعتبار)	تهرانی، محمدی، و رحیمی (۱۳۸۸)؛ تقوی، لطفی، و سهرابی (۱۳۸۷)؛ میرزایی، نظریان، و باقری (۱۳۹۰)؛ البرزی و همکاران (۱۳۹۲)؛ تهرانی و فلاح شمش (۱۳۸۴)؛ غلامیان، سادات رسول، و حاجی محمدی (۱۳۹۱)، سهرابی و همکاران (۱۳۹۵)، چی و لی (۲۰۱۷)
بازده فروش	شورورزی، مسیح آبادی، و غیائی شهرکی (۱۳۹۱)؛ زمانی و ودیعی (۱۳۹۱)
(سود خالص به دارایی‌ها) بازده کل دارایی‌ها	زمانی و ودیعی (۱۳۹۱)؛ شورورزی و همکاران (۱۳۹۱)؛ عرب مازار و روئین تن (۱۳۸۵)؛ محمدخان و همکاران (۱۳۸۷)؛ فیضی و هاشمی (۱۳۹۲)، مونگی (۲۰۱۸)
بدهکاران	عرب مازار و روئین تن (۱۳۸۵)؛ میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ خالقی فر (۱۳۹۲)
بدهی به بانک‌ها	میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ خالقی فر (۱۳۹۲)، سهرابی و همکاران (۱۳۹۵)
بدهی جاری	میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ خالقی فر (۱۳۹۲)؛ غلامیان و همکاران (۱۳۹۱)، تقوی فرد و نادعلی (۱۳۹۱)
بستانکاران (حساب‌های پرداختی)	میرزایی، نظریان، و باقری (۱۳۹۰)؛ خالقی فر (۱۳۹۲)
تعداد اقساط	تقوی، لطفی، و سهرابی (۱۳۸۷)؛ میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ البرزی و همکاران (۱۳۹۲) (بخشی از شاخص‌ها)؛ خالقی فر (۱۳۹۲)؛ کیمیاگری و همکاران (۱۳۹۱)
تعداد چک برگشتی	میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ کیمیاگری و همکاران (۱۳۹۱)؛ خالقی فر (۱۳۹۲)
داشتن ضامن معتبر	میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ کیمیاگری و همکاران (۱۳۹۱)
گزارش حسابرسی	میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ شورورزی و همکاران (۱۳۹۱)؛ حیدرپور و کارذبحی (۱۳۸۸)
دارایی ثابت	میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ خالقی فر (۱۳۹۲)؛ عرب مازار و روئین تن (۱۳۸۵)؛ غلامیان و همکاران (۱۳۹۱)

نام متغیر	منابع
دارایی جاری	میرزایی، نظریان، و باقری (۱۳۹۰)؛ خالقی‌فر (۱۳۹۲)؛ عرب مازار و روئین‌تن (۱۳۸۵)؛ غلامیان و همکاران (۱۳۹۱)
دوره زمانی بازپرداخت تسهیلات	تقوی، لطفی، و سهرابی (۱۳۸۷)؛ میرزایی، نظریان، و باقری (۱۳۹۰)؛ تهرانی و فلاح شمش (۱۳۸۴)؛ تهرانی و همکاران (۱۳۸۸)؛ هزار، اسکندری، و اشرفی (۱۳۸۸)
سابقه چک برگشتی	زمانی و ودیعی (۱۳۹۱)؛ شورورزی و همکاران (۱۳۹۱)؛ تقوی، لطفی، و سهرابی (۱۳۸۷)؛ صابری، اکرامی، و راهنما اسکی (۱۳۸۸)
سابقه فعالیت شرکت	تقوی و همکاران (۱۳۸۷)؛ میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ کیمیاگری و همکاران (۱۳۹۱)؛ خالقی‌فر (۱۳۹۲)؛ غلامیان و همکاران (۱۳۹۱)؛ شورورزی و همکاران (۱۳۹۱)؛ تهرانی و همکاران (۱۳۸۸)؛ یو و همکاران (۲۰۰۸)
سابقه همکاری با بانک	حیدرپور و کارذبحی (۱۳۸۸)؛ تقوی و همکاران (۱۳۸۷)؛ میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ خالقی‌فر (۱۳۹۲)؛ کیمیاگری و همکاران (۱۳۹۱)؛ غلامیان و همکاران (۱۳۹۱)
سرمایه	صابری و خالقی‌فر (۱۳۹۲)؛ هزار، اسکندری، و اشرفی (۱۳۸۸)؛ غلامیان و همکاران (۱۳۹۱)؛ مونگی (۲۰۱۸)
سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها	شریعت پناهی و همکاران (۱۳۸۸)؛ تهرانی و فلاح شمش (۱۳۸۴)؛ فیضی و هاشمی (۱۳۹۲)؛ پرویزیان، ذکاوت، و محمدیان (۱۳۸۸)
گردش بستانکار شش‌ماهه حساب‌های وام‌گیرنده	کیمیاگری و همکاران (۱۳۹۱)؛ میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ عرب مازار و روئین‌تن (۱۳۸۵)؛ چی و لی (۲۰۱۷)
سود انباشته به کل دارایی	تهرانی و فلاح شمش (۱۳۸۴)؛ مونگی (۲۰۱۸)
نرخ تسهیلات	هزار و همکاران (۱۳۸۸)؛ تقوی و همکاران (۱۳۸۷)؛ تهرانی و فلاح شمش (۱۳۸۴)؛ کیمیاگری و همکاران (۱۳۹۱)
متوسط گردش موجودی کالا (فروش به موجودی کالا)	عرب مازار و روئین‌تن (۱۳۸۵)؛ میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)
مدت‌زمان تنفس	میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ کیمیاگری و همکاران (۱۳۹۱)؛
موجودی کالا	عرب مازار و روئین‌تن (۱۳۸۵)؛ خالقی‌فر (۱۳۹۲)؛ غلامیان و همکاران (۱۳۹۱)
میانگین مانده شش‌ماهه حساب‌های وام‌گیرنده	میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ کیمیاگری و همکاران (۱۳۹۱)؛ شورورزی و همکاران (۱۳۸۷)؛ تقوی، لطفی، و سهرابی (۱۳۸۷)
نسبت ارزش وثیقه ارائه‌شده توسط متقاضی به ارزش تسهیلات	کیمیاگری و همکاران (۱۳۹۱)؛ خالقی‌فر (۱۳۹۲)

