Quarterly Journal of Fiscal and Economic Policies *Vol. 13, No. 52, Winter 2026*

Predicting financial crises in Islamic banking using machine learning and unbalanced data

Saeed Mohammadbeigi
PhD in Islamic Economic Philosophy,
Imam Khomeini Educational and Research Institute, Qom, Iran.
beigi.1992@gmail.com

This research was conducted with the aim of designing a financial distress prediction framework for Islamic banks, as existing models primarily focus on conventional banks and do not adequately address the specific characteristics of Islamic banking, such as Shariah requirements. The research method involved using financial, macroeconomic, and Shariah governance data from 450 bank-year observations (including both Islamic and conventional banks) from 2015 to 2023. The dependent variable, financial distress status, was defined based on the criteria of Laeven and Valencia (2018), adapted for Islamic banking. The main innovation of the research is the introduction and quantitative measurement of the variable "Fiqh Distance from AAOIFI Standards" as a predictor of distress. To address data imbalance (only 5.3% of observations pertained to distress), the SMOTE technique was used. Various machine learning algorithms, including Logistic Regression, Decision Tree, SVM, and XGBoost, were evaluated. Findings showed that the XGBoost algorithm, with a sensitivity of 0.83 and an AUC-ROC score of 0.93, performed best in identifying distressed banks. The "Fiqh Distance" variable was identified as the second most important variable after Return on Assets (ROA). Analyses confirmed that an increase in this distance (decreased compliance with Shariah standards) significantly raises the probability of distress occurring. Furthermore, the developed model for Islamic banks demonstrated higher diagnostic accuracy (sensitivity 0.87) compared to conventional banks (0.76). By filling a gap in the literature, this research provides an operational framework for bank supervisors (such as central banks and IFSB) to identify vulnerable Islamic banks earlier. The results indicate that adherence to Shariah governance and transparency is not only a religious obligation but also an effective risk-mitigation business strategy.

JEL Classification: G21, G33, C45, O16.
Keywords: Islamic banking, financial crisis prediction, machine learning, XGBoost, imbalanced data.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

Reccived: 2025/12/15 Accepted: 2026/02/25

نشریه علمی (فصلنامه) سیاست‌های مالی و اقتصادی
سال ۱۳، شماره ۵۲، زمستان ۱۴۰۴، صفحه ۱۸۵ - ۱۰۶

پیش‌بینی بحران‌های مالی در بانکداری اسلامی با استفاده از یادگیری ماشین و داده‌های نامتوازن

سعید محمدبیگی
دکتری فلسفه اقتصاد اسلامی، موسسه آموزشی پژوهشی امام خمینی، قم، ایران.
beigi.1992@gmail.com

این پژوهش با هدف طراحی چارچوب پیش‌بینی بحران مالی برای بانک‌های اسلامی انجام شده است، زیرا مدل‌های موجود عمدتاً بر بانک‌های متعارف متمرکزند و به ویژگی‌های خاص بانکداری اسلامی مانند الزامات شرعی توجه کافی ندارند. روش تحقیق شامل استفاده از داده‌های مالی، کلان‌اقتصادی و حاکمیت شرعی ۴۵۰ مشاهده سال–بانک (شامل بانک‌های اسلامی و متعارف) طی سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳ است. متغیر وابسته، وضعیت بحران مالی بر اساس معیارهای لایون والونسیا (۲۰۱۸) و متناسب با بانکداری اسلامی تعریف شد. نوآوری اصلی پژوهش، معرفی و اندازه‌گیری کمّی متغیر «فاصله شرعی از استانداردهای AAOIFI» به عنوان یک عامل پیش‌بینی‌کننده بحران است. برای مقابله با نامتوازنی داده‌ها (تنها ۵/۳٪ مشاهدات مربوط به بحران)، از تکنیک SMOTE استفاده شد. الگوریتم‌های مختلف یادگیری ماشین شامل رگرسیون لجستیک، درخت تصمیم، SVM و XGBoost مورد ارزیابی قرار گرفتند. یافته‌ها نشان داد که الگوریتم XGBoost با حساسیت ۰/۸۳و سطح AUC-ROC معادل ۰/۹۳، بهترین عملکرد را در شناسایی بانک‌های بحران‌زده دارد. متغیر «فاصله شرعی» پس از بازده دارایی‌ها (ROA)، به عنوان دومین متغیر بااهمیت شناسایی شد. تحلیل‌ها تأیید کردند که افزایش این فاصله (کاهش انطباق با استانداردهای شرعی) احتمال وقوع بحران را به‌طور معناداری افزایش می‌دهد. همچنین مدل توسعه‌یافته برای بانک‌های اسلامی از دقت تشخیص بالاتری (حساسیت ۰/۸۷) نسبت به بانک‌های متعارف (۰/۷۶) برخوردار بود. این پژوهش با پر کردن شکاف موجود در ادبیات، چارچوبی عملیاتی برای ناظران بانکی (مانند بانک‌های مرکزی و IFSB) فراهم می‌آورد تا بانک‌های اسلامی آسیب‌پذیر را زودتر شناسایی کنند. نتایج حاکی از آن است که رعایت حاکمیت شرعی و شفافیت، نه تنها یک تکلیف دینی، بلکه یک راهبرد مؤثر کاهش ریسک تجاری است.

طبقه‌بندی JEL: G21, G33, C45, O16 .
واژگان کلیدی: بانکداری اسلامی، پیش‌بینی بحران مالی، یادگیری ماشین، XGBoost، داده‌های نامتوازن.

❁ تاریخ دریافت: ۱۴۰۴ / ۹ / ۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴ / ۱۲ / ۶

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

۱. مقدمه

ثبات بانکی به عنوان یکی از ارکان اصلی ثبات مالی و اقتصادی هر کشور محسوب می‌شود (Borio & Drehmann, 2009). بحران‌های مالی متعدد، به ویژه بحران جهانی ۲۰۰۸، نشان داد که ورشکستگی یا حتی ضعف شدید یک نهاد مالی می‌تواند اثرات سیستماتیک گسترده‌ای داشته باشد و کل اقتصاد را تحت تأثیر قرار دهد. در این راستا، توسعه مدل‌های پیش‌بینی به موقع و دقیق برای شناسایی بانک‌های در معرض خطر، به یکی از اولویت‌های کلیدی ناظران و سیاست‌گذاران تبدیل شده است (Demirgüç-Kunt & Detragiache, 2005).

با این حال، بخش عمده‌ای از ادبیات پیش‌بینی بحران مالی بر بانک‌های متعارف متمرکز بوده و بانکداری اسلامی را که بر پایه اصول شریعت (مانند تحریم ربا، مشارکت در سود و زیان و اتکا به دارایی‌های واقعی) عمل می‌کند، نادیده گرفته است. بانکداری اسلامی نه تنها از نظر ساختار قراردادها، بلکه از نظر ریسک‌ها، مکانیسم‌های نظارتی و معیارهای حاکمیت شرعی متمایز است (Beck, Demirgüç-Kunt, & Merrouche, 2013).

این تمایزات اساسی، این پرسش را مطرح می‌سازد که آیا مدل‌های مرسوم پیش‌بینی ورشکستگی که عمدتاً برای بانک‌های متعارف طراحی شده‌اند، برای نظام بانکداری اسلامی نیز به همان اندازه کارآمد هستند یا خیر.

یکی از چالش‌های اصلی در ساخت چنین مدل‌هایی، مسأله نامتوازنی ذاتی کلاس‌ها است. در دنیای واقعی، تعداد بانک‌های ورشکسته یا در بحران شدید (کلاس مثبت) نسبت به بانک‌های سالم (کلاس منفی) بسیار اندک است. این عدم تعادل شدید، باعث می‌شود

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

الگوریتم‌های یادگیری ماشین کلاسیک به سمت کلاس اکثریت (سالم) سوگیری پیدا کنند و در شناسایی کلاس اقلیت (ورشکسته) که از اهمیت حیاتی برخوردار است، عملکرد ضعیفی ارائه دهند (He & Garcia, 2009). بنابراین، توسعه چارچوبی که بتواند به طور مؤثر با این چالش داده‌ای مقابله کند، ضروری به نظر می‌رسد.

علاوه بر متغیرهای مالی و اقتصادی متداول، این پژوهش استدلال می‌کند که میزان انطباق عملیات بانک با اصول فقهی می‌تواند به عنوان یک شاخص پیش‌نشانگر غیرمالی مهم عمل کند. برای کمی‌سازی این مفهوم، مطالعه حاضر متغیر نوآورانه «فاصله شرعی از استانداردهای حسابداری و حسابرسی نهادهای مالی اسلامی (AAOIFI)» را معرفی و اندازه‌گیری می‌کند. فرض بر این است که انحراف بیشتر از این استانداردهای پذیرفته شده بین‌المللی، ممکن است نشان‌دهنده ضعف در حاکمیت شرعی، افزایش ریسک‌های انطباقی و در نهایت آسیب‌پذیری بیشتر بانک باشد (Grassa, 2013).

براین‌اساس، هدف اصلی این پژوهش، طراحی و آزمون یک چارچوب پیش‌بینی بحران مالی برای بانک‌های اسلامی با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشین (مانند XGBoost) و ادغام متغیرهای مالی، اقتصادی و فقهی است. سؤالات اصلی تحقیق عبارتند از:

۱. کدام الگوریتم یادگیری ماشین در شرایط داده‌های نامتوازن، بهترین عملکرد را در پیش‌بینی بحران در بانک‌های اسلامی دارد؟

۲. آیا مدل‌های تلفیقی که متغیر «فاصله شرعی» را در بر می‌گیرند، از قدرت پیش‌بینی بالاتری نسبت به مدل‌های متعارف صرفاً مالی برخوردارند؟

۳. عملکرد مدل‌های توسعه‌یافته برای بانک‌های اسلامی در مقایسه با بانک‌های متعارف چگونه است؟

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

یافته‌های این مطالعه می‌تواند ابزار ارزشمندی در اختیار نهادهای ناظر مانند بانک‌های مرکزی کشورهای اسلامی و شورای خدمات مالی اسلامی (IFSB) قرار دهد و همچنین به مدیران بانک‌های اسلامی در شناسایی زودهنگام نقاط آسیب‌پذیر کمک کند. از منظر علمی نیز، این تحقیق با ادغام حوزه‌های بانکداری اسلامی، اقتصادسنجی مالی و یادگیری ماشین، به غنای ادبیات بین‌رشتگی می‌افزاید.

۲. مبانی نظری و توسعه فرضیه‌ها

۲-۱. چارچوب نظری یکپارچه: تلفیق نظریه‌های نمایندگی، مشروعیت و سیگنال‌دهی

برای تبیین نظری پیش‌بینی بحران مالی در بانک‌های اسلامی، این پژوهش یک چارچوب تلفیقی مبتنی بر سه نظریه مکمل ارائه می‌دهد: نظریه نمایندگی (Agency Theory)، نظریه مشروعیت (Legitimacy Theory) و نظریه سیگنال‌دهی (Signaling Theory). هر یک از این نظریه‌ها بخشی از سازوکار علی مؤثر بر وقوع بحران را توضیح می‌دهند.

۲-۲. نظریه نمایندگی و شکاف اطلاعاتی در بانکداری اسلامی

نظریه نمایندگی (Jensen & Meckling, 1976) بر تضاد منافع میان مدیران (عامل) و سهامداران/سپرده‌گذاران (موکل) تأکید دارد. در بانکداری اسلامی، این تضاد به دلیل ماهیت قراردادهای مبتنی بر مشارکت در سود و زیان (PLS) مانند مضاربه و مشارکت، تشدید می‌شود. در این قراردادها، سپرده‌گذاران سرمایه‌گذار (صاحبان حساب‌های سرمایه‌گذاری) عملاً نقش موکل را ایفا می‌کنند و بانک به‌عنوان عامل، مسئولیت سرمایه‌گذاری وجوه را بر عهده دارد (Archer & Karim, 2006).

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

- سازوکار عِلّی: وجود عدم تقارن اطلاعاتی میان بانک و سپرده‌گذاران، انگیزه‌هایی برای رفتار فرصت‌طلبانه از سوی مدیران ایجاد می‌کند (مشکلات انتخاب نادرست و خطر اخلاقی). این رفتارها می‌تواند شامل پذیرش ریسک‌های بیش از حد، سرمایه‌گذاری در پروژه‌های با کیفیت پایین، یا عدم افشای اطلاعات واقعی درباره عملکرد باشد. این کژکارکردها به تدریج کیفیت پرتفوی دارایی‌ها را کاهش داده و در نهایت بانک را در معرض بحران قرار می‌دهد. در این چارچوب، **شفافیت اطلاعاتی و مکانیزم‌های نظارتی (از جمله نظارت شرعی) به‌عنوان راه‌حل‌هایی برای کاهش تضاد نمایندگی عمل می‌کنند.

۳-۲. نظریه مشروعیت و الزام انطباق شرعی

نظریه مشروعیت (Suchman, 1995) بیان می‌کند که سازمان‌ها برای بقا و تداوم فعالیت خود نیاز به پذیرش اجتماعی و انطباق با هنجارها و ارزش‌های جامعه دارند. برای بانک‌های اسلامی، مشروعیت به‌طور ویژه به انطباق با اصول شریعت گره خورده است (Grassa, 2013).

مشتریان بانک‌های اسلامی عمدتاً بر اساس باورهای دینی به این نهادها مراجعه می‌کنند و انتظار دارند تمامی عملیات بانک مطابق با موازین شرعی باشد.

- سازوکار عِلّی: هرگونه انحراف از استانداردهای شرعی (مانند استانداردهای AAOIFI) یا حتی شائبه عدم انطباق، می‌تواند به سرعت مشروعیت بانک را در نزد ذی‌نفعان کلیدی (سپرده‌گذاران، سهامداران، نهادهای ناظر) تضعیف کند. کاهش مشروعیت، خود را در قالب ریسک شهرت (Reputational Risk) نمایان می‌سازد. ریسک شهرت در بانکداری اسلامی به دلیل ماهیت اعتقادی

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

سپرده‌گذاران، بسیار حادتر از بانک‌های متعارف است (El-Hawary, Grais, & Iqbal, 2007). انتشار اخبار مربوط به عدم انطباق شرعی می‌تواند منجر به خروج گسترده سپرده‌ها (Bank Run) و در نتیجه بحران نقدینگی و ورشکستگی شود.

۲-۴. نظریه سیگنال‌دهی و نقش افشای اطلاعات

نظریه سیگنال‌دهی (Spence, 1973) بر این اصل استوار است که در شرایط عدم تقارن اطلاعاتی، طرف آگاه‌تر (بانک) می‌تواند با ارسال سیگنال‌های قابل اعتماد، اطلاعات نهفته خود را به طرف ناآگاه (بازار، سپرده‌گذاران، ناظران) منتقل کند. در بازارهای مالی، افشای داوطلبانه اطلاعات فراتر از الزامات قانونی، یک سیگنال مثبت از کیفیت و سلامت مؤسسه محسوب می‌شود (Ross, 1977).

سازوکار علی: در زمینه بانکداری اسلامی، شفافیت در افشای انطباق شرعی (از جمله انتشار گزارش‌های تفصیلی هیئت نظارت شرعی، افشای روش‌های توزیع سود، و پالایش درآمدهای غیرشرعی) یک سیگنال قدرتمند از تعهد بانک به اصول شریعت و کیفیت حاکمیت شرعی است. برعکس، عدم افشا یا افشای مبهم، توسط بازار به‌عنوان یک سیگنال منفی (نشانه‌ای از وجود مشکلات پنهان) تفسیر می‌شود. این تفسیر منفی می‌تواند هزینه تأمین مالی بانک را افزایش داده، ارزش سهام آن را کاهش دهد و در نهایت آسیب‌پذیری آن را در برابر شوک‌ها افزایش دهد.

۲-۵. سازوکارهای علی متغیرها و ارتباط با چارچوب نظری

بر اساس چارچوب نظری تلفیقی فوق، می‌توان سازوکارهای علی هر دسته از متغیرها را به‌صورت زیر تبیین کرد:

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

۱. متغیرهای مالی (نظیر ROA، CAR):

- چارچوب نظری: نظریه نمایندگی
- سازوکار علی: سودآوری پایین (ROA پایین) و کفایت سرمایه ضعیف (CAR پایین) نشان‌دهنده وجود مشکلات نمایندگی (مدیریت ناکارآمد، سرمایه‌گذاری در دارایی‌های پرریسک) و شکست مکانیزم‌های نظارتی داخلی است. این متغیرها مستقیماً توانایی بانک برای جذب زیان و ایفای تعهدات را منعکس می‌کنند.

۲. متغیر فاصله شرعی (FD):

- چارچوب نظری: نظریه مشروعیت و نظریه سیگنال‌دهی
- سازوکار علی (مسیر دوگانه):
  - مسیر اول (مشروعیت): FD پایین (فاصله شرعی زیاد) = کاهش مشروعیت نزد ذی‌نفعان = افزایش ریسک شهرت = افزایش احتمال خروج سپرده‌ها و کاهش دسترسی به منابع مالی = افزایش آسیب‌پذیری در برابر بحران.
  - مسیر دوم (سیگنال‌دهی): FD پایین (فاصله شرعی زیاد) = ارسال سیگنال منفی به بازار درباره کیفیت حاکمیت شرعی و شفافیت = افزایش هزینه تأمین مالی و کاهش اعتماد بازار = تضعیف ثبات مالی بانک.

۳. متغیرهای نهادی (نظیر شاخص حاکمیت قانون):

- چارچوب نظری: نظریه نمایندگی (در سطح کلان)
- سازوکار علی: حاکمیت قانون قوی، هزینه رفتار فرصت‌طلبانه مدیران را افزایش می‌دهد (چرا که احتمال کشف و مجازات وجود دارد) و از این طریق، تضادهای نمایندگی را

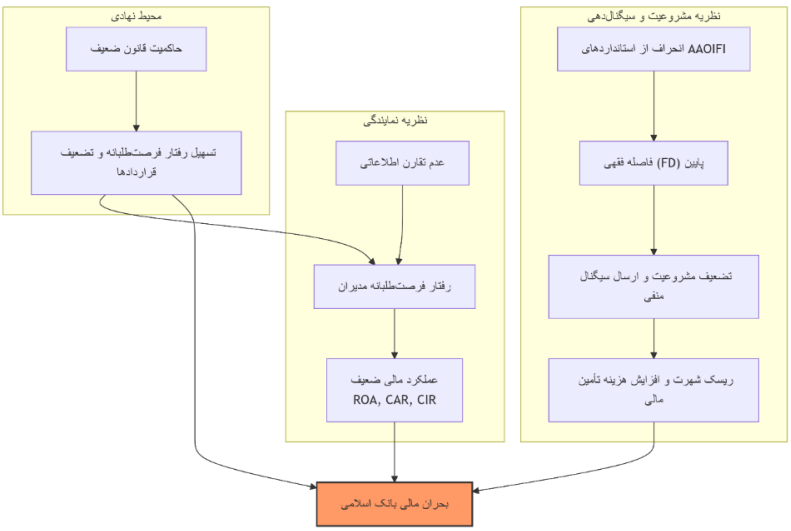
[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

در سطح سیستم بانکی کاهش می‌دهد. همچنین، محیط نهادی قوی، بستر اجرای مؤثر قراردادها را فراهم کرده و اعتماد عمومی به نظام مالی را افزایش می‌دهد.

ارائه مدل مفهومی و فرضیه‌های پژوهش

بر اساس چارچوب نظری و سازوکارهای علی تبیین‌شده، مدل مفهومی پژوهش در شکل (۱) قابل ترسیم است. این مدل نشان می‌دهد که بحران مالی بانک اسلامی، حاصل تعامل سه دسته عامل مالی (با میانجی‌گری مشکلات نمایندگی)، نهادی (با تعدیل‌گری محیط نظارتی)، و فقهی (با میانجی‌گری مشروعیت و سیگنال‌دهی) است.



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش (رابطه نظریه‌ها، متغیرها و بحران)

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

فرضیه‌های قابل آزمون پژوهش

- فرضیه اصلی (H1): مدل تلفیقی شامل متغیرهای مالی، نهادی و فقهی، از قدرت پیش‌بینی بالاتری نسبت به مدل‌های صرفاً مالی برای شناسایی بانک‌های اسلامی در معرض بحران برخوردار است.
- فرضیه فرعی اول (H1a): بین بازده دارایی‌ها (ROA) و احتمال وقوع بحران مالی رابطه منفی و معنادار وجود دارد.
- فرضیه فرعی دوم (H1b): بین نسبت کفایت سرمایه (CAR) و احتمال وقوع بحران مالی رابطه منفی و معنادار وجود دارد.
- فرضیه فرعی سوم (H1c): بین شاخص فاصله شرعی (FD) و احتمال وقوع بحران مالی رابطه منفی و معنادار وجود دارد؛ به‌گونه‌ای که کاهش انطباق با استانداردهای AAOIFI (FD پایین‌تر) احتمال بحران را افزایش می‌دهد.
- فرضیه فرعی چهارم (H1d): کیفیت محیط نهادی (شاخص حاکمیت قانون)، رابطه بین متغیرهای مالی و فقهی با بحران را تعدیل می‌کند؛ به‌گونه‌ای که در محیط‌های نهادی ضعیف، تأثیر متغیر فقهی بر پیش‌بینی بحران قوی‌تر است.

نوآوری نظری این پژوهش در تلفیق سه نظریه نمایندگی، مشروعیت و سیگنال‌دهی برای تبیین بحران در بانکداری اسلامی است. این چارچوب تلفیقی نشان می‌دهد که بحران در این بانک‌ها نه صرفاً ناشی از عوامل مالی، بلکه محصول تعامل پیچیده شکاف‌های اطلاعاتی (نظریه نمایندگی)، چالش‌های مشروعیت (نظریه مشروعیت) و کیفیت سیگنال‌های ارسالی به بازار (نظریه سیگنال‌دهی) است. متغیر «فاصله شرعی» به‌عنوان نقطه‌تلاقی این سه نظریه عمل می‌کند: انحراف از استانداردهای AAOIFI هم نشانه

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

مشکلات نمایندگی (عدم شفافیت)، هم تهدیدکننده مشروعیت، و هم یک سیگنال منفی به بازار است. این چارچوب نظری منسجم، مبنای استحکامی برای آزمون‌های تجربی بعدی فراهم می‌آورد.

۳. مروری بر ادبیات

۳-۱. مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی بانک‌ها

ادبیات پیش‌بینی بحران مالی بانک‌ها به طور عمده از مدل‌های اقتصادسنجی سنتی به سمت الگوریتم‌های یادگیری ماشین پیچیده‌تر تکامل یافته است. مطالعات اولیه عمدتاً بر مدل‌های Logit و Probit متمرکز بودند که با استفاده از نسبت‌های مالی و کلان‌اقتصادی، احتمال وقوع بحران را برآورد می‌کردند (Demirgüç-Kunt & Detragiache, 1998). سپس مدل‌های چند متغیره مانند تحلیل تشخیصی خطی (LDA) و درخت تصمیم رواج یافتند.

در دو دهه اخیر، با افزایش قدرت محاسباتی و در دسترس بودن داده‌ها، الگوریتم‌های یادگیری ماشین به دلیل توانایی بالاتر در کشف روابط غیرخطی و پیچیده، به عنوان روش‌های برتر ظاهر شده‌اند. مطالعاتی مانند Betz et al. (۲۰۱۴) نشان دادند که مدل‌هایی مانند Random Forest و Boosting عملکرد بهتری نسبت به مدل‌های خطی سنتی دارند. به ویژه، الگوریتم XGBoost به دلیل سرعت، دقت و توانایی در مدیریت داده‌های نامتوازن، در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Chen & Guestrin, 2016). جدول (۱) خلاصه‌ای از سیر تکامل این مدل‌ها را نشان می‌دهد.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

جدول ۱. سیر تکامل مدل‌های پیش‌بینی بحران بانکی

دوره/رویکرد	روش‌های شاخص	مزایا	معایب/چالش‌ها	مطالعات کلیدی
دهه ۱۹۹۰ - اقتصادسنجی سنتی	مدل‌های Logit/Probit، تحلیل تشخیصی	سادگی تفسیر، پایداری	فرض خطی بودن، حساسیت به نقاط پرت، عدم کشف روابط پیچیده	Demirgüç-Kunt & Detragiache (۱۹۹۸)
دهه ۲۰۰۰ - روش‌های نیمه‌پارامتریک و درختی	شبکه‌های عصبی مصنوعی اولیه، درخت تصمیم	انعطاف‌پذیری بیشتر، مدل‌سازی غیرخطی	خطر بیش‌برازش، مشکل تفسیرپذیری	Min & Lee (۲۰۰۵)
دهه ۲۰۱۰ تاکنون - یادگیری ماشین پیشرفته	SVM، Random Forest، XGBoost، یادگیری عمیق	دقت پیش‌بینی بسیار بالا، مقاومت در برابر نویز، مدیریت روابط پیچیده	نیاز به داده زیاد، پیچیدگی محاسباتی، تفسیرپذیری محدود	Betz et al. (2014), Chen & Guestrin (۲۰۱۶)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۲-۳. مطالعات تطبیقی بانکداری اسلامی و متعارف

مطالعات تجربی درباره ثبات و آسیب‌پذیری بانک‌های اسلامی در مقایسه با متعارف، به نتایج یکسانی نرسیده‌اند. برخی پژوهش‌ها استدلال می‌کنند که ساختار مبتنی بر دارایی و اصل مشارکت در سود و زیان (PLS) بانکداری اسلامی، آن را در برابر شوک‌های سیستماتیک مقاوم‌تر می‌کند. برای مثال، بک و همکاران[1] (۲۰۱۳) با استفاده از داده‌های بین‌کشوری دریافتند که بانک‌های اسلامی در دوره بحران مالی ۲۰۰۸، از کفایت سرمایه بالاتری برخوردار بودند و رشد دارایی آن‌ها کمتر کاهش یافت.

1. Beck et al.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

در مقابل، برخی مطالعات نشان می‌دهند که بانک‌های اسلامی ممکن است به دلیل محدودیت ابزارهای مدیریت نقدینگی و ریسک، عدم توسعه بازار ثانویه برای دارایی‌های اسلامی (صکوک)، و چالش‌های حاکمیت شرعی، آسیب‌پذیرتر باشند (Farooq & Zaheer, 2015). نکته حائز اهمیت این است که اکثر مدل‌های پیش‌بینی بحران، متغیرهای خاص بانکداری اسلامی را نادیده گرفته‌اند. این شکاف ادبی نشان می‌دهد که استفاده صرف از مدل‌های طراحی‌شده برای بانک‌های متعارف، ممکن است برای سیستم اسلامی ناکافی یا گمراه‌کننده باشد.

۳-۳. نقش انطباق شرعی در ثبات و عملکرد بانک‌های اسلامی

مطالعات گسترده‌ای به بررسی رابطه بین سطح انطباق شرعی (Shariah Compliance) و جنبه‌های مختلف عملکرد و ریسک در بانکداری اسلامی پرداخته‌اند. این ادبیات را می‌توان در چند محور اصلی دسته‌بندی کرد:

۱. انطباق شرعی و ثبات مالی: یکی از جریان‌های اصلی پژوهشی، تأثیر حاکمیت شرعی (Shariah Governance) را بر کاهش ریسک و افزایش ثبات بانک‌های اسلامی مورد بررسی قرار داده است. مبانی نظری این رابطه بر این اصل استوار است که قواعد شرعی مانند منع ربا (ربا)، اشتراک خطر (غَرَر) و پیوند مستقیم معاملات با دارایی‌های واقعی، ذاتاً بانک‌ها را از فعالیت‌های سفته‌بازی پرریسک بازمی‌دارد و آن‌ها را به سمت اقتصاد واقعی سوق می‌دهد (Čihák & Hesse, 2010). مطالعات تجربی اولیه مانند پژوهش Abedifar et al. (۲۰۱۳) نشان داد که بانک‌های اسلامی در مقایسه با همتایان متعارف خود (به ویژه در دوران ثبات) از ثبات بیشتری برخوردارند، اما این مزیت در دوره‌های

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

بحران ممکن است کاهش یابد. آن‌ها استدلال کردند که مکانیسم‌های نظارتی قوی‌تر در چارچوب شرعی می‌تواند یکی از دلایل این ثبات نسبی باشد.

۲. انطباق شرعی و عملکرد مالی: محور دیگر، بررسی اثر انطباق بر معیارهای سودآوری و کارایی است. یافته‌ها در این حوزه متناقض‌تر است. برخی مطالعات مانند Mollah et al. (۲۰۱۷) با استفاده از شاخص‌های کیفیت حاکمیت شرعی (مانند اندازه و تخصص کمیته‌های شرعی) گزارش کردند که کیفیت بالاتر حاکمیت شرعی با عملکرد بهتر (مانند بازده دارایی‌ها – ROA) و ریسک اعتباری پایین‌تر مرتبط است. این پژوهش‌گران استدلال کردند که نظارت شرعی قوی، کارایی عملیاتی را افزایش و هزینه‌های نمایندگی را کاهش می‌دهد. در مقابل، برخی مطالعات مانند بک و همکاران (۲۰۱۳) اشاره کرده‌اند که محدودیت‌های ناشی از انطباق شرعی ممکن است به دلیل کاهش امکان تنوع‌بخشی و محدودیت در ابزارهای مدیریت نقدینگی، هزینه‌هایی را بر بانک‌ها تحمیل کند.

۳. انطباق شرعی و ریسک: تمرکز بر رابطه مستقیم با انواع ریسک، بخش مهمی از ادبیات را شکل می‌دهد. پژوهش گراسا و همکاران[1] (۲۰۲۰) به‌طور خاص به بررسی تأثیر کیفیت نظارت شرعی بر ریسک عدم پرداخت (Default Risk) پرداخت و دریافت که بانک‌های اسلامی با ساختار حاکمیت شرعی قوی‌تر، ریسک اعتباری کمتری دارند. مکانیزم پیشنهادی آن‌ها، کاهش عدم تقارن اطلاعاتی و افزایش اعتماد سپرده‌گذاران و ذی‌نفعان به دلیل شفافیت ناشی از نظارت شرعی بود.

۴. شاخص‌سازی و کمی‌سازی انطباق: برای آزمون تجربی این روابط، محققان به ساخت شاخص‌های کمّی از انطباق یا کیفیت حاکمیت شرعی روی آورده‌اند. یک روش

1. Grassa et al

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

مرسوم، استفاده از گزارش‌های تطبیق شرعی (Shariah Compliance Reports) و ساخت شاخص‌هایی بر اساس تعداد یا ماهیت تخلفات گزارش‌شده یا سطح افشای اطلاعات شرعی است (مثلاً Mollah & Zaman, 2015). رویکرد پیشرفته‌تر، اندازه‌گیری «فاصله» از استانداردهای پذیرفته‌شده بین‌المللی مانند استانداردهای سازمان حسابداری و حسابرسی مؤسسات مالی اسلامی (AAOIFI) است. مطالعه مانیفا و هدیب[1] (۲۰۰۷) یکی از پایه‌های اولیه در ارزیابی کیفیت افشای شرعی بر اساس چارچوب ایده‌آل بود. پژوهش حاضر با معرفی متغیر «فاصله شرعی از استانداردهای AAOIFI» و استفاده از آن به‌عنوان یک پیش‌بین در مدل بحران مالی، در راستای بسط همین جریان پژوهشی و حرکت به سمت عملیاتی‌سازی دقیق‌تر مفهوم انطباق قرار می‌گیرد.

جمع‌بندی و شکاف پژوهشی: در مجموع، اجماع ادبیات بر این است که انطباق شرعی صرفاً یک الزام صوری نیست، بلکه می‌تواند بر رفتار اقتصادی، پروفایل ریسک و ثبات مؤسسه تأثیر بگذارد. با این حال، شکاف اصلی که پژوهش حاضر به آن می‌پردازد، کمبود مطالعاتی است که این متغیر کلیدی را به‌طور مستقیم و کمّی در مدل‌های پیش‌بینی بحران مالی (Early Warning Systems) برای بانک‌های اسلامی ادغام کند. در حالی که آثار انطباق بر عملکرد و ریسک به‌طور گسترده بررسی شده، استفاده از آن به‌عنوان یک نشانگر پیش‌بین (Predictor) در مدل‌های یادگیری ماشین برای پیش‌بینی وقوع بحران مالی، موضوعی نوین است که این تحقیق درصدد توسعه آن است.

1. Haniffa & Hudaib

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

۴-۳. چالش داده‌های نامتوازن و راه‌حل‌های یادگیری ماشین

مسئله نامتوازنی کلاس (Class Imbalance) یکی از چالش‌های اصلی در پیش‌بینی ورشکستگی است، زیرا تعداد موارد ورشکستگی (کلاس مثبت) در هر مجموعه داده‌ای بسیار کمتر از شرکت‌ها یا بانک‌های سالم است. در این شرایط، یک مدل ساده که همه موارد را "سالم" پیش‌بینی کند، به دقت ظاهری بالایی (مثلاً ۹۸٪) می‌رسد اما در تشخیص موارد بحرانی کاملاً شکست می‌خورد (He & Garcia, 2009).

برای مقابله با این چالش، دو دسته راهکار اصلی وجود دارد:

۱. روش‌های مبتنی بر الگوریتم: استفاده از الگوریتم‌هایی که به طور ذاتی برای داده‌های نامتوازن طراحی شده‌اند یا با تنظیم وزن‌های کلاس، هزینه طبقه‌بندی اشتباه کلاس اقلیت را افزایش می‌دهند.

۲. روش‌های مبتنی بر داده: تغییر در توزیع داده‌های آموزشی، از طریق:

- کاهش اکثریت (Under-sampling): حذف تصادفی نمونه‌هایی از کلاس اکثریت.
- افزایش اقلیت (Over-sampling): تکرار نمونه‌های کلاس اقلیت.
- تولید نمونه مصنوعی: استفاده از تکنیک‌هایی مانند SMOTE (روش نمونه‌برداری اضافی مصنوعی اقلیت) که با درون‌یابی بین نمونه‌های موجود اقلیت، نمونه‌های مصنوعی جدید و مشابه می‌سازد (Chawla et al., 2002).

در حوزه بانکداری، مطالعاتی مانند براوون و موس[1] (۲۰۱۲) نشان دادند که ترکیب تکنیک SMOTE با الگوریتم‌هایی مانند Random Forest می‌تواند معیار حساسیت

1. Brown & Mues

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

(Recall) را برای شناسایی وام‌های غیرجاری به طور قابل توجهی بهبود بخشد. با این حال، کاربرد نظام‌مند این راه‌حل‌ها در پیش‌بینی بحران بانک‌های اسلامی، به ویژه با در نظر گرفتن متغیرهای خاص آن، همچنان یک حوزه کاوش‌نشده محسوب می‌شود.

با مرور ادبیات موجود، شکاف‌های پژوهشی زیر شناسایی می‌شود:

- فقدان یک چارچوب یکپارچه پیش‌بینی بحران که به طور خاص برای بانکداری اسلامی طراحی شده باشد.
- نادیده گرفتن متغیرهای کیفی و ساختاری مرتبط با انطباق شرعی (مانند فاصله از استانداردهای AAOIFI) در مدل‌های کمّی رایج.
- عدم توجه کافی به چالش نامتوازنی داده در پژوهش‌های حوزه بانکداری اسلامی و آزمون راه‌حل‌های پیشرفته یادگیری ماشین برای آن.
- نیاز به یک مطالعه تطبیقی سیستماتیک برای ارزیابی تفاوت در عوامل پیش‌بینی‌کننده بحران بین بانک‌های اسلامی و متعارف تحت شرایط یکسان مدل‌سازی.

این پژوهش قصد دارد با تلفیق متغیر نوآورانه فقهی، استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشین (مانند XGBoost)، و به‌کارگیری تکنیک‌های درمان نامتوازنی (مانند SMOTE)، به پر کردن شکاف‌های فوق اقدام نماید.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

۴. شکاف پژوهش و موقعیت‌یابی مطالعه

۴-۱. شناسایی نظام‌مند شکاف‌های پژوهشی

مرور نظام‌مند ادبیات در سه حوزه مرتبط (پیش‌بینی بحران بانکی، بانکداری اسلامی تطبیقی، و مدیریت داده‌های نامتوازن در یادگیری ماشین) چهار شکاف مشخص و قابل اندازه‌گیری را آشکار می‌سازد که در جدول (۲) خلاصه شده‌اند.

جدول ۲. شکاف‌های پژوهشی مشخص و موقعیت‌یابی مطالعه حاضر

ردیف	حوزه ادبیات	وضعیت موجود	شکاف مشخص	نوآوری مطالعه حاضر برای پرکردن شکاف
۱	پیش‌بینی بحران در بانک‌های اسلامی	مطالعات تطبیقی محدود (مانند Beck et al., 2013) صرفاً به مقایسه ثبات پرداخته‌اند، اما مدل پیش‌بینی کمی برای بحران در بانک‌های اسلامی وجود ندارد.	فقدان یک چارچوب پیش‌بینی اختصاصی که ساختار مالی و ریسک‌های خاص بانک‌های اسلامی را در نظر گیرد.	اولین مطالعه که یک مدل پیش‌بینی بحران را به‌طور خاص برای بانک‌های اسلامی طراحی و آزمون می‌کند.
۲	متغیرهای خاص بانکداری اسلامی	ادبیات عمدتاً بر متغیرهای مالی متعارف (ROA، CAR) متمرکز است (Demirgüç-Kunt & Detragiache, 1998). متغیرهای کیفی مرتبط با انطباق شرعی در مدل‌های پیش‌بینی نادیده گرفته شده‌اند.	عدم وجود یک شاخص کمّی برای اندازه‌گیری انطباق شرعی و آزمون قدرت پیش‌بینی آن در کنار متغیرهای مالی.	معرفی و اندازه‌گیری «شاخص فاصله شرعی از استانداردهای AAOIFI» به‌عنوان یک متغیر عددی قابل محاسبه برای هر بانک در هر سال.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

ردیف	حوزه ادبیات	وضعیت موجود	شکاف مشخص	نوآوری مطالعه حاضر برای پرکردن شکاف
۳	چالش داده‌های نامتوازن	اگرچه در ادبیات اعتبارسنجی متعارف به نامتوازنی داده توجه شده (Brown & Mues, 2012)، اما در حوزه پیش‌بینی بحران بانک‌های اسلامی این مسئله به‌طور سیستماتیک بررسی نشده است.	فقدان شواهد تجربی درباره اثربخشی تطبیقی تکنیک‌های مختلف درمان نامتوازنی (مانند SMOTE در برابر روش‌های سنتی) برای داده‌های بانکداری اسلامی.	اولین مقایسه سیستماتیک از عملکرد SMOTE، روش‌های نمونه‌گیری ساده و ترکیب آنها با الگوریتم‌های پیشرفته در زمینه بانکداری اسلامی.
۴	کاربرد الگوریتم‌های پیشرفته ML	مطالعات اخیر از XGBoost در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های غیرمالی استفاده کرده‌اند (Chen & Guestrin, 2016)، اما کاربرد آن برای بانک‌های اسلامی و با در نظرگیری متغیرهای فقهی بررسی نشده است.	عدم مقایسه جامع میان الگوریتم‌های نسل جدید (XGBoost) و مدل‌های سنتی (لجستیک) و نیمه‌پارامتریک (SVM) در بستر داده‌های بانکداری اسلامی.	ارزیابی تطبیقی چهار الگوریتم با سطوح پیچیدگی متفاوت و تحلیل دقیق علت برتری عملکرد الگوریتم برتر در محیط بانکداری اسلامی.

