

The Transaction Norm Drift Model in Algorithmic Bank Transaction Monitoring and Its Implications for Auditing in Iran

Mohammad Habibpour Fatideh¹

Abstract

The use of machine-learning algorithms to monitor bank transactions rests on the assumption that a relatively stable distinction can be drawn between normal and suspicious transaction behavior. This assumption is difficult to sustain in an economy where price levels, nominal transaction values, transaction rules, payment channels, and customer behavior continually change. This article examines how changes in transaction norms affect the reliability and auditability of bank monitoring models. This study develops a theoretical framework for transaction norm drift through an integrative and critical literature review and documentary analysis; it does not claim a full empirical test. Published aggregate statistics from Iran's payment system characterize the transaction environment, while a wholly synthetic numerical example illustrates metric calculation. Neither estimates actual bank performance nor empirically validates the framework. The proposed model distinguishes among three forms of change: behavioral-distributional drift in transaction characteristics, relational-semantic drift in the association between transaction patterns and risk, and institutional-normative drift in the formal and operational definition of suspicious behavior. The model also incorporates the feedback loop among algorithmic decisions, bank interventions, and adaptation by customers and offenders. Within this framework, the reliability of algorithmic monitoring depends on both the model's technical structure and the distance between the norm learned during the training period and the prevailing transaction norm. In Iran, inflation, rapid changes in the nominal value of transactions, regulatory changes, and shifts among payment channels may cause fixed thresholds and outdated models to produce alert inflation or fail to detect emerging patterns. The scope of auditing should therefore encompass the reference period of the data, peer-group formation, adjustment of nominal variables, threshold setting, drift monitoring, model versioning, and human intervention. The transaction norm drift model provides a framework for evaluating banks' algorithmic monitoring systems and designing auditing arrangements suited to Iran's economic and institutional conditions.

Keywords: Algorithmic monitoring; artificial intelligence; concept drift; Iranian banking system; model auditing; transaction norm drift

¹ Assistant Professor of Economics, University of Tehran. Email: m.habibpour@ut.ac.ir

مدل رانش هنجار معاملاتی در نظارت الگوریتمی بانک‌ها و دلالت‌های آن برای حسابرسی در ایران

محمد حبیب پور فتیده^۱

چکیده

کاربرد الگوریتم‌های یادگیری ماشین در نظارت بر تراکنش‌های بانکی بر این فرض استوار است که می‌توان میان رفتار معاملاتی عادی و مشکوک تمایز نسبتاً پایداری برقرار کرد. این فرض در اقتصادی که سطح قیمت‌ها، ارزش اسمی تراکنش‌ها، قواعد معاملاتی، کانال‌های پرداخت و رفتار مشتریان پیوسته تغییر می‌کند، با محدودیت روبه‌رو است. مسئله اصلی مقاله این است که تغییر هنجارهای معاملاتی چگونه قابلیت اتکا و حسابرسی‌پذیری مدل‌های نظارت بانکی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این پژوهش با مرور یکپارچه و انتقادی ادبیات و تحلیل اسنادی، چارچوبی نظری برای رانش هنجار معاملاتی ارائه می‌دهد و ادعای آزمون تجربی کامل ندارد. آمارهای تجمیعی نظام پرداخت ایران برای توصیف محیط و یک مثال عددی با داده‌های کاملاً مصنوعی برای توضیح محاسبه سنج‌ها به کار می‌روند؛ هیچ‌یک برآورد عملکرد واقعی بانک‌ها یا اعتبارسنجی تجربی چارچوب نیست. مدل پیشنهادی سه نوع تغییر را از یکدیگر تفکیک می‌کند: رانش رفتاری - توزیعی در مشخصات تراکنش‌ها، رانش رابطه‌ای - معنایی در ارتباط میان الگوی معاملاتی و ریسک، و رانش نهادی - هنجاری در تعریف رسمی و عملیاتی رفتار مشکوک. حلقه بازخورد میان تصمیم الگوریتم، مداخله بانک و سازگاری مشتریان و متخلفان نیز در مدل وارد می‌شود. بر پایه این چارچوب، قابلیت اتکای نظارت الگوریتمی تابع ساختار فنی مدل و فاصله میان هنجار آموخته‌شده در دوره آموزش و هنجار معاملاتی جاری است. در ایران، تورم، تغییر سریع ارزش اسمی مبادلات، دگرگونی مقررات و جابه‌جایی میان کانال‌های پرداخت می‌توانند آستانه‌های ثابت و مدل‌های به‌روزرسانی‌نشده را با تورم هشدار یا ناتوانی در شناسایی الگوهای جدید مواجه کنند. از این رو، موضوع حسابرسی باید بازه مرجع داده‌ها، شیوه تشکیل گروه‌های هم‌تا، تعدیل متغیرهای اسمی، تعیین آستانه‌ها، پایش رانش، ثبت نسخه‌های مدل و نحوه مداخله انسانی را دربرگیرد. مدل رانش هنجار معاملاتی چارچوبی برای ارزیابی نظارت الگوریتمی بانک‌ها و طراحی ترتیبات حسابرسی متناسب با شرایط ایران فراهم می‌کند.

واژگان کلیدی: حسابرسی مدل، رانش مفهوم، نظارت الگوریتمی؛ هوش مصنوعی، نظام بانکی ایران

^۱ استادیار اقتصاد، عضو هیئت علمی دانشگاه تهران، آزمایشگاه خط مشی و حکمرانی دانشگاه تهران. رایانامه:

m.habibpour@ut.ac.ir

افزایش حجم، سرعت و پیوستگی تراکنش‌های مالی، نظارت موردی و دستی بر جریان‌های پولی را برای بانک‌ها و نهادهای ناظر دشوار کرده است. سامانه‌های پایش تراکنش برای غریبال تعداد بزرگی از عملیات بانکی، شناسایی الگوهای غیرمعمول و اولویت‌بندی موارد نیازمند بررسی انسانی به کار می‌روند. نسل‌های اولیه این سامانه‌ها عمدتاً بر قواعد از پیش تعیین‌شده، مانند عبور مبلغ از یک حد مشخص، تکرار تراکنش در یک بازه کوتاه یا انتقال‌های متوالی میان چند حساب، متکی بودند. مدل‌های جدیدتر از طبقه‌بندی نظارت‌شده، خوشه‌بندی، کشف ناهنجاری، شبکه‌های عصبی و تحلیل گراف برای محاسبه امتیاز ریسک استفاده می‌کنند. با وجود این تحول، قواعد ثابت همچنان بخش مهمی از زیرساخت نظارت بانکی را تشکیل می‌دهند و مدل‌های یادگیری ماشین معمولاً در کنار آنها به کار می‌روند، نه به صورت جایگزین کامل آنها.

گزارش مشترک بانک انگلستان و نهاد راهبری رفتار مالی نشان می‌دهد که در سال ۲۰۲۴، از میان ۱۱۸ مؤسسه مالی پاسخ‌گو، ۷۵ درصد از هوش مصنوعی استفاده می‌کردند و ۱۰ درصد نیز قصد داشتند طی سه سال آینده از آن استفاده کنند. کشف تقلب یکی از کاربردهای رایج بود و ۳۳ درصد پاسخ‌گویان استفاده از هوش مصنوعی در این حوزه را گزارش کردند. با این حال، فقط ۲ درصد کاربردهای ثبت‌شده دارای تصمیم‌گیری کاملاً خودمختار بودند و ۴۶ درصد مؤسسات اعلام کردند که از فناوری هوش مصنوعی مورد استفاده خود فقط شناختی جزئی دارند (بانک انگلستان و نهاد راهبری رفتار مالی، ۲۰۲۴). این یافته‌ها نشان می‌دهد که توسعه استفاده از الگوریتم‌ها لزوماً به حذف قضاوت انسانی منجر نشده است و مسئله شناخت مدل، مسئولیت تصمیم و قابلیت حسابرسی آن همچنان باقی است.

مطالعات مربوط به پایش تراکنش نیز محدودیت‌های فنی و سازمانی این سامانه‌ها را گزارش کرده‌اند. مصاحبه اوزتاس و همکاران با متخصصان مبارزه با پول‌شویی نشان داد که کیفیت داده، فراوانی هشدارهای مثبت کاذب، دشواری دسترسی به برچسب‌های معتبر و محدودیت همکاری میان مؤسسات مالی از مسائل اصلی سامانه‌های موجود هستند (اوزتاس و همکاران، ۲۰۲۴). در یک مطالعه بانک تسویه‌های بین‌المللی، الگویی دولایه برای نظارت بلادرنگ بر پرداخت‌های باارزش بالا پیشنهاد شد که ابتدا پرداخت‌های معمول و غیرمعمول را با یک الگوریتم نظارت‌شده تفکیک می‌کند و سپس پرداخت‌های غیرمعمول را با روش بدون نظارت از نظر ناهنجاری بررسی می‌کند. این روش با داده‌های سامانه پرداخت کانادا و تراکنش‌های دست‌کاری‌شده مصنوعی آزمون شده است؛ بنابراین نتیجه آن بیشتر ظرفیت روش را نشان می‌دهد و شاهد مستقیمی از عملکرد آن در شناسایی تخلف واقعی نیست (دسای و همکاران، ۲۰۲۴). پروژه آئورا^۱ بانک تسویه‌های بین‌المللی نیز با استفاده از داده‌های مصنوعی پول‌شویی نشان داد که مدل‌های یادگیری ماشین، به‌ویژه شبکه‌های عصبی گرافی، در شناسایی شبکه‌های مشکوک از برخی روش‌های قاعده‌محور عملکرد بهتری دارند و تجمیع داده میان مؤسسات می‌تواند قدرت تشخیص را افزایش دهد (بانک تسویه‌های

¹ Aurora

بین‌المللی، ۲۰۲۴). مصنوعی بودن داده‌های این پروژه، تعمیم نتایج آن به محیط واقعی بانک‌ها را محدود می‌کند.

مسئله بنیادی‌تر این است که همه این روش‌ها، با وجود تفاوت‌های فنی، به تعریفی از رفتار عادی وابسته‌اند. یک قاعده ثابت، عادی بودن را بر پایه رعایت حدود و سناریوهای از پیش تعیین شده تعریف می‌کند. مدل نظارت شده آن را از تفاوت میان پرونده‌های برچسب‌خورده گذشته می‌آموزد. مدل کشف ناهنجاری، فاصله هر مشاهده را از توزیع غالب داده‌ها اندازه می‌گیرد و مدل شبکه‌ای، ساختار ارتباطی حساب یا مشتری را با شبکه‌های مرجع مقایسه می‌کند. در هر چهار حالت، مشکوک شدن یک تراکنش حاصل نسبت آن با یک معیار مرجع است. انتخاب بازه زمانی داده، متغیرهای ورودی، گروه هم‌تای مشتری، حد آستانه و تعریف پیامد مورد نظر، در ساخت این معیار دخالت دارند.

با الهام از بحث کانگلیم درباره نسبت امر عادی و امر آسیب‌شناختی، هنجار را نمی‌توان به فراوانی آماری یا میانگین مشاهده شده فروکاست. یک وضعیت در نسبت با محیط، کارکرد و معیار ارزیابی عادی یا غیرعادی تلقی می‌شود (کانگلیم، ۱۹۹۱). کاربرد این دیدگاه در نظارت بانکی به این معناست که ناهنجاری معاملاتی صفتی مستقل و ثابت در خود تراکنش نیست. تراکنش در مقایسه با رفتار گذشته مشتری، رفتار گروه‌های مشابه، شرایط اقتصادی، مقررات جاری و اولویت‌های نهاد ناظر معنادار می‌شود. در نتیجه، سامانه نظارتی با انتخاب معیار مقایسه، آستانه هشدار و ترتیب اولویت‌ها، نوعی هنجار معاملاتی عملیاتی می‌سازد.

ادبیات یادگیری ماشین تغییر رابطه میان داده‌های ورودی و متغیر هدف در طول زمان را با مفهوم رانش مفهوم^۱ توضیح می‌دهد. اگر توزیع داده‌ها یا رابطه میان ویژگی‌ها و طبقه هدف تغییر کند، مدلی که با داده‌های گذشته آموزش دیده است ممکن است به تدریج اعتبار پیش‌بینی خود را از دست بدهد (گاما و همکاران، ۲۰۱۴). لو و همکاران فرایند مواجهه با این وضعیت را در سه حوزه تشخیص رانش، فهم نوع تغییر و سازگاری مدل دسته‌بندی کرده‌اند (لو و همکاران، ۲۰۱۹). این ادبیات عمدتاً بر تغییرات آماری و عملکرد پیش‌بینی تمرکز دارد. در نظارت بانکی، تعریف متغیر هدف و آستانه مداخله نیز تحت تأثیر قواعد حقوقی، سیاست‌های بانک، ظرفیت رسیدگی و قضاوت کارشناسان قرار دارد. از این‌رو، تغییر هنجار معاملاتی دامنه‌ای گسترده‌تر از رانش آماری دارد.

این مسئله در نظام بانکی ایران اهمیت بیشتری پیدا می‌کند، زیرا متغیرهای اسمی و الگوهای استفاده از ابزارهای پرداخت در فاصله‌های زمانی کوتاه تغییر می‌کنند. گزارش اقتصادی شاپرک نشان می‌دهد که در اسفند ۱۴۰۳، تعداد تراکنش‌های شبکه پرداخت کارتی در مقایسه با ماه مشابه سال قبل ۶۰۷۶ درصد افزایش یافته است. در همین دوره، ارزش اسمی تراکنش‌ها ۴۷۰۸۶ درصد و ارزش حقیقی آنها، پس از تعدیل شاخص قیمت مصرف‌کننده، ۷۰۸۱ درصد رشد کرده است (شرکت شبکه الکترونیکی پرداخت کارت [شاپرک]، ۱۴۰۳). (این فاصله نشان می‌دهد که افزایش مبلغ اسمی تراکنش الزاماً معادل تغییر متناسب در رفتار واقعی

¹ Concept drift

اقتصادی نیست. اگر یک سامانه نظارتی از آستانه‌های ریالی ثابت یا داده‌های تاریخی تعدیل نشده استفاده کند، بخشی از تغییرات ناشی از سطح قیمت‌ها ممکن است به عنوان تغییر رفتار مشتری تفسیر شود. در مقابل، سازگاری مکرر و ثبت نشده آستانه‌ها می‌تواند امکان بازسازی تصمیم، مقایسه نسخه‌های مدل و تعیین مسئولیت را کاهش دهد. داده‌های تجمیعی شاپرک به‌تنهایی برای اندازه‌گیری نرخ خطای مدل یا اثبات اثر تورم بر تعداد هشدارها کافی نیستند، اما مقیاس تغییر متغیرهای اسمی محیط معاملاتی را نشان می‌دهند و ضرورت آزمون این رابطه را مطرح می‌کنند.

پژوهش‌های داخلی درباره کاربرد روش‌های تحلیلی در حسابرسی و نظارت مالی، زمینه مرتبطی برای بحث حاضر فراهم می‌کنند. برای نمونه، زارع، حاجیها و کیقبادی (۱۴۰۲) الگویی برای ارزیابی کیفیت فرایند حسابرسی صورت‌های مالی با استفاده از هوش مصنوعی ارائه کرده‌اند. سجادی و هوشمند کاشانی (۱۴۰۳) نیز با دیدگاه‌سنجی از مدیران و کارشناسان حسابرسی داخلی، عوامل مرتبط با استفاده از اطلاعات حسابرسی مستمر در برنامه‌ریزی حسابرسی داخلی مبتنی بر ریسک را بررسی کرده‌اند.

در حوزه پایش پول‌شویی، ارجمند نژاد، حبیبی و بابائی کیایی (۱۴۰۳) با استفاده از داده‌های بانک ملت در نیمه دوم سال ۱۴۰۱، نداشت خودسازمان‌دهنده و قواعد وابستگی را برای تحلیل و رتبه‌بندی رفتاری مشتریان مظنون به پول‌شویی به کار گرفته‌اند. این مطالعه نمونه‌ای از پژوهش مبتنی بر داده بانکی ایران است هرچند که استفاده از داده یک بانک مشخص، به‌تنهایی به معنای استقرار عملیاتی الگوی پژوهش در همان بانک نیست. نسبت چارچوب حاضر با این پیشینه، تمرکز بر تغییر مبنای تشخیص در طول زمان و پیامد آن برای حسابرسی است. در این چارچوب، داده و گروه مرجع، معنای برچسب و قواعد مداخله، اجزایی از موضوع حسابرسی تلقی می‌شوند. این تمایز، زاویه تحلیل مقاله را مشخص می‌کند، نه اینکه متضمن ادعای نبود پژوهش داخلی درباره هوش مصنوعی، تحلیل رفتار مشتری یا حسابرسی باشد.

همچنین کاظمی، مقدم‌فلاحی، ابدالی و آریائی (۱۴۰۱) با داده‌های تراکنش یکی از شعب یک بانک، روش‌های داده‌کاوی، قانون بنفورد و الگوریتم‌های مولد را برای شناسایی موارد مشکوک به پول‌شویی بررسی کرده‌اند. حقی، باقرزاده، طبری و غلامی رودی (۱۴۰۰) نیز با روش آمیخته، شامل مصاحبه و دلفی فازی در بخش کیفی و پرسشنامه و تحلیل عاملی در بخش کمی، عوامل زیرساختی مبارزه با پول‌شویی در نظام بانکی ایران را مطالعه کرده‌اند. مطالعه نخست با مسئله داده و معیار تشخیص و مطالعه دوم با اجزای نهادی و سازمانی چارچوب حاضر مرتبط است؛ هیچ‌یک به‌عنوان آزمون رانش هنجار یا برآورد عملکرد جاری بانک‌ها استفاده نمی‌شود.

مقاله حاضر برای توضیح این مسئله، مفهوم رانش هنجار معاملاتی را پیشنهاد می‌کند. این مفهوم تغییر هنجار را در سه سطح رفتاری - توزیعی، رابطه‌ای - معنایی و نهادی - هنجاری بررسی می‌کند و حلقه بازخورد میان تصمیم الگوریتم، مداخله بانک و سازگاری کنشگران را در مدل وارد می‌سازد. پرسش اصلی مقاله این است که تغییر هنجارهای معاملاتی چگونه قابلیت اتکا و حسابرسی‌پذیری مدل‌های نظارت بانکی را تحت

تأثیر قرار می‌دهد. دو پرسش وابسته نیز مطرح است: خانواده‌های مختلف مدل‌های نظارت بانکی چه تصویری از رفتار عادی دارند و چارچوب حسابرسی متناسب با شرایط اقتصادی و نهادی ایران باید چه اجزایی را پوشش دهد؟

پژوهش حاضر یک چارچوب نظری - مفهومی ارائه می‌دهد و ادعای آزمون تجربی کامل یا اعتبارسنجی عملکرد بانک‌های ایران را ندارد. در پژوهش مفهومی، تصریح مبانی نظری، نقش مفاهیم و منطق استدلال برای روشن کردن طرح پژوهش ضروری است (یاکولا، ۲۰۲۰). در این مقاله، ادبیات رانش مفهوم برای تحلیل تغییرات توزیعی و رابطه‌ای، و تمایز میان هنجار آماری و هنجار نظارتی برای توضیح بعد نهادی معیار تشخیص به کار می‌روند. منطق تحلیل از مقایسه مبانی تشخیص رفتار عادی در خانواده‌های مدل آغاز می‌شود؛ با صورت‌بندی سه نوع رانش و حلقه‌های بازخورد ادامه می‌یابد؛ و به استخراج گزاره‌های نظری و دلالت‌های حسابرسی می‌رسد. گزارش‌های بانک‌های مرکزی و نهادهای نظارتی، مبنای تحلیل اسنادی سازوکارهای نظارت و حسابرسی اند. آمارهای تجمیعی منتشرشده شاپرک نیز برای توصیف تغییرات محیط معاملاتی و توضیح زمینه کاربرد چارچوب در ایران استفاده می‌شوند. بنابراین، بخش مربوط به ایران کاربرد تحلیلی چارچوب است، نه اعتبارسنجی تجربی آن؛ و از این آمارها، وقوع رانش، تورم هشدار یا تغییر دقت و اثربخشی مدل‌های بانک‌های ایران استنتاج نمی‌شود. مشارکت نظری مقاله، گسترش مفهوم رانش از سطح توزیع داده به سطح هنجار نهادی و تعریف رژیم هنجارسازی به‌عنوان موضوع حسابرسی است. این رژیم شامل بازه مرجع داده، شیوه تشکیل گروه‌های همتا، تعدیل متغیرهای اسمی، تعیین و تغییر آستانه‌ها، بازآموزی مدل، ثبت نسخه‌ها و نحوه رسیدگی انسانی به خروجی الگوریتم می‌شود.

مثال عددی بخش ۳ نیز با داده‌های کاملاً مصنوعی و مفروضات آشکار، فقط نحوه محاسبه چند سنج و حساسیت یک قاعده به تغییر مقیاس مبلغ را نشان می‌دهد. این مثال با داده هیچ بانک ایرانی کالبره نشده است و جایگزین آزمون تجربی گزاره‌های نظری نیست.

۲. مدل‌های نظارت بر تراکنش‌های بانکی و شواهد نهادی

نظارت بر تراکنش‌های بانکی فرایندی چندمرحله‌ای است که از دریافت و آماده‌سازی داده آغاز می‌شود و با تشکیل پرونده، بررسی انسانی و تصمیم‌گیری درباره گزارش یا مداخله ادامه می‌یابد. مدل در میانه این فرایند قرار دارد و معمولاً وظیفه آن محاسبه امتیاز ریسک، تولید هشدار یا مرتب‌سازی موارد برای بررسی است. نتیجه نهایی به کیفیت داده، نحوه تعریف متغیرها، قواعد کسب‌وکار، آستانه تولید هشدار، ظرفیت رسیدگی کارشناسان و اطلاعاتی وابسته است که پس از بررسی اولیه به پرونده افزوده می‌شوند. از این‌رو، مقایسه مدل‌ها صرفاً بر پایه دقت آماری، تصویر کاملی از عملکرد سامانه نظارتی ارائه نمی‌کند.

در این زمینه باید میان خودکارسازی قاعده‌محور و یادگیری ماشین تمایز گذاشت. هر سامانه‌ای که تراکنش‌ها را به‌صورت خودکار بررسی می‌کند، الزاماً سامانه هوش مصنوعی نیست. قاعده‌ای مانند صدور هشدار در صورت عبور مجموع انتقال‌های روزانه از مبلغ مشخص یک الگوریتم خودکار است، اما از داده‌ها

الگوی جدیدی نمی‌آموزد. در مقابل، مدل یادگیری ماشین رابطه میان مجموعه‌ای از ویژگی‌های معاملاتی و یک پیامد، مانند تقلب تأییدشده یا پرونده مشکوک، را از داده استخراج می‌کند. بانک‌ها سال‌هاست از الگوریتم‌ها برای نظارت بر جریان وجوه استفاده می‌کنند، اما گسترش یادگیری ماشین در بخش‌های حساس نظارتی تدریجی بوده و در بسیاری از موارد به‌صورت لایه‌ای در کنار قواعد موجود انجام شده است.

روش‌های قاعده‌محور قدیمی‌ترین و همچنان رایج‌ترین خانواده سامانه‌های نظارت بر تراکنش هستند. در این روش‌ها، کارشناسان انطباق و مبارزه با پول‌شویی سناریوهایی مانند تراکنش‌های متعدد اندکی پایین‌تر از حد گزارش‌دهی، گردش سریع وجوه میان چند حساب، افزایش ناگهانی فعالیت یک حساب راکد یا ناسازگاری حجم عملیات با مشخصات مشتری را تعریف می‌کنند. مزیت این روش، امکان توضیح روشن علت صدور هشدار است. حسابرس می‌تواند قاعده، متغیر، آستانه و تراکنش محرک را بازسازی کند. اگر سطح قیمت‌ها، رفتار مشتریان یا شیوه‌های تخلف تغییر کند، قاعده‌ای که در زمان طراحی معنادار بوده است ممکن است تعداد زیادی هشدار کم‌فایده تولید کند یا الگوهای جدید را نبیند. در این خانواده، هنجار معاملاتی آشکار و دستوری است: تراکنش عادی تراکنشی است که از حدود و سناریوهای مصوب عبور نکند.

مدل‌های نظارت‌شده از داده‌های دارای برچسب برای برآورد احتمال تقلب یا ریسک استفاده می‌کنند. رگرسیون لجستیک، درخت تصمیم، جنگل تصادفی، ماشین بردار پشتیبان، گرادیان بوستینگ و شبکه‌های عصبی در این گروه قرار می‌گیرند. متغیرهای ورودی می‌توانند مبلغ، زمان، فراوانی، نوع ابزار، مکان، سابقه مشتری، فاصله از رفتار معمول حساب و مشخصات طرف‌های تراکنش باشند. مدل از پرونده‌های گذشته می‌آموزد که چه ترکیبی از این ویژگی‌ها بیشتر با برچسب هدف همراه بوده است. هنجار در این روش از توزیع تاریخی نمونه‌های عادی و موارد تأییدشده استخراج می‌شود.

عملکرد مدل نظارت‌شده به معنای برچسب و فرایند تولید آن وابسته است. در کشف تقلب کارت، برچسب ممکن است پس از اعتراض دارنده کارت، برگشت تراکنش یا بررسی شرکت صادرکننده مشخص شود. در مبارزه با پول‌شویی، وضعیت متفاوت است. گزارش معامله مشکوک، تشخیص اولیه یک مؤسسه مالی است و الزاماً به معنای اثبات وقوع جرم نیست. نتیجه قطعی پرونده نیز ممکن است با تأخیر طولانی حاصل شود یا در اختیار بانک قرار نگیرد. بنابراین هشدار بررسی‌شده، گزارش ارسال‌شده و تخلف اثبات‌شده سه متغیر هدف متفاوت‌اند. مدلی که با گزارش‌های گذشته آموزش دیده است، ممکن است الگوی گزارش‌دهی کارشناسان و محدودیت‌های سازمانی آنها را بیاموزد، نه احتمال واقعی پول‌شویی را. اوزتاس و همکاران (۲۰۲۴) نیز کمبود برچسب معتبر، کیفیت داده و فراوانی مثبت‌های کاذب را از مسائل اصلی پایش تراکنش‌های مبارزه با پول‌شویی شناسایی کرده‌اند.

در پژوهش دل پوتسولو و همکاران (۲۰۱۸) درباره تقلب کارت نیز بازخورد کارشناسان و اطلاعات برچسب‌دار دیررس از یکدیگر تفکیک شده‌اند. برای کاربرد این تمایز در چارچوب حاضر، پیشنهاد می‌شود

نتیجه بررسی کارشناسی، تصمیم‌گزارش‌دهی و نتیجه‌نهایی مرجع رسیدگی در صورت دسترسی، در فیلدهای جداگانه ثبت شوند؛ هر نتیجه باید دارای تعریف، منبع، تاریخ تصمیم و تاریخ دسترسی بانک به آن باشد. تأیید اولیه کارشناس می‌تواند برچسب موقت برای سنجش تشخیص ظن در همان مرحله باشد، اما جانشین برچسب وقوع جرم نیست. وضعیت در انتظار رسیدگی یا فاقد نتیجه در دسترس نیز باید از رد مستند در یک مرحله مشخص جدا بماند. گذشت زمان، عدم وصول پاسخ یا عدم ارسال گزارش، به‌خودی‌خود مجوز برچسب‌زدن معامله به‌عنوان سالم یا هشدار به‌عنوان مثبت کاذب نیست. این تفکیک باید در تعریف هدف آموزش و ارزیابی حفظ شود و نتایج مراحل مختلف بدون بیان معنای آنها در یک برچسب واحد ادغام نشوند.

عدم توازن طبقاتی، محدودیت دیگر مدل‌های نظارت‌شده است. تراکنش‌های متقلبانه یا پرونده‌های واقعاً مهم معمولاً سهم کوچکی از کل عملیات را تشکیل می‌دهند. در چنین شرایطی، مدل می‌تواند با طبقه‌بندی تقریباً همه تراکنش‌ها به‌عنوان عادی، دقت کلی بالایی به دست آورد و در عین حال بیشتر موارد مهم را از دست بدهد. در ارزیابی این مدل‌ها، معیارهایی مانند نرخ بازیابی، دقت هشدار، مساحت زیر منحنی دقت - بازیابی، زیان مالی جلوگیری‌شده و تعداد پرونده قابل بررسی باید متناسب با هدف سامانه انتخاب شوند. آستانه تبدیل امتیاز ریسک به هشدار نیز بخشی از تصمیم‌نظارتی است. یک مدل واحد با دو آستانه متفاوت می‌تواند دو نظام نظارتی با حجم هشدار، هزینه رسیدگی و احتمال خطای متفاوت ایجاد کند.

مدل‌های بدون نظارت برای کاهش وابستگی به برچسب‌های تاریخی به کار می‌روند. خوشه‌بندی، جنگل جداسازی، الگوریتم‌های مبتنی بر فاصله و چگالی و خودرمزگذارها از روش‌های رایج این خانواده‌اند. این مدل‌ها تراکنش‌ها یا مشتریان را بر اساس شباهت‌های مشاهده‌شده دسته‌بندی می‌کنند و موارد دور از الگوی غالب را ناهنجار می‌دانند. مقایسه ممکن است با کل جامعه، رفتار گذشته همان مشتری یا یک گروه هم‌تا انجام شود. در نتیجه، تعریف عادی‌بودن به انتخاب سطح مقایسه بستگی دارد. برای مثال، یک انتقال بزرگ ممکن است نسبت به سابقه یک مشتری حقیقی غیرعادی و در مقایسه با شرکت‌های بازرگانی عادی باشد. کشف ناهنجاری می‌تواند الگوهایی را شناسایی کند که در داده‌های برچسب‌خورده گذشته وجود نداشته‌اند، اما ناهنجاری معادل تخلف نیست. سفر، خرید دارایی، دریافت تسهیلات، تغییر شغل، فعالیت فصلی بنگاه یا جابه‌جایی قانونی منابع می‌تواند رفتار یک مشتری را به‌طور موقت از گذشته او دور کند. از سوی دیگر، رفتار مجرمانه‌ای که میان تعداد زیادی حساب توزیع شده یا به رفتار غالب شباهت پیدا کرده است، ممکن است از نظر آماری ناهنجار نباشد. خروجی این مدل‌ها معمولاً برای اولویت‌بندی بررسی یا تولید یک متغیر کمکی مناسب‌تر است تا تصمیم قطعی درباره مشروعیت تراکنش.

مدل‌های نیمه‌نظارتی و ترکیبی می‌کوشند اطلاعات محدود برچسب‌خورده را با ساختار موجود در داده‌های بدون برچسب پیوند دهند. کارسیلو و همکاران (۲۰۲۱) امتیازهای ناهنجاری را در سطوح مختلف محاسبه و آنها را به‌عنوان متغیر ورودی به مدل نظارت‌شده اضافه کردند. آزمون آنها بر داده واقعی و برچسب‌خورده

تقلب کارت نشان داد که ترکیب اطلاعات نظارت شده و بدون نظارت می‌تواند دقت تشخیص را افزایش دهد. این نتیجه به کشف تقلب کارت مربوط است و برای تعمیم آن به پایش پول‌شویی باید تفاوت در برجسب، افق زمانی و فرایند تحقیق در نظر گرفته شود.

خانواده دیگر، مدل‌های شبکه‌ای و گرافی است. مدل‌های متعارف غالباً هر تراکنش یا مشتری را به‌صورت یک مشاهده مستقل بررسی می‌کنند، درحالی‌که پول‌شویی، حساب‌های واسطه و انتقال زنجیره‌ای ماهیتی رابطه‌ای دارند. در مدل گراف، حساب‌ها، اشخاص یا مؤسسات به‌صورت گره و انتقال وجوه یا سایر روابط به‌صورت پیوند نمایش داده می‌شوند. ویژگی‌هایی مانند تعداد و جهت ارتباط‌ها، تراکم شبکه، فاصله از حساب‌های پرریسک، تشکیل حلقه، تمرکز جریان و تغییر ساختار شبکه برای تشخیص الگو به کار می‌روند. هنجار در این مدل، ساختار رایج روابط مالی است و رفتار مشکوک از تفاوت یک زیرشبکه با ساختارهای مرجع یا شباهت آن به شبکه‌های پرریسک استخراج می‌شود.

پروژه آرورا بانک تسویه‌های بین‌المللی، مدل‌های قاعده‌محور و چند روش یادگیری ماشین را در سه وضعیت داده منفک در سطح بانک، تجمیع ملی و همکاری فرامرزی مقایسه کرده است. در داده مصنوعی این پروژه، مدل‌های یادگیری ماشین از روش قاعده‌محور عملکرد بهتری داشتند و شبکه‌های عصبی گرافی در شناسایی شبکه‌های مشکوک موفق‌تر بودند. دسترسی مدل به روