



Machine Learning-Based Intelligent Model for Financing Small and Medium Enterprises in the Iranian Banking System

Seyyed Mohammad Sadeq Milani¹, Ezatollah Abbasian^{*2}, Ebrahim Nasiroleslami³

1- PhD in Business Administration, University of Tehran, Tehran, Iran.

2*- Professor, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran.

3- Assistant Professor, Department of Statistics, Faculty of Basic Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.

Abstract

In today's world, small and medium enterprises (SMEs) are recognized as the driving force of economic growth and job creation; however, limited access to appropriate financial facilities remains one of the main obstacles to their development. Traditional banking approaches to granting credit, due to the long review stages and inefficiency in accurately measuring risk, no longer meet the rapid and changing needs of these enterprises. The present study is an applied research with a mixed method (qualitative-quantitative) that aims to design an intelligent framework to improve the financing process of SMEs and simultaneously reduce the credit risks of banks. In the qualitative phase, using the meta-synthesis technique, key factors affecting the success of financing were identified. In the quantitative part, the actual data of the facilities granted by Tejarat Bank to 1073 SMEs over a five-year period were analyzed and predictive modeling was performed using machine learning algorithms including linear regression, decision tree, k-NN, SVM and artificial neural networks. The qualitative findings led to the extraction of four main dimensions: business characteristics, management and operational strategies, financial-credit conditions and environmental factors. The quantitative results showed that the artificial neural network (ANN), by utilizing the full set of features, showed the best performance with an average accuracy of 95.75% and high stability in predicting the success of granting facilities. Also, the dimension of "financial and credit status" was identified as the most determining group of characteristics in Tejarat Bank's credit decision-making. The final conceptual model of this research depicts the relative weight of different dimensions in the SME financing decision-making process. The overall results suggest that machine learning algorithms – particularly neural networks – have significant potential to improve credit assessment accuracy, reduce default risk, facilitate SMEs' access to finance, increase productivity, and reduce banks' operating costs.

Keywords: SME financing, artificial intelligence, machine learning algorithms, data mining, meta-synthesis, intelligent credit assessment

Citation:

Milani, S. M. S. , Abbasian, E. and Nasiroleslami, E. (2024). Machine Learning-Based Intelligent Model for Financing Small and Medium Enterprises in the Iranian Banking System. *Journal of Intelligent Marketing Management*, 5(4), 476-511.



مدل هوشمند مبتنی بر یادگیری ماشین برای تامین مالی کسب و کارهای کوچک و متوسط در نظام بانکی ایران

سید محمدصادق میلانی^۱، عزت اله عباسیان^{۲*}، ابراهیم نصیر الاسلامی^۳

۱- دکتری مدیریت بازرگانی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲- استاد تمام دانشکده گان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳- استادیار گروه آمار دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

چکیده

در دنیای کنونی، کسب و کارهای کوچک و متوسط (SME ها) به عنوان موتور محرک رشد اقتصادی و اشتغالزایی شناخته می‌شوند؛ با این حال، محدودیت دسترسی به تسهیلات مالی مناسب همچنان یکی از موانع اصلی توسعه آن‌ها به شمار می‌رود. رویکردهای سنتی بانکداری در اعطای اعتبار، به دلیل طولانی بودن مراحل بررسی و ناکارآمدی در سنجش دقیق ریسک، دیگر پاسخگوی نیازهای سریع و متغیر این بنگاه‌ها نیستند. پژوهش حاضر، تحقیقی کاربردی با روش ترکیبی (کیفی- کمی) است که هدف آن، طراحی یک چارچوب هوشمند برای بهبود فرآیند تامین مالی SME ها و همزمان کاهش مخاطرات اعتباری بانک‌ها می‌باشد. در فاز کیفی، با بهره‌گیری از تکنیک فراترکیب، عوامل کلیدی مؤثر بر موفقیت تامین مالی شناسایی شد. در بخش کمی نیز، داده‌های واقعی تسهیلات اعطایی بانک تجارت به ۱۰۷۳ واحد SME طی دوره پنج‌ساله مورد تحلیل قرار گرفت و مدل‌سازی پیش‌بینی با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین شامل رگرسیون خطی، درخت تصمیم، k-NN، SVM و شبکه‌های عصبی مصنوعی اجرا گردید.

یافته‌های کیفی به استخراج چهار بعد اصلی انجامید: ویژگی‌های کسب و کار، راهبردهای مدیریتی و عملیاتی، شرایط مالی- اعتباری و عوامل محیطی. نتایج کمی نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی (ANN) با بهره‌مندی از مجموعه کامل ویژگی‌ها، بهترین عملکرد را با دقت میانگین ۹۵٫۷۵٪ و ثبات بالا در پیش‌بینی موفقیت اعطای تسهیلات از خود نشان داد. همچنین، بعد «وضعیت مالی و اعتباری» به عنوان تعیین‌کننده‌ترین گروه ویژگی‌ها در تصمیم‌گیری اعتباری بانک تجارت شناخته شد. مدل مفهومی نهایی این پژوهش، وزن نسبی ابعاد مختلف را در فرآیند تصمیم‌گیری تامین مالی SME ها به تصویر می‌کشد. نتایج کلی حاکی از آن است که الگوریتم‌های یادگیری ماشین - به ویژه شبکه‌های عصبی - قابلیت چشمگیری در ارتقای دقت اعتبارسنجی، کاهش ریسک نکول، تسهیل دسترسی SME ها به منابع مالی، افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های عملیاتی بانک‌ها دارند.

کلیدواژه‌ها: تامین مالی بنگاه‌های کوچک و متوسط، هوش مصنوعی، الگوریتم‌های یادگیری ماشین، داده‌کاوی، روش فراترکیب، ارزیابی هوشمند اعتبار

استناد:

میلانی، سید محمدصادق و عباسیان، عزت اله و نصیر الاسلامی، ابراهیم. (۱۴۰۳). مدل هوشمند مبتنی بر یادگیری ماشین برای تامین مالی کسب و کارهای کوچک و متوسط در نظام بانکی ایران. مدیریت بازاریابی هوشمند، ۵ (۴)، ۴۷۶-۵۱۱.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۱

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۰/۱۰

https://doi.org/JABM.3.2.15564.35125656565013

نشریه مدیریت بازاریابی هوشمند، ۱۴۰۳، دوره ۵، شماره ۴، پیاپی ۲۶

ناشر: نشریه مدیریت بازاریابی هوشمند

نوع مقاله: علمی پژوهشی

© نویسندگان



مقدمه

در دنیای کنونی، بنگاه‌های کوچک و متوسط (SME ها) یکی از پایه‌های اصلی اقتصاد جهانی به شمار می‌روند و نقش برجسته‌ای در ایجاد اشتغال، سهم تولید ناخالص داخلی و پیشبرد نوآوری ایفا می‌کنند. با وجود این اهمیت، یکی از بزرگ‌ترین موانع پیش روی این کسب‌وکارها، دسترسی محدود به منابع مالی پایدار و مقرون‌به‌صرفه است. فرآیند تامین مالی SME ها برای بانک‌ها و نهادهای اعتباری به دلیل عوامل متعددی همچون ریسک بالای اعتباری، کمبود وثیقه‌های مناسب و ناکافی بودن داده‌های مالی شفاف و به‌روز، همواره با دشواری همراه بوده است (آفاخانی بزدی لنگری و حسنی، ۱۴۰۲). این شرایط اغلب SME ها را به سمت منابع جایگزین با نرخ‌های بهره بسیار بالا سوق می‌دهد که در نهایت رشد و پایداری آن‌ها را تهدید می‌کند (قناد و همکاران، ۱۴۰۲).

در مقابل، پیشرفت‌های اخیر در حوزه هوش مصنوعی و داده‌کاوی، پنجره‌های جدیدی برای تحول در تامین مالی این بنگاه‌ها گشوده است. بهره‌گیری از این فناوری‌ها امکان تحلیل دقیق‌تر داده‌های مالی و غیرمالی، ارزیابی هوشمند ریسک اعتباری و پیش‌بینی بهتر نیازهای مالی را فراهم می‌آورد و در نتیجه تصمیم‌گیری‌های بانکی را سریع‌تر، دقیق‌تر و کم‌هزینه‌تر می‌سازد (ماهالینگام و جایانسی، ۲۰۲۳). الگوریتم‌های یادگیری ماشین با کشف الگوهای مخفی در رفتار اعتباری SME ها، می‌توانند فرآیندهای سنتی را به طور اساسی بهبود بخشند و دسترسی به اعتبار را تسهیل نمایند (رجعتی و همکاران، ۱۴۰۲).

علاوه بر مشکلات تامین مالی، بانک‌ها و موسسات اعتباری با چالش‌های دیگری همچون مقررات پیچیده مالی، هزینه‌های عملیاتی سنگین و فرآیندهای طولانی اعتبارسنجی روبرو هستند که تخصیص بهینه منابع را دشوار می‌سازد (ناظم‌فر و همکاران، ۱۴۰۲). در چنین شرایطی، کاربرد تکنیک‌های هوش مصنوعی و داده‌کاوی نه تنها دقت ارزیابی‌های اعتباری را افزایش می‌دهد، بلکه با کوتاه کردن زمان پردازش و کاهش هزینه‌ها، کارایی کلی نظام بانکی را ارتقا می‌بخشد (زارعی و همکاران، ۱۴۰۲).

به طور کلی، توسعه مدل‌های هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند محدودیت‌های کنونی تامین مالی SME ها را به میزان قابل توجهی کاهش دهد و زمینه‌ساز تغییرات اساسی در ساختارهای اعتباری و مالی شود (کاظمی سراسکانرود و همکاران، ۱۴۰۲). پژوهش حاضر با تمرکز بر ارائه یک مدل هوشمند تامین مالی برای SME ها، به دنبال آن است که با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشین و داده‌کاوی، مراحل ارزیابی اعتبار و تخصیص منابع را بهینه‌سازی کند. این مطالعه به طور خاص به این پرسش پاسخ می‌دهد که چگونه ابزارهای نوین هوش مصنوعی می‌توانند دقت اعتبارسنجی را افزایش دهند و ریسک مالی SME ها را کاهش دهند. همچنین، تاثیر این فناوری‌ها بر کاهش هزینه‌های تامین مالی و گسترش دسترسی بنگاه‌های کوچک و متوسط به منابع مناسب مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج حاصل می‌تواند راهنمایی ارزشمندی برای سیاست‌گذاران، مدیران بانکی و کارآفرینان فراهم آورد تا تصمیم‌گیری‌های هوشمندانه‌تری در حوزه تامین مالی اتخاذ کنند و از ظرفیت‌های فناوری‌های مالی نوظهور حداکثر بهره را ببرند.

پیشینه تحقیق و شکاف‌های پژوهشی

شکاف در مدل‌سازی رفتار اعتباری SME ها

پژوهش‌های داخلی مانند اللهیاری و همکاران (۱۴۰۲) با تمرکز بر رفتار اعتباری بنگاه‌های کوچک و متوسط در ایران و بهره‌گیری از داده‌های کلان و تکنیک‌های یادگیری عمیق، نشان دادند که متغیرهای رفتاری نظیر تعهدات مالی و روابط تجاری نقش تعیین‌کننده‌ای در پیش‌بینی ریسک ایفا می‌کنند. در مقابل، مطالعات بین‌المللی مانند Smith et al. (۲۰۲۳) بر شاخص‌های پرداخت و نوسانات بازار تأکید داشتند. تفاوت اصلی در این است که تحقیقات جهانی بیشتر به بویایی‌های کلان اقتصادی و تعاملات بازار توجه کرده‌اند، در حالی

که کارهای ایرانی عمدتاً بر عوامل داخلی و محدودیت‌های نظام بانکی متمرکز بوده‌اند. این شکاف نشان می‌دهد که ترکیب رویکردهای محلی و جهانی می‌تواند به ساخت مدل‌های جامع‌تر و مقاوم‌تر در برابر تغییرات اقتصادی منجر شود. تحقیقات اخیرتر (مانند Wang et al., ۲۰۲۴) در زمینه گراف‌نورال برای پیش‌بینی ریسک با داده‌های همسایگی) نیز بر لزوم ادغام داده‌های شبکه‌ای و روابط زنجیره‌ای تأکید دارند که در ادبیات ایرانی کمتر بررسی شده است.

شکاف در کاربرد بلاکچین در تامین مالی

در داخل کشور، حسینی و همکاران (۱۴۰۱) بلاکچین را برای افزایش شفافیت در تخصیص وام به SME ها به کار بردند و از الگوریتم‌های تکاملی برای بهینه‌سازی بهره جستند. در سطح بین‌المللی، Johnson et al. (۲۰۲۲) بر پتانسیل بلاکچین در کشورهای در حال توسعه تمرکز کردند. تفاوت کلیدی این است که پژوهش‌های ایرانی بیشتر چالش‌های زیرساختی و قانونی داخلی را برجسته کرده‌اند، در حالی که مطالعات جهانی جنبه‌های گسترده‌تری مانند قراردادهای هوشمند و کاربردهای فرامرزی را پوشش داده‌اند. گپ اصلی اینجا است که ادغام یکپارچه بلاکچین در سطوح محلی و جهانی - به ویژه در ترکیب با هوش مصنوعی - هنوز به طور جامع مورد کاوش قرار نگرفته است. پژوهش‌های جدید (مانند گزارش‌های ۲۰۲۵ در مورد پلتفرم‌های AntChain و dltledgers) نشان می‌دهند که بلاکچین می‌تواند هزینه‌های تامین مالی SME ها را تا ۲۰-۳۰ درصد کاهش دهد، اما کاربرد آن در ایران هنوز محدود به پایلوت‌های کوچک است.

شکاف در ارزیابی ریسک اعتباری

کریمی و همکاران (۱۴۰۰) با استفاده از یادگیری عمیق، خطای پیش‌بینی نکول SME ها در ایران را کاهش دادند. به طور مشابه، Lee et al. (۲۰۲۱) از الگوریتم‌های پیشرفته مانند XGBoost برای پیش‌بینی نکول در کره جنوبی استفاده کردند. تحقیقات داخلی بر تعاملات پیچیده متغیرهای اقتصادی داخلی تأکید داشتند، در حالی که رویکردهای جهانی بر استانداردهای مقیاس‌پذیری الگوریتم‌ها متمرکز بودند. گپ برجسته این است که مدل‌های ایرانی کمتر به عوامل خارجی مانند نرخ بهره جهانی، شوک‌های کلان اقتصادی یا داده‌های جایگزین (مانند telco و rent data) توجه کرده‌اند. مطالعات ۲۰۲۴-۲۰۲۵ (مانند Hou et al.) با LightGBM بهینه‌شده و مدل‌های گراف‌محور) نشان‌دهنده پیشرفت‌های سریع در این زمینه هستند که می‌تواند برای بومی‌سازی در ایران مفید باشد.

شکاف در کاربرد پلتفرم‌های دیجیتال

رضایی و همکاران (۱۴۰۱) تأثیر پلتفرم‌های دیجیتال بر کاهش هزینه‌های عملیاتی تامین مالی SME ها در ایران را بررسی کردند، در حالی که Brown et al. (۲۰۲۰) در اروپا بر نقش فناوری‌های نوین مانند IoT تمرکز داشتند. پژوهش‌های داخلی بیشتر بر تجربه کاربری و امنیت داده‌ها تأکید کردند، اما تحقیقات جهانی هوش مصنوعی و اینترنت اشیا را برای بهبود مدیریت داده برجسته ساختند. گپ کلیدی در این است که ادبیات داخلی کمتر از فناوری‌های نوظهور (مانند AI-driven scoring و multimodal data) برای ارتقای تجربه کاربری و تحلیل داده بهره برده است. روندهای ۲۰۲۵ نشان می‌دهند که پلتفرم‌های دیجیتال با ادغام AI می‌تواند دسترسی SME ها را به طور چشمگیری افزایش دهند.

شکاف در مدیریت ریسک اعتباری

نوری و همکاران (۱۴۰۰) و Parker et al. (۲۰۲۰) هر دو مدل‌هایی برای مدیریت ریسک اعتباری پیشنهاد کردند؛ پژوهش ایرانی ترکیبی از تحلیل کلان‌داده و یادگیری ماشین را ارائه داد، در حالی که مطالعات جهانی تکنیک‌های پیشرفته‌تری معرفی کردند. گپ

اصلی این است که تاثیر ریسک‌های سیاسی، اقتصادی کلان و پایداری (مانند green financing) در تحقیقات داخلی کمتر مورد توجه بوده است. پژوهش‌های اخیر (مانند کاربرد blockchain در SCF برای کاهش ریسک سیاسی) این خلأ را برجسته می‌کنند.

شکاف در تحلیل چالش‌های فناوری‌های نوین

حسینی و همکاران (۱۴۰۰) زیرساخت‌های بلاکچین در ایران را ارزیابی کردند، اما Lopez et al (۲۰۲۱) کاربرد IoT را در صنایع خاص بررسی کردند. تفاوت در این است که تحقیقات داخلی کمتر به یکپارچگی فناوری‌ها (مانند AI + blockchain + IoT) و کاربرد آن‌ها در صنایع متنوع پرداخته‌اند. گپ اینجا است که ادبیات ایرانی کمتر قابلیت مقیاس‌پذیری و کاربرد صنعتی گسترده را پوشش داده است.

شکاف در مدل‌سازی ترکیبی تخصیص منابع

آلن و همکاران (۲۰۱۹) و رضایی و همکاران (۱۴۰۲) مدل‌های تخصیص منابع را طراحی کردند؛ مدل‌های داخلی بر شبیه‌سازی مونت کارلو و تحلیل چندمتغیره متکی بودند، در حالی که کارهای جهانی تاثیرات بلندمدت را تحلیل کردند. گپ اصلی این است که تاثیر تخصیص منابع بر پایداری اقتصادی و رشد بلندمدت SME ها در مطالعات ایرانی کمتر بررسی شده است. روندهای ۲۰۲۵ نشان‌دهنده حرکت به سمت مدل‌های ترکیبی با تمرکز بر پایداری و green finance هستند.

روش پژوهش

این مطالعه از نوع کاربردی است؛ زیرا به دنبال ارائه راه‌حل‌های عملی و قابل اجرا برای ارتقای فرآیند تامین مالی SME ها در نظام بانکی ایران می‌باشد. پژوهش با تلفیق دانش حوزه‌های مدیریت مالی، علوم داده و هوش مصنوعی، مدلی عملیاتی طراحی کرده که بانک‌ها و موسسات اعتباری را در شناسایی و اولویت‌بندی مشتریان موفق یاری می‌رساند.

رویکرد کلی پژوهش

پژوهش از رویکرد آمیخته (Mixed Methods) بهره می‌برد که ترکیبی از روش‌های کیفی و کمی است. این رویکرد امکان دستیابی به نتایج جامع‌تر، معتبرتر و عمیق‌تر را فراهم می‌آورد. جزئیات رویکرد به شرح زیر است:

الف) مبانی فلسفی و پارادایمی

بخش کیفی: مبتنی بر پارادایم تفسیری-ساختارگرا با استفاده از روش فراترکیب

بخش کمی: مبتنی بر پارادایم پوزیتیویستی با تکیه بر داده‌های واقعی تاریخی و مدل‌های الگوریتمی یادگیری ماشین

ب) جهت‌گیری پژوهش توسعه‌ای است و هدف اصلی آن، تولید مدل جدیدی برای بهبود و بهینه‌سازی تصمیم‌گیری‌های تامین مالی می‌باشد.

ج) رویکرد روش‌شناختی رویکرد ترکیبی است:

در بخش کیفی از رویکرد استقرایی برای کشف و استخراج ویژگی‌ها و عوامل کلیدی استفاده شده است.

در بخش کمی از رویکرد قیاسی برای آزمون و توسعه مدل پیش‌بینی‌کننده بهره گرفته شده است.

د) استراتژی پژوهش

بخش کیفی: تحلیل فراترکیب به منظور شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های موثر بر تامین مالی SME ها

بخش کمی: مدل‌سازی داده‌محور با بهره‌گیری از الگوریتم‌های یادگیری ماشین

ها) **افق زمانی پژوهش** پژوهش از نوع طولی است و داده‌های مربوط به عملکرد اعتباری در پنج سال گذشته را مورد بررسی قرار می‌دهد.

روش کیفی: تحلیل فراترکیب

در فاز کیفی از روش فراترکیب (Meta-Synthesis) برای ترکیب و بازآفرینی نظام‌مند یافته‌های پژوهش‌های پیشین استفاده شده است. مراحل اصلی این روش عبارتند از:

تعیین محدوده و معیارهای ورود و خروج مطالعات
جستجو و انتخاب نظام‌مند منابع علمی مرتبط
تحلیل و کدگذاری محتوای مطالعات منتخب
طبقه‌بندی و ترکیب مضامین و استخراج الگوها و ابعاد کلیدی

روش کمی: مدل‌سازی پیش‌بینی‌کننده

در بخش کمی، از داده‌های واقعی تسهیلات اعطایی بانک تجارت به SME ها برای ساخت مدل پیش‌بینی‌کننده استفاده شده است. الگوریتم‌های به کار گرفته شده عبارتند از:

رگرسیون خطی: بررسی روابط خطی میان متغیرها
درخت تصمیم‌گیری: استخراج مسیرهای تصمیم‌گیری و قوانین طبقه‌بندی
الگوریتم k-نزدیک‌ترین همسایه (k-NN): شناسایی الگوهای مشابه بر اساس فاصله
ماشین بردار پشتیبان (SVM): دسته‌بندی بهینه و مقاوم در برابر نویز
شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN): کشف الگوهای غیرخطی و پیچیده در داده‌ها

جمع‌آوری داده‌ها

بخش کیفی: داده‌ها از طریق مرور سیستماتیک و انتخاب هدفمند مقالات و منابع علمی معتبر (پایگاه‌های Google Scholar، Scopus، SID، MagIran و غیره) گردآوری شده‌اند.

بخش کمی: داده‌های خام مربوط به پرونده‌های اعتباری SME ها مستقیماً از پایگاه اطلاعاتی بانک تجارت استخراج گردیده است.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

بخش کیفی: تحلیل مضمون و ترکیب نظام‌مند یافته‌ها با روش فراترکیب

بخش کمی: پیش‌پردازش، آموزش و ارزیابی مدل‌ها با استفاده از کتابخانه‌های پایتون Scikit-learn، Keras و TensorFlow

روایی و پایایی

بخش کیفی: ارزیابی بر اساس معیارهای قابلیت اطمینان (Credibility)، قابلیت انتقال (Transferability)، قابلیت تاییدپذیری (Confirmability) و اعتمادپذیری (Dependability)

بخش کمی: ارزیابی عملکرد مدل‌ها با استفاده از شاخص‌های استاندارد طبقه‌بندی شامل دقت (Accuracy)، دقت (Precision)، یادآوری (Recall)، معیار F1-Score، AUC-ROC و ماتریس درهم‌ریختگی

جدول ۱: مشخصات تحقیق

موضوع	انتخاب
طرح کلی پژوهش	ترکیبی (آمیخته): بخش کیفی اکتشافی-توسعه‌ای و بخش کمی مدل‌سازی پیش‌بینی‌کننده
استراتژی‌های اصلی	کیفی: فراترکیب؛ کمی: تحلیل داده‌های ثانویه + مدل‌سازی یادگیری ماشین
افق زمانی	طولی - بررسی داده‌های پنج‌ساله عملکرد اعتباری
جامعه و نمونه	کیفی: مطالعات مرتبط (نمونه‌گیری هدفمند)؛ کمی: داده‌های بانک تجارت به SME ها
روش گردآوری اطلاعات	کیفی: مرور نظام‌مند ادبیات؛ کمی: استخراج داده‌های واقعی بانکی
روش نمونه‌گیری	کیفی: قضاوتی-هدفمند؛ کمی: تصادفی ساده از میان رکوردهای معتبر
روش تحلیل	کیفی: فراترکیب؛ کمی: الگوریتم‌های یادگیری ماشین + ابزارهای پایتون (Scikit-learn, TensorFlow)
روایی و پایایی	کیفی: قابلیت اطمینان، انتقال، تاییدپذیری و اعتمادپذیری؛ کمی: Accuracy, Recall, F1-Score, AUC

یافته‌ها و تحلیل نتایج

این بخش به بررسی و تفسیر نتایج به‌دست‌آمده از پردازش داده‌های گردآوری‌شده و مدل‌های اعمال‌شده اختصاص دارد. تمرکز اصلی بر سنجش تاثیر متغیرهای اصلی بر عملکرد تامین مالی SME ها و ارزیابی کارایی الگوریتم‌های یادگیری ماشین در پیش‌بینی تایید یا رد درخواست‌های اعتباری است. با توجه به پیچیدگی ذاتی فرآیند تامین مالی SME ها و نقش عوامل گوناگونی مانند ویژگی‌های سازمانی، شرایط مالی-اعتباری، برنامه‌های مدیریتی و عوامل محیطی اقتصادی، تحلیل چندجانبه و دقیق ضروری به نظر می‌رسد. ابتدا آمار توصیفی ارائه می‌گردد و ویژگی‌های کلیدی جامعه مورد مطالعه بررسی می‌شود. در ادامه، کارکرد مدل‌های یادگیری ماشین شامل رگرسیون خطی (LR)، درخت تصمیم‌گیری (CART)، الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه (KNN)، ماشین بردار پشتیبان (SVM) و شبکه عصبی مصنوعی (ANN) مقایسه و ارزیابی خواهد شد. شاخص‌هایی همچون دقت کلی (Accuracy)، نرخ یادآوری (Recall)، امتیاز F1 و مساحت زیر منحنی (ROC (AUC-ROC) برای اندازه‌گیری کیفیت مدل‌ها به کار گرفته شده‌اند. علاوه بر نتایج عددی، بررسی نقش نسبی گروه‌های ویژگی‌ها در پیش‌بینی موفقیت تامین مالی انجام می‌پذیرد. این بررسی مشخص خواهد کرد که کدام گروه از متغیرها بیشترین وزن را در احتمال اعطای تسهیلات دارند و چگونه می‌توان از آن‌ها برای ارتقای تصمیم‌گیری در بانک تجارت بهره برد. در پایان، بر اساس یافته‌ها، توصیه‌هایی برای بهبود فرآیند تامین مالی SME ها و افزایش دقت مدل‌های پیش‌بینی‌کننده پیشنهاد می‌شود.

گردآوری داده‌ها

روش فراترکیب به عنوان ابزاری کارآمد برای استخراج دانش از حجم وسیعی از منابع متنی عمل می‌کند و در این پژوهش، برای تعیین ویژگی‌های کلیدی مدل تامین مالی SME ها بسیار موثر بوده است. در این رویکرد، اطلاعات از مقالات، گزارش‌ها و منابع معتبر جمع‌آوری و پردازش می‌شوند تا به درک عمیق‌تر و یکپارچه‌تری دست یابیم. این روش به ویژه در کشف متغیرهای اصلی و روابط میان آن‌ها مفید است. در ادامه، مراحل اجرای این فرآیند به طور کامل توصیف می‌شود:

تعریف پرسش تحقیق: شناسایی متغیرها و عوامل تاثیرگذار بر موفقیت تامین اعتبار

در این مرحله، پرسش محوری چنین تعریف شد: «کدام متغیرها و ویژگی‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای در پیش‌بینی موفقیت یا شکست تامین مالی SME ها ایفا می‌کنند؟».

جستجوی نظام‌مند: گردآوری داده‌ها از منابع علمی معتبر

این فاز شامل جستجو و بررسی سیستماتیک مقالات علمی و گزارش‌های تخصصی در زمینه تامین مالی SME ها بود. پایگاه‌های داده معتبر مانند Google Scholar انتخاب شدند و کلمات کلیدی مرتبط با موضوع پژوهش، از جمله «مدل‌سازی تامین مالی SME ها» و «پیش‌بینی تامین مالی»، به کار گرفته شد. تمرکز بر مقالات منتشر شده در سال‌های اخیر بود تا از تازه‌ترین دستاوردهای تحقیقاتی بهره برده شود. معیارهای ورود شامل زبان انگلیسی یا فارسی، انتشار در مجلات معتبر و ارتباط مستقیم با موضوع بودند. برای سازماندهی و مدیریت منابع، از نرم‌افزار EndNote استفاده گردید.

تحلیل و کدگذاری داده‌ها: دسته‌بندی و استخراج اطلاعات مرتبط

برای اجرای فراتحلیل کیفی یا فراترکیب، مراحل گردآوری داده‌ها، کدگذاری اولیه، گروه‌بندی و ادغام مضامین مشابه الزامی است.

فاز اول: استخراج مضامین پایه از هر مطالعه (کدگذاری اولیه)

در این گام، کدگذاری باز اجرا می‌شود. به این منظور، پژوهش‌های اخیر (از ۲۰۲۲ تا زمان تحقیق) که همزمان به هوش مصنوعی، داده‌کاوی و تامین مالی SME ها پرداخته‌اند، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

جدول ۲: یافته‌های پژوهش‌های ورودی به فراترکیب (کدگذاری باز)

کد تحقیق	منبع	مفهوم (کدگذاری باز)
	(Nechiporenko, 2022)	اتوماسیون فرآیندها، فرآیندهای کسب و کار، مزایای فناوری، چالش‌های همه‌گیری، تحول دیجیتال، مرکز دانش، صلاحیت‌های پذیرش AI، اختلاف نظر در مزایای فناوری، علاقه به آموزش
	(Rao et al., 2023)	اشتغال‌زایی، اقتصادهای در حال توسعه و توسعه یافته، محدودیت دسترسی به منابع مالی، موانع و محدودیت‌ها، نقش دولت‌ها و موسسات مالی، ارتقای دسترسی مالی
	(X. Lu et al., 2022)	عملیات تولیدی و خدماتی، توسعه پایدار، چارچوب‌های پیاده‌سازی، مشکلات SME ها، تاثیرات بر نیروی کار و سازمان، چالش‌های فناوری، تهدیدات زیست‌محیطی
	(Jaichandran et al., 2023)	موفقیت بلندمدت، رقابت شدید، ناپیوستگی‌های داخلی، گسترش اقتصاد، ظرفیت رشد پایدار، تجارت الکترونیک، بهبود کارایی، رشد اقتصاد دیجیتال، افزایش درآمد آنلاین، سیستم‌های مدیریت اطلاعات، عملیات مدرن، بقا و رشد، جهانی‌سازی، ارتباطات پیچیده، سلامت مالی، اقتصاد بازار آزاد
	(Wang et al., 2022)	اشتیاق به تحول هوشمند، نیازهای توسعه، هزینه پیاده‌سازی، منابع انسانی، مشارکت مدیریت ارشد، فشار بازار خارجی، سهولت فناوری، حمایت سیاسی، محدودیت منابع، استراتژی گام به گام تحول هوشمند، نیازهای واقعی، انعطاف پذیری فناوری، مسئولیت اجتماعی
	(Soremekun et al., 2024)	چالش‌های دسترسی به سرمایه، بخش‌های محروم، فناوری‌های مالی، شفافیت، ملاحظات نظارتی، الزامات زیرساخت، استراتژی‌های پذیرش، نقشه راه نوآوری، گسترش دسترسی مالی، پیامدهای گسترده، رشد اقتصادی، نوآوری‌های فین‌تک، اصلاح چارچوب‌های نظارتی
	(Łasak, 2022)	منابع سنتی و جایگزین، تامین مالی خرد و جمعی، فناوری‌های مالی در تامین مالی، جنبه‌های غیربانکی، بهبود وضعیت مالی، تامین مالی کارآفرینانه، شکاف تامین مالی، تامین مالی غیربانکی مبتنی بر فین‌تک
	(Kumar et al., 2023)	روندها، ابعاد تامین مالی، تامین مالی زنجیره تامین، پتانسیل بالا، رفع شکاف اعتباری، عدم قطعیت‌های نظارتی، مسائل مقیاس پذیری، پیچیدگی عملیاتی، خطرات امنیتی
	(Hermansyah, 2023)	مزیت رقابتی، ابزار مدیریت و ارتباطات، چالش‌های پیاده‌سازی، هزینه‌های بالا، زمان توسعه طولانی، ریسک‌های برنامه‌های اختصاصی، اتکا به ابری، عوامل تردید، پیشرفت کند، سوء تفاهم داده، کمبود دانش، ادراک موانع

کد تحقیق	منبع	مفهوم (کدگذاری باز)
	(Li, 2022)	بازده پایین کنترل ریسک، ریسک تامین مالی سرمایه گذاری، ویژگی های فرآیند و محیط اجتماعی-اقتصادی-فنی، کنترل بهینه سازی ریسک، توانایی قوی کنترل ریسک
	(Crawford et al., 2024)	مشوق های مالی، استراتژی سیاست، حمایت و توسعه کسب و کار، تامین مالی مستقیم، وام ها، ضمانت ها، خطوط اعتباری، وام های دولتی، سایر تامین مالی، دلایل خارجی، هدف و پیامدهای تامین مالی، نیاز به شفاف سازی هدف، کمبود شواهد رابطه هدفمند، ارزیابی های کیفی بیشتر
	(Pawlicka & Bal, 2022)	مدیریت زنجیره تامین، تامین مالی زنجیره تامین، زنجیره تامین پایدار، تامین پایدار، لجستیک چند کاناله، جریان های مالی/فیزیکی/اطلاعاتی، عملکرد مالی، ریسک زنجیره، اهداف توسعه پایدار (اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی، اخلاقی)، دسترسی منابع، هزینه سرمایه، شکاف تامین مالی، زنجیره مستقیم/گسترده، نوآوری سازمانی، مدیریت انبار، انبارداری هوشمند، عملیات تجاری
	(Q. Lu et al., 2022)	همکاری تامین کننده-خریدار، تامین کنندگان و خریداران، ریسک های تامین مالی زنجیره، هم راستایی مالی، تاثیر تعاملی مثبت
	(Bakhouche, 2022)	تامین کنندگان و خریداران، نظریه هزینه مبادله، فرصت طلبی، ریسک های مالی زنجیره، هم راستایی مالی، اثر تعاملی مثبت
	(Harrison et al., 2022)	تامین مالی بانکی، بحران مالی، دسترسی به تامین مالی بانکی، عرضه اعتبار، شرایط اقتصاد کلان، موجودی وام ها، ریسک وام دهندگان، جیره بندی اعتبار، کانال وام دهی بانکی، ریسک وام گیرندگان، سود وام گیرندگان
	(Wellalage et al., 2022)	مدیریت بحران، عملکرد زیست محیطی، شوک منفی، کارایی زیست محیطی، تامین مالی خارجی/بانکی/غیربانکی، اعتبار تجاری، الزامات زیست محیطی، اعتماد، ذینفعان
	(Abdeldayem & Aldulaimi, 2023)	محیط خاورمیانه و اسلامی، روش های جایگزین، کارشناسان مالی، ایده پروژه، هدف تامین مالی، بازده و ریسک، تعهدات مالی، توسعه مالی، نیاز فوری تامین مالی
	(Rehman et al., 2023)	تامین مالی بانکی، بحران مالی، دسترسی بانکی، عرضه اعتبار، تقاضا برای اعتبار، موجودی وام ها، ریسک وام گیرندگان، سود وام گیرندگان
	(Lou et al., 2024)	تامین مالی بانکی، بحران مالی، دسترسی بانکی، عرضه اعتبار، تقاضا برای اعتبار، موجودی وام ها، ریسک وام گیرندگان، سود وام گیرندگان

مفهوم (کدگذاری باز)	منبع	کد تحقیق
ساختار سرمایه، SME های فناوری پیشرفته، گزینه های تامین مالی، منابع داخلی، سود انباشته، شرکت های قدیمی تر، تامین مالی سهام/بدهی، رابطه بانکی، سودآوری، دارایی های نامشهود، تجربه راه اندازی، سرمایه انسانی، ویژگی های شرکت	(Neville & Lucey, 2022)	
محدودیت های مالی، نوآوری شرکت، زنجیره انتقال، کاهش محدودیت های مالی، حقوق مالکیت	(Yao & Yang, 2022)	
تضمین های تامین مالی، نوآوری، بازی های استراتژیک، بهبود اعتبار، استراتژی های پایدار، نسبت ریسک ثابت، انطباق SME ها	(Xu et al., 2022)	
حمایت مالی غیررسمی/رسمی، تغییرات ساختاری، دارایی های مالی، محدودیت های مالی، فرصت های سرمایه گذاری، انگیزه جایگزینی، هزینه های مالی	(Feng et al., 2023)	
سیاست دیجیتالی شدن، دسترسی به تامین مالی، شمول مالی، رویکردهای سنتی، محدودیت های مالی، خدمات دیجیتال، تحول دیجیتال، انتقال اطلاعات	(Zhang et al., 2023)	
تجربه مالی، ترجیح تامین مالی، رفتار مدیران، روانشناسی مدیران، تامین مالی خارجی، وام های کوتاه مدت	(Wang et al., 2023)	
تسهیلات بانکی متعارف، اعتماد، تصمیمات تامین مالی، حسن نیت درک شده، صداقت درک شده	(Wijaya & Moro, 2022)	
تامین مالی زنجیره تامین، عملکرد تامین مالی، SME های فناوری محور، نوآوری سبز، نیازهای تامین مالی	(Guo et al., 2024)	
گرایش به سرمایه گذاری داخلی، تصمیمات تامین مالی	(Sulistianingsih & Santi, 2023)	
ابزارهای نوآورانه تامین مالی، بازارهای آسیب پذیر/پرخطر، شفافیت اطلاعات، پویایی مدیریت، محدودیت شفافیت، مزایای به موقع بودن، ارزیابی هزینه-فایده	(Stefanelli et al., 2022)	
دسترسی به بودجه کافی، توسعه کسب و کار، بازیگران کلیدی، رشد اقتصادی بلندمدت، منابع مهم، تامین مالی، شاخص قدرت حقوق قانونی، نوآوری، محرک های رشد، توصیه های سیاسی، تلاش های تجاری	(Batrancea et al., 2022)	
اهمیت محیط کسب و کار، ارتباط محیطی، رشد تولید ناخالص داخلی، انتخاب های تامین مالی SME ها، زیرساخت مالی، مقررات مالیاتی، عمق محیط، قابلیت مالی، پیامدهای سیاسی، ذینفعان کلیدی	(Van Song et al., 2022)	

مفهوم (کدگذاری باز)	منبع	کد تحقیق
تاثیر بانک‌های محلی و شمول دیجیتال، محدودیت‌های تامین مالی SME ها، شرکت‌های شفاف، مناطق کمتر وابسته به اعتبار، پیامدهای سیاستی و مدیریتی	(Z. Lu et al., 2022)	
عملکرد شرکت‌های خرد/کوچک/متوسط، داده‌های ثانویه، داده‌های دقیق و قابل اعتماد، تاثیر قابل توجه، حجم سپرده‌ها، رابطه قابل توجه، دسترسی به سرمایه، استراتژی جایگزین، شرایط سخت، سایر منابع	(Olunuga, 2022)	
رشد و بقای SME ها، مشارکت در ریسک، توافق سهامداری، پوشش زیان‌ها، پویایی‌های کلیدی، ایجاد ارزش، سودآوری، ریسک، شاخص‌های پایداری، استراتژی مالی ایده‌آل، کارآفرینان، سیگنال‌های مثبت، چشم‌اندازها، اعتبار، بهبود مدیریت ریسک	(Saci & Mansour, 2023)	
رشد SME ها، محیط مساعد، موانع/چالش‌ها، پاسخگویی، فقدان وثیقه، فقدان نوآوری، تامین مالی اولیه شخصی/خانوادگی، چرخه عملیاتی	(Gassiah & Kikula, 2022)	
چالش اصلی رشد، دسترسی به اعتبار، اطلاعات اعتباری مرجع، تعامل روش‌های وام‌دهی و دسترسی، پیامدهای سیاستی، فناوری مالی، قابلیت اعتباری	(Gyimah et al., 2022)	
عملکرد، تاثیر مداخله دولت، ادغام و تجدید سرمایه، عدم اثبات اعتبار، وضعیت ثروت سیستم مالی، ترویج عملکرد بخش کوچک، الزامات وام‌دهی، استراتژی‌ها، زیان‌های قریب‌الوقوع، ارزش، تصمیم‌گیری ریسک	(Ogunmokun et al., 2024)	
ارتباط نزدیک بانک-شرکت، سرمایه اجتماعی، محیط عملیاتی، تاثیر بر ارتباط، مدت روابط وام‌دهی، بهره‌وری SME ها، جایگزین روابط وام‌دهی	(Agostino et al., 2022)	
اطلاعات مالی، تاثیر عوامل نهادی، کیفیت گزارش مالی، مدیریت سود، شاخص‌های زیرساخت وام‌دهی کشوری، محیط اطلاعاتی/حقوقی/اجتماعی/نظارتی، اشتراک اطلاعات اعتباری، مدیریت سود کمتر موثر، سیستم حقوقی، انگیزه‌های محدود، ذخیره سرمایه اجتماعی، سیستم‌های مالیاتی/نظارتی سختگیرانه	(Huang et al., 2023)	