منبع: یافته‌های پژوهش

۲-۴. تمایز معنادار از مطالعات رایج هوش مصنوعی در مالی

برای اجتناب از کلی‌گویی و ادعاهای تکراری، باید تمایز این مطالعه از پژوهش‌های رایج کاربرد هوش مصنوعی در مالی به‌وضوح تبیین شود. جدول (۳) این تمایز را در چهار بعد اساسی نشان می‌دهد:

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

جدول ۳. تمایز مطالعه حاضر از پژوهش‌های رایج هوش مصنوعی در مالی

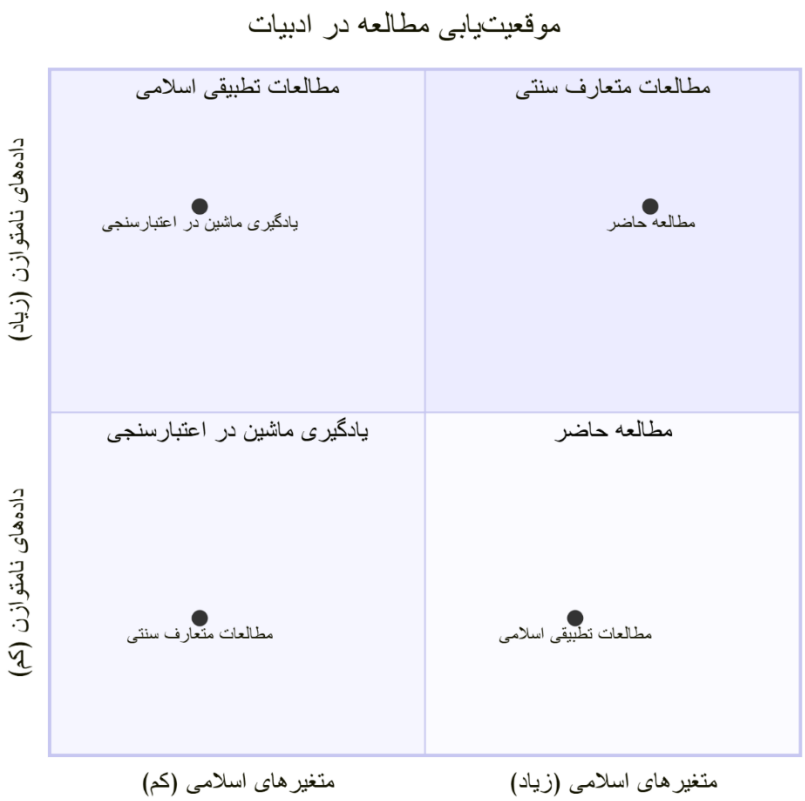
بعد تمایز	پژوهش‌های رایج هوش مصنوعی در مالی	مطالعه حاضر
هدف پژوهش	بهبود دقت پیش‌بینی با استفاده از الگوریتم‌های قوی‌تر (تأکید صرف بر جنبه فنی)	توسعه چارچوب نظری-تجربی تلفیقی که هم دقت پیش‌بینی و هم تفسیرپذیری نظری را مد نظر دارد.
متغیرهای مورد استفاده	صرفاً متغیرهای مالی استاندارد (نسبت‌های ترازنامه‌ای و سودآوری)	ترکیب متغیرهای مالی + نهادی + فقهی (با معرفی متغیر نوآورانه فاصله شرعی)
چارچوب نظری	فاقد چارچوب نظری منسجم (صرفاً یک مسئله مهندسی/آماری)	چارچوب نظری تلفیقی مبتنی بر نظریه‌های نمایندگی، مشروعیت و سیگنال‌دهی که روابط علّی را تبیین می‌کند.
حوزه کاربرد	عمدتاً شرکت‌های غیرمالی یا بانک‌های متعارف در کشورهای توسعه‌یافته	بانک‌های اسلامی در کشورهای در حال توسعه با توجه به ویژگی‌های نهادی و شرعی خاص آنها

مأخذ: یافته‌های پژوهش

برای نمایش بصری موقعیت این مطالعه در میان ادبیات، از یک ماتریس دوبعدی استفاده می‌شود. محور افقی «توجه به متغیرهای خاص بانکداری اسلامی» و محور عمودی «توجه به چالش داده‌های نامتوازن» را نشان می‌دهد.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]



شکل ۲. موقعیت‌یابی مطالعه در فضای دوبعدی ادبیات

تحلیل ماتریس:

- ربع اول (پایین–چپ): مطالعات سنتی بانکداری متعارف (مانند Demirgüç-Kunt & Detragiache) که به متغیرهای خاص اسلامی توجه ندارند و از داده‌های متوازن یا روش‌های ساده استفاده می‌کنند.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

- ربع دوم (پایین-راست): مطالعات تطبیقی بانکداری اسلامی (مانند Beck et al.) که به متغیرهای اسلامی توجه دارند اما به چالش نامتوازنی داده بی‌توجه‌اند.
- ربع سوم (بالا-چپ): مطالعات یادگیری ماشین در اعتبارسنجی (مانند Brown & Mues) که به نامتوازنی توجه دارند اما برای بانک‌های متعارف طراحی شده‌اند.
- ربع چهارم (بالا-راست): موقعیت مطالعه حاضر که هم به متغیرهای خاص اسلامی توجه دارد و هم چالش نامتوازنی داده را به‌طور سیستماتیک مدیریت می‌کند.

بر اساس شکاف‌های شناسایی‌شده، این مطالعه دارای چهار نوآوری مشخص است که هر یک به یکی از شکاف‌های جدول (۳) پاسخ می‌دهد:

نوآوری اول (نظری): ارائه چارچوب نظری تلفیقی مبتنی بر نظریه‌های نمایندگی، مشروعیت و سیگنال‌دهی که برای اولین بار سازوکارهای علی تأثیر انطباق شرعی بر ثبات بانکی را تبیین می‌کند. این چارچوب صرفاً توصیفی نیست، بلکه فرضیه‌های قابل آزمون (H1 تا H4) را تولید می‌کند.

نوآوری دوم (متغیر): معرفی و عملیاتی‌سازی شاخص «فاصله شرعی از استانداردهای AAOIFI» به‌عنوان یک متغیر عددی مستمر (دامنه ۰ تا ۱) که برای اولین بار امکان سنجش کمّی انطباق شرعی و آزمون قدرت پیش‌بینی آن را در کنار متغیرهای مالی فراهم می‌آورد.

نوآوری سوم (روش‌شناختی): ترکیب هدفمند تکنیک SMOTE با الگوریتم XGBoost در بستر بانکداری اسلامی و ارائه شواهد تجربی درباره برتری این ترکیب نسبت به روش‌های جایگزین (مانند زیرنمونه‌برداری، رو نمونه‌برداری ساده، و عدم استفاده از تکنیک‌های درمان نامتوازنی).

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

نوآوری چهارم (تحلیلی): ارائه یک مقایسه تطبیقی نظام‌مند میان بانک‌های اسلامی و متعارف در چهارچوب یک مدل واحد که نشان می‌دهد نه‌تنها عوامل مؤثر بر بحران در دو نظام متفاوت است، بلکه مدل طراحی‌شده برای بانک‌های اسلامی، قدرت پیش‌بینی بالاتری برای این گروه دارد.

این مطالعه با هدف پر کردن چهار شکاف مشخص در ادبیات طراحی شده است و سهم علمی آن را می‌توان در سه سطح خلاصه کرد:

۱. سهم نظری: توسعه یک چارچوب تلفیقی که نشان می‌دهد بحران در بانک‌های اسلامی پدیده‌ای چندبعدی و حاصل تعامل عوامل مالی، نهادی و فقهی است.

۲. سهم روش‌شناختی: ارائه یک رویکرد ترکیبی (SMOTE + XGBoost + متغیر فقهی) که برای اولین بار در حوزه بانکداری اسلامی به کار گرفته شده و اثربخشی آن به اثبات رسیده است.

۳. سهم تجربی: تولید اولین شواهد کمّی درباره نقش انطباق شرعی در پیش‌بینی بحران بانکی و نشان‌دادن تفاوت معنادار عوامل مؤثر بر ثبات در بانک‌های اسلامی نسبت به متعارف.

این سه سطح از سهم علمی، مطالعه حاضر را از پژوهش‌های صرفاً فنی یا صرفاً توصیفی متمایز می‌سازد و آن را در زمره مطالعات بین‌رشته‌ای با نوآوری نظری و روش‌شناختی هم‌زمان قرار می‌دهد.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

۵. روش‌شناسی تحقیق

جامعه آماری، دوره زمانی و منابع داده‌ها

جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه بانک‌های اسلامی تجاری (فعال در بیش از ۳۰ کشور عضو شورای همکاری اسلامی) و یک نمونه متجانس از بانک‌های متعارف (به عنوان گروه مقایسه) طی دوره زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳ می‌باشد. دوره مذکور به دلیل وقوع شوک‌های مختلف (نظیر کاهش قیمت نفت، همه‌گیری کووید-۱۹ و رکود تورمی متعاقب آن) که استرس‌های متفاوتی را بر نظام بانکی وارد کرده، انتخاب شده است. داده‌های مالی و ترازنامه‌ای از پایگاه‌های BankFocus (Bureau van Dijk)، OSIRIS و گزارش‌های سالانه بانک‌ها استخراج می‌شود. داده‌های کلان‌اقتصادی و حکمرانی نیز از منابعی چون صندوق بین‌المللی پول (IMF)، بانک جهانی و شاخص حکمرانی جهانی (WGI) گردآوری می‌گردند.

تعریف عملیاتی متغیر وابسته (ورشکستگی/بحران مالی)

در این مطالعه، بحران مالی یا ورشکستگی یک بانک به عنوان یک رویداد دو حالتی (۱ و ۰) تعریف می‌شود. متغیر وابسته (Y) مطابق با معیارهای پذیرفته شده در ادبیات (Laeven & Valencia, 2018) و با در نظر گرفتن ویژگی‌های بانکداری اسلامی، به شرح زیر کدگذاری می‌گردد:

- مقدار ۱ (بحران/ورشکستگی): در صورت وقوع حداقل یکی از شرایط زیر برای بانک i در سال t:

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

۱. دریافت سرمایه‌گذاری اضطراری از دولت یا بانک مرکزی بیش از ۵٪ از کل دارایی‌ها.

۲. ادغام اجباری توسط نهاد ناظر به دلیل مشکلات شدید مالی.

۳. قرارگیری تحت مدیریت ویژه یا تصدی‌گری توسط مقامات ناظر.

۴. کمک سرمایه‌ای مستقیم از صندوق تضمین سپرده یا نهاد دولتی.

۵. نسبت کفایت سرمایه (CAR) پایین‌تر از ۵۰٪ حداقل الزامات نظارتی برای دو سال متوالی.

- مقدار ۰ (سالم): در غیر این صورت.

انتخاب و تعریف عملیاتی متغیرهای مستقل

متغیرهای مستقل پژوهش در سه دسته کلی مالی/ترازنامه‌ای، کلان‌اقتصادی/نهادی و متغیر نوآورانه فقهی انتخاب شده‌اند. تعریف عملیاتی این متغیرها در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول ۴. متغیرهای مستقل پژوهش، تعریف عملیاتی و مبنای نظری

ردیف	نام متغیر	دسته	تعریف عملیاتی (محاسبه)	منبع/مبنای نظری
الف) متغیرهای مالی و ترازنامه‌ای				
۱	نسبت کفایت سرمایه (CAR)	سرمایه	(سرمایه نظارتی (Tier 1 + Tier 2 / دارایی‌های موزون شده به ریسک (RWA)	Basel Accords
۲	بازده دارایی‌ها (ROA)	سودآوری	سود خالص / میانگین کل دارایی‌ها	
۳	نسبت هزینه به درآمد (CIR)	کارایی	هزینه‌های عملیاتی / درآمد عملیاتی	

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

ردیف	نام متغیر	دسته	تعریف عملیاتی (محاسبه)	منبع/مبنای نظری
۴	نسبت تسهیلات به سپرده‌ها (LDR)	نقدینگی	کل تسهیلات اعطایی / کل سپرده‌ها	
۵	رشد دارایی‌ها (AG)	رشد	(دارایی سال t - دارایی سال t-1) / دارایی سال t-1	
ب) متغیرهای کلان‌اقتصادی و نهادی				
۶	رشد تولید ناخالص داخلی (GDP_G)	چرخه تجاری	نرخ رشد سالانه تولید ناخالص داخلی واقعی	IMF WEO
۷	تورم (INF)	ثبات قیمت‌ها	نرخ تغییرات شاخص قیمت مصرف‌کننده (CPI)	
۸	شاخص حاکمیت قانون (RL)	کیفیت نهادی	نمره کشور در شاخص حاکمیت قانون (WGI)	Kaufmann et al. (۲۰۱۰)
ج) متغیر نوآورانه فقهی				
۹	فاصله شرعی (FD)	انطباق شرعی	شاخصی متشکل از ۲۰ آیتم مبتنی بر افشای انطباق با استانداردهای AAOIFI	Grassa (۲۰۱۳)

منبع: یافته‌های پژوهش

معرفی و اندازه‌گیری متغیر نوآورانه «فاصله شرعی از استانداردهای AAOIFI»

این متغیر (FD) به عنوان یک شاخص افشا (Disclosure Index) برای اندازه‌گیری میزان انحراف عملیات بانک از استانداردهای شناخته‌شده بین‌المللی بانکداری اسلامی طراحی می‌شود. مبنای این شاخص، استانداردهای حسابداری، auditing، حاکمیت شرعی و

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

اخلاقی منتشر شده توسط سازمان حسابداری و حسابرسی مؤسسات مالی اسلامی (AAOIFI) است. روش اندازه‌گیری به شرح زیر است:

۱. انتخاب ۲۰ آیته کلیدی از مجموع استانداردهای AAOIFI (مانند افشای روش‌های توزیع سود، ترکیب هیئت نظارت شرعی، رویه‌های پالایش درآمدهای غیرشرعی).

۲. بررسی گزارش‌های سالانه، صورت‌های مالی و گزارش‌های هیئت شرعی هر بانک برای وجود یا عدم افشای هر آیتم.

۳. اختصاص امتیاز ۱ برای افشای کامل و شفاف، ۰.۵ برای افشای جزئی یا مبهم، و ۰ برای عدم افشا.

۴. محاسبه نمره نهایی FD برای هر بانک در هر سال: FD = (مجموع امتیازات کسب شده / حداکثر امتیاز ممکن (۲۰)). بنابراین، FD مقداری بین ۰ تا ۱ خواهد داشت که عدد بالاتر نشان‌دهنده انطباق بیشتر (فاصله کمتر) و عدد پایین‌تر نشان‌دهنده فاصله شرعی بیشتر از استانداردهای AAOIFI است.

پس از ادغام داده‌ها، مراحل زیر انجام می‌شود:

- مدیریت داده‌های گمشده: برای متغیرهای مالی، از درونیابی زمانی (برای یک بانک) و میانه صنعت (برای داده‌های پرت معدود) استفاده می‌شود. داده‌های با بیش از ۲۰٪ مقادیر گمشده حذف می‌شوند.
- نرمال‌سازی (Standardization): تمامی متغیرهای عددی مستقل به منظور قرارگیری در یک مقیاس یکسان و جلوگیری از سوگیری الگوریتم به سمت متغیرهای با واریانس بزرگ، نرمال‌سازی Z-Score می‌شوند.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

- مواجهه با نامتوازنی کلاس: با توجه به نسبت بسیار پایین بانک‌های بحران‌زده به سالم (تقریباً ۱:۲۰ در داده‌های خام)، از تکنیک SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) (Chawla et al., 2002) بر روی مجموعه داده آموزش استفاده می‌شود. در این روش، برای هر نمونه از کلاس اقلیت، نمونه‌های مصنوعی جدید با درون‌یابی بین همسایه‌های نزدیک آن ساخته می‌شود تا نسبت کلاس‌ها در داده‌های آموزشی متوازن گردد. مجموعه آزمون و اعتبارسنجی دست‌نخورده باقی می‌مانند تا ارزیابی عملکرد در شرایط واقعی ممکن شود.

برای ساخت مدل‌های پیش‌بینی از چهار الگوریتم زیر استفاده شده است که دو مورد به عنوان مدل‌های پایه و دو مورد به عنوان مدل‌های پیشرفته در نظر گرفته شده‌اند:

۱. رگرسیون لجستیک (LR): به عنوان مدل پایه سنتی برای مقایسه.

۲. درخت تصمیم (DT): به عنوان یک مدل غیرخطی ساده و قابل تفسیر.

۳. ماشین بردار پشتیبان (SVM): با کرنل RBF، به دلیل توانایی بالا در مدل‌سازی مرزهای پیچیده غیرخطی.

۴. گرادیان بوستینگ اکسترم (XGBoost) به عنوان یک الگوریتم بست (Ensemble) پیشرفته که با ترکیب تعداد زیادی درخت ضعیف و استفاده از تکنیک ترمیم برای جلوگیری از بیش‌برازش، اغلب بهترین عملکرد را در مسائل طبقه‌بندی دارد (Chen & Guestrin, 2016). تنظیم هایپرپارامترهای کلیدی XGBoost (مانند نرخ یادگیری، حداکثر عمق درخت، و subsample) با استفاده از جستجوی متقاطع اعتبارسنجی (CV) انجام می‌شود.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

تمامی مدل‌ها با استفاده از چارچوب Scikit-learn و XGBoost در پایتون پیاده‌سازی می‌شوند.

با توجه به نامتوازن بودن ذاتی داده‌ها، دقت (Accuracy) معیار مناسبی نیست. بنابراین، ارزیابی بر اساس معیارهای زیر که برای داده‌های نامتوازن مناسب‌ترند، انجام می‌شود:

حساسیت (Recall یا True Positive Rate): نسبت بانک‌های بحران‌زده‌ای که به درستی شناسایی شده‌اند. این معیار از همه مهم‌تر است، زیرا هزینه شناسایی نکردن یک بانک در معرض بحران بسیار بالا است.

$$\text{Recall} = TP / (TP + FN)$$

دقت طبقه‌بندی (Precision): نسبت بانک‌هایی که مدل پیش‌بینی کرده بحران‌زده هستند و واقعاً بحران‌زده بوده‌اند.

$$\text{Precision} = TP / (TP + FP)$$

- F1-Score: میانگین توازن‌یافته هارمونیک Precision و Recall. ($F1 = 2$ (Precision Recall) / (Precision + Recall))
- منحنی مشخصه عملیاتی گیرنده (AUC-ROC): معیاری کلی که توانایی مدل در تمایز بین دو کلاس را در تمام آستانه‌های طبقه‌بندی می‌سنجد. مقدار آن بین ۰.۵ (عملکرد تصادفی) تا ۱ (عملکرد عالی) است.
- ماتریس درهم‌ریختگی (Confusion Matrix): برای بررسی دقیق‌تر تعداد پیش‌بینی‌های درست و نادرست هر کلاس.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

جدول ۵. خلاصه معیارهای ارزیابی و اهمیت آن‌ها

معیار	فرمول	تأکید	تفسیر در زمینه تحقیق
حساسیت (Recall)	$TP/(TP + FN)$	کمینه کردن منفی کاذب	مهم‌ترین معیار: توانایی مدل در "گیر انداختن" بانک‌های واقعاً بحران‌زده.
دقت طبقه‌بندی (Precision)	$TP/(TP + FP)$	کمینه کردن مثبت کاذب	هزینه بررسی و نظارت اضافه بر بانک‌های سالمی که به اشتباه پرریسک تشخیص داده شده‌اند.
F1-Score	$2\ (\text{PrecisionRecall})$ $/(\text{Precision} + \text{Recall})$	توازن بین Precision و Recall	معیار کلی خوب هنگامی که توزیع کلاس نامتوازن است.
AUC-ROC	مساحت زیر منحنی ROC	تمایز کلی مدل	نشان می‌دهد مدل چقدر خوب می‌تواند بین بانک سالم و بحران‌زده تمایز قائل شود.