نام متغیر	منابع
نسبت آنی	عرب مازار و روئین تن (۱۳۸۵)؛ میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ هزار و همکاران (۱۳۸۸)؛ خالقی فر (۱۳۹۲)؛ شورورزی و همکاران (۱۳۹۱)
نسبت بدهی	حیدرپور و کارذبحی (۱۳۸۸)، تقوی فرد و نادعلی (۱۳۹۱)
وجه نقد	عرب مازار و روئین تن (۱۳۸۵)؛ میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ خالقی فر (۱۳۹۲)
نسبت بدهی جاری به ارزش دفتری سرمایه	میرعمادی (۱۳۹۲)؛ هزار و همکاران (۱۳۸۸)؛ یو و همکاران (۲۰۰۸)
نسبت بدهی جاری به ارزش ویژه	عرب مازار و روئین تن (۱۳۸۵)؛ یو و همکاران (۲۰۰۸)
نسبت بدهی جاری به کل دارایی	شریعت پناهی و همکاران (۱۳۸۸)؛ میرعمادی (۱۳۹۲)؛ یو و همکاران (۲۰۰۸)
نسبت جاری	عرب مازار و روئین تن (۱۳۸۵)؛ میرزایی، نظریان، و باقری (۱۳۹۰)؛ تهرانی و فلاح شمش (۱۳۸۴)؛ حیدرپور و کارذبحی (۱۳۸۸)؛ مکیان، المدرسی، و کریمی تکلو (۱۳۸۹)؛ زمانی و ودیعی (۱۳۹۱)؛ میرعمادی (۱۳۹۲)؛ خالقی فر (۱۳۹۲)؛ رشیدیان، سلطان پناه، و فارقی (۱۳۹۰)؛ شورورزی، مسیح‌آبادی، غیائی شهرکی (۱۳۹۱)؛ یو و همکاران (۲۰۰۸)
نوع شرکت	تقوی، لطفی، و سهرابی (۱۳۸۷)؛ هزار، اسکندری، و اشرفی (۱۳۸۸)؛ غلامیان (۱۳۹۱)
نوع عقد	تقوی، لطفی، و سهرابی (۱۳۸۷)؛ البرزی، محمدپورزندی، و خان‌بابایی (۱۳۹۲) (بخشی از شاخص‌ها)؛ کیمیاگری و همکاران (۱۳۹۱)؛ خالقی فر (۱۳۹۲)؛ میرزایی، نظریان، و باقری (۱۳۹۰)
نوع فعالیت شرکت	خالقی فر (۱۳۹۲)؛ شورورزی، مسیح‌آبادی، و غیائی شهرکی (۱۳۹۱)؛ کیمیاگری و همکاران (۱۳۹۱)؛ عرب مازار و روئین تن (۱۳۸۵)
نوع وثایق	هزار، اسکندری، و اشرفی (۱۳۸۷)؛ تهرانی و همکاران (۱۳۸۸)؛ البرزی، محمدپورزندی، و خان‌بابایی (۱۳۹۲) (بخشی از شاخص‌ها)؛ اکرامی و راهنما اسکی (۱۳۸۸)؛ شورورزی، مسیح‌آبادی، و غیائی شهرکی (۱۳۹۱)؛ زمانی و ودیعی (۱۳۹۱)؛ کیمیاگری و همکاران (۱۳۹۱)
نسبت حاشیه سود (خالص به فروش خالص)	میرزایی، نظریان، و باقری (۱۳۹۰)؛ خالقی فر (۱۳۹۲)؛
نسبت دارایی جاری (دارایی جاری به کل دارایی)	عرب مازار و روئین تن (۱۳۸۵)؛ میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ هزار و همکاران (۱۳۹۱)؛ شورورزی، مسیح‌آبادی، و غیائی شهرکی (۱۳۹۱)؛ خالقی فر (۱۳۹۲)؛ یو و همکاران (۲۰۰۸)

نام متغیر	منابع
نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها	مکیان، المدرسی، و کریمی تگلو (۱۳۸۹)؛ میرعمادی (۱۳۹۲)
نوع تسهیلات برحسب دوره زمانی بازپرداخت	کیمیاگری و همکاران (۱۳۹۱)؛ غلامیان و همکاران (۱۳۹۱)
نوع تضمین	عرب مازار و روئین‌تن (۱۳۸۵)؛ میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ خالقی‌فر (۱۳۹۲)؛ تقوی، لطفی، و سهرابی
نسبت سود قبل از کسر بهره و مالیات به کل دارایی‌ها	آلتمن؛ میرعمادی (۱۳۹۲)؛ مکیان، المدرسی، و کریمی تگلو (۱۳۸۹)، مونگی (۲۰۱۸)
نسبت سودآوری (سود به سرمایه)	هزار و همکاران (۱۳۸۷)؛ تهرانی و فلاح شمش (۱۳۸۴)؛ میرعمادی (۱۳۹۲)، مونگی (۲۰۱۸)
نسبت سود انباشته به کل دارایی‌ها	میرعمادی (۱۳۹۲)؛ فیضی و هاشمی (۱۳۹۲)
نسبت سود پیش از کسر مالیات و بهره به خالص فروش	میرعمادی (۱۳۹۲)؛ مکیان و همکاران (۱۳۸۹)؛ یو و همکاران (۲۰۰۸)
نسبت کل بدهی	زمانی و ودیعی (۱۳۹۱)؛ شوروزی و همکاران (۱۳۹۱)
نسبت گردش سرمایه جاری (فروش به سرمایه در گردش)	عرب مازار و روئین‌تن (۱۳۸۵)؛ میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ خالقی‌فر (۱۳۹۲)؛ شوروزی و همکاران (۱۳۹۱)؛ یو و همکاران (۲۰۰۸)
نسبت گردش کل دارایی‌ها (فروش به کل دارایی‌ها)	عرب مازار و روئین‌تن (۱۳۸۵)؛ میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ خالقی‌فر (۱۳۹۲)؛ آلتمن؛ پرویزیان و همکاران (۱۳۸۸)
نسبت مالکانه (ارزش ویژه به کل دارایی)	عرب مازار و روئین‌تن (۱۳۸۵)؛ میرزایی، نظریان، و باقری (۱۳۹۰)؛ شوروزی و همکاران (۱۳۹۱)؛ خالقی‌فر (۱۳۹۲)؛ زمانی و ودیعی (۱۳۹۱)
نسبت نقدی (وجه نقد به دارایی)	عرب مازار و روئین‌تن (۱۳۸۵)؛ میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)
تعداد حساب‌های بانک	میرزایی و همکاران (۱۳۹۰)؛ خالقی‌فر (۱۳۹۲)
نرخ بازده سرمایه	شوروزی و همکاران (۱۳۹۱)
سرمایه به دارایی	میرعمادی (۱۳۹۲)؛ فیضی و هاشمی (۱۳۹۲)
تاریخ اولین سررسید	البرزی و همکاران (۱۳۹۲) (بخشی از شاخص‌ها)
تاریخ آخرین سررسید	البرزی و همکاران (۱۳۹۲) (بخشی از شاخص‌ها)
تاریخ پرداخت تسهیلات	البرزی و همکاران (۱۳۹۲) (بخشی از شاخص‌ها)
اندازه بنگاه	پرویزیان و همکاران (۱۳۸۸)
سهم بانک	مونگی (۲۰۱۸)، چی و لی (۲۰۱۷)
کل بدهی‌ها	غلامیان و همکاران (۱۳۹۱)

نام متغیر	منابع
کل دارایی‌ها	غلامیان و همکاران (۱۳۹۱)، مونگی (۲۰۱۸)
جمع گردش بدهکار حساب‌های شش‌ماهه شرکت	عرب مازار و روئین‌تن (۱۳۸۵)
حساب‌های وام‌گیرنده میانگین ماندهٔ شش‌ماهه	چی و لی (۲۰۱۷)
قدمت شرکت	هزار و همکاران (۱۳۸۷)
ماندهٔ حساب به مبلغ تسهیلات	اکرامی و راهنما اسکی (۱۳۸۸)، چی و لی (۲۰۱۷)
مبلغ آخرین تسهیلات دریافتی	خان‌بابایی و همکاران (۱۳۸۹) (بخشی از شاخص‌ها)؛ عرب مازار و روئین‌تن (۱۳۸۵)
مبلغ گردش حساب‌های شش‌ماهه شرکت	عرب مازار و روئین‌تن (۱۳۸۵)
مبلغ وثیقه	تهرانی و همکاران (۱۳۸۸)
معدل موجودی	اکرامی و راهنما اسکی (۱۳۸۸)
تسهیلات نزد بانک‌های دیگر	چی و لی (۲۰۱۷)
سابقهٔ اعتباری (جاری یا غیرجاری) در بانک یا نظام بانکی	تهرانی و همکاران؛ هزار، اسکندری و همکاران (۱۳۸۵)؛ مونگی (۲۰۱۸) اکرامی و راهنما اسکی (۱۳۸۸)، چی و لی (۲۰۱۷)
سال اخذ آخرین تسهیلات	تقوی و همکاران (۱۳۸۷)
زمینهٔ تولیدی متقاضی تسهیلات	اکرامی و راهنما اسکی (۱۳۸۸)
سوابق مدیران ارشد	غلامیان و همکاران (۱۳۹۱)
سرمایه به بدهی	مکیان و همکاران (۱۳۸۹) مونگی (۲۰۱۸)
بدهی به دارایی	پرویزیان و همکاران (۱۳۸۸)؛ تهرانی و فلاح شمش (۱۳۸۴)، مونگی (۲۰۱۸)
فروش خالص به سرمایه در گردش و برعکس	پرویزیان و همکاران (۱۳۸۸)
سرمایه به بدهی بلندمدت و برعکس	میرعمادی (۱۳۹۲)؛ حیدرپور و کارذبحی (۱۳۸۸)، مونگی (۲۰۱۸)
سرمایه به دارایی و برعکس	پرویزیان و همکاران (۱۳۸۸)
بدهی به سرمایه	شریعت پناهی و هاشمی بردکاهی (۱۳۸۸)
موجودی نقدی به دارایی	پرویزیان و همکاران (۱۳۸۸)
موجودی نقدی به بدهی جاری	پرویزیان و همکاران (۱۳۸۸)؛ فیضی و هاشمی (۱۳۹۲)
وضعیت حساب پس‌انداز و جاری	تهرانی و همکاران (۱۳۸۸)، سهرابی و همکاران (۱۳۹۵)

جدول پیوست ۲

شاخص‌های منتخب و میزان دسترسی به داده‌های آن در ۵۲۱ پرونده اعتباری

تعداد داده‌های در دسترس	شاخص	تعداد داده‌های در دسترس	شاخص
۵۱۹	دارای طرح توجیهی است؟	۲۰۵	فروش به موجودی کالا
۵۲۰	کد نوع عقد فناوری	۲۱۰	سود به فروش
۵۲۰	نرخ سود	۲۲۶	سود خالص به فروش
۵۲۰	دوره تنفس	۲۳۱	دارایی جاری به فروش
۵۲۰	مدت قرارداد	۲۴۳	هزینه به درآمد
۵۲۰	فاصله اقساط	۲۵۵	سرمایه به بدهی بلندمدت
۵۲۰	تعداد اقساط	۳۲۲	شغل ضامن ۳
۵۲۰	اسناد تجاری (سفته)	۳۵۰	سود خالص به سرمایه
۵۲۰	محل اجرای طرح	۳۵۸	فروش به دارایی ثابت
۵۲۰	وثیقه ملکی خارج از طرح	۳۶۳	سود خالص به دارایی ثابت
۵۲۰	سایر	۳۷۱	درآمد به دارایی
۵۲۰	جمع تضمینات	۳۷۶	سود عملیاتی به دارایی
۵۲۰	تعداد جاری	۳۷۹	فروش به دارایی
۵۲۰	تعداد کوتاه‌مدت	۳۸۱	موجودی نقد به بدهی
۵۲۰	تعداد بلندمدت	۳۸۳	درآمد کل
۵۲۰	غیرجاری	۳۸۴	سود خالص به دارایی
۵۲۰	نکول بر مبنای مبلغ وام	۳۸۷	شغل ضامن ۲
۵۲۰	کد نکول تفصیلی	۳۸۸	سود عملیاتی
۵۲۰	تعداد امهال	۳۹۱	فروش
۵۲۰	مبلغ امهال	۳۹۴	سرمایه به بدهی
۵۲۰	مانده سپرده جاری زمان دریافت تسهیلات	۴۰۳	بدهی جاری به سرمایه
۵۲۰	تعداد پرونده مانده‌دار در نظام بانکی	۴۰۹	شغل ضامن ۱
۵۲۰	تعداد پرونده در بانک توسعه	۴۱۸	سرمایه به دارایی ثابت
۵۲۰	جمع مبالغ تسهیلات دریافتی در بانک توسعه	۴۴۰	بدهی جاری به دارایی
۵۲۰	تعداد کل چک‌های تحویل‌شده در بانک توسعه	۴۴۵	سرمایه به دارایی
۵۲۰	تعداد کل چک‌های برگشتی قبل از دریافت وام در بانک توسعه	۴۴۶	میانگین قرض‌الحسنه سه ماه قبل
۵۲۰	مبلغ کل چک‌های برگشتی قبل از دریافت وام در بانک توسعه	۴۴۶	میانگین قرض‌الحسنه شش ماه قبل
۵۲۰	تاریخ شروع کار	۴۶۱	مبلغ چک اخذشده از شرکت
۵۲۰	اصل و سود محاسباتی	۴۶۴	موجودی نقد به دارایی
۵۲۰	مبلغ وام	۴۶۸	دارایی جاری به دارایی

۵۲۰	جنسیت مدیرعامل	۴۸۲	دارایی کل
۵۲۰	مدیرعامل سابقه کار مرتبط دارد یا خیر	۴۹۵	مدرک تحصیلی مدیرعامل
۵۲۰	نوع عقد	۵۱۸	آیا صورت مالی شرکت حسابرسی شده است؟
۵۲۰	محل تصویب پرونده	۵۱۹	سن مدیرعامل
۵۲۰	علت پرداخت تسهیلات	۵۱۹	آیا شرکت خانوادگی است؟
۵۲۰	نوع اقساط	۵۱۹	وضعیت تأهل مدیر عامل
۵۲۰	نوع شرکت	۵۱۹	آیا مدیرعامل شرکت از بانک توسعه تعاون تسهیلات اخذ کرده است؟
۵۲۰	بخش اقتصادی	۵۱۹	آیا مدیرعامل شرکت در بانک توسعه تعاون مانده بدهی غیرجاری بلی؟

جدول پیوست ۳

تعداد داده‌های پرت

داده پرت	شاخص	داده پرت	شاخص
۳	تعداد اقساط	۱۷	دوره تنفس
۳	تعداد کوتاه‌مدت	۱۴	نرخ سود
۲	میانگین قرض‌الحسنه سه ماه قبل	۱۳	تعداد امهال
۲	اوراق بهادار	۱۲	تعداد پرونده در بانک توسعه
۲	بدهی جاری به سرمایه	۱۱	فاصله اقساط
۲	سود خالص به فروش	۱۰	مانده سپرده جاری زمان دریافت تسهیلات
۲	اصل و سود محاسباتی	۱۰	جمع مبالغ تسهیلات دریافتی در بانک توسعه
۱	مدت قرارداد	۱۰	تعداد کل چک‌های تحویل شده در بانک توسعه
۱	تعداد پرونده مانده‌دار در نظام بانکی	۹	سایر تضمینات
۱	فروش	۸	غیرجاری
۱	درآمد کل	۸	مبلغ سهم آورده متقاضی به مبلغ وام
۱	موجودی نقد به دارایی	۸	تعداد ضامنین
۱	دارایی جاری به دارایی	۷	محل اجرای طرح
۱	دارایی جاری به فروش	۷	وثیقه ملکی خارج از طرح
۱	بدهی جاری به دارایی	۷	تعداد چک برگشتی در نظام بانکی
۱	فروش به موجودی کالا	۶	تعداد حساب جاری
۱	هزینه به درآمد	۵	مبلغ امهال
۱	سود عملیاتی به دارایی	۵	مبلغ چک برگشتی در نظام بانکی
۱	سود خالص به دارایی ثابت	۵	تعداد کل چک‌های برگشتی قبل از دریافت وام
۱	مبلغ وام	۴	میانگین قرض‌الحسنه شش ماه قبل
۱	مبلغ چک اخذشده	۴	مبلغ سهم آورده متقاضی