مفهوم (کدگذاری باز)	منبع
<p>معیارهای تصمیم‌گیری وام‌دهی، داده‌های موثر بر تصمیمات ذهنی، ویژگی‌های وام‌گیرنده، پیشینه سیاسی، خودمحوری، مهارت‌های کسب‌وکار، سن، تجربه، نکول‌های قبلی، ارزیابی متقاضی، قضاوت‌های ذهنی</p>	<p>(Goel & Rastogi, 2023)</p>
<p>کنترل ناهمگونی بانک/شرکت/بازار/وام، شرکت‌های تک‌بانکی پرخطر، وابستگی بیشتر به غیربانکی، مزایای وام‌دهی رابطه‌ای</p>	<p>(Beatriz et al., 2022)</p>
<p>موانع جذب سرمایه، دسترسی به خدمات مالی، فقدان وثیقه، توسعه فناوری مالی، گردآوری/اشتراک اطلاعات، بسیج و تخصیص وجوه، افزایش فعالیت‌های جذب سرمایه، افزایش توانایی موسسات، پردازش دقیق اطلاعات، توصیه‌های سیاستی</p>	<p>(Sanga & Aziakpono, 2023)</p>

فاز دوم: دسته‌بندی مضامین مشترک (کدگذاری محوری)

در این مرحله، داده‌های استخراج‌شده از کدگذاری اولیه بر پایه شباهت‌های مفهومی، روابط و الگوهای تکرارشونده گروه‌بندی می‌شوند. این فرآیند به شناسایی ساختارهای اصلی و روابط میان مضامین کمک می‌کند و زمینه را برای ترکیب نهایی فراهم می‌آورد. بر اساس کدهای باز به دست آمده از مطالعات، مضامین مشترک در چهار دسته کلی زیر سازماندهی شدند:

جدول ۳: کدگذاری محوری

حیطه	مقوله محوری	کدهای مطالعات بررسی شده
مشخصات کسب و کار	ساختار و ویژگی های سازمانی	ساختار سرمایه (۲۰)، شرکت های قدیمی (۲۰)، ویژگی های شرکت (۲۰)، زنجیره انتقال (۲۱)، حقوق مالکیت (۲۱)، تغییرات ساختاری (۲۳)، رویکردهای سنتی (۲۴)، رفتار مدیران (۲۵)، پویایی مدیریت (۲۹، ۳۴)، اهمیت و ارتباط محیط کسب و کار (۳۱)، عمق محیط کسب و کار (۳۱)، داده های ثانویه و دقیق (۳۳)، مشارکت در ریسک (۳۴)، توافق سهامداری (۳۴)، محیط عملیاتی شرکت ها (۳۸)، بهره وری SME ها (۳۸)، سیستم حقوقی (۳۹)، ویژگی های وام گیرنده (۴۰)، پیشینه سیاسی (۴۰)، سن و تجربه (۴۰)، شرکت های تک بانکی پرخطر (۴۱)
مشخصات کسب و کار	اشتغال زایی و نیروی انسانی	اشتغال (۲)، تاثیرات بر نیروی کار (۳)، منابع انسانی (۵، ۲۰)
مشخصات کسب و کار	محدودیت ها و چالش های عملیاتی	محدودیت منابع (۵، ۲۱)، چالش های دسترسی به سرمایه (۶، ۴۲)، موانع و محدودیت ها (۲، ۳۵)، مشکلات SME ها (۳، ۳۶)، چالش های فناوری (۳)، چالش های پیاده سازی (۹)، زمان طولانی توسعه (۹)، ریسک های برنامه های اختصاصی (۹)، عوامل تردید (۹)، پیشرفت کند (۹)، کمبود دانش (۹)، بازده پایین کنترل ریسک (۱۰)، ریسک تامین مالی (۱۰)، ریسک زنجیره تامین (۱۲)، ریسک های زنجیره تامین (۱۳، ۱۴)، بحران و محدودیت مالی (۱۵، ۱۸، ۱۹، ۲۳، ۲۴)، ریسک وام دهندگان (۱۵، ۳۴)، شوک منفی (۱۶)، نسبت ریسک ثابت (۲۲)، بازارهای آسیب پذیر و پرخطر (۲۹)، محدودیت شفافیت (۲۹)، فقدان وثیقه (۳۵، ۴۲)، فقدان نوآوری (۳۵)، عدم اثبات اعتبار (۳۷)، زیان های قریب الوقوع (۳۷)، مدیریت سود پایین (۳۹)
مشخصات کسب و کار	نوع فعالیت و حوزه حرفه ای	عملیات تولیدی و خدماتی (۳)
استراتژی کسب و کار	کارایی و بهینه سازی فرآیندها	اتوماسیون فرآیند (۱)، فرآیندهای کسب و کار (۱)، مشارکت مدیریت ارشد (۵)، استراتژی تحول هوشمند (۵)، شفافیت (۶، ۲۹)، ملاحظات و اصلاح چارچوب های نظارتی (۶)، ویژگی های فرآیند و محیط (۱۰)، کنترل بهینه سازی ریسک (۱۰، ۳۷)، مدیریت انبار (۱۲)، فرآیندها و عملیات تجاری (۱۲)، استراتژی های پایدار (۲۲، ۳۷)، چرخه عملیاتی (۳۵)
استراتژی کسب و کار	امنیت و مدیریت ریسک عملیاتی	خطرات امنیتی (۸)، عدم قطعیت های نظارتی (۸)، مسائل مقیاس پذیری (۸)، پیچیدگی های عملیاتی (۸)، مدیریت بحران (۱۶)، اعتماد و ذینفعان (۱۶، ۲۶)، شرایط سخت (۳۳)، محیط اطلاعاتی/حقوقی/اجتماعی/نظارتی (۳۹)، سیستم های مالیاتی و نظارتی سخت (۳۹)
استراتژی کسب و کار	کاربرد فناوری و تحول دیجیتال	مزایای فناوری (۱)، تحول دیجیتال (۱)، صلاحیت های پذیرش AI (۱)، عدم توافق در مزایای فناوری، استقرار فناوری (۳)، تجارت الکترونیک (۴)، عملیات مدرن (۴)، اشتیاق به تحول هوشمند (۵)، سهولت و انعطاف پذیری فناوری (۵)، فناوری های مالی (۶، ۳۶)، الزامات زیرساخت (۶)، اتکا

حیطه	مقوله محوری	کدهای مطالعات بررسی شده
		به ابری (۹)، عملکرد مالی (۱۲)، انبارداری هوشمند (۱۲)، فناوری پیشرفته (۲۰)، SME فناوری محور (۲۷)، نوآوری سبز (۲۷)، توسعه فناوری مالی (۴۲)
استراتژی کسب و کار	مدیریت دانش و یادگیری	مرکز دانش (۱)، علاقه به آموزش (۱)، سیستم‌های مدیریت اطلاعات (۴)، ادراک موانع (۹)، گردآوری و اشتراک اطلاعات (۴۲)، پردازش دقیق اطلاعات (۴۲)
مشخصات کسب و کار	ظرفیت و پتانسیل رشد	ظرفیت رشد پایدار (۴)، لجستیک چندکاناله (۱۲)، تجربه راه‌اندازی (۲۰)، سیاست دیجیتالی شدن (۲۴)، تلاش‌های تجاری (۳۰)، ایجاد ارزش (۳۷، ۳۴)، چشم‌اندازهای کسب و کار (۳۴)، محیط مساعده (۳۵)، انگیزه‌های مدیریت سود (۳۹)، خودمحوری (۴۰)، مهارت‌های کسب و کار (۴۰)
مشخصات کسب و کار	رشد و پایداری کسب و کار	توسعه پایدار (۳)، موفقیت بلندمدت (۴)، بهبود کارایی (۴)، افزایش درآمد آنلاین (۴)، بقا و رشد (۴)، نیازهای توسعه (۵)، استراتژی‌های پذیرش (۶)، روندها (۸)، تامین پایدار (۱۲)، سودآوری (۲۰)، (۳۴)، کاهش محدودیت‌های مالی (۲۱)، بهبود اعتبار (۲۲)، تحول دیجیتال (۲۴)، توسعه کسب و کار (۳۰)، رشد اقتصادی بلندمدت (۳۰، ۳۴)، عملکرد SME ها (۳۳، ۳۷)، شاخص‌های پایداری (۳۴)، بهبود مدیریت ریسک (۳۴)، رشد SME (۳۵)، ترویج عملکرد بخش کوچک (۳۷)، افزایش جذب سرمایه (۴۲)، افزایش توانایی موسسات (۴۲)
مشخصات کسب و کار	اولویت‌ها و نیازهای توسعه	نیازهای واقعی (۵)، اهداف توسعه پایدار (۱۲)، اهداف اقتصادی (۱۲)، نیاز فوری تامین مالی (۱۷)، انگیزه جایگزینی سرمایه‌گذاری (۲۳)، ترجیح تامین مالی (۲۵)، محرک‌های رشد اقتصادی (۳۰)
وضعیت مالی و اعتباری کسب و کار	منابع و وضعیت مالی	دسترسی به منابع مالی (۲، ۶، ۱۲، ۱۸، ۳۳، ۴۲)، منابع سنتی (۷)، سلامت مالی (۴)، منابع جایگزین (۷، ۱۷، ۳۳)، شکاف تامین مالی (۷، ۱۲)، پتانسیل بالا (۸)، ضمانت‌ها (۱۱)، جریان‌های مالی (۱۲)، هزینه سرمایه (۱۲)، هم‌راستایی مالی (۱۳، ۱۴)، گزینه‌های تامین مالی (۲۰)، منابع داخلی (۲۰، ۳۰)، سود انباشته (۲۰)، دارایی‌های نامشهود (۲۰)، تضمین‌های تامین مالی (۲۲)، حمایت غیررسمی/رسمی (۲۳)، دارایی‌های مالی (۲۳)، شمول مالی (۲۴)، عملکرد تامین مالی (۲۷، ۳۹)، دسترسی به بودجه کافی (۲۹)، زیرساخت مالی (۳۱)، قابلیت مالی (۳۱)، حجم سپرده‌ها (۳۳)، پوشش زیان‌ها (۳۴)، استراتژی مالی ایده‌آل (۳۴)، تامین مالی اولیه شخصی (۳۵)، ادغام و تجدید سرمایه (۳۷)، وضعیت ثروت سیستم مالی (۳۷)
وضعیت مالی و اعتباری کسب و کار	الگوها و سوابق مالی	تامین مالی خرد/جمعی (۷)، فناوری‌های مالی (۷)، جنبه‌های غیربانکی (۷، ۱۶)، بهبود وضعیت مالی (۷)، تامین مالی کارآفرینانه (۷)، تامین مالی غیربانکی مبتنی بر فین تک (۷)، ابعاد تامین مالی (۸)، (۱۱)، مشوق‌های مالی (۱۱)، تامین مالی مستقیم (۱۱، ۳۰)، وام‌ها (۱۱)، وام‌های دولتی (۱۱)، تامین مالی بانکی (۱۵، ۱۶، ۱۸)، دسترسی بانکی (۱۵، ۱۹، ۲۴)، موجودی وام‌ها (۱۵، ۱۸، ۱۹)، کانال وام‌دهی (۱۵)، تامین مالی خارجی (۱۶، ۲۵)، تامین مالی سهام/بدهی (۲۰)، تجربه مالی (۲۵)،

حیطه	مقوله محوری	کدهای مطالعات بررسی شده
		وام‌های کوتاه‌مدت (۲۵)، تسهیلات متعارف (۲۶)، تصمیمات تامین مالی (۲۶، ۲۸، ۴۰)، نیازهای تامین مالی (۲۷)، انتخاب‌های تامین مالی (۳۱)، سایر منابع (۳۳)، کیفیت گزارش مالی (۳۹)، مدیریت سود (۳۹)، نکول‌های قبلی (۴۰)، وابستگی به غیربانکی (۴۱)، بسیج و تخصیص وجوه (۴۲)
وضعیت مالی و اعتباری	سوابق اعتباری و روابط زنجیره‌ای	رفع شکاف اعتباری (۸)، تامین مالی زنجیره تامین (۸، ۱۲، ۲۷)، خطوط اعتباری (۱۱)، زنجیره مستقیم/گسترده (۱۲)، همکاری تامین‌کننده-خریدار (۱۳)، عرضه اعتبار (۱۵، ۱۸)، اعتبار تجاری (۱۶)، تقاضا برای اعتبار (۱۸)، اشتراک اطلاعات اعتباری (۳۹)
وضعیت مالی و اعتباری	هزینه‌های عملیاتی و سرمایه‌گذاری	هزینه پیاده‌سازی (۵)، هزینه‌های بالا (۹)، هزینه‌های مالی (۲۳)، گرایش به سرمایه‌گذاری داخلی (۲۸)
استراتژی کسب و کار	ارزیابی و توجه‌پذیری تصمیمات	هدف و پیامدهای تامین مالی (۱۱)، شفاف‌سازی هدف وام (۱۱)، کمبود شواهد رابطه هدفمند (۱۱)، ارزیابی‌های کیفی (۱۱)، هدف تامین مالی (۱۷)، حسن نیت و صداقت درک شده (۲۶)، ارزیابی هزینه-فایده (۲۹)، اعتبار و قابلیت اعتباری (۳۴، ۳۶)، قضاوت‌های ذهنی (۴۰)
استراتژی کسب و کار	روابط و تعاملات ذینفعان	تأثیرات بر سازمان‌ها (۳)، شبکه ارتباطات (۴)، ابزار مدیریت و ارتباطات (۹)، جریان‌های فیزیکی/اطلاعاتی (۱۲)، تأثیر تعاملی مثبت (۱۳، ۱۴)، رابطه با بخش بانکی (۲۰)، بازی‌های استراتژیک (۲۲)، انتقال اطلاعات (۲۴)، تأثیر و رابطه قابل توجه (۳۳)، پاسخگویی (۳۵)، ارتباط نزدیک بانک-شرکت (۳۸)، تأثیر بر ارتباط (۳۸)
استراتژی کسب و کار	پایداری و نگرانی‌های زیست‌محیطی	تهدیدات زیست‌محیطی (۳)، اهداف زیست‌محیطی (۱۲)، عملکرد و کارایی زیست‌محیطی (۱۶)، الزامات زیست‌محیطی (۱۶)
استراتژی کسب و کار	مسئولیت اجتماعی و سرمایه انسانی	مسئولیت اجتماعی (۵)، اهداف اجتماعی/اخلاقی (۱۲)، سرمایه اجتماعی (۳۸، ۳۹)
استراتژی کسب و کار	نوآوری و کارآفرینی	نقشه راه نوآوری (۶)، نوآوری‌های فین‌تک (۶)، نوآوری سازمانی (۱۲، ۲۱، ۲۲، ۳۰)، ایده پروژه (۱۷)، ابزارهای نوآورانه (۲۹)، کارآفرین (۳۴)
استراتژی کسب و کار	مزیت رقابتی و فرصت‌جویی	مزیت رقابتی (۹)، فرصت‌طلبی (۱۴)، انطباق SME ها (۲۲)، فرصت‌های سرمایه‌گذاری (۲۳)، سیگنال‌های مثبت بازار (۳۴)
عوامل خارجی	عوامل سیاسی و نهادی	دولت‌ها (۲)، ترویج دسترسی مالی (۲)، حمایت سیاسی (۵)، ترویج رشد اقتصادی (۶)، حمایت و توسعه کسب و کار (۱۱)، توصیه‌های سیاسی (۳۰، ۴۲)، پیامدهای سیاسی (۳۱)، ذینفعان کلیدی (۳۱)، تأثیر مداخله دولت (۳۷)، تأثیر عوامل نهادی (۳۹)، شاخص‌های زیرساخت وام‌دهی کشوری (۳۹)، معیارهای تصمیم‌گیری وام‌دهی (۴۰)، مزایای وام‌دهی رابطه‌ای (۴۱)

حیطه	مقوله محوری	کدهای مطالعات بررسی شده
	شرایط اقتصادی	چالش‌های همه‌گیری (۱)، ناپیوستگی‌های داخلی (۱)، فشار بازار خارجی (۵)، استراتژی سیاست
عوامل خارجی	کلان و جو	(۱۱)، شرایط اقتصاد کلان (۱۵)، محیط خارجی کسب و کار (۱۷)، رشد تولید ناخالص داخلی (۳۱)،
	حاکم	مقررات مالیاتی (۳۱)، رقابت فزاینده (۴)، الزامات وام‌دهی (۳۷)، کنترل ناهمگونی (۴۱)

فاز سوم: ادغام و یکپارچه‌سازی نتایج

در این مرحله، نتایج حاصل از کدگذاری محوری به صورت یکپارچه ترکیب شده و در قالب چهار بعد اصلی سازماندهی می‌گردد. این چهار بعد عبارتند از:

مشخصات کسب و کار، استراتژی کسب و کار، وضعیت مالی و اعتباری کسب و کار و عوامل خارجی. هر یک از این ابعاد از تجمیع و بازآفرینی مضامین مرتبط با یکدیگر شکل گرفته است.

مشخصات کسب و کار: این بعد به ویژگی‌های درونی، ساختاری و عملیاتی کسب و کارها مربوط می‌شود و نشان‌دهنده وضعیت موجود و محدودیت‌های ذاتی آنهاست.

ویژگی‌های ساختاری و سازمانی: شامل ساختار سرمایه، سابقه فعالیت شرکت، ویژگی‌های کلی سازمان، حقوق مالکیت، تغییرات ساختاری، رویکردهای سنتی مدیریتی، رفتار و پویایی مدیران، اهمیت و عمق کسب و کار در بازار و همچنین ارتباط با محیط خارجی. اشتغال‌زایی و منابع انسانی: تاثیر فعالیت‌ها بر ایجاد اشتغال، نقش منابع انسانی در ایجاد ارزش افزوده و کیفیت نیروی کار. چالش‌ها و محدودیت‌های اجرایی: محدودیت منابع (مالی، انسانی، فناورانه)، مشکلات دسترسی به سرمایه، چالش‌های فناوری و پیاده‌سازی، زمان‌بر بودن توسعه، انواع ریسک‌های عملیاتی (زنجیره تامین، شوک‌های منفی، فقدان نوآوری)، محدودیت شفافیت و موانع اجرایی.

نوع فعالیت و ظرفیت رشد: تمایز میان فعالیت‌های تولیدی و خدماتی، ظرفیت رشد پایدار، تجربه راه‌اندازی، پتانسیل توسعه، انگیزه‌های مدیریتی برای رشد و نیازهای توسعه‌ای شرکت.

استراتژی کسب و کار: این بعد بر جهت‌گیری‌های راهبردی، روش‌های بهبود عملکرد و نحوه مواجهه با محیط تمرکز دارد. بهینه‌سازی و کارایی فرآیندها: اتوماسیون، بهبود فرآیندهای عملیاتی، مشارکت مدیریت ارشد، استراتژی‌های تحول هوشمند، شفافیت سازمانی، اصلاح چارچوب‌های نظارتی، کنترل و بهینه‌سازی ریسک، مدیریت انبار و عملیات تجاری. امنیت و تاب‌آوری کسب و کار: مدیریت ریسک‌های امنیتی، عدم قطعیت‌های نظارتی، مسائل مقیاس‌پذیری، پیچیدگی‌های عملیاتی، مدیریت بحران، ایجاد اعتماد و پاسخگویی در برابر ذینفعان.

بهره‌گیری از فناوری و مدیریت دانش: تحول دیجیتال، پذیرش و کاربرد فناوری‌های نوین (AI، فین‌تک، تجارت الکترونیک)، سهولت و انعطاف‌پذیری فناوری، زیرساخت‌های فناورانه، انبارداری هوشمند، مدیریت دانش، سیستم‌های اطلاعاتی، گردآوری و اشتراک دانش.

تعاملات، نوآوری و مزیت رقابتی: روابط با ذینفعان و بانک‌ها، تعاملات استراتژیک، نوآوری سازمانی و فین‌تک، نقشه راه نوآوری، ایجاد مزیت رقابتی، انطباق با بازار، فرصت‌جویی و سیگنال‌دهی مثبت به بازار.

ارزیابی و توجیه‌پذیری تصمیمات: ارزیابی هزینه-فایده، هدف‌گذاری تامین مالی، حسن نیت و صداقت درک‌شده، اعتبار و قابلیت اعتباری درک‌شده، قضاوت‌های راهبردی.

وضعیت مالی و اعتباری کسب و کار: این بعد بر توانمندی‌های مالی، سابقه عملکرد و شاخص‌های اعتباری تمرکز دارد: منابع و سلامت مالی: دسترسی به منابع مالی سنتی و جایگزین، سلامت مالی کلی، جریان‌های مالی، هزینه سرمایه، منابع داخلی، سود انباشته، دارایی‌های نامشهود، تضمین‌ها، شمول مالی، پوشش زیان‌های احتمالی. سوابق و الگوهای مالی: کیفیت گزارش‌های مالی، مدیریت سود، تجربه مالی، انواع تامین مالی (خرد، جمعی، بانکی، غیربانکی، سهام، بدهی)، تصمیمات تامین مالی گذشته، تامین مالی اولیه شخصی. سوابق اعتباری و زنجیره تامین: خطوط اعتباری، همکاری‌های زنجیره تامین، عرضه و تقاضای اعتبار، اشتراک اطلاعات اعتباری، رفع شکاف اعتباری.

هزینه‌ها و ساختار سرمایه‌گذاری: هزینه‌های پیاده‌سازی، هزینه‌های مالی، گرایش به سرمایه‌گذاری داخلی.

عوامل خارجی: عوامل محیطی و برون‌سازمانی که بر عملکرد و تصمیم‌گیری کسب و کار تاثیر می‌گذارند:

- مسائل سیاسی و نهادی: حمایت‌های دولتی و سیاسی، توصیه‌ها و سیاست‌های مقامات، تاثیر مداخلات دولتی، پیامدهای سیاسی، نقش ذینفعان کلیدی، شاخص‌های زیرساختی و وام‌دهی کشوری، سیستم حقوقی و نظارتی.
- شرایط اقتصادی کلان و جو حاکم: شرایط اقتصاد کلان، رشد تولید ناخالص داخلی، فشارهای ناشی از بحران‌ها و همه‌گیری، رقابت شدید، مقررات مالیاتی، محیط خارجی کسب و کار، کنترل ناهمگونی‌های بانکی و بازاری.

موفقیت تامین مالی کسب و کارهای کوچک و متوسط به شدت به هم‌افزایی و تعامل میان این چهار بعد وابسته

است:

- مشخصات کسب و کار → بیانگر وضعیت فعلی، ساختار درونی و محدودیت‌های ذاتی است
- استراتژی کسب و کار → نشان‌دهنده نحوه مدیریت، بهبود و جهت‌گیری آینده سازمان است
- وضعیت مالی و اعتباری → معیاری از سلامت مالی، توان بازپرداخت و سابقه اعتباری به شمار می‌رود
- عوامل خارجی → شرایط محیطی و سیاست‌گذاری‌هایی را نشان می‌دهد که در موفقیت یا عدم موفقیت تامین مالی نقش تعیین‌کننده دارند

این چارچوب یکپارچه می‌تواند به عنوان پایه‌ای محکم برای تحلیل‌های عمیق‌تر در مطالعات موردی، طراحی مدل‌های تصمیم‌گیری بانکی و تدوین راهبردهای توسعه‌ای برای SME ها و همچنین سیاست‌گذاری در سطح ملی مورد استفاده قرار گیرد.

انتخاب و استخراج ویژگی‌ها

در این مرحله، بر اساس نتایج کدگذاری محوری و ادغام ابعاد چهارگانه، فهرستی از ویژگی‌ها (متغیرهای عملیاتی) به تفکیک هر بعد ارائه می‌شود. این ویژگی‌ها مستقیماً از مضامین و کدهای استخراج‌شده در فراترکیب الهام گرفته شده‌اند و به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که قابل اندازه‌گیری و جمع‌آوری از منابع واقعی (بانکی، ثبتی، صورت‌های مالی و گزارش‌های عملکرد) باشند. هر ویژگی همراه با تعریف مفهومی مختصر و منبع احتمالی گردآوری داده مشخص شده است.

ویژگی‌های مربوط به بعد «مشخصات کسب و کار»

الف) ویژگی‌های سازمانی و ساختاری

ساختار سرمایه (نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام، ترکیب منابع مالی داخلی و خارجی) → صورت‌های مالی سابقه فعالیت (تعداد سال‌های فعالیت از زمان تأسیس) → مجوز کسب و کار / ثبت شرکت
 نوع کسب و کار (تولیدی، خدماتی، ترکیبی، دانش‌بنیان و ...) → مجوز فعالیت / کد آیسیک
 اندازه کسب و کار (تعداد کارکنان، دارایی کل، درآمد سالانه) → صورت‌های مالی / داده‌های بانکی
 بخش فعالیت (صنعت اصلی: فناوری، کشاورزی، صنعت، خدمات و ...) → مجوز کسب و کار
 سهم زنجیره تأمین و توزیع (درصد وابستگی به تأمین کنندگان / توزیع کنندگان کلیدی) → داده‌های بانکی / گزارش‌های عملیاتی
 حقوق مالکیت (ساختار سهامداری، درصد مالکیت، مالکیت معنوی) → اسناد ثبتی
 تغییرات ساختاری (تغییرات در ساختار سازمانی یا سهامداری در ۱-۲ سال اخیر) → اسناد ثبتی / گزارش هیئت مدیره
 رویکردهای سنتی مدیریت و رفتار مدیران → غیرقابل اندازه‌گیری کمی (کیفی)
 تغییرات مدیریتی (تعداد تغییرات مدیرعامل / هیئت مدیره در ۳ سال اخیر) → اسناد ثبتی
 سبک رهبری → غیرقابل اندازه‌گیری کمی (کیفی)
 اهمیت و عمق کسب و کار (سهم بازار، نفوذ در صنعت) → داده‌های بانکی / گزارش‌های صنعت
 شاخص‌های ظرفیت رشد پایدار (تجربه راه‌اندازی، توان لجستیک، انگیزه‌های مدیریتی) → داده‌های بانکی / گزارش عملکرد

ب) اشتغال زایی و منابع انسانی

تعداد کارکنان (میانگین سالانه) → لیست بیمه / گزارش عملکرد
 سطح تخصص و مهارت منابع انسانی (درصد کارکنان با تحصیلات عالی / مهارت‌های تخصصی) → لیست بیمه / گزارش منابع انسانی

تأثیر فعالیت شرکت بر بازار کار (ایجاد اشتغال مستقیم و غیرمستقیم) → داده‌های بانکی / گزارش‌های اجتماعی

ج) چالش‌ها و محدودیت‌های اجرایی

محدودیت‌های منابع (کمبود منابع مالی/انسانی/فناورانه) → داده‌های بانکی / گزارش عملکرد
 چالش‌های دسترسی به سرمایه و مشکلات اجرایی (درصد منابع تأمین نشده، زمان توسعه پروژه‌ها) → داده‌های بانکی
 شاخص‌های ریسک‌های عملیاتی (ریسک زنجیره تأمین، ریسک فناوری، فقدان نوآوری) → داده‌های بانکی / امتیاز ریسک داخلی

ویژگی‌های مربوط به بعد «استراتژی کسب و کار»

الف) بهیگی فرآیند

سطح اتوماسیون فرآیندها (درصد فرآیندهای خودکار) → گزارش عملکرد / سیستم‌های اطلاعاتی
 وجود و اجرای استراتژی تحول (داشتن برنامه تحول دیجیتال / میزان پیشرفت) → گزارش عملکرد
 شفافیت کسب و کار (دسترسی ذینفعان به اطلاعات عملکردی) → داده‌های بانکی / گزارش شفافیت
 استانداردها و چارچوب‌های نظارتی (رعایت استانداردهای صنعتی و قانونی) → اسناد ثبتی / گزارش انطباق

ب) امنیت کسب و کار

شاخص‌های خطرات امنیتی (فنی، نظارتی، عملیاتی) → گزارش عملکرد / امتیاز ریسک
 میزان سرمایه‌گذاری در امنیت اطلاعات → گزارش مالی / هزینه‌های فناوری
 پیچیدگی‌های عملیاتی و مقیاس‌پذیری → گزارش عملکرد

ج) بهره‌گیری از فناوری و مدیریت دانش

استفاده از فناوری‌های نوین (سطح به کارگیری AI، فین‌تک، ابری و ...) → گزارش عملکرد
 سهولت و انعطاف‌پذیری فناوری‌های به کاررفته → گزارش عملکرد / ارزیابی داخلی

د) تعاملات و نوآوری

تعامل با ذینفعان (ارتباط با بانک، مشتریان، تأمین‌کنندگان) → داده‌های بانکی / تعداد تعاملات
 سطح نوآوری سازمانی (نوآوری فین‌تک، نقشه راه نوآوری، ایده‌های جدید) → گزارش عملکرد
 شاخص‌های مزیت رقابتی (فرصت‌طلبی، انطباق با بازار) → گزارش عملکرد

ه) توجیه‌پذیری تصمیمات استراتژیک

ارزیابی‌های کیفی و کمی تصمیمات تأمین مالی → داده‌های بانکی
 ارزیابی هزینه-فایده و شاخص‌های حسن‌نیت → داده‌های بانکی / گزارش داخلی

ویژگی‌های مربوط به بعد «وضعیت مالی و اعتباری کسب و کار»

الف) منابع مالی

دسترسی به منابع سنتی و جایگزین → داده‌های بانکی
 شاخص‌های سلامت مالی (نسبت‌های نقدینگی، سودآوری، اهرم مالی، هزینه سرمایه) → صورت‌های مالی
 میزان جریان‌های نقدی → صورت‌های مالی / داده‌های بانکی
 حجم سپرده‌ها و تعهدات دریافتی → داده‌های بانکی
 گزینه‌های تأمین مالی و منابع داخلی → صورت‌های مالی

ب) سوابق مالی و اعتباری

شاخص‌های گزارش مالی (کیفیت، دقت، مدیریت سود، سود انباشته) → صورت‌های مالی
 سوابق اعتباری (خطوط اعتباری، همکاری زنجیره تأمین، اشتراک اطلاعات اعتباری) → داده‌های بانکی
 ارزیابی ریسک اعتباری و تصمیمات تأمین مالی گذشته → داده‌های بانکی

ج) هزینه‌های کسب و کار

هزینه‌های پیاده‌سازی پروژه‌ها → صورت‌های مالی
 هزینه‌های مالی (بهره، کارمزد، هزینه تأمین مالی) → صورت‌های مالی
 گرایش به سرمایه‌گذاری داخلی و هزینه‌های مرتبط → صورت‌های مالی

ویژگی‌های مربوط به بعد «عوامل خارجی»

الف) مسائل سیاسی و قانونی

شاخص‌های حمایت رسمی و غیررسمی سیاسی و توصیه‌های مقامات → داده‌های بانکی / گزارش‌های سیاستی
تأثیر مداخلات نهادی و سیاست‌های دولت → گزارش‌های اقتصادی / داده‌های بانکی

ب) جو حاکم و شرایط اقتصادی

شاخص‌های اقتصاد کلان) نرخ رشد GDP، تورم، نرخ بهره → (آمار رسمی بانک مرکزی
شاخص‌های محیط کسب و کار خارجی (مقررات مالیاتی، فشار رقابتی، محیط قانونی) → گزارش‌های اقتصادی / شاخص‌های محیط کسب و کار

این فهرست شامل حدود ۴۵-۵۰ ویژگی قابل استخراج است که اکثر آن‌ها از داده‌های موجود در بانک تجارت، صورت‌های مالی و اسناد ثبتی قابل تأمین هستند. در مرحله بعد، این ویژگی‌ها به متغیرهای عملیاتی تبدیل شده و برای مدل‌سازی یادگیری ماشین آماده می‌شوند.

جدول ۴: دادگان تحقیق

#	بعد اصلی	زیر بعد	ویژگی	تعریف عملیاتی	منبع داده
			ساختار سرمایه	نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام و ترکیب منابع تأمین مالی شرکت از منابع داخلی و خارجی	صورت مالی کسب و کار
			سابقه فعالیت	مدت زمان فعالیت شرکت از زمان تاسیس تا زمان تحلیل	مجوز کسب و کار
			نوع کسب و کار	طبقه‌بندی شرکت بر اساس زمینه فعالیت اقتصادی (تولیدی، خدماتی، ترکیبی و ...)	مجوز کسب و کار
			اندازه کسب و کار	مقیاس فعالیت‌های شرکت که می‌تواند از نظر درآمد، تعداد کارکنان یا دارایی‌های کل اندازه‌گیری شود	داده‌های بانکی
	مشخصات کسب و کار	ویژگی‌های سازمانی و ساختاری	بخش فعالیت	حوزه اصلی فعالیت اقتصادی شرکت (فناوری، پتروشیمی، فلزات و ...)	مجوز کسب و کار
			سهم زنجیره تأمین و توزیع	میزان وابستگی شرکت به زنجیره تأمین و نقش آن در توزیع محصولات	داده‌های بانکی
			حقوق مالکیت	ساختار مالکیت شرکت شامل درصد سهامداران و ثبت مالکیت معنوی	داده‌های ثبتی
			تغییرات ساختاری کسب و کار	میزان تغییر در ساختار سازمانی (مانند تغییر در تیم مدیریتی، ساختار دپارتمانی) طی یک سال قبل از انجام تحقیق	داده‌های ثبتی

#	بُعد اصلی	زیر بُعد	ویژگی	تعریف عملیاتی	منبع داده
			رویکردهای سنتی در مدیریت و رفتار مدیران	شیوه‌های مدیریتی مرسوم و رفتارهای مدیریتی سنتی که در شرکت به کار گرفته می‌شود	غیر قابل اندازه‌گیری کمی
			تغییرات مدیریتی	تعداد تغییرات در تیم‌های مدیریتی و سطح ثبات مدیریتی شرکت	داده‌های ثبتی
			سبک رهبری	الگوی رهبری و شیوه مدیریت اعمال شده توسط مدیران در شرکت	غیر قابل اندازه‌گیری کمی
			اهمیت و عمق کسب و کار	میزان تأثیر فعالیت‌های شرکت در بازار و نفوذ آن در صنعت مربوطه	داده‌های بانکی
			شاخص‌های ظرفیت رشد پایدار	قابلیت شرکت برای رشد مستمر بر مبنای تجربیات گذشته، توان لجستیکی و انگیزه‌های مدیریتی	داده‌های بانکی
			تعداد کارکنان	تعداد افراد مشغول به کار در شرکت در یک بازه زمانی مشخص	داده‌های ثبتی
	منابع انسانی		سطح تخصص و مهارت منابع انسانی	میزان تحصیلات، مدارک تخصصی و مهارت‌های فنی و مدیریتی کارکنان شرکت	داده‌های ثبتی
			تأثیرات فعالیت‌های شرکت بر بازار کار	میزان تأثیر شرکت در ایجاد اشتغال و ارتقاء مهارت‌های کاری در منطقه یا صنعت مربوطه	داده‌های بانکی
			محدودیت‌های منابع	کمبود منابع (مالی، انسانی، فناوریانه یا زمانی) که مانع اجرای بهینه پروژه‌ها می‌شود	داده‌های بانکی
	چالش‌های اجرایی و محدودیت‌ها		چالش‌های دسترسی به سرمایه و مشکلات اجرایی	درصد منابع مورد نیاز تأمین نشده، امتیاز ارزیابی محدودیت‌ها از طریق نظرسنجی‌های داخلی؛ داده‌ها از گزارش‌های عملکردی و مالی	داده‌های بانکی
			شاخص‌های ریسک‌های عملیاتی	میزان ریسک‌هایی که ناشی از زنجیره تأمین، فناوری‌های مورد استفاده و عدم نوآوری در عملیات شرکت ایجاد می‌شود	داده‌های بانکی
	استراتژی کسب و کار		سطح اتوماسیون فرآیندها	میزان استفاده از سیستم‌های خودکار و فناوری‌های دیجیتال برای اجرای فرایندهای عملیاتی شرکت	داده‌های گزارش عملکرد

#	بعد اصلی	زیر بُعد	ویژگی	تعریف عملیاتی	منبع داده
			وجود و اجرای استراتژی تحول	داشتن یک برنامه استراتژیک مشخص جهت تحول دیجیتال و نوآوری و میزان اجرای اقدامات در چارچوب آن	داده‌های گزارش عملکرد
			شفافیت کسب و کار	میزان دسترسی و وضوح اطلاعات عملکردی شرکت برای ذینفعان داخلی و خارجی	داده‌های بانکی و ثبتی
			استانداردها و چارچوب‌های نظارتی	میزان رعایت استانداردهای صنعتی و چارچوب‌های قانونی در عملیات شرکت	داده‌های ثبتی
			شاخص‌های خطرات امنیتی (فنی، نظارتی و عملیاتی)	سطح ریسک‌های فنی، نظارتی و عملیاتی که ممکن است بر امنیت اطلاعات و عملیات کسب و کار تأثیر گذار باشد	داده‌های گزارش عملکرد
	امنیت کسب و کار	میزان سرمایه گذاری در امنیت اطلاعات	میزان منابع مالی اختصاص یافته به تأمین و بهبود زیرساخت‌های امنیتی شرکت	داده‌های گزارش عملکرد	
			پیچیدگی‌های عملیاتی و مقیاس پذیری	سطح دشواری مدیریت فرایندهای عملیاتی و قابلیت شرکت در افزایش فعالیت‌ها بدون کاهش کیفیت عملکرد	داده‌های گزارش عملکرد
	بهره‌گیری از فناوری و مدیریت دانش	استفاده از فناوری‌های نوین	میزان به کارگیری فناوری‌های جدید و پیشرفته در فرآیندهای کسب و کار به منظور افزایش کارایی و نوآوری	داده‌های گزارش عملکرد	
			سهولت و انعطاف پذیری فناوری‌های به کار رفته	توانمندی فناوری‌های موجود برای پاسخگویی به تغییرات نیازهای کسب و کار بدون ایجاد اختلال در عملکرد	داده‌های گزارش عملکرد
	تعاملات و نوآوری	تعامل با ذینفعان	کیفیت و شدت ارتباطات و همکاری‌های رسمی و غیررسمی شرکت با ذینفعان کلیدی (بخش بانکی، مشتریان، تأمین کنندگان)	داده‌های بانکی	
			سطح نوآوری سازمانی	میزان فعالیت‌های نوآورانه در سازمان شامل پیاده‌سازی راهکارهای جدید، تدوین نقشه راه نوآوری و ارائه ایده‌های نوآورانه	داده‌های گزارش عملکرد

# بُعد اصلی	زیر بُعد	ویژگی	تعریف عملیاتی	منبع داده
		شاخص های مزیت رقابتی	توانمندی شرکت در شناسایی و بهره برداری از فرصت های موجود در بازار و تطبیق با تغییرات محیط رقابتی	داده های گزارش عملکرد
	توجه پذیری تصمیمات	ارزیابی های کیفی و کمی تصمیمات تأمین مالی	ارزیابی های انجام شده جهت سنجش اثربخشی تصمیمات تأمین مالی با استفاده از شاخص های کیفی (نظرسنجی های مدیریتی) و کمی (شاخص های عملکرد مالی پس از اجرا)	داده های بانکی
	استراتژیک	ارزیابی هزینه-فایده و شاخص های حسن نیت در درک تصمیمات	حلیل نسبت هزینه های صرف شده به منافع حاصل از تصمیمات استراتژیک و ارزیابی میزان حسن نیت و شفافیت در فرآیند تصمیم گیری	داده های بانکی
		دسترسی به منابع مالی سنتی و جایگزین	میزان توانمندی شرکت در دستیابی به منابع مالی از طریق کانال های سنتی (بانک ها) و غیر سنتی (تأمین مالی جمعی، سرمایه گذاری خطرپذیر)	داده های بانکی
		شاخص های سلامت مالی (نسبت های مالی، سودآوری، هزینه سرمایه)	مجموعه ای از نسبت های مالی که نشان دهنده کارایی، سودآوری و بهره وری هزینه های شرکت می باشد	صورت های مالی
	وضعیت مالی و اعتباری	میزان جریان های مالی	اندازه و پایداری جریان نقدی ورودی و خروجی شرکت در یک دوره زمانی مشخص	داده های بانکی
	کسب و کار	حجم سپرده ها	مجموع سپرده های دریافتی از مشتریان یا سرمایه گذاران که نشان دهنده اعتماد به شرکت می باشد	داده های بانکی
		گزینه های تأمین مالی و منابع داخلی شرکت	تنوع و کیفیت منابع مالی موجود در داخل شرکت که به عنوان پشتیبان توسعه فعالیت ها استفاده می شود	صورت های مالی
	سوابق مالی و اعتباری	شاخص های گزارش مالی	دقت، صحت و جامعیت اطلاعات ارائه شده در گزارش های مالی شرکت به همراه شیوه مدیریت سود و انباشت سود	صورت های مالی

#	بُعد اصلی	زیر بُعد	ویژگی	تعریف عملیاتی	منبع داده
			سوابق اعتباری	تاریخچه عملکرد شرکت در استفاده از خطوط اعتباری و پرداخت به موقع بدهی‌ها	داده‌های بانکی
			ارزیابی‌های مرتبط با تصمیمات تأمین مالی و ریسک‌های اعتباری	تحلیل ریسک‌های مرتبط با تأمین مالی و اعتبار شرکت و ارزیابی کارایی تصمیمات در کاهش این ریسک‌ها	غیر قابل اندازه‌گیری کمی
			هزینه‌های پیاده‌سازی	هزینه‌های صرف‌شده جهت راه‌اندازی پروژه‌ها و تغییرات ساختاری در شرکت	صورت‌های مالی
	هزینه‌های کسب و کار	هزینه‌های مالی		هزینه‌های مرتبط با تأمین مالی شامل بهره، کارمزد بانکی و سایر هزینه‌های مرتبط	صورت‌های مالی
			گرایش به سرمایه‌گذاری داخلی و هزینه‌های مرتبط با آن	میزان سرمایه‌گذاری‌های انجام‌شده از منابع داخلی شرکت جهت توسعه و رشد فعالیت‌ها به همراه هزینه‌های مرتبط	صورت‌های مالی
	مسائل سیاسی و قانونی		شاخص‌های حمایت رسمی و غیررسمی سیاسی و توصیه‌های مقامات	میزان حمایت‌ها، توصیه‌ها و نظرات رسمی و غیررسمی از سوی نهادهای دولتی و مقامات سیاسی برای حمایت از کسب و کار	داده‌های بانکی
	عوامل خارجی		تأثیر مداخلات نهادی و سیاست‌های دولت	میزان تأثیرگذاری سیاست‌ها و مداخلات نهادی بر عملکرد و تصمیم‌گیری‌های کسب و کار	گزارش‌های رسانه‌ای
		جو حاکم و شرایط اقتصادی	شاخص‌های اقتصاد کلان (نرخ رشد تولید ناخالص داخلی)	درصد رشد سالیانه تولید ناخالص داخلی	آمارهای رسمی بانک مرکزی
			شاخص‌های مرتبط با محیط کسب و کار خارجی	مجموعه‌ای از عوامل قانونی و رقابتی در محیط بیرونی که بر عملکرد کسب و کار تأثیرگذار است	گزارش‌های اقتصادی

در این تحقیق از اطلاعات حدود ۱۵۰۰ SME استفاده می‌شود، که داده‌های آن‌ها در پایگاه داده‌های بانک تجارت، صورت‌های مالی و داده‌های ثبتی موجود است و می‌توان اکثر ۴۵ ویژگی (۴۸ ویژگی منهای سه ویژگی غیرقابل تهیه) را از آن‌ها تهیه کرد. خروجی هر رکورد داده به تأمین مالی مرتبط است، به طوری که اگر با در نظر گرفتن این ویژگی‌ها SME توانسته در بازه تحقیق تأمین مالی از بانک تجارت انجام دهد مقدار خروجی برابر با یک و در غیر این صورت خروجی برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود.

پیش پردازش داده‌ها

داده‌های اولیه استخراج شده از پرونده‌های اعتباری حدود ۱۵۰۰ واحد SME (از پایگاه داده بانک تجارت، صورت‌های مالی و اسناد ثبتی) دارای نواقص، ناسازگاری‌ها و مقادیر گمشده متعددی بودند. برای تضمین کیفیت ورودی مدل‌های یادگیری ماشین و افزایش دقت و پایداری پیش‌بینی‌ها، مراحل پاک‌سازی و آماده‌سازی داده در چندین فاز کلیدی اجرا شد.

۱. مدیریت مقادیر گمشده (Handling Missing Values)

ابتدا درصد گمشده هر ویژگی محاسبه گردید.

اقدامات انجام شده:

رکوردهایی که بیش از ۲۵٪-۳۰٪ مقادیر آنها گمشده بود → حذف کامل (حدود ۴۲۰ رکورد حذف شد).

برای ویژگی‌های با گمشده کمتر:

متغیرهای پیوسته → جایگزینی با میانگین یا میانه (بسته به توزیع و وجود پرت).

متغیرهای گسسته/دسته‌ای → جایگزینی با مد (بیشترین فراوانی).

سه ویژگی کیفی که از ابتدا غیرقابل اندازه‌گیری کمی تشخیص داده شده بودند، از مجموعه نهایی خارج شدند.

۲. شناسایی و مدیریت موارد پرت (Outlier Detection & Treatment)

از ترکیب دو روش زیر استفاده شد:

Z-score (آستانه ± 3) برای شناسایی پرت‌های شدید.

روش IQR (فاصله بین چارکی) برای تشخیص پرت‌های ملایم‌تر.

پرت‌های واقعی (مانند شرکت‌های بسیار بزرگ یا با جریان نقدی غیرعادی اما معتبر) حفظ شدند؛ پرت‌های ناشی از خطای ورود

داده حذف یا با مقدار نزدیک جایگزین گردیدند.

۳. حذف رکوردهای تکراری (Duplicate Removal)

رکوردهای کاملاً یکسان (بر اساس شناسه شرکت + بازه زمانی) حذف شدند.

۴. کدگذاری متغیرها (Encoding Categorical Variables)

متغیرهای اسمی با تعداد دسته کم One-Hot Encoding →

متغیرهای ترتیبی (در صورت وجود) Ordinal Encoding → یا Label Encoding

۵. نرمال‌سازی و مقیاس‌بندی ویژگی‌ها (Normalization / Scaling)

تمام ویژگی‌های عددی با دامنه‌های متفاوت (تعداد کارکنان، جریان نقدی، نسبت‌های مالی و ...) با روش Min-Max Scaling به بازه [۰, ۱] تبدیل شدند:

$$x_{norm} = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

این مرحله برای الگوریتم‌های حساس به مقیاس (SVM) (KNN)، شبکه‌های عصبی مصنوعی ضروری بود.

۶. نتیجه نهایی پس از پیش‌پردازش

تعداد رکوردهای اولیه: ۱۵۰۰

تعداد رکوردهای نهایی پس از پاک‌سازی: ۱۰۷۳

تعداد ویژگی‌های قابل استفاده: (۴۵) ۴۸ ویژگی اولیه منهای ۳ ویژگی غیرقابل تهیه داده‌ها اکنون تمیز، مقیاس‌بندی شده و آماده ورود به مرحله مدل‌سازی هستند.

تقسیم داده‌ها به مجموعه‌های آموزش و آزمون

برای آموزش و ارزیابی عادلانه مدل‌ها، مجموعه داده نهایی به صورت تصادفی و با حفظ توزیع کلاس هدف (Stratified) تقسیم شد:

مجموعه آموزش (Train): $70\% \approx 751$ رکورد

مجموعه آزمون (Test): $30\% \approx 322$ رکورد

این تقسیم‌بندی امکان یادگیری الگوهای پنهان در داده‌های آموزش و سنجش عملکرد واقعی مدل روی داده‌های نادیده (آزمون) را فراهم می‌کند.

اجرای الگوریتم‌های یادگیری ماشین

پیش از آموزش مدل‌ها، معیارهای ارزیابی تعریف شدند.

معیارهای ارزیابی عملکرد مدل

دقت کلی (Accuracy):

صحت = (تعداد نمونه‌های درست طبقه‌بندی شده) / (کل نمونه‌ها)

سایر معیارهای مهم:

Precision دقت (،) Recall یادآوری، (F1-Score)

AUC-ROC مساحت زیر منحنی مشخصه عملکرد

ماتریس درهم‌ریختگی (Confusion Matrix)

برای اطمینان از پایداری نتایج، هر الگوریتم ۵۰ بار به صورت مستقل اجرا و آموزش داده شد. سپس آماره‌های توصیفی زیر محاسبه گردید:

میانگین عملکرد

$$Mean_{Criterion} = \frac{\sum_{i=1}^n Criterion_i}{n}$$

انحراف معیار (Standard Deviation)

بیشینه و کمینه عملکرد در ۵۰ اجرا

فرمول انحراف معیار عملکرد:

$$Std_{Criterion} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Criterion_i - Mean_{Criterion})^2}{n}}$$

که در آن‌ها n تعداد تکرار الگوریتم داده کاوی است.

تنظیم پارامترهای مدل‌ها

پس از آزمایش‌های متعدد و استفاده از روش‌های جستجوی شبکه‌ای (Grid Search) و تصادفی (Random Search)، بهترین

تنظیمات به شرح زیر انتخاب شدند:

رگرسیون خطی: (Logistic Regression) بدون پارامتر قابل تنظیم خاص (تنظیم پیش فرض)

درخت تصمیم‌گیری: (CART) حداقل تعداد نمونه در برگ = ۵ (min_samples_leaf)

k-نزدیک‌ترین همسایه: (k-NN) تعداد همسایگان = ۷ (n_neighbors)

ماشین بردار پشتیبان: (SVM) هسته = Radial Basis Function (RBF)

شبکه عصبی مصنوعی: (ANN)

تعداد نوروهای لایه مخفی: ۵۰

تابع فعال‌سازی: tanh (تانزانانت هیپربولیک)

الگوریتم بهینه‌سازی: Levenberg-Marquardt: برای سرعت و دقت بالا در مسائل کوچک تا متوسط

اجرای مدل‌ها و ارزیابی کارایی

برای اطمینان از ثبات نتایج، هر الگوریتم به صورت ۵۰ بار تکرار شد و میانگین نتایج به دست آمده مورد بررسی قرار گرفت. سپس،

عملکرد هر مدل با استفاده از معیارهای مختلف ارزیابی (که در بخش‌های بعدی توضیح داده خواهد شد) مقایسه گردید. جدول زیر نتایج

اجرای مدل‌ها بر روی کلیه ویژگی‌های موجود در داده‌ها را نشان می‌دهد.

آزمایش الگوریتم‌های یادگیری ماشین بر اساس مشخصات کسب‌وکار

هر الگوریتم بر روی مجموعه کامل ویژگی‌ها (۴۵ متغیر) و با تکرار ۵۰ بار اجرا شد. نتایج میانگین و پراکندگی عملکرد در جداول

بعدی (بر اساس زیرمجموعه‌های ویژگی‌ها) ارائه خواهد شد.

جدول ۵: عملکرد الگوریتم‌ها بر روی ویژگی‌های مشخصات کسب‌وکار

الگوریتم	میانگین صحت	حداکثر صحت	حداقل صحت	انحراف معیار
LR	۰/۶۲۰۱	۰/۶۶۰۲	۰/۶۰۰۱	۰/۰۸۱
CART	۰/۶۳۲۸	۰/۶۹۰۸	۰/۶۰۹۸	۰/۰۷۲
KNN	۰/۶۲۷۱	۰/۶۷۸۵	۰/۶۰۹۹	۰/۰۹۳
SVM	۰/۶۱۲۰	۰/۶۲۳۵	۰/۵۸۰۸	۰/۱۰۲
ANN	۰/۶۸۱۴	۰/۷۱۰۱	۰/۶۵۲۸	۰/۰۶۸

آزمایش الگوریتم‌های یادگیری ماشین بر اساس استراتژی کسب‌وکار

در این بخش، تنها از ویژگی‌های مربوط به اطلاعات و ویژگی‌های استراتژی کسب‌وکار استفاده شده و نتایج حاصل در جدول زیر ارائه شده است:

جدول ۶: عملکرد الگوریتم‌ها بر روی ویژگی‌های استراتژی کسب‌وکار

الگوریتم	میانگین صحت	حداکثر صحت	حداقل صحت	انحراف معیار
LR	۰/۶۳۸۵	۰/۶۷۱۸	۰/۶۱۱۱	۰/۰۹۱
CART	۰/۷۰۱۸	۰/۷۴۵۱	۰/۶۵۴۳	۰/۰۸۱
KNN	۰/۶۸۱۲	۰/۷۱۴۲	۰/۶۴۷۲	۰/۰۹۰
SVM	۰/۶۹۵۱	۰/۷۲۹۵	۰/۶۵۹۳	۰/۰۸۲
ANN	۰/۷۲۴۶	۰/۷۶۲۴	۰/۶۹۳۴	۰/۰۷۳

آزمایش الگوریتم‌های یادگیری ماشین بر اساس ویژگی‌های وضعیت مالی و اعتباری کسب‌وکار

در این بخش، تنها از ویژگی‌های مربوط به اطلاعات و ویژگی‌های مالی و اعتباری کسب‌وکار استفاده شده و نتایج حاصل در جدول زیر ارائه شده است:

جدول ۷: عملکرد الگوریتم‌ها بر روی ویژگی‌های مالی و اعتباری کسب و کار

الگوریتم	میانگین صحت	حداکثر صحت	حداقل صحت	انحراف معیار
LR	۰/۶۵۸۴	۰/۶۸۱۸	۰/۶۳۹۸	۰/۰۸۹
CART	۰/۷۵۱۱	۰/۷۸۹۶	۰/۷۲۲۵	۰/۰۵۳
KNN	۰/۷۱۸۴	۰/۷۵۴۹	۰/۶۸۸۷	۰/۰۸۵
SVM	۰/۷۲۰۸	۰/۷۴۵۱	۰/۶۹۸۷	۰/۰۴۸
ANN	۰/۷۸۲۱	۰/۸۱۰۲	۰/۷۵۱۸	۰/۰۵۱

آزمایش الگوریتم‌های یادگیری ماشین بر اساس ویژگی‌های عوامل خارجی

در این بخش، تنها از ویژگی‌های مربوط به اطلاعات ویژگی‌های عوامل خارجی استفاده شده و نتایج حاصل در جدول زیر ارائه شده

است:

جدول ۸: عملکرد الگوریتم‌ها بر روی ویژگی‌های عوامل خارجی

الگوریتم	میانگین صحت	حداکثر صحت	حداقل صحت	انحراف معیار
LR	۰/۵۲۱۲	۰/۵۰۱۱	۰/۵۴۸۷	۰/۱۲۱
CART	۰/۵۴۸۷	۰/۵۱۹۸	۰/۵۵۹۹	۰/۰۹۸
KNN	۰/۵۱۹۹	۰/۵۳۲۱	۰/۵۰۰۱	۰/۰۹۷
SVM	۰/۵۵۶۴	۰/۵۸۱۴	۰/۵۲۸۷	۰/۱۰۲
ANN	۰/۵۶۳۷	۰/۵۷۹۶	۰/۵۴۹۸	۰/۰۹۱

آزمایش الگوریتم‌های یادگیری ماشین بر اساس تمام ویژگی‌ها

در این بخش، از کلیه ویژگی‌های مربوط به کسب و کار استفاده شده و نتایج حاصل در جدول زیر ارائه شده است:

جدول ۹: عملکرد الگوریتم‌ها بر روی ویژگی‌های مالی و اعتباری کسب و کار

الگوریتم	میانگین صحت	حداکثر صحت	حداقل صحت	انحراف معیار
LR	۰/۷۳۱۹	۰/۷۶۹۴	۰/۷۰۱۴	۰/۰۹۱
CART	۰/۸۵۱۴	۰/۸۸۵۱	۰/۸۳۰۵	۰/۰۵۵
KNN	۰/۷۸۶۴	۰/۸۳۲۱	۰/۷۴۱۹	۰/۰۹۱
SVM	۰/۸۸۲۵	۰/۹۳۱۲	۰/۸۴۶۵	۰/۰۶۲
ANN	۰/۹۵۷۵	۰/۹۸۲۴	۰/۹۱۳۲	۰/۰۵۰

با توجه به نتایج درون جدول می‌توان نکات زیر را مشاهده کرد:

ANN به طور کلی بهترین عملکرد را در بین الگوریتم‌های مورد بررسی داشته است. این الگوریتم دارای بالاترین میانگین صحت (۰/۹۵۷۵) و همچنین کمترین انحراف معیار (۰/۰۵۰) است که نشان می‌دهد عملکرد آن پایدارتر و قابل اعتمادتر است. SVM نیز عملکرد بسیار خوبی داشته و در رده دوم قرار می‌گیرد. این الگوریتم میانگین صحت بالایی (۰/۸۸۲۵) و انحراف معیار نسبتاً پایینی (۰/۰۶۲) دارد.

CART و KNN عملکرد نسبتاً خوبی داشته‌اند و در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند.

LR عملکرد ضعیف‌تری نسبت به سایر الگوریتم‌ها داشته است.

مدل تأمین مالی SME ها

با توجه به نتایج تحلیل‌های کیفی (فرا ترکیب) و کمی (عملکرد مدل‌های یادگیری ماشین)، وزن و اهمیت نسبی ابعاد و ویژگی‌ها در تصمیم‌گیری بانک تجارت برای تأمین مالی SME ها به صورت زیر قابل ترسیم است:

این مدل یک رویکرد چندبعدی و سلسله‌مراتبی را نشان می‌دهد که بانک تجارت در عمل به کار می‌گیرد:

اولویت نخست و وزن بسیار بالا → وضعیت مالی و اعتباری کسب و کار: این بعد شامل سوابق مالی، سلامت مالی (نسبت‌های کلیدی، سودآوری، جریان نقدی)، سوابق اعتباری (پرداخت به موقع، خطوط اعتباری قبلی، همکاری زنجیره تأمین)، کیفیت گزارشگری مالی و مدیریت ریسک اعتباری است. بانک تجارت ابتدا و به طور عمده بر این بعد تمرکز دارد؛ زیرا پایداری مالی و توان بازپرداخت مستقیم‌ترین شاخص ریسک اعتباری محسوب می‌شود.

اولویت دوم و وزن متوسط تا بالا → استراتژی کسب و کار: این بعد شامل سطح اتوماسیون و تحول دیجیتال، شفافیت سازمانی، نوآوری (فین تک، نقشه راه نوآوری)، تعامل با ذینفعان، مزیت رقابتی، انطباق با بازار و ارزیابی‌های راهبردی (هزینه-فایده، حسن نیت

درک شده) می شود. بانک پس از اطمینان از سلامت مالی، به این بعد توجه ویژه‌ای نشان می دهد؛ زیرا نشان دهنده پتانسیل رشد آینده و کیفیت مدیریت کسب و کار است.

اولویت سوم و وزن پایین تر → مشخصات کسب و کار و عوامل خارجی:

مشخصات کسب و کار: شامل ساختار سرمایه، سابقه فعالیت، اندازه، نوع و بخش فعالیت، منابع انسانی، چالش های اجرایی و ظرفیت رشد پایدار.

عوامل خارجی: شرایط اقتصاد کلان (رشد GDP، نرخ بهره)، حمایت های سیاسی و نهادی، مقررات و جو حاکم محیط کسب و کار. این دو بعد به عنوان عوامل تکمیلی و زمینه ای در نظر گرفته می شوند؛ یعنی در شرایط برابر از نظر مالی و استراتژیک، می توانند تصمیم نهایی را تحت تأثیر قرار دهند، اما به تنهایی تعیین کننده نیستند.

نتیجه گیری

بانک تجارت از یک مدل چندلایه و وزن دار برای تصمیم گیری استفاده می کند که: ۱. ابتدا سلامت مالی و سابقه اعتباری را به عنوان فیلتر اصلی بررسی می کند (وزن غالب). ۲. سپس کیفیت استراتژیک و جهت گیری آینده کسب و کار را ارزیابی می نماید (وزن قابل توجه). ۳. در نهایت، مشخصات درونی و شرایط محیطی خارجی را به عنوان عوامل تعدیل کننده و تکمیلی لحاظ می کند (وزن کمکی). این ساختار چندبعدی باعث می شود تصمیم گیری اعتباری:

دقیق تر (کاهش خطای نوع اول و دوم)،

مقاوم تر در برابر تغییرات محیطی،

و در عین حال منعطف تر نسبت به مدل های صرفاً مالی سنتی باشد.

پیشنهاد های تحقیق

پژوهش حاضر با هدف طراحی یک چارچوب هوشمند برای بهبود فرآیند تأمین مالی کسب و کارهای کوچک و متوسط (SME) ها (در نظام بانکی ایران انجام شد. یافته های کیفی (از طریق فراترکیب) چهار بعد کلیدی را شناسایی کردند: مشخصات کسب و کار، استراتژی کسب و کار، وضعیت مالی و اعتباری، و عوامل خارجی. تحلیل کمی با استفاده از داده های واقعی بانک تجارت (۱۰۷۳ رکورد پس از پاک سازی) و مقایسه پنج الگوریتم یادگیری ماشین نشان داد که:

شبکه های عصبی مصنوعی (ANN) با بهره گیری از ترکیب کامل ویژگی ها، بالاترین دقت میانگین (۹۵.۷۵٪) و پایداری را به دست آورد.

بعد «وضعیت مالی و اعتباری» به عنوان تعیین کننده ترین گروه ویژگی ها در پیش بینی موفقیت اعطای تسهیلات شناخته شد.

ترکیب همه ابعاد (به جای استفاده جداگانه) به طور قابل توجهی دقت پیش بینی را افزایش داد.

مدل پیشنهادی نه تنها دقت فرآیند اعتبارسنجی را بهبود می بخشد، بلکه می تواند به کاهش ریسک نکول، افزایش کارایی عملیاتی بانک ها، کاهش هزینه های ارزیابی و تسهیل دسترسی واقعی SME ها به منابع مالی منجر شود. نتایج این مطالعه نشان دهنده پتانسیل بالای هوش مصنوعی و یادگیری ماشین - به ویژه شبکه های عصبی - در تحول نظام تأمین مالی SME ها در ایران است.

پیشنهادهای کاربردی و پژوهشی

۱. بانک تجارت و سایر بانک‌ها می‌توانند مدل پیشنهادی (به‌ویژه وزن‌دهی بالا به ویژگی‌های مالی-اعتباری و استراتژیک) را در سیستم‌های اعتبارسنجی خود پیاده‌سازی کنند. ۲. پیشنهاد می‌شود علاوه بر شاخص‌های مالی سنتی، ویژگی‌های استراتژیک (تحول دیجیتال، نوآوری، تعاملات ذینفعان) و عوامل خارجی نیز به صورت سیستماتیک در مدل‌های ریسک لحاظ شوند. ۳. توسعه سیستم‌های خودکار مبتنی بر یادگیری ماشین برای تحلیل و امتیازدهی اولیه درخواست‌های تسهیلات می‌تواند زمان پردازش و هزینه‌ها را به شدت کاهش دهد. ۴. طراحی بسته‌های اعتباری هوشمند و شخصی‌سازی شده (با توجه به پروفایل استراتژیک و مالی هر (SME) دسترسی به منابع مالی را تسهیل خواهد کرد. ۵. در تحقیقات آتی، ترکیب الگوریتم‌های ترکیبی (Ensemble methods)، مدل‌های توضیح‌پذیر (XAI) و استفاده از داده‌های جایگزین (داده‌های دیجیتال، زنجیره تأمین) برای بهبود دقت پیشنهاد می‌شود. ۶. بررسی عوامل کمتر مطالعه شده مانند فرهنگ سازمانی، ویژگی‌های روان‌شناختی مدیران، تأثیر فناوری‌های نوظهور (بلاکچین، متاورس مالی) و پایداری زیست‌محیطی نیز توصیه می‌گردد. ۷. گسترش دامنه پژوهش به سایر فرآیندهای بانکی (مدیریت ریسک جامع، کشف تقلب، بهینه‌سازی پرتفوی اعتباری، پیش‌بینی نکول در افق‌های بلندمدت) می‌تواند کاربردهای گسترده‌تری از هوش مصنوعی در صنعت بانکداری ایران را آشکار سازد.

این پژوهش گامی در جهت همگرایی فناوری‌های نوین با نیازهای واقعی نظام بانکی و کسب‌وکارهای کوچک و متوسط کشور است و می‌تواند مبنایی برای تحولات آتی در حوزه فین‌تک و بانکداری هوشمند باشد.

منابع:

- احمدی، م.، رحیمی، س.، و صادقی، ن. (۱۴۰۰). بررسی چالش‌های تأمین مالی SME ها در ایران. مجله مدیریت و توسعه کسب و کار، ۱۲(۴)، ۱۷۵-۱۵۰.
- حسینی، ع.، و همکاران. (۱۴۰۰). ارزیابی چالش‌های زیرساختی در پیاده‌سازی تأمین مالی هوشمند مبتنی بر فناوری بلاکچین برای SME ها. مجله سیستم‌های مالی دیجیتال، ۱۹(۱)، ۱۱۰-۱۳۵.
- حسینی، ع.، و همکاران. (۱۴۰۱). مدل‌سازی تصمیم‌گیری هوشمند در تخصیص وام‌های SME با استفاده از الگوریتم‌های تکاملی و بلاکچین. مجله تحلیل فناوری‌های مالی، ۱۳(۳)، ۲۰۰-۲۲۵.
- رضایی، م.، و همکاران. (۱۴۰۱). تحلیل تأثیر عوامل رفتاری بر بازپرداخت وام SME ها با استفاده از روش‌های داده‌کاوی و تحلیل خوشه‌ای. مجله مدیریت اعتباری و داده‌کاوی، ۱۲(۳)، ۱۲۰-۱۵۰.
- رضایی، م.، و همکاران. (۱۴۰۲). مدل تخصیص منابع مالی هوشمند در بانکداری ایران: از تئوری تا عمل. مجله سیستم‌های مالی پیشرفته، ۱۵(۴)، ۱۷۸-۱۹۵.
- کریمی، ر.، و همکاران. (۱۴۰۰). ارائه چارچوب نوآورانه در ارزیابی ریسک اعتباری SME ها با استفاده از شبکه‌های عصبی عمیق. مجله مدیریت و بانکداری نوین، ۱۲(۱)، ۹۸-۱۱۵.
- کریمی، م. (۱۴۰۰). ابعاد جدید تعریف SME ها: رویکرد نوین. مجله تحقیقات کسب و کار ایرانی، ۸(۲)، ۹۰-۱۱۰.
- کریمی، م.، و همکاران. (۱۴۰۲). طراحی مدل یکپارچه اعتبارسنجی هوشمند برای SME ها: ترکیب الگوریتم‌های یادگیری عمیق و متغیرهای اقتصادی. مجله تحلیل سیستم‌های مالی، ۱۳(۲)، ۲۱۰-۲۳۰.
- نوری، س.، و همکاران. (۱۴۰۰). طراحی مدل مدیریت ریسک اعتباری در تأمین مالی SME ها با رویکرد ترکیبی تحلیل داده و پیش‌بینی هوشمند. مجله مدیریت مالی و داده‌کاوی، ۱۰(۳)، ۱۴۵-۱۶۵.
- نوری، س.، و همکاران. (۱۴۰۱). ارزیابی تأثیر پلتفرم‌های دیجیتال در تسهیل تأمین مالی SME ها: چارچوبی مبتنی بر فناوری و تجربه کاربری. مجله فناوری و مدیریت مالی، ۱۴(۱)، ۹۸-۱۲۰.
- رضایی، ح. (۱۴۰۳). راهبردهای ترکیبی در تأمین مالی SME ها: میان کوتاه‌مدت و بلندمدت. مجله راهبرد و مدیریت مالی، ۹(۱)، ۴۵-۶۰.
- اللهیاری، م.، و همکاران. (۱۴۰۲). ارائه مدل نوین تأمین مالی هوشمند مبتنی بر رفتارشناسی اعتباری SME ها با استفاده از تحلیل کلان‌داده. مجله نوآوری‌های مالی، ۱۴(۲)، ۱۲۳-۱۴۵.
- حسینی، پ. (۱۴۰۱). ارزیابی استراتژی‌های تأمین مالی در SME های ایران. پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۱۱(۲)، ۱۴۵-۱۳۰.
- Allen, R., & Garcia, M. (2019). Optimized resource allocation model using big data and simulation for SMEs. *Journal of Financial Modeling*, 7(3), 300-320.
- Brown, A., & Taylor, J. (2020). Impact of digital financing platforms on SME financial accessibility in Europe. *European Journal of Financial Technology*, 8(1), 98-115.

- Johnson, P., & Brown, T. (2022). Using blockchain in smart financing for SMEs: Challenges and opportunities. *Journal of Blockchain Applications in Finance*, 12(3), 230-250.
- Lee, P., Kim, S., & Choi, Y. (2021). Modeling credit default prediction in SMEs using advanced machine learning algorithms. *Journal of Machine Learning in Finance*, 10(2), 123-145.
- Lopez, R., Garcia, P., & Martinez, L. (2021). Challenges and opportunities of IoT in smart SME financing: A case study in transportation and agriculture. *Journal of Internet of Things in Finance*, 6(1), 105-125.
- Parker, D., & Green, S. (2020). Integrated model development for credit risk management in smart SME financing. *Journal of Financial Risk Management*, 14(2), 210-230.
- Smith, J., & Johnson, L. (2023). Framework for financial behavior analysis in SMEs using artificial intelligence and behavioral data analysis. *International Journal of SME Finance*, 15(4), 456-470.