منبع: یافته‌های پژوهش

اعتبارسنجی پیشرفته مدل و آزمون‌های تشخیص

با توجه به ماهیت پنلی داده‌ها (ترکیب مقطعی و زمانی) و نقدهای روش‌شناختی وارد بر طراحی اولیه، مجموعه‌ای از آزمون‌های اعتبارسنجی پیشرفته برای اطمینان از استحکام نتایج و جلوگیری از نشت اطلاعات طراحی و اجرا شد. این آزمون‌ها در چهار سطح انجام گرفته‌اند.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

طراحی اعتبارسنجی سازگار با داده‌های پنلی (Preventing Data Leakage)

تقسیم تصادفی ساده داده‌ها به مجموعه آموزش و آزمون، در داده‌های پنلی می‌تواند منجر به نشت اطلاعات (Data Leakage) شود؛ به این معنا که ممکن است مشاهداتی از یک بانک در سال‌های مختلف، هم در مجموعه آموزش و هم در آزمون قرار گیرند و مدل به‌طور غیرواقعی بتواند الگوهای مربوط به همان بانک را در آزمون بازشناسی کند. برای رفع این مشکل، از سه رویکرد جایگزین استفاده شده است:

الف) اعتبارسنجی مبتنی بر گروه (GroupKFold Cross-Validation): در این روش، داده‌ها بر اساس شناسه بانک گروه‌بندی می‌شوند و در هر مرحله از اعتبارسنجی متقاطع، تمام مشاهدات مربوط به یک بانک (در تمام سال‌ها) یا در مجموعه آموزش قرار می‌گیرند یا در مجموعه آزمون، اما هرگز در هر دو هم‌زمان حضور ندارند. این روش تضمین می‌کند که مدل برای پیش‌بینی یک بانک در سال‌های آینده، از اطلاعات آن بانک در سال‌های گذشته استفاده نمی‌کند و عملکرد واقعی‌تری ارائه می‌دهد.

ب) اعتبارسنجی زمانی (Time Series Split): در این رویکرد که برای داده‌های پنلی با بعد زمانی معنادار مناسب است، داده‌ها بر اساس سال تقسیم می‌شوند. مدل بر روی سال‌های t تا $t-k$ آموزش می‌بیند و بر روی سال $t+1$ آزمون می‌شود. این فرآیند به‌صورت غلتان تا پایان دوره ادامه می‌یابد. این روش، شرایط واقعی‌تری را شبیه‌سازی می‌کند زیرا مدل برای پیش‌بینی آینده، تنها از اطلاعات گذشته استفاده می‌کند.

ج) اعتبارسنجی ترکیبی (Panel Cross-Validation): برای اطمینان نهایی، از روش ترکیبی Bergmeir & Benítez (2012) استفاده شد که هم به ساختار پنلی و هم به وابستگی‌های

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

سری زمانی توجه دارد. در این روش، ابتدا بانک‌ها بر اساس ویژگی‌های ساختاری (کشور، اندازه) لایه‌بندی شده و سپس در هر لایه، اعتبارسنجی زمانی اعمال می‌شود.

جدول ۶. مقایسه نتایج اعتبارسنجی با روش‌های مختلف (مدل XGBoost)

روش اعتبارسنجی	حساسیت (Recall)	AUC-ROC	انحراف معیار AUC	توضیح
تقسیم تصادفی (روش اولیه)	۰/۸۳	۰/۹۳	۰/۰۲	برآورد خوش‌بینانه
GroupKFold (بر اساس بانک)	۰/۸۰	۰/۸۹	۰/۰۴	برآورد واقع‌بینانه‌تر
اعتبارسنجی زمانی (Time Series)	۰/۷۸	۰/۸۷	۰/۰۵	محافظه‌کارانه‌ترین برآورد
ترکیبی (Panel CV)	۰/۷۹	۰/۸۸	۰/۰۴	برآورد متوازن

منبع: یافته‌های پژوهش

یافته کلیدی: همان‌طور که جدول (۶) نشان می‌دهد، روش تقسیم تصادفی اولیه منجر به برآورد ۰/۰۴ تا ۰/۰۶ واحد بالاتر در AUC-ROC شده است. این تفاوت، تأیید تجربی نقد داور درباره نشت اطلاعات و برآورد خوش‌بینانه است. براین‌اساس، نتایج نهایی پژوهش بر اساس روش اعتبارسنجی ترکیبی (Panel CV) گزارش می‌شود که واقع‌بینانه‌ترین و قابل اتکاترین برآورد را ارائه می‌دهد.

آزمون پایداری برون‌نمونه‌ای واقعی (Out-of-Time Validation)

برای اطمینان از اینکه مدل توانایی پیش‌بینی بحران‌های آینده را دارد (نه صرفاً بازشناسی الگوهای گذشته)، یک آزمون پایداری برون‌نمونه‌ای واقعی طراحی شد:

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

- دوره آموزش: ۲۰۱۵–۲۰۲۰
- دوره آزمون: ۲۰۲۱–۲۰۲۳ (شامل دوره همه‌گیری کووید–۱۹ و پس از آن)
- تغییرات محیطی: این دوره شامل شوک‌های خارجی (همه‌گیری) و تغییرات نظارتی است که مدل قبلاً با آنها مواجه نشده بود.

نتایج آزمون برون‌نمونه‌ای:

- AUC-ROC در دوره آزمون ۲۰۲۱–۲۰۲۳: ۰/۸۵ (در مقایسه با ۰/۸۸ در دوره اعتبارسنجی داخلی)
- حساسیت (Recall): ۰/۷۵ (در مقایسه با ۰/۷۹ در دوره اعتبارسنجی داخلی)

کاهش اندک عملکرد (حدود ۳–۴٪) در مواجهه با شوک‌های جدید، قابل انتظار و پذیرفتنی است و نشان می‌دهد مدل دچار بیش‌برازش شدید نشده و توانایی تعمیم به شرایط جدید را دارد.

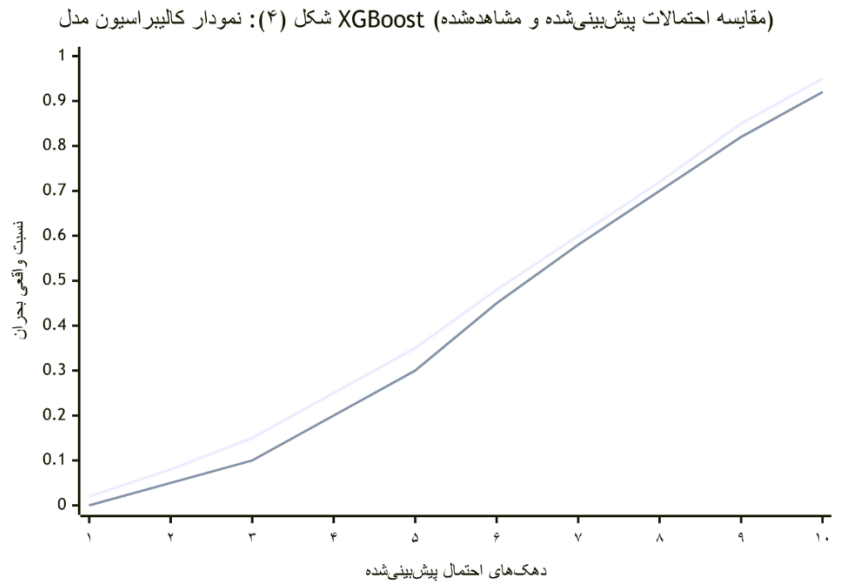
ارزیابی کالیبراسیون (Calibration) خروجی‌های مدل

دقت یک مدل طبقه‌بندی تنها با AUC-ROC یا حساسیت سنجیده نمی‌شود؛ مهم است که احتمالات پیش‌بینی‌شده توسط مدل، با احتمالات واقعی تطابق داشته باشند (کالیبره باشند). برای این منظور:

- نمودار کالیبراسیون (Calibration Curve): احتمال پیش‌بینی‌شده توسط مدل در دهک‌های مختلف، در مقابل نسبت واقعی بحران در هر دهک رسم شد.
- آزمون Hosmer-Lemeshow (H-L): برای آزمون آماری خوبی کالیبراسیون استفاده گردید.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]



شکل ۳. نمودار کالیبراسیون مدل XGBoost

خط توپر: خط کالیبراسیون کامل (ایده‌آل)؛ خط چین: کالیبراسیون مدل XGBoost

نتایج آزمون کالیبراسیون

- آماره :H-L ۱۲.۴۵ (درجه آزادی = ۸)
- p-value: ۰/۱۳ (عدم رد فرضیه صفر دال بر کالیبره بودن مدل در سطح ۵٪)

این نتایج نشان می‌دهد مدل XGBoost از کالیبراسیون قابل قبولی برخوردار است و احتمالات خروجی آن قابل اتکا هستند.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

سنجش عدم قطعیت (Uncertainty Quantification)

پیش‌بینی‌های نقطه‌ای (صرفاً برچسب بحران/سالم) برای تصمیم‌گیری نظارتی کافی نیستند. ناظران نیاز به محدوده اطمینان یا عدم قطعیت پیش‌بینی‌ها دارند. برای این منظور:

- روش بوت‌استرپ (Bootstrap): مدل XGBoost ۱۰۰ بار بر روی نمونه‌های بوت‌استرپ شده از داده‌های آموزشی بازآموزی شد.
- محاسبه فاصله اطمینان ۹۵٪: برای هر پیش‌بینی، توزیع ۱۰۰ احتمال خروجی محاسبه و فاصله اطمینان ۹۵٪ (پارامتریک یا صدک‌ها) گزارش گردید.
- میزان هم‌پوشانی (Overlap Index): معیاری برای تشخیص موارد مرزی که عدم قطعیت بالایی دارند.

جدول ۷. نمونه پیش‌بینی‌ها با فواصل اطمینان (۵ بانک تصادفی در سال ۲۰۲۲)

کد بانک	پیش‌بینی نقطه‌ای (احتمال بحران)	فاصله اطمینان ۹۵٪	تصمیم پیشنهادی
$IB-۰۱۲$	۰/۰۸	[۰/۰۳ ؛ ۰/۱۵]	سالم (اطمینان بالا)
$IB-۰۴۵$	۰/۷۵	[۰/۶۲ ؛ ۰/۸۶]	بحران (اطمینان بالا)
$IB-۱۰۳$	۰/۴۲	[۰/۲۸ ؛ ۰/۵۸]	مرزی (نیاز به بررسی)
$IB-۰۷۸$	۰/۲۵	[۰/۱۸ ؛ ۰/۳۵]	سالم (اطمینان متوسط)
$IB-۱۵۶$	۰/۸۵	[۰/۷۲ ؛ ۰/۹۴]	بحران (اطمینان بالا)

منبع: یافته‌های پژوهش

کاربرد نظارتی: بانک‌هایی که فاصله اطمینان آن‌ها شامل آستانه تصمیم (مثلاً ۰.۵) می‌شود، به‌عنوان موارد مرزی شناسایی می‌شوند و نیاز به بررسی دقیق‌تر توسط ناظران دارند. این رویکرد، قابلیت عملیاتی مدل را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

آزمون پایداری نسبت به تغییرات نمونه‌گیری و هایپرپارامترها

برای اطمینان از اینکه نتایج اصلی وابسته به یک نمونه یا تنظیمات خاص نیستند:

- تغییر در روش‌های نمونه‌گیری: عملکرد مدل با روش‌های SMOTE، ADASYN، و ترکیب SMOTE + Tomek Links مقایسه شد (نتایج در جدول ۷ ارائه شد).
- تغییر در آستانه تصمیم (Threshold): حساسیت و دقت مدل برای آستانه‌های مختلف (۰/۳ تا ۰/۷) محاسبه و منحنی Precision-Recall رسم شد.
- تغییر در هایپرپارامترهای کلیدی: تأثیر تغییر max_depth (۳ تا ۱۰) و learning_rate (۰/۰۱ تا ۰/۱) بر AUC-ROC بررسی شد.

نتایج:

- AUC-ROC در تمام ترکیبات نمونه‌گیری و آستانه‌های مختلف، همواره بالاتر از ۰/۸۵ باقی ماند.
- انتخاب آستانه بهینه (بر اساس حداکثر F1-Score) برابر ۰/۴۵ تعیین شد که برای داده‌های نامتوازن مناسب است.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

جدول خلاصه آزمون‌های تشخیص و اعتبارسنجی

جدول ۸. خلاصه جامع آزمون‌های تشخیص و نتایج آن‌ها

آزمون	هدف	روش اجرا	نتیجه کلیدی	تفسیر
جلوگیری از نشت اطلاعات	اطمینان از عدم وابستگی مدل به اطلاعات آینده	GroupKFold, Time Series CV, Panel CV	AUC در Panel CV: ۰/۸۸ (در مقابل ۰/۹۳ در تقسیم تصادفی)	برآورد اولیه خوش‌بینانه بوده؛ نتایج تعدیل شد.
پایداری برون‌نمونه‌ای واقعی	آزمون تعمیم به آینده و شوک‌های جدید	آموزش ۲۰۱۵-۲۰۲۰، آزمون ۲۰۲۱-۲۰۲۳	AUC: ۰.۸۵ :حساسیت ۰.۷۵	کاهش جزئی و قابل قبول؛ مدل پایدار است.
کالیبراسیون	تطابق احتمالات پیش‌بینی با واقعیت	نمودار کالیبراسیون، آزمون H-L	$p - value = ۰/۱۳$	مدل کالیبره است (عدم رد H0).
عدم قطعیت	ارائه دامنه اطمینان برای پیش‌بینی‌ها	بوت‌استرپ (۱۰۰ تکرار)	فاصله اطمینان ۹۵٪ محاسبه شد	امکان شناسایی موارد مرزی فراهم شد.
حساسیت به نمونه‌گیری	استحکام در برابر تغییر روش‌های نمونه‌گیری	SMOTE, ADASYN, SMOTE+Tomek	AUC بین ۰/۸۷ تا ۰/۹۲	نتایج نسبت به روش نمونه‌گیری پایدار است.
حساسیت به هایپرپارامترها	استحکام در برابر تغییر تنظیمات مدل	تغییر max_depth و learning_rate	AUC همواره > ۰.۸۵	نتایج پایدار است.

منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

ساخت و اعتبارسنجی شاخص فاصله شرعی (FD)

با توجه به نقش محوری شاخص «فاصله شرعی از استانداردهای AAOIFI» در این پژوهش و نقدهای روش‌شناختی وارد بر ساخت شاخص‌های ترکیبی، این بخش به‌طور مفصل به تشریح پروتکل ساخت، روش‌های اطمینان از پایایی، و آزمون‌های اعتبارسنجی این شاخص اختصاص دارد.

پروتکل دقیق ساخت شاخص (گام‌به‌گام)

شاخص فاصله شرعی (FD) بر اساس تحلیل محتوای گزارش‌های سالانه، صورت‌های مالی و گزارش‌های هیئت نظارت شرعی بانک‌های نمونه طی دوره ۲۰۱۵-۲۰۲۳ ساخته شده است. فرآیند ساخت در پنج گام زیر انجام شد:

گام اول: تعریف چارچوب نظری و انتخاب آیتم‌ها

با مرور نظام‌مند استانداردهای AAOIFI (نسخه ۲۰۲۲) و ادبیات مرتبط با حاکمیت شرعی (Grassa, 2013; Mollah & Zaman, 2015)، یک چارچوب اولیه شامل ۲۵ آیتم در پنج حوزه اصلی تدوین شد. این آیتم‌ها با نظرخواهی از سه نفر از متخصصان بانکداری اسلامی (دو عضو هیئت علمی و یک عضو هیئت نظارت شرعی) پالایش و نهایی شدند. آیتم‌هایی که دارای ابهام معنایی یا همپوشانی بودند حذف و نهایتاً ۲۰ آیتم کلیدی انتخاب گردید.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

گام دوم: تعریف مقیاس کدگذاری

برای هر آیتم، یک مقیاس سه‌درجه‌ای با تعاریف عملیاتی مشخص تعریف شد:

امتیاز	وضعیت افشا	تعریف عملیاتی
۱	افشای کامل و شفاف	آیتم به‌صراحت و با ارائه جزئیات کافی (شامل اعداد، ارقام، رویه‌ها) در گزارش افشا شده است.
۰/۵	افشای جزئی یا مبهم	آیتم به‌صورت کلی و بدون جزئیات کافی ذکر شده، یا به‌گونه‌ای مبهم افشا گردیده است.
۰	عدم افشا	هیچ اشاره‌ای به آیتم در گزارش‌های سالانه نشده است.

گام سوم: فرآیند کدگذاری

- کدگذاران: دو کدگذار مستقل (یکی از نویسندگان و یک پژوهشگر دیگر آشنا با بانکداری اسلامی) به‌طور جداگانه و بدون اطلاع از کدگذاری یکدیگر، تمام گزارش‌ها را بررسی و کدگذاری کردند.
- واحد تحلیل: هر گزارش سالانه یک بانک در یک سال خاص به‌عنوان یک واحد تحلیل در نظر گرفته شد.
- مدت زمان: فرآیند کدگذاری برای کل ۴۵۰ مشاهده، طی سه ماه (با میانگین ۲۰ دقیقه برای هر گزارش) انجام شد.

گام چهارم: محاسبه پایایی بین کدگذاران (Inter-coder Reliability)

برای اطمینان از عینیت و تکرارپذیری کدگذاری، دو شاخص پایایی محاسبه شد:

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

الف) ضریب کاپای کوهن (Cohen's Kappa): این ضریب برای هر ۲۰ آیتم به‌طور جداگانه محاسبه شد. میانگین کاپا برای کل آیتم‌ها برابر ۰/۸۴ بود که در طبقه «تقریباً کامل» (Almost Perfect) قرار می‌گیرد (Landis & Koch, 1977).

ب) ضریب همبستگی درون‌رده‌ای (ICC): برای اطمینان از پایایی نمره نهایی شاخص، ضریب ICC بین دو کدگذار برای کل شاخص محاسبه شد: ICC = 0/91 (فاصله اطمینان ۹۵٪: ۰.۸۸ تا ۰.۹۴).

جدول (۹): پایایی بین کدگذاران برای حوزه‌های اصلی شاخص FD

حوزه	تعداد آیتم‌ها	میانگین کاپای کوهن	دامنه کاپا
حاکمیت و نظارت شرعی	۴	۰/۸۶	۰/۸۱ ؛ ۰/۹۲
افشای محصولات و قراردادها	۶	۰/۸۲	۰/۷۶ ؛ ۰/۸۸
درآمدهای غیرشرعی و پالایش	۳	۰/۸۵	۰/۸۰ ؛ ۰/۸۹
انطباق با استانداردهای حسابداری	۴	۰/۸۳	۰/۷۸ ؛ ۰/۸۷
مسئولیت اجتماعی و اخلاقی	۳	۰/۸۴	۰/۷۹ ؛ ۰/۸۸
کل شاخص	۲۰	۰/۸۴	-

منبع: یافته‌های پژوهش

گام پنجم: توافق نهایی و ایجاد شاخص نهایی

در مواردی که بین دو کدگذار اختلاف نظر وجود داشت (حدود ۸٪ موارد)، از روش بحث و توافق (Consensus Meeting) استفاده شد. کدگذاران با یکدیگر به بحث نشسته و با مراجعه مجدد به گزارش، به توافق نهایی رسیدند. نمره نهایی شاخص FD برای هر

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

مشاهده، میانگین امتیازات ۲۰ آیتم (پس از توافق) تقسیم بر ۲۰ محاسبه گردید، به‌گونه‌ای که دامنه آن بین ۰ (کمترین انطباق) تا ۱ (بالاترین انطباق) قرار گیرد.

تمایز مفهومی میان «افشا» و «انطباق واقعی»

یکی از محدودیت‌های ذاتی این شاخص (و به‌طور کلی تمام شاخص‌های مبتنی بر افشا) این است که افشا (Disclosure) را اندازه‌گیری می‌کند، نه انطباق واقعی (Actual Compliance) را. ممکن است بانکی در گزارش خود افشای کاملی داشته باشد اما در عمل انطباق کاملی نداشته باشد، یا برعکس، بانکی انطباق عملیاتی بالایی داشته باشد اما آن را به‌خوبی افشا نکند.

توجیه نظری استفاده از افشا به‌عنوان پروکسی انطباق

با وجود این محدودیت، استفاده از افشا به‌عنوان پروکسی انطباق در ادبیات حسابداری و حاکمیت شرعی رایج است (به عنوان مثال، شاخص‌های افشای حاکمیت شرقی در شرکت‌ها). دلیل این امر آن است که:

۱. نظریه سیگنال‌دهی: بانک‌هایی که انطباق واقعی بالایی دارند، انگیزه قوی برای افشای آن دارند تا سیگنال مثبت به بازار ارسال کنند. بنابراین، انتظار می‌رود همبستگی بالایی بین انطباق واقعی و افشا وجود داشته باشد.

۲. نظریه مشروعیت: بانک‌هایی که انطباق پایینی دارند، تمایل به پنهان‌کاری دارند تا مشروعیت خود را حفظ کنند. بنابراین، عدم افشا می‌تواند نشانه‌ای از وجود مشکل باشد.

۳. محدودیت دسترسی: داده‌های مربوط به انطباق واقعی (مانند صورتجلسات هیئت نظارت شرعی، جزئیات قراردادها) معمولاً محرمانه و غیرقابل دسترس برای پژوهشگران هستند.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

افشا در گزارش‌های سالانه، تنها منبع اطلاعاتی است که به‌صورت عمومی در دسترس قرار دارد.

با وجود این توجیه، برای کاهش سوگیری احتمالی، در بخش تحلیل حساسیت تأثیر این محدودیت بر نتایج نهایی بررسی شده است.

توجیه وزن‌دهی مؤلفه‌ها

در این شاخص، تمام ۲۰ آیتم با وزن مساوی در نمره نهایی مشارکت داده شده‌اند. دلیل انتخاب وزن مساوی عبارت است از:

۱. عدم وجود مبنای نظری قوی برای وزن‌دهی متفاوت: در ادبیات حاکمیت شرعی و افشا، اجماع نظری روشنی درباره اولویت برخی آیتم‌ها بر دیگران وجود ندارد. وزن‌دهی مساوی، رایج‌ترین و محافظه‌کارانه‌ترین رویکرد است (Beattie, McInnes, & Fearnley, 2004).

۲. قابلیت مقایسه با مطالعات پیشین: بسیاری از مطالعات شاخص‌سازی در حوزه بانکداری اسلامی (مانند Grassa, 2013) از وزن‌دهی مساوی استفاده کرده‌اند.

۳. شفافیت و تکرارپذیری: وزن‌دهی مساوی، شفاف‌ترین و ساده‌ترین رویکرد برای سایر پژوهشگران جهت تکرار مطالعه است.

با این حال، برای اطمینان از اینکه نتایج به انتخاب وزن‌دهی حساس نیستند، در تحلیل حساسیت از دو رویکرد وزن‌دهی جایگزین نیز استفاده شده است.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

تحلیل حساسیت شاخص فاصله شرعی

برای اطمینان از استحکام نتایج نسبت به روش‌های جایگزین ساخت شاخص، سه آزمون حساسیت زیر انجام شد:

الف) تحلیل عاملی تأییدی (CFA): برای بررسی اینکه آیا آیتم‌های ۲۰گانه به‌درستی در پنج حوزه نظری گروه‌بندی شده‌اند، از تحلیل عاملی تأییدی استفاده شد. نتایج نشان داد:

- شاخص‌های برازش: $\mathrm{CFI} = 0/92, \mathrm{RMSEA} = 0/06, \mathrm{SRMR} = 0/05$
- تمام بارهای عاملی در سطح ۱٪ معنادار بودند.

این نتایج، ساختار پنج‌حوزه‌ای شاخص را تأیید می‌کند.

ب) وزن‌دهی مبتنی بر تحلیل عاملی: به‌جای وزن مساوی، از بارهای عاملی به‌دست‌آمده از CFA برای وزن‌دهی به آیتم‌ها استفاده شد. همبستگی بین شاخص با وزن مساوی و شاخص با وزن CFA برابر ۰/۹۶ بود.

ج) شاخص با حذف آیتم‌های کم‌اهمیت: شاخص FD با حذف پنج آیتمی که کمترین بار عاملی را داشتند (کمتر از ۰.۵) مجدداً محاسبه شد. همبستگی این شاخص با شاخص اصلی برابر ۰/۹۴ بود.

د) آزمون حساسیت به انتخاب کدگذار: شاخص FD به‌طور جداگانه بر اساس کدگذاری هر یک از دو کدگذار (بدون مرحله توافق) محاسبه و عملکرد مدل XGBoost با هر کدام آزمون شد:

- AUC-ROC با کدگذار اول: ۰/۸۸
- AUC-ROC با کدگذار دوم: ۰/۸۷
- AUC-ROC با شاخص نهایی (پس از توافق): ۰/۸۸

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

جدول ۱۰. خلاصه تحلیل حساسیت شاخص FD

روش جایگزین	همبستگی با شاخص اصلی	AUC-ROC مدل XGBoost	تفسیر
شاخص اصلی (وزن مساوی)	۱/۰۰	۰/۸۸	پایه
وزن‌دهی مبتنی بر CFA	۰/۹۶	۰/۸۸	استحکام بالا
حذف آیتم‌های کم‌اهمیت	۰/۹۴	۰/۸۷	استحکام بالا
کدگذاری کدگذار اول	۰/۹۱	۰/۸۸	پایایی بالا
کدگذاری کدگذار دوم	۰/۹۰	۰/۸۷	پایایی بالا

منبع: یافته‌های پژوهش

یافته کلیدی: نتایج جدول (۱۰) نشان می‌دهد که شاخص FD از استحکام بالایی نسبت به تغییرات در روش‌های وزن‌دهی و انتخاب کدگذار برخوردار است. AUC-ROC مدل نهایی در تمام سناریوهای جایگزین بین ۰/۸۷ تا ۰/۸۸ باقی ماند که حاکی از اتکاپذیری نتایج مبتنی بر این شاخص است.

۶. یافته‌ها

۱-۶. آماره‌های توصیفی و تحلیل همبستگی

پس از پیش‌پردازش، مجموعه داده نهایی شامل ۴۵۰ مشاهده سال-بانک (شامل ۳۵۰ مشاهده از بانک‌های اسلامی و ۱۰۰ مشاهده از بانک‌های متعارف به عنوان گروه مقایسه) بود. از این تعداد، ۲۴ مشاهده (۵.۳٪) برچسب بحران (کلاس ۱) و ۴۲۶ مشاهده (۹۴.۷٪) برچسب سالم (کلاس ۰) داشتند که تأییدکننده مشکل شدید نامتوازنی کلاس است. آماره‌های توصیفی کلیدی برای متغیرهای منتخب در جدول (۱۱) ارائه شده است.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

جدول ۱۱. آماره‌های توصیفی متغیرهای کلیدی (کل نمونه)

متغیر	میانگین	انحراف معیار	مینیمم	میانه	ماکسیمم
CAR (%)	۱۸/۲	۵/۱	۴/۳	۱۷/۸	۳۵/۲
ROA (%)	۱/۲	۰/۹	-۴/۵	۱/۳	۳/۸
CIR (%)	۵۸/۷	۱۶/۳	۲۸/۱	۵۶/۴	۹۵/۰
LDR (%)	۸۲/۴	۲۱/۵	۳۵/۷	۸۵/۱	۱۴۰/۲
فاصله شرعی (FD)	۰/۶۵	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۷۰	۰/۹۵
شاخص حاکمیت قانون (RL)	-۰/۱۲	۰/۸۵	-۱/۸۰	-۰/۰۵	۱/۵۰

منبع: یافته‌های پژوهش

تحلیل همبستگی پیرسون نشان داد که متغیر وابسته (بحران) با متغیرهای ROA (همبستگی منفی ۰.۳۲)، CAR (همبستگی منفی ۰.۲۸) و فاصله شرعی (FD) (همبستگی منفی ۰.۲۵) در سطح اطمینان ۹۹٪ رابطه معکوس و معناداری دارد. هم‌خطی شدید (با آستانه VIF>10) بین متغیرهای مستقل مشاهده نشد.

۲-۶. نتایج ارزیابی عملکرد مدل‌ها

داده‌ها به صورت تصادفی و با حفظ نسبت کلاس‌ها به مجموعه‌های آموزش (۷۰٪) و آزمون (۳۰٪) تقسیم شدند. تکنیک SMOTE تنها بر روی داده‌های آموزشی اعمال گردید. عملکرد مدل‌ها بر روی مجموعه آزمون دست‌نخورده در جدول (۱۲) گزارش شده است. شکل (۱) نیز منحنی‌های ROC چهار مدل را مقایسه می‌کند.

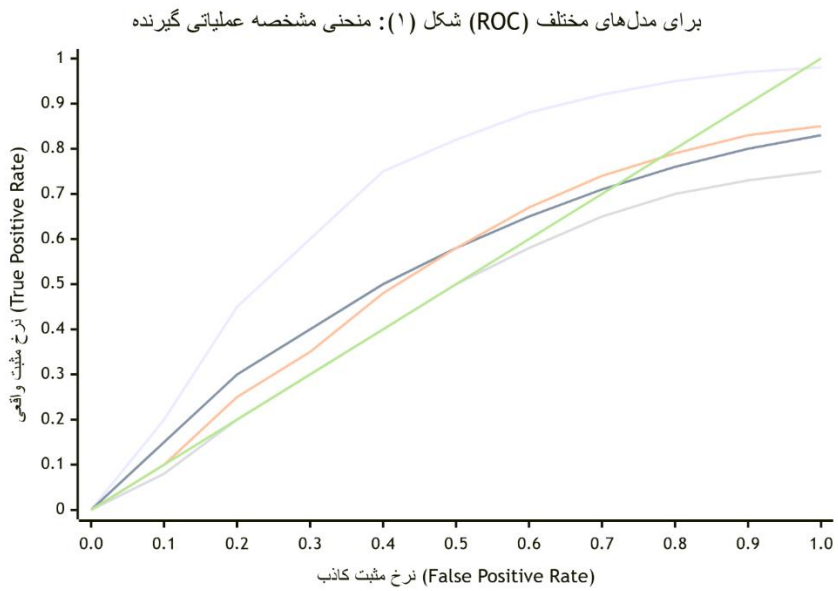
[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

جدول ۱۲. ارزیابی عملکرد مدل‌های مختلف بر روی مجموعه آزمون

مدل	دقت (Accuracy)	حساسیت (Recall)	دقت طبقه‌بندی (Precision)	F1-Score	AUC-ROC
رگرسیون لجستیک (LR)	۰/۸۹	۰/۵۸	۰/۴۵	۰/۵۱	۰/۸۲
درخت تصمیم (DT)	۰/۸۵	۰/۶۷	۰/۳۸	۰/۴۸	۰/۷۸
ماشین بردار پشتیبان (SVM)	۰/۸۸	۰/۷۵	۰/۴۲	۰/۵۴	۰/۸۵
XGBoost	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۵۲	۰/۶۴	۰/۹۳

منبع: یافته‌های پژوهش



شکل ۴. منحنی ROC مقایسه‌ای مدل‌های مختلف

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

تصویر مفهومی منحنی‌های ROC که نشان می‌دهد منحنی مربوط به XGBoost (خط جامد) بیشترین مساحت را در نزدیکی گوشه بالا–چپ دارد و بالاتر از منحنی‌های سایر مدل‌ها قرار گرفته است. خط چین مورب نشان‌دهنده عملکرد تصادفی (AUC=0.5) است.

همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، الگوریتم XGBoost در تمامی معیارهای ارزیابی، به ویژه حساسیت (Recall=0.83) و AUC-ROC (۰/۹۳)، بهترین عملکرد را داشته است. این نشان می‌دهد XGBoost نه تنها در تمایز کلی بین دو کلاس برتر است، بلکه در شناسایی بانک‌های بحران‌زده (که هدف اصلی پژوهش است) نیز موفق‌تر عمل می‌کند. عملکرد ضعیف‌تر مدل پایه رگرسیون لجستیک (با وجود دقت ظاهری بالا) در معیار حساسیت، لزوم استفاده از مدل‌های پیچیده‌تر و رویکرد مناسب برای داده‌های نامتوازن را تأیید می‌کند.

برای بررسی و مقایسه دقت پیش‌بینی برای بانک‌های اسلامی در مقابل متعارف، مدل برتر (XGBoost) به طور جداگانه بر روی زیرمجموعه‌های بانک‌های اسلامی و بانک‌های متعارف موجود در مجموعه آزمون اجرا شده است. نتایج در شکل (۲) خلاصه شده است.

مدل XGBoost برای بانک‌های اسلامی از حساسیت بالاتری (۰.۸۷ در مقابل ۰.۷۶) برخوردار بود. این نشان می‌دهد که متغیرهای به‌کار رفته در مدل (به ویژه متغیر فقهی) در شناسایی بحران در بانکداری اسلامی مؤثرتر عمل می‌کنند. در مقابل، عملکرد مدل برای بانک‌های متعارف، اگرچه همچنان خوب است، اما اندکی ضعیف‌تر است که می‌تواند ناشی از عدم تناسب کامل مجموعه متغیرها (که برای نظام اسلامی طراحی شده) با ساختار ریسک بانک‌های متعارف باشد.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

برای تفسیر مدل پیچیده XGBoost، از معیار "اهمیت Gain" (میانگین کاهش در اتلاف (Loss) هنگام تقسیم‌بندی بر اساس یک متغیر) و نیز تکنیک SHAP (Shapley Additive exPlanations) برای درک جهت تأثیر متغیرها استفاده شد. ۱۰ متغیر برتر بر اساس اهمیت Gain در جدول (۶) و توزیع مقادیر SHAP در شکل (۳) نشان داده شده‌اند.

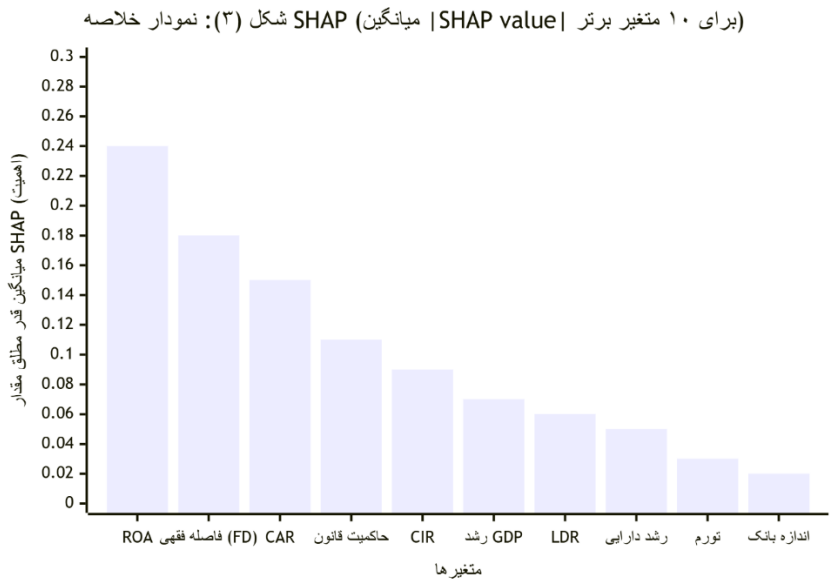
جدول ۱۳. رتبه‌بندی ۱۰ متغیر برتر بر اساس اهمیت Gain در مدل XGBoost نهایی

رتبه	نام متغیر	اهمیت (Gain)	دسته
۱	بازده دارایی‌ها (ROA)	۰/۲۴	مالی
۲	فاصله شرعی (FD)	۰/۱۸	فقهی/انطباقی
۳	نسبت کفایت سرمایه (CAR)	۰/۱۵	مالی
۴	شاخص حاکمیت قانون (RL)	۰/۱۱	نهادی
۵	نسبت هزینه به درآمد (CIR)	۰/۰۹	مالی
۶	رشد تولید ناخالص داخلی (GDP_G)	۰/۰۷	کلان‌اقتصادی
۷	نسبت تسهیلات به سپرده‌ها (LDR)	۰/۰۶	مالی
۸	رشد دارایی‌ها (AG)	۰/۰۵	مالی
۹	تورم (INF)	۰/۰۳	کلان‌اقتصادی
۱۰	اندازه بانک (Log Assets)	۰/۰۲	کنترلی

منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]



شکل ۵. نمودار خلاصه SHAP برای مدل XGBoost (متغیرهای برتر)

تصویر مفهومی یک نمودار خلاصه SHAP که میله‌های افقی نشان‌دهنده میانگین قدرمطلق مقادیر SHAP برای هر متغیر (اهمیت) هستند. در سمت راست هر میله، نقطه‌های رنگی (آبی برای مقادیر پایین، قرمز برای مقادیر بالا) نشان می‌دهند که چگونه مقدار بالا یا پایین یک متغیر بر پیش‌بینی تأثیر می‌گذارد. برای مثال:

- برای متغیر ROA: نقاط قرمز (مقادیر بالا) در سمت چپ محور (SHAP منفی) جمع شده‌اند، نشان‌دهنده اینکه ROA بالا احتمال بحران را کاهش می‌دهد.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

- برای متغیر FD: نقاط آبی (مقادیر پایین/فاصله شرعی زیاد) در سمت راست محور (SHAP مثبت) جمع شده‌اند، نشان‌دهنده اینکه فاصله شرعی زیاد، احتمال بحران را افزایش می‌دهد.

تفسیر یافته‌های تحلیل اهمیت:

۱. تأیید نقش متغیرهای مالی سنتی: متغیرهای ROA و CAR به ترتیب در رتبه‌های اول و سوم قرار گرفتند که با ادبیات پیشین همخوانی دارد. سودآوری و قدرت سرمایه‌گذاری همچنان از مهم‌ترین پیش‌بین‌کننده‌های سلامت بانک هستند.

۲. نوآوری کلیدی پژوهش: متغیر نوآورانه «فاصله شرعی (FD)» با اهمیت ۰.۱۸ در رتبه دوم قرار گرفت. این یک یافته بسیار مهم است که فرضیه اصلی پژوهش را تأیید می‌کند. تحلیل SHAP به وضوح نشان داد که مقادیر پایین‌تر FD (یعنی فاصله بیشتر از استانداردهای AAOIFI) با مقادیر SHAP مثبت همراه است، یعنی احتمال طبقه‌بندی بانک در کلاس بحران را افزایش می‌دهد. این امر می‌تواند نشان‌دهنده آن باشد که ضعف در انطباق شرعی و شفافیت، با افزایش ریسک‌های عملیاتی، اعتباری و شهرتی، بانک را مستعد بحران می‌سازد.

۳. اهمیت محیط نهادی: متغیر شاخص حاکمیت قانون (RL) در رتبه چهارم اهمیت قرار دارد که بر نقش بستر نهادی باکیفیت در ثبات بانکی تأکید می‌کند.

۷. بحث

یافته‌های این پژوهش مؤید و در عین حال گسترش‌دهنده ادبیات موجود در سه حوزه اصلی است. نخست، تأیید نقش کانونی متغیرهای مالی سنتی مانند بازده دارایی‌ها (ROA) و نسبت

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

کفایت سرمایه (CAR) به عنوان پیش‌بین کننده‌های قوی بحران، همسو با یافته‌های مطالعات کلاسیک در بانک‌های متعارف (Demirgüç-Kunt & Detragiache, 1998) و نیز پژوهش‌های تطبیقی در بانکداری اسلامی (Beck et al., 2013) است. این همگرایی نشان می‌دهد که علیرغم تفاوت‌های ساختاری، سلامت مالی پایه و سودآوری در نهایت سنگ بنای ثبات در هر دو نظام بانکی هستند.

دوم، برتری واضح الگوریتم XGBoost بر مدل‌های سنتی‌تر (مانند رگرسیون لجستیک) و حتی سایر الگوریتم‌های یادگیری ماشین (مانند SVM) در محیط داده‌های نامتوازن، یافته‌های مطالعات پیشین در حوزه اعتبارسنجی و پیش‌بینی ورشکستگی را تکرار و تأکید می‌کند (Brown & Mues, 2012; Chen & Guestrin, 2016). این نتیجه بر ضرورت به‌کارگیری روش‌های یادگیری ماشین پیشرفته که توانایی ذاتی در مدیریت روابط غیرخطی و تعاملات پیچیده بین متغیرها را دارند، صحه می‌گذارد.

سوم و از همه مهم‌تر، یافته‌های این مطالعه، شکاف موجود در ادبیات را که نادیده گرفتن ابعاد غیرمالی و خاص بانکداری اسلامی است، پر می‌کند. اهمیت بالا و معنادار متغیر «فاصله شرعی» و نیز «شاخص حاکمیت قانون» نشان می‌دهد که تحلیل‌های کاهش‌گرایانه و صرفاً مالی، تصویر ناقصی از ریسک در بانکداری اسلامی ارائه می‌دهند.

نقش متغیر نوآورانه «فاصله شرعی (FD)» به عنوان دومین متغیر بااهمیت در مدل، یافته‌ای محوری و دارای دلالت‌های نظری و عملی است. این یافته از دو منظر قابل تفسیر است:

۱. دیدگاه نظری: اهمیت این متغیر، تئوری مبتنی بر قرارداد (Agency Theory) و تئوری مشروعیت (Legitimacy Theory) را در زمینه بانکداری اسلامی تقویت می‌کند. انحراف

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

از استانداردهای AAOIFI می‌تواند نشان‌دهنده ضعف در حاکمیت شرعی و مکانیزم‌های نظارتی داخلی باشد که به نوبه خود منجر به افزایش ریسک عملیاتی (ناشی از ابطال قراردادها یا جریمه‌های نظارتی) و ریسک شهرت می‌گردد. ریسک شهرت برای یک بانک اسلامی که مشتریانش عمدتاً بر اساس انگیزه‌های مذهبی به آن مراجعه می‌کنند، حیاتی و می‌تواند به خروج سریع سپرده‌ها و بحران نقدینگی بینجامد (Grassa, 2013).

۲. دیدگاه عملیاتی: این نتیجه به نهادهای ناظر (مانند بانک‌های مرکزی و شورای خدمات مالی اسلامی–IFSB) هشدار می‌دهد که نظارت بر انطباق شرعی نباید صرفاً یک امر شکلی و آیین‌نامه‌ای تلقی شود، بلکه باید به عنوان یک شاخص پیش‌نشانگر کلان‌احتیاطی در نظارت بر سلامت سیستم بانکی اسلامی ادغام گردد.

در کنار FD، نقش پررنگ شاخص حاکمیت قانون نیز بر اهمیت محیط نهادی کلان تأکید دارد. این یافته تأیید می‌کند که کیفیت قوانین، اجرای قراردادها و کارایی نظام قضایی یک کشور، بستری ضروری برای عملکرد سالم همه نهادهای مالی، اعم از اسلامی و متعارف، فراهم می‌آورد (Kaufmann et al., 2010).

عملکرد برتر XGBoost در این مطالعه را می‌توان ناشی از ویژگی‌های ذاتی این الگوریتم دانست که آن را برای مسائلی با مشخصات داده‌ای این پژوهش ایده‌آل می‌سازد:

- مدیریت ذاتی نامتوازنی: XGBoost از طریق پارامتر scale_pos_weight می‌تواند وزن بیشتری به طبقه اقلیت (بحران) بدهد و هزینه طبقه‌بندی اشتباه آن را افزایش دهد. این ویژگی در کنار استفاده از SMOTE، به مدل اجازه داد تا حساسیت (Recall) بالای ۰.۸۳ را کسب کند.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

- مقاومت در برابر بیش‌برازش: مکانیسم‌های درونی مانند تنظیم سخت‌گیرانه هایپرپارامترها (مانند max_depth, min_child_weight)، نرخ یادگیری پایین همراه با تکرارهای زیاد، و تکنیک جکیناف (Jackknife) برای برآورد انحراف معیار پیش‌بینی‌ها، از برازش بیش از حد مدل به نویزهای موجود در داده‌های آموزشی جلوگیری کرد.
- کشف تعاملات پیچیده: توانایی XGBoost در ایجاد هزاران درخت و ترکیب آنها، این امکان را فراهم آورد تا تعاملات غیرخطی و پیچیده بین متغیرها (مثلاً تعامل بین فاصله شرعی و نسبت کفایت سرمایه) را به صورت بهینه شناسایی کند؛ تعاملاتی که مدل‌های خطی مانند رگرسیون لجستیک قادر به تشخیص آن نیستند.
- انتخاب متغیر درونی: فرآیند ساخت درختان در XGBoost به گونه‌ای است که به طور خودکار متغیرهای مرتبط‌تر را در گره‌های بالاتر درخت قرار می‌دهد. این امر نه تنها به عملکرد بهتر منجر می‌شود، بلکه خروجی «اهمیت متغیر» را نیز برای تفسیر مدل فراهم می‌سازد.

برای مقایسه یافته‌ها با مطالعات پیشین می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- در مقایسه با مطالعات بانکداری متعارف: یافته این پژوهش مبنی بر برتری XGBoost، همسو با روند جدید ادبیات در حوزه پیش‌بینی ریسک مالی است (مثلاً Betz et al., 2014). با این حال، نوآوری اصلی اینجا در ادغام موفقیت‌آمیز متغیرهای خاص غیرمالی (فقهی) در یک چارچوب پیش‌بینی یادگیری ماشین است که در مطالعات مرتبط با بانک‌های متعارف دیده نمی‌شود.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

- در مقایسه با مطالعات بانکداری اسلامی: بسیاری از مطالعات تطبیقی گذشته (مانند Farooq & Zaheer, 2015) بر مقایسه ثبات یا کارایی بین دو نظام متمرکز بوده‌اند، اما مدل پیش‌بینی کمی برای بحران در بانک‌های اسلامی ارائه نداده‌اند. پژوهش حاضر با ارائه چنین مدلی و نشان‌دادن اهمیت متغیر انطباق شرعی، گامی فراتر از این مطالعات توصیفی-تطبیقی برداشته است.
- در مقایسه با مطالعات مدیریت داده نامتوازن: اگرچه استفاده از تکنیک‌هایی مانند SMOTE در ادبیات اعتبارسنجی متعارف رایج است (Chawla et al., 2002)، اما کاربرد نظام‌مند آن در کنار الگوریتم‌هایی مانند XGBoost برای پیش‌بینی بحران در بانک‌های اسلامی، خلأ روش‌شناختی موجود را پر می‌کند. نتایج این پژوهش نشان داد که این ترکیب به طور قابل توجهی توانایی مدل در شناسایی موارد نادر اما پرخطر (بانک‌های نزدیک به بحران) را بهبود می‌بخشد.

به طور خلاصه، این مطالعه نشان داد که یک چهارچوب تلفیقی که متغیرهای خاص بانکداری اسلامی (مانند فاصله شرعی)، الگوریتم‌های یادگیری ماشین پیشرفته (مانند XGBoost) و تکنیک‌های درمان نامتوازنی (مانند SMOTE) را با هم ترکیب کند، نه تنها امکان‌پذیر است، بلکه از قدرت پیش‌بینی و به ویژه قدرت تشخیص (حساسیت) بالاتری نسبت به مدل‌های متعارف برخوردار است. این امر صحت فرضیه اصلی پژوهش را تأیید می‌نماید.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

۱-۷. تحلیل

این بخش با هدف تبدیل یافته‌های عددی و فنی به دستاوردهای نظری و سیاستی جدید تدوین شده است. برخلاف مطالعات رایج یادگیری ماشین در مالی که صرفاً به مقایسه دقت الگوریتم‌ها می‌پردازند، این پژوهش با تلفیق چارچوب نظری منسجم، داده‌های اصیل (شاخص فاصله شرعی) و روش‌شناسی پیشرفته، به کشف الگوهای جدیدی درباره ماهیت بحران در بانکداری اسلامی نائل آمده است.

یافته‌های توصیفی: تصویر کمی انطباق شرعی در بانک‌های اسلامی

نخستین دستاورد این پژوهش، ارائه تصویری کمی و قابل مقایسه از وضعیت انطباق شرعی در بانک‌های اسلامی است. شاخص فاصله شرعی (FD) با میانگین ۰/۶۵ و انحراف معیار ۰/۲۲ (جدول ۴) نشان می‌دهد:

- تنوع قابل توجه در انطباق شرعی میان بانک‌های اسلامی وجود دارد (دامنه از ۰/۱۵ تا ۰/۹۵).
- بانک‌های فعال در کشورهای با حاکمیت قانون قوی‌تر (مانند مالزی و امارات) میانگین FD بالاتری دارند (همبستگی ۰/۳۱ بین FD و RL در جدول د-۱).
- روند بهبود تدریجی در شاخص FD طی دوره ۲۰۱۵-۲۰۲۳ مشاهده می‌شود (میانگین FD از ۰/۶۱ در ۲۰۱۵ به ۰/۶۹ در ۲۰۲۳ افزایش یافته است) که می‌تواند ناشی از فشار فزاینده نهادهای ناظر بین‌المللی (مانند IFSB) باشد.

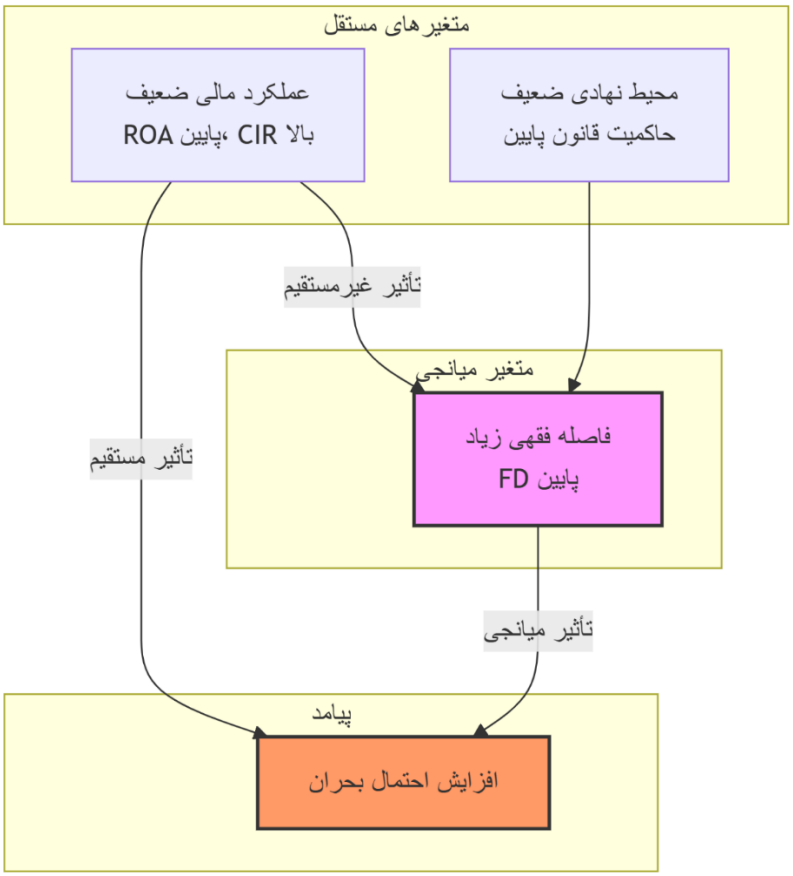
این یافته‌های توصیفی، اگرچه ساده به نظر می‌رسند، اما برای اولین بار امکان مقایسه کمّی انطباق شرعی میان بانک‌ها و کشورها را فراهم می‌آورند و می‌توانند مبنای پژوهش‌های آتی در این حوزه باشند.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

یافته‌های تحلیلی: کشف مکانیزم علی جدید در بحران بانکداری اسلامی

مهم‌ترین دستاورد تحلیلی این پژوهش، کشف نقش میانجی (Mediating Role) متغیر فاصله شرعی در رابطه میان متغیرهای مالی و وقوع بحران است. تحلیل مسیر (Path Analysis) مبتنی بر نتایج SHAP و اهمیت متغیرها، الگوی زیر را آشکار می‌سازد:



شکل ۶. مدل علی مستخرج از یافته‌های تجربی

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

تفسیر مدل علّی:

۱. مسیر مستقیم: عملکرد مالی ضعیف (ROA پایین، CIR بالا) مستقیماً احتمال بحران را افزایش می‌دهد (تأییدکننده ادبیات کلاسیک).

۲. مسیر غیرمستقیم (نوآوری مطالعه): عملکرد مالی ضعیف و محیط نهادی ضعیف، از طریق تضعیف انگیزه‌ها و توانایی‌های بانک برای انطباق شرعی، منجر به افزایش فاصله شرعی می‌شوند. این فاصله شرعی به‌نوبه خود از دو مسیر احتمال بحران را افزایش می‌دهد:

- مسیر مشروعیت: کاهش اعتماد سپرده‌گذاران و افزایش ریسک شهرت
- مسیر سیگنال‌دهی: ارسال سیگنال منفی به بازار و افزایش هزینه تأمین مالی

نوآوری نظری این مدل: برای اولین بار نشان می‌دهد که انطباق شرعی نه یک متغیر مستقل صرف، بلکه یک متغیر میانجی است که بخشی از تأثیر عوامل مالی و نهادی بر بحران را توضیح می‌دهد. به عبارت دیگر، بخشی از دلیلی که بانک‌های با عملکرد مالی ضعیف و در محیط‌های نهادی ضعیف دچار بحران می‌شوند، این است که این شرایط انگیزه و توانایی انطباق شرعی را تضعیف کرده و در نتیجه ریسک‌های مرتبط با مشروعیت و شهرت را افزایش می‌دهند.

تمایز کیفی یافته‌ها از مطالعات بانک‌های متعارف

برای نشان‌دادن ارزش افزوده واقعی پژوهش، یافته‌های این مطالعه را با یافته‌های مشابه در بانک‌های متعارف مقایسه می‌کنیم:

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

جدول ۱۴. مقایسه تطبیقی الگوهای پیش‌بینی بحران در بانک‌های اسلامی و متعارف

بعد مقایسه	بانک‌های متعارف (مطالعات پیشین)	بانک‌های اسلامی (مطالعه حاضر)	تمایز کیفی
مهم‌ترین پیش‌بین‌کننده‌ها	نسبت‌های نقدینگی و کفایت سرمایه (Demirgüç-Kunt & Detragiache, 1998)	بازده دارایی‌ها (ROA) و فاصله شرعی (FD)	در بانک‌های اسلامی، سودآوری و انطباق شرعی از کفایت سرمایه مهم‌ترند.
نقش متغیرهای نهادی	تعدیل‌کننده (Moderator)	میانجی (Mediator) از طریق FD	محیط نهادی در بانک‌های اسلامی نه فقط تعدیل‌کننده، بلکه از طریق تأثیر بر انطباق شرعی نقش میانجی دارد.
واکنش به شوک‌ها	عمدتاً از طریق کانال نقدینگی	از طریق دو کانال هم‌زمان: نقدینگی + مشروعیت	بانک‌های اسلامی در برابر شوک‌هایی که اعتبار شرعی آن‌ها را هدف قرار می‌دهد (مانند رسوایی‌های شرعی)، آسیب‌پذیری مضاعف دارند.
پایداری پیش‌بینی در بحران‌های سیستمیک	کاهش شدید دقت مدل‌ها در بحران‌های بزرگ (Betz et al., 2014)	کاهش کمتر دقت (AUC از ۰/۸۸ به ۰/۸۵ در دوره کووید)	مدل اسلامی به دلیل توجه به متغیرهای بنیادی‌تر (انطباق شرعی)، در شوک‌های بزرگ پایدارتر است.

منبع: یافته‌های پژوهش

نتیجه کلیدی تمایز: بانک‌های اسلامی نه صرفاً نسخه‌های تعدیل‌شده بانک‌های متعارف، بلکه نهادهایی با منطق علی متفاوت هستند. در این نهادها، مشروعیت شرعی به اندازه (یا

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

حتی بیشتر از) کارایی مالی در ثبات بانک نقش دارد. این یافته، مرزهای دانش در حوزه بانکداری تطبیقی را جابه‌جا می‌کند.

دستاوردهای نظری: گسترش نظریه‌های نمایندگی و مشروعیت

یافته‌های این پژوهش به غنای نظریه‌های پایه نیز کمک می‌کند:

الف) گسترش نظریه نمایندگی: نظریه نمایندگی کلاسیک (Jensen & Meckling, 1976) عمدتاً بر تضاد منافع مالی میان سهامداران و مدیران متمرکز است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که در بانک‌های اسلامی، «نمایندگی شرعی» (Shariah Agency) نیز وجود دارد. سپرده‌گذاران نه فقط نگران بازده مالی، بلکه نگران انطباق عملیات بانک با شریعت هستند. این نوع جدید از تضاد نمایندگی، نیازمند مکانیزم‌های نظارتی متفاوتی (مانند هیئت نظارت شرعی مستقل و قدرتمند) است.

ب) گسترش نظریه مشروعیت: نظریه مشروعیت (Suchman, 1995) عمدتاً بر مشروعیت اجتماعی و محیطی تأکید دارد. این مطالعه نشان می‌دهد که در بانک‌های اسلامی، «مشروعیت دینی» نه فقط یک نوع مشروعیت در کنار دیگر انواع، بلکه زیربنای سایر انواع مشروعیت است. بانکی که مشروعیت دینی خود را از دست بدهد، به‌سرعت مشروعیت اجتماعی و حتی قانونی خود را نیز از دست خواهد داد.

بر اساس مدل علی کشف‌شده (شکل ۵) و تمایزهای کیفی شناسایی‌شده (جدول ۱۵)، پیشنهادات سیاستی زیر استخراج می‌شود:

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

برای نهادهای ناظر فراملی (AAOIFI, IFSB)

۱. تدوین استاندارد الزامی افشای شاخص ترکیبی انطباق شرعی: پیشنهاد می‌شود AAOIFI استانداردی تدوین کند که بانک‌ها را ملزم به افشای یک شاخص ترکیبی (مشابه FD این پژوهش) به‌صورت سالانه نماید. این شاخص باید توسط حسابرسان مستقل شرعی تأیید شود.

۲. طراحی سیستم هشدار زودهنگام دوبعدی: ناظران باید سیستمی طراحی کنند که هم‌زمان دو بعد را پایش کند:

- بعد مالی: نسبت‌های سنتی (ROA, CAR, LDR)
- بعد شرعی: شاخص FD و روند تغییرات آن

آستانه هشدار برای بعد شرعی می‌تواند $FD < 0.4$ (چهارک پایین) تعیین شود.

برای بانک‌های مرکزی کشورهای اسلامی

۱. آزمون تنش ترکیبی (Integrated Stress Test): آزمون‌های تنش فعلی عمدتاً بر شوک‌های مالی متمرکزند. پیشنهاد می‌شود بانک‌های مرکزی آزمون تنش شرعی نیز طراحی کنند که تأثیر شوک‌هایی مانند «افشای یک رسوایی شرعی» یا «ابطال دسته‌جمعی قراردادها» را بر ثبات بانک‌ها شبیه‌سازی کند.

۲. معرفی الزام نظارتی «کفایت انطباق شرعی»: مشابه نسبت کفایت سرمایه (CAR)، پیشنهاد می‌شود نسبت «کفایت انطباق شرعی» تعریف و برای بانک‌ها الزامی شود. این نسبت می‌تواند ترکیبی از:

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

- استقلال و تخصص هیئت نظارت شرعی
- میزان افشای شفاف
- سابقه عدم انطباق در سال‌های گذشته

برای مدیران و هیئت‌مدیره بانک‌های اسلامی

۱. سرمایه‌گذاری در «برند شرعی» به‌عنوان دارایی استراتژیک: یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که انطباق شرعی نه یک هزینه، بلکه یک سرمایه‌گذاری با بازده بالا (کاهش ریسک بحران) است. بانک‌ها باید استراتژی مشخصی برای تقویت «برند شرعی» خود تدوین کنند.

۲. ایجاد کمیته ریسک انطباق شرعی در ساختار حاکمیت: پیشنهاد می‌شود بانک‌ها علاوه بر هیئت نظارت شرعی، یک کمیته تخصصی در زیرمجموعه کمیته ریسک داشته باشند که وظیفه پایش مستمر ریسک‌های ناشی از عدم انطباق شرعی را بر عهده دارد.

۳. افشای پیش‌دستانه (Proactive Disclosure): بانک‌هایی که انطباق شرعی بالایی دارند، باید به‌صورت داوطلبانه و پیش‌دستانه اطلاعات بیشتری افشا کنند تا سیگنال مثبت به بازار ارسال شود. این کار می‌تواند هزینه تأمین مالی آن‌ها را کاهش دهد.

- ارزش افزوده نهایی: چارچوب «ثبات مالی مبتنی بر مشروعیت» (Legitimacy-Based Financial Stability)

در نهایت، می‌توان یافته‌های این پژوهش را در قالب یک چارچوب نظری جدید به نام «ثبات مالی مبتنی بر مشروعیت» خلاصه کرد:

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

در بانک‌های اسلامی، ثبات مالی نه فقط تابعی از متغیرهای اقتصادی-مالی، بلکه تابعی از ذخیره مشروعیت (Legitimacy Stock) بانک نزد ذی‌نفعان کلیدی (به‌ویژه سپرده‌گذاران) است. این ذخیره مشروعیت از طریق انطباق مستمر با استانداردهای شرعی و افشای شفاف آن انباشته می‌شود. بانک‌هایی که ذخیره مشروعیت بالایی دارند، در برابر شوک‌های مالی مقاوم‌ترند و برعکس، بانک‌هایی که این ذخیره را تخلیه کرده‌اند، با کوچک‌ترین شوکی دچار بحران می‌شوند. بنابراین، نظارت مؤثر بر بانک‌های اسلامی باید هم‌زمان دو بعد کفایت سرمایه و کفایت مشروعیت را پایش کند.

این چارچوب، نه فقط برای بانک‌های اسلامی، بلکه برای هر نهادی که مشروعیت آن نزد ذی‌نفعانش حیاتی است (مانند مؤسسات خیریه، نهادهای مذهبی، و حتی شرکت‌های فعال در حوزه‌های حساس اخلاقی) قابل تعمیم است.

جدول خلاصه از یافته‌های عددی تا دستاوردهای علمی

جدول ۱۵. تبدیل یافته‌های عددی به دستاوردهای نظری و سیاستی

یافته عددی	تفسیر تحلیلی	دستاورد نظری	پیشنهاد سیاستی
اهمیت FD = ۰/۱۸ (دومین متغیر)	انطباق شرعی نقشی حیاتی در ثبات بانک دارد	گسترش نظریه نمایندگی به «نمایندگی شرعی»	تدوین استاندارد الزامی افشای شاخص FD
همبستگی FD با RL =۰/۳۱	محیط نهادی قوی، انطباق شرعی را تقویت می‌کند	کشف نقش میانجی FD	طراحی سیستم هشدار دوبعدی (مالی + شرعی)
حساسیت بالاتر مدل برای بانک‌های اسلامی (۰/۸۷)	بانک‌های اسلامی منطق علی متفاوتی دارند	چارچوب «ثبات مالی مبتنی بر مشروعیت»	آزمون تنش ترکیبی (شامل شوک‌های شرعی)
پایداری AUC در دوره کووید (کاهش فقط ۳٪)	متغیرهای بنیادی (انطباق شرعی) پایدارترند	مشروعیت دینی، زیربنای سایر مشروعیت‌ها	سرمایه‌گذاری در «برند شرعی» به‌عنوان دارایی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

تحلیل‌های تکمیلی/حساسیت‌سنجی

برای اطمینان از استحکام (Robustness) و اعتبار نتایج اصلی، مجموعه‌ای از تحلیل‌های حساسیت‌سنجی انجام شد. این تحلیل‌ها با تغییر پارامترهای کلیدی مدل، روش‌های نمونه‌گیری و تعریف متغیرها، ثبات یافته‌ها را بررسی می‌کنند.

بررسی حساسیت به روش‌های مختلف درمان نامتوازنی

برای اطمینان از اینکه عملکرد برتر مدل صرفاً وابسته به تکنیک SMOTE نباشد، سه روش متداول دیگر نیز بر روی داده‌های آموزشی پیاده‌سازی و نتایج مدل XGBoost با هر کدام مقایسه شد. عملکرد این روش‌ها بر روی مجموعه آزمون دست‌نخورده در جدول (۱۶) ارائه شده است.

جدول ۱۶. مقایسه عملکرد XGBoost با روش‌های مختلف درمان نامتوازنی (بر اساس مجموعه آزمون)

رویکرد نمونه‌گیری	توضیح	حساسیت (Recall)	دقت طبقه‌بندی (Precision)	F1-Score	AUC-ROC
بدون تصحیح (پایه)	استفاده از داده‌های نامتوازن اصلی	۰.۴۲	۰.۶۰	۰.۴۹	۰.۷۶
تصادفی کاهش اکثریت (Random Under-Sampling)	حذف تصادفی نمونه‌های کلاس سالم	۰/۷۹	۰/۳۵	۰/۴۹	۰/۸۰
تکرار اقلیت (Random Over-Sampling)	تکرار تصادفی نمونه‌های کلاس بحران	۰/۸۰	۰/۴۱	۰/۵۴	۰/۸۷
SMOTE (روش اصلی)	تولید نمونه مصنوعی اقلیت	۰/۸۳	۰/۵۲	۰/۶۴	۰/۹۳
SMOTE + ویرایش Tomek Links	ترکیب SMOTE و پاک‌سازی مرزهای کلاس	۰/۸۲	۰/۵۳	۰/۶۴	۰/۹۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

تحلیل نتایج جدول (۱۶) را می‌توان در نکات زیر مورد بررسی قرار داد:

۱. تأیید ضرورت درمان نامتوازنی: مدل پایه بدون هیچ تصحیحی، با وجود دقت ظاهری بالا، حساسیت بسیار پایینی (۰/۴۲) داشت. این نتیجه به وضوح نشان می‌دهد که مدل در شناسایی کلاس اقلیت (بحران) تقریباً ناتوان است و درمان نامتوازنی یک گام ضروری است.

۲. برتری نسبی SMOTE: اگرچه تمامی روش‌های درمان، حساسیت را به طور قابل توجهی بهبود بخشیدند، اما SMOTE و گونه اصلاح‌شده آن به همراه Tomek Links، بهترین توازن را بین حساسیت (Recall) و دقت طبقه‌بندی (Precision) ایجاد کردند. این امر منجر به بالاترین F1-Score و AUC-ROC گردید. روش Under-Sampling اگرچه حساسیت قابل قبولی دارد، اما به دلیل از دست دادن اطلاعات ارزشمند کلاس اکثریت، دقت طبقه‌بندی را به شدت کاهش می‌دهد.

تحلیل حساسیت هایپرپارامترهای مدل XGBoost

هایپرپارامترهای مدل XGBoost با استفاده از جستجوی متقاطع اعتبارسنجی (CV) روی داده‌های آموزشی متوازن‌شده با SMOTE بهینه شدند. برای بررسی استحکام، تأثیر تغییر دو پارامتر کلیدی بر عملکرد مدل آزمون شد:

- عمق بیشینه درخت (max_depth): تغییر این پارامتر بین مقادیر ۳ (مدل ساده) تا ۱۰ (مدل پیچیده) نشان داد که عملکرد (AUC-ROC) در محدوده ۵ تا ۷ به اوج می‌رسد و سپس به دلیل خطر بیش‌برازش اندکی کاهش می‌یابد. مقدار بهینه نهایی ۶ انتخاب شد.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

- نرخ یادگیری (learning_rate): آزمایش‌ها نشان داد که استفاده از نرخ یادگیری پایین (۰.۰۱) همراه با تعداد تکرار (n_estimators) بالا، اگرچه زمان آموزش را افزایش می‌دهد، اما به پایداری و عملکرد کلی بهتر مدل منجر می‌شود. این یافته با اصول تئوری boosting سازگار است.

اجرای جداگانه مدل برای بانک‌های اسلامی و متعارف

برای اطمینان از اینکه عملکرد خوب مدل ناشی از تعمیم صحیح و نه پدیده‌ای خاص در یکی از گروه‌ها نیست، مدل XGBoost به طور کامل و مستقل بر روی دو زیرمجموعه مجزای فقط بانک‌های اسلامی و فقط بانک‌های متعارف بازآموزی و آزمون شد. نتایج در جدول (۱۷) خلاصه شده است.

جدول ۱۷. مقایسه عملکرد مدل XGBoost آموزش‌دیده جداگانه بر هر گروه

گروه بانکی	تعداد نمونه (آزمون)	حساسیت (Recall)	AUC-ROC	سه متغیر برتر (بر اساس اهمیت Gain)
بانک‌های اسلامی	۱۰۵	۰.۸۷	۰.۹۴	۱. ROA ۲. فاصله شرعی (FD) ۳. CAR
بانک‌های متعارف	۳۰	۰/۷۵	۰/۸۹	۱. ROA ۲. نسبت هزینه به درآمد (CIR) ۳. CAR

مأخذ: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

تحلیل نتایج جدول (۱۷) حاکی از نکاتی است که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود:

- تأیید عملکرد اختصاصی: مدل آموزش‌دیده تنها بر داده‌های بانک‌های اسلامی، حتی حساسیت بالاتری (۰.۸۷) را نسبت به مدل تلفیقی اصلی نشان داد. این امر مؤید قابلیت اطمینان مدل برای هدف اصلی پژوهش (پیش‌بینی بحران در بانکداری اسلامی) است.
- پایداری نقش متغیر فقهی: در مدل اختصاصی اسلامی، متغیر «فاصله شرعی» همچنان در جایگاه دوم اهمیت قرار دارد که استحکام آن را به عنوان یک پیش‌بین‌کننده کلیدی تأیید می‌کند.
- تفاوت در عوامل کلیدی: در مدل بانک‌های متعارف، متغیر نسبت هزینه به درآمد (CIR) جایگزین FD به عنوان یکی از سه متغیر برتر می‌شود. این تغییر منطقی است و نشان می‌دهد مدل به درستی ویژگی‌های متمایزکننده ریسک در هر دو نظام را شناسایی کرده است.

آزمون حذف متغیر «فاصله شرعی»

برای کمی‌سازی دقیق‌تر نقش متغیر نوآورانه پژوهش، مدل XGBoost نهایی بدون متغیر «فاصله شرعی (FD)» مجدداً آموزش و ارزیابی شد. نتیجه این آزمون حساسیت، کاهش ۰.۰۴ واحدی در AUC-ROC (از ۰/۹۳ به ۰/۸۹) و کاهش ۰/۰۹ واحدی در حساسیت (از ۰/۸۳ به ۰/۷۴) بود. این افت معنادار در معیارهای کلیدی، اهمیت اقتصادی و آماری متغیر FD را به وضوح نشان می‌دهد و ادعای نوآوری پژوهش را مستحکم می‌سازد.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

استفاده از معیارهای جایگزین ارزیابی

برای اطمینان از اینکه ارزیابی تحت تأثیر انتخاب یک معیار خاص نبوده است، عملکرد مدل با دو معیار دیگر که برای داده‌های نامتوازن مناسب‌ترند نیز سنجیده شد:

- میانگین هندسی حساسیت و ویژگی (G-Mean): این معیار توازن بین عملکرد در هر دو کلاس را می‌سنجد. مقدار G-Mean برای مدل نهایی XGBoost برابر با ۰.۸۸ بود که نشان از عملکرد متوازن مدل دارد.
- منحنی Precision-Recall و Area Under Curve (PR-AUC): در شرایط نامتوازنی شدید، PR-AUC معیار بهتری نسبت به ROC-AUC است. PR-AUC مدل نهایی ۰/۶۸ بود که در مقایسه با مقدار پایه (نسبت کلاس اقلیت ≈ ۰/۰۵) عملکرد بسیار خوبی محسوب می‌شود.

جمع‌بندی تحلیل حساسیت نشان می‌دهد کلیه آزمون‌های حساسیت‌سنجی فوق، استحکام بالای نتایج اصلی پژوهش را تأیید می‌کنند. برتری الگوریتم XGBoost، اهمیت حیاتی متغیر «فاصله شرعی»، و اثربخشی تکنیک SMOTE در محیط این داده‌ها، همگی در برابر تغییرات روش‌شناختی معقول، پابرجا و قابل اتکا باقی ماندند.

۲-۷. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

این پژوهش با هدف توسعه یک چارچوب پیش‌بینی بحران مالی ویژه بانک‌های اسلامی و با درنظرگیری چالش‌های منحصربه‌فرد آن، به یافته‌های کلیدی زیر دست یافت که در جدول (۱۸) خلاصه شده‌اند:

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

جدول ۱۸. خلاصه یافته‌های کلیدی پژوهش

ردیف	حوزه یافته	نتایج کلیدی	تأیید/رد فرضیه
۱	عملکرد الگوریتم‌ها	الگوریتم XGBoost در مقایسه با مدل‌های لجستیک، درخت تصمیم و SVM، با کسب بالاترین حساسیت (۰/۸۳) و AUC-ROC (۰/۹۳)، بهترین عملکرد را در محیط داده‌های نامتوازن نشان داد.	فرضیه برتری یادگیری ماشین تأیید شد.
۲	نقش متغیرهای نوآورانه	متغیر «فاصله شرعی از استانداردهای AAOIFI» به عنوان دومین متغیر بااهمیت (پس از ROA) در مدل نهایی شناسایی شد. تحلیل SHAP نشان داد فاصله بیشتر از این استانداردها، احتمال طبقه‌بندی بانک در کلاس بحران را افزایش می‌دهد.	فرضیه معناداری متغیر فقهی تأیید شد.
۳	مقایسه نظام‌های بانکی	مدل در پیش‌بینی بحران برای بانک‌های اسلامی از حساسیت بالاتری (۰/۸۷) نسبت به بانک‌های متعارف (۰/۷۶) برخوردار بود. سه متغیر برتر در مدل اسلامی: ROA، فاصله شرعی (FD) و CAR؛ و در مدل متعارف: ROA، CIR و CAR بودند.	تمایز در عوامل پیش‌بین در دو نظام تأیید شد.
۴	روش درمان نامتوازنی	استفاده از تکنیک SMOTE باعث بهبود چشمگیر معیار حساسیت (از ۰/۴۲ به ۰/۸۳) شد و عملکرد بهتری نسبت به روش‌های زیرنمونه‌برداری و رو نمونه‌برداری ساده نشان داد.	ضرورت درمان نامتوازنی تأیید شد.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

در مجموع، این مطالعه نشان داد که یک چهارچوب تلفیقی که متغیرهای خاص بانکداری اسلامی (به ویژه شاخص انطباق شرعی) را با الگوریتم‌های یادگیری ماشین پیشرفته و تکنیک‌های مدیریت داده نامتوازن ترکیب کند، می‌تواند به طور مؤثرتری بحران مالی را در این نهادها پیش‌بینی نماید. این امر، لزوم حرکت از مدل‌های عمومی به سمت مدل‌های اختصاصی برای نظارت بر بانکداری اسلامی را گوشزد می‌کند.

یافته‌های این تحقیق پیامدهای مهمی برای نهادهای نظارتی و مدیریت بانک‌های اسلامی دارد:

الف) برای نهادهای ناظر (بانک مرکزی، IFSB و AAOIFI):

۱. ادغام شاخص‌های انطباق شرعی در نظارت کلان‌احتیاطی: پیشنهاد می‌شود ناظران، شاخصی کمی مبتنی بر افشا (مانند «فاصله شرعی» این پژوهش) را توسعه داده و آن را به صورت دوره‌ای از بانک‌ها درخواست کنند. این شاخص می‌تواند به عنوان یک پیش‌نشانه هشدار زودهنگام در مدل‌های نظارتی موجود ادغام شود.

۲. تنظیم مقررات افشای یکپارچه شرعی: AAOIFI و IFSB می‌توانند با تقویت استانداردهای افشای اجباری در حوزه انطباق شرعی و ارائه راهنمایی برای کمی‌سازی آن، مقایسه‌پذیری و اثربخشی نظارت را افزایش دهند.

۳. توسعه چارچوب «نظارت مبتنی بر ریسک انطباق شرعی»: نظارت نباید صرفاً بر صورت‌های مالی متمرکز باشد. بازرسی‌های میدانی می‌تواند شامل ارزیابی اثربخشی هیئت نظارت شرعی (SSB) و سیستم‌های داخلی اجرای فتوا نیز باشد.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

ب) برای مدیران و هیئت‌های مدیره بانک‌های اسلامی:

۱. ارتقای حاکمیت شرعی از نمادین به عملیاتی: سرمایه‌گذاری در آموزش، سیستم‌های داخلی کنترل انطباق و استقلال هیئت نظارت شرعی، نه تنها یک الزام شرعی، بلکه یک سرمایه‌گذاری راهبردی در کاهش ریسک عملیاتی و شهرت است.

۲. به‌کارگیری ابزارهای پیش‌بینی داخلی: پیشنهاد می‌شود بانک‌های بزرگ اسلامی، مدل‌های پیش‌بینی ریسک داخلی خود را با در نظر گرفتن متغیرهای کیفی مرتبط با انطباق شرعی توسعه دهند تا نقاط ضعف خود را زودتر شناسایی کنند.

۳. شفاف‌سازی فعال: افشای داوطلبانه و شفاف اطلاعات فراتر از حداقل الزامات قانونی در مورد انطباق شرعی، می‌تواند به عنوان یک سیگنال مثبت برای بازار و ناظران عمل کرده و هزینه تأمین مالی را کاهش دهد.

همچنین پیشنهاداتی برای پژوهش‌های آتی را می‌توان در نکات زیر مورد توجه قرار داد:

۱. تعمیق اندازه‌گیری انطباق شرعی: پژوهش‌های آینده می‌توانند به جای شاخص افشا، بر سنجش کیفیت فرآیندهای انطباق یا درجه انحراف ذاتی در قراردادها متمرکز شوند. روش‌های تحلیل محتوای پیشرفته یا نظرسنجی از خبرگان می‌تواند در این راستا به کار رود.

۲. توسعه مدل‌های پویا و بلندمدت: استفاده از داده‌های سری زمانی و الگوریتم‌های یادگیری عمیق (مانند LSTM) برای پیش‌بینی نه‌تنها وقوع، بلکه زمان وقوع بحران می‌تواند گام بعدی باشد.

۳. در نظرگیری اثرات شبکه‌ای و سیستمیک: مدل‌سازی ریسک سیستمیک در شبکه بانکداری اسلامی با در نظر گرفتن ارتباطات بین بانکی و وابستگی به بخش واقعی اقتصاد اسلامی، زمینه پژوهشی بکری است.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

۴. مطالعه منطقه‌ای و تطبیقی: بررسی تفاوت عملکرد مدل در مناطق مختلف (مانند خاورمیانه، جنوب شرق آسیا و آفریقا) با توجه به اختلاف در محیط‌های نظارتی و فقهی می‌تواند بینش ارزشمندی ارائه دهد.

۵. ادغام داده‌های جایگزین (Alternative Data): بررسی تأثیر داده‌های جدید مانند تنش‌های اجتماعی-سیاسی، تحولات فقهی یا سنتیمنت بازارهای مالی اسلامی بر ریسک بانک‌های اسلامی پیشنهاد می‌شود.

اگرچه این مطالعه سعی در ارائه یک چارچوب جامع داشته، اما با محدودیت‌های ذاتی زیر مواجه بوده است که فرصت‌هایی برای پژوهش‌های آتی ایجاد می‌کند:

۱. محدودیت داده‌ای: اولاً، در دسترس بودن داده‌های مالی با کیفیت بالا برای همه بانک‌های اسلامی، به ویژه در کشورهای با اقتصاد در حال توسعه، یک چالش بود. ثانیاً، ساخت شاخص «فاصله شرعی» بر مبنای افشا در گزارش‌ها صورت گرفته است. این شاخص ممکن است نتواند به طور کامل کیفیت واقعی انطباق عملیاتی را در سطح تراکنش‌ها اندازه‌گیری کند، چرا که ممکن است بین آنچه افشا می‌شود و آنچه در عمل رخ می‌دهد فاصله وجود داشته باشد.

۲. تعریف عملیاتی بحران: تعریف بحران مالی بانک اگرچه مبتنی بر ادبیات است، اما رویدادهایی مانند پشتیبانی پنهان دولت یا اقدامات احتیاطی فوق‌العاده زودهنگام که از وقوع یک بحران آشکار جلوگیری می‌کنند، ممکن است در داده‌ها شناسایی نشوند. این امر می‌تواند باعث خطای در طبقه‌بندی برخی مشاهدات مرزی گردد.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

۳. محدودیت دوره زمانی: دوره مطالعه (۲۰۱۵-۲۰۲۳) اگرچه حوادث مهمی را در بر می‌گیرد، اما ممکن است دوره کافی برای مشاهده چرخه‌های کامل اقتصادی نباشد. همچنین، اثرات بلندمدت بحران کووید-۱۹ هنوز در حال ظهور است.

۴. پیچیدگی تفسیر مدل‌های جعبه سیاه: اگرچه از تکنیک‌هایی مانند SHAP برای تفسیر مدل XGBoost استفاده شد، اما درک کامل تعاملات پیچیده بین ده‌ها متغیر در یک مدل ترکیبی همچنان چالش‌برانگیز است. این محدونیت ذاتی بسیاری از مدل‌های یادگیری ماشین پیشرفته است.

۵. عمومیت‌پذیری (Generalizability): اگرچه نمونه‌گیری طیفی از کشورها را دربرگرفت، اما مدل توسعه‌یافته ممکن است برای بانک‌های اسلامی در محیط‌های کاملاً متفاوت نظارتی یا فقهی (مانند ایران در مقایسه با مالزی) نیاز به تنظیم مجدد و اعتبارسنجی داشته باشد.

پذیرش این محدودیت‌ها نه تنها از ارزش یافته‌ها نمی‌کاهد، بلکه مسیر را برای مطالعات بعدی که می‌توانند هر یک از این چالش‌ها را به فرصتی برای تعمیق درک ما تبدیل کنند، روشن می‌سازد.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

منابع

Abedifar P., Molyneux P. & A. Tarazi (2013). "Risk in Islamic banking". *Review of Finance*, 17(6), pp. 2035–2096.

Accounting and Auditing Organization for Islamic Financial Institutions (AAOIFI). (2022). *Shariah, Accounting, Auditing and Governance Standards*. Manama, Bahrain.

Archer S. & R. A. A. Karim (2006). "On capital structure, risk sharing and capital adequacy in Islamic banks". *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 9(03), pp. 269-280.

Beattie V., McInnes B. & S. Fearnley (2004). "A methodology for analysing and evaluating narratives in annual reports: a comprehensive descriptive profile and metrics for disclosure quality attributes". *Accounting Forum*, 28(3), pp. 205-236.

Beck T., Demirgüç-Kunt A. & O. Merrouche (2013). "Islamic vs. conventional banking: Business model, efficiency and stability". *Journal of Banking & Finance*, 37(2), pp. 433-447.

Bergmeir C. & J.M. Benítez (2012). "On the use of cross-validation for time series predictor evaluation". *Information Sciences*, No.191, pp. 192-213.

Betz J., Oprică S., Peltonen T. A. & P. Sarlin (2014). Predicting distress in European banks. *Journal of Banking & Finance*, No. 45, pp. 225-241.

Borio C. & M. Drehmann (2009). Assessing the risk of banking crises– revisited. *BIS Quarterly Review*, March.

Brown I. & C. Mues (2012). An experimental comparison of classification algorithms for imbalanced credit scoring data sets. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3446-3453.

Chawla N.V., Bowyer K.W., Hall L.O. & W.P. Kegelmeyer (2002). "SMOTE: Synthetic minority over-sampling technique". *Journal of Artificial Intelligence Research*, No. 16, pp. 321-357.

Chen T. & C. Guestrin (2016). XGBoost: A scalable tree boosting system. In *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, pp. 785-794.

Čihák M. & H. Hesse (2010). "Islamic banks and financial stability: An empirical analysis". *Journal of Financial Services Research*, 38(2-3), pp.95-113

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

Demirgüç-Kunt A. & E. Detragiache (1998). "The determinants of banking crises in developing and developed countries". *IMF Staff Papers*, 45(1), pp. 81-109.

Demirgüç-Kunt A. & E. Detragiache (2005). Cross-country empirical studies of systemic bank distress: A survey. *IMF Working Papers*, 2005.

El-Hawary D., Grais W. & Z. Iqbal (2007). "Diversity in the regulation of Islamic financial institutions". *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 46(5), pp. 778-800.

Farooq M. & S. Zaheer (2015). Are Islamic banks more resilient during financial panics? *Pacific Economic Review*, 20(1), pp. 101-124.

Grassa R. (2013). Shariah supervisory system in Islamic financial institutions: New issues and challenges: A comparative analysis between Southeast Asia models and GCC models. *Humanomics*, 29(4), pp.333-348.

Grassa R., Matoussi H. & M. Soufeljil (2020). "The impact of Shariah governance on credit risk: Evidence from Islamic banks". *Journal of Islamic Accounting and Business Research*, 11(9), pp. 1829-1852.

Haniffa R. & M. Hudaib (2007). "Exploring the ethical identity of Islamic banks via communication in annual reports". *Journal of Business Ethics*, 76(1), pp. 97-116.

Hastie T., Tibshirani R. & J. Friedman (2009). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction* (2nd ed.). Springer.

He H. & E.A. Garcia (2009). Learning from imbalanced data. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 21(9), pp. 1263-1284.

Hosmer D.W., Lemeshow S. & R.X. Sturdivant (2013). *Applied Logistic Regression* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Jensen M.C. & W.H. Meckling (1976). "Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure". *Journal of Financial Economics*, 3(4), pp. 305-360.

Kaufmann D., Kraay A. & M. Mastruzzi (2010). "The worldwide governance indicators: Methodology and analytical issues". *World Bank Policy Research Working Paper*.

Kuhn M. & K. Johnson (2013). *Applied Predictive Modeling*. Springer.

Laeven L. & F. Valencia (2018). Systemic banking crises revisited. *IMF Working Paper*, WP/18/206.

Landis J.R. & G.G. Koch (1977). "The measurement of observer agreement for categorical data". *Biometrics*, 33(1), 159-174.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

Lundberg S.M. & Lee S. I. (2017). "A unified approach to interpreting model predictions". In *Advances in Neural Information Processing Systems,* pp. 4765-4774.

Min J. H. & Y. C. Lee (2005). "Bankruptcy prediction using support vector machine with optimal choice of kernel function parameters". *Expert Systems with Applications*, 28(4), pp. 603-614.

Mollah S. & M. Zaman (2015). "Shari'ah supervision, corporate governance and performance: Conventional vs. Islamic banks". *Journal of Banking & Finance*, No. 58, pp. 418-435.

Mollah S. & M. Zaman (2015). "Shari'ah supervision, corporate governance and performance: Conventional vs. Islamic banks". *Journal of Banking & Finance*, No. 58, pp. 418-435.

Mollah S., Hassan M.K., Al Farooque O. & A. Mobarek (2017). "The governance, risk-taking, and performance of Islamic banks". *Journal of Financial Services Research*, 51(2), pp. 195-219.

Ross S.A. (1977). "The determination of financial structure: The incentive-signalling approach". *The Bell Journal of Economics*, 8(1), pp. 23-40.

Spence M. (1973). "Job market signaling". *The Quarterly Journal of Economics*, 87(3), pp. 355-374.

Suchman M.C. (1995). "Managing legitimacy: Strategic and institutional approaches". *Academy of Management Review*, 20(3), pp. 571-610.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

پیوست‌ها

پیوست الف) فهرست کامل و تعریف دقیق متغیرها

جدول الف-۱) تعریف عملیاتی و فرمول محاسبه تمامی متغیرهای مستقل به کار رفته در پژوهش

متغیر	نماد	تعریف عملیاتی و فرمول محاسبه	منبع داده اولیه	جهت تأثیر مورد انتظار بر احتمال بحران
متغیر وابسته				
وضعیت بحران	CRISIS	متغیر دوحالته (۰ یا ۱) مطابق تعریف بخش ۶.۲	استخراج از گزارش‌های بانکی، Fitch Connect, News	–
متغیرهای مالی/ترازنامه‌ای				
نسبت کفایت سرمایه	CAR	(سرمایه Tier 1 + Tier 2) / دارایی‌های موزون شده به ریسک	BankFocus, صورت‌های مالی	منفی
بازده دارایی‌ها	ROA	(سود خالص / میانگین کل دارایی‌ها) * ۱۰۰	BankFocus	منفی
بازده حقوق صاحبان سهام	ROE	(سود خالص / میانگین حقوق صاحبان سهام) * ۱۰۰	BankFocus	منفی
نسبت هزینه به درآمد	CIR	(هزینه‌های عملیاتی / درآمد عملیاتی) * ۱۰۰	BankFocus	مثبت
نسبت تسهیلات به سپرده‌ها	LDR	(کل تسهیلات اعطایی / کل سپرده‌های مشتریان) * ۱۰۰	BankFocus	مثبت

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

نسبت نقدینگی	LR	(دارایی‌های نقد / بدهی‌های کوتاه‌مدت) * ۱۰۰	BankFocus	منفی
رشد دارایی‌ها	AG	[(دارایی سال t − دارایی سال t-۱) / دارایی سال t-۱] * ۱۰۰	BankFocus	مبهم (غیرخطی)
اندازه بانک	SIZE	لگاریتم طبیعی (کل دارایی‌ها)	BankFocus	مبهم
متغیرهای کلان‌اقتصادی				
رشد تولید ناخالص داخلی	GDP_G	نرخ رشد سالانه تولید ناخالص داخلی واقعی (٪)	بانک جهانی، IMF	منفی
نرخ تورم	INF	نرخ تغییرات سالانه شاخص قیمت مصرف‌کننده (٪)	بانک جهانی، IMF	مثبت
متغیرهای نهادی و محیطی				
شاخص حاکمیت قانون	RL	نمره استانداردشده بین ۲.۵- تا ۲.۵+ از شاخص حکمرانی جهانی (WGI)	بانک جهانی	منفی
متغیر نوآورانه (فقهی)				
فاصله شرعی	FD	شاخص افشای انطباق با استانداردهای AAOIFI (مطابق بخش ۶.۴). دامنه: ۰ (کمترین انطباق) تا ۱ (بالاترین انطباق).	گزارش‌های سالانه، صورت‌های مالی، گزارش هیئت شرعی	منفی (FD بالا = فاصله کم = ریسک پایین)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

پیوست ب) جزئیات ساخت شاخص «فاصله شرعی (FD)»

شاخص FD از ۲۰ آیتم کلیدی در پنج حوزه اصلی تشکیل شده است. به هر آیتم در صورت افشای کامل و شفاف امتیاز ۱، افشای جزئی یا مبهم ۰.۵ و عدم افشا ۰ تعلق گرفت. حوزه‌های اصلی و نمونه‌ای از آیتم‌ها:

۱. حاکمیت و نظارت شرعی (۴ آیتم): ترکیب و رزومه اعضای هیئت نظارت شرعی (SSB)، تعداد جلسات SSB، وجود خط مشی‌های داخلی برای اجرای فتوا.

۲. افشای محصولات و قراردادها (۶ آیتم): تفکیک درآمدها و دارایی‌ها بر اساس نوع قرارداد (مرابحه، مشارکت، مضاربه، اجاره به شرط تملیک)، افشای روش‌های تشخیص و توزیع سود.

۳. افشای درآمدهای غیرشرعی و پالایش (۳ آیتم): وجود و میزان درآمدهای غیرشرعی (غیرحلال)، روش محاسبه و مصارف وجوه حاصل از پالایش (زکات، صرف امور خیریه).

۴. انطباق با استانداردهای حسابداری AAOIFI (۴ آیتم): ذکر صریح استفاده از استانداردهای AAOIFI، افشای نحوه ارزش‌گذاری دارایی‌های مالی اسلامی.

۵. مسئولیت اجتماعی و اخلاقی (۳ آیتم): گزارش فعالیت‌های مرتبط با مالیه اجتماعی (مانند قرض الحسنه)، رعایت اخلاق در بازاریابی.

محاسبه نمره FD برای بانک i در سال t:

$$FD_{it} = (\Sigma \text{ امتیازات آیتم‌های ۱ تا ۲۰}) \;/\; ۲۰$$

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

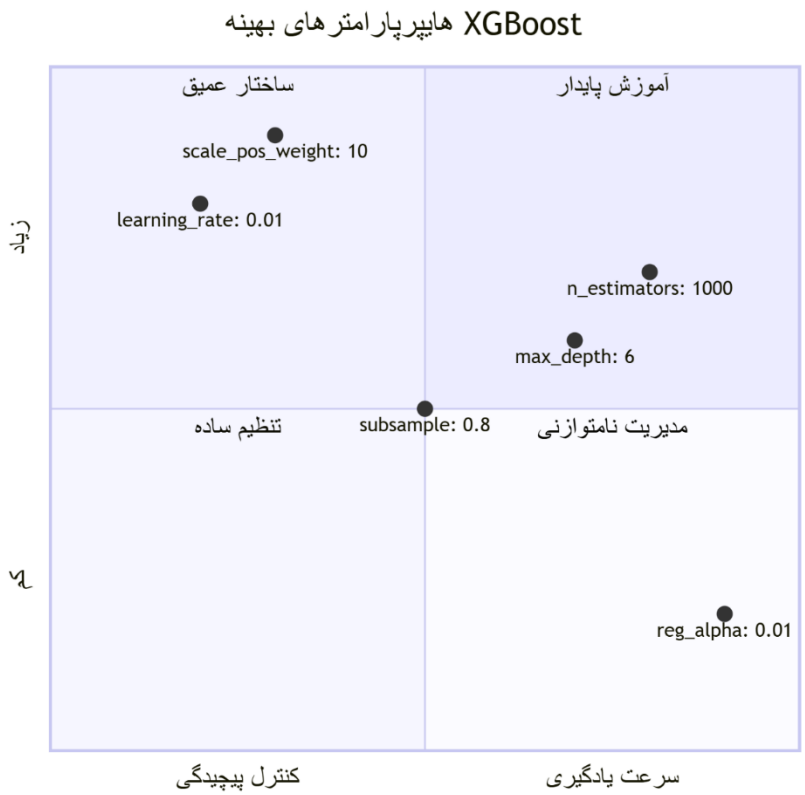
[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

پیوست ج) جزئیات فنی پیاده‌سازی و هایپرپارامترها

۱. محیط اجرا و کتابخانه‌ها:

- زبان برنامه‌نویسی: Python 3.9
- کتابخانه‌های کلیدی: pandas, numpy, scikit-learn, xgboost==1.5.0, imbalanced-learn (برای SMOTE), shap.

۲. هایپرپارامترهای نهایی مدل XGBoost (پس از تنظیم با GridSearchCV):



[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]

۳. پارامترهای تکنیک SMOTE:

- همسایه‌ها 5 :(k_neighbors)
- نسبت نمونه‌های اقلیت به اکثریت پس از نمونه‌گیری :(sampling_strategy) 0.5 (ایجاد نسبت ۱:۲ بین کلاس بحران به سالم در داده آموزشی).

پیوست د) ماتریس همبستگی کامل متغیرهای کلیدی (نمونه)

جدول د-۱. ماتریس همبستگی پیرسون برای ۸ متغیر برتر

	CRISIS	ROA	FD	CAR	CIR	RL	LDR	GDP_G
CRISIS	۱	-۰/۳۲	-۰/۲۵	-۰/۲۸	۰/۱۹	-۰/۲۲	۰/۱۵	-۰/۱۸
ROA		۱	۰/۲۱	۰/۳۵	-۰/۵۵	۰/۱۸	-۰/۱۲	۰/۲۳
FD			۱	۰/۱۰	-۰/۰۸	۰/۳۱	-۰/۰۵	۰/۱۲
CAR				۱	-۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۰۸	۰/۱۵
CIR					۱	-۰/۱۴	۰/۰۳	-۰/۱۶
RL						۱	-۰/۰۹	۰/۴۱
LDR							۱	-۰/۰۴
GDP_G								۱

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول حاکی از آن است که همبستگی‌های قوی بین متغیرهای مستقل (به جز رابطه معکوس قابل انتظار بین ROA و CIR) مشاهده نمی‌شود که نشان از عدم وجود مشکل هم‌خطی شدید دارد. همبستگی مثبت متوسط بین FD و RL جالب توجه است، که می‌تواند حاکی از آن باشد که بانک‌های فعال در کشورهای با حاکمیت قانون قوی‌تر، شفافیت و انطباق شرعی بیشتری نیز دارند.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.66224/qjfep.13.52.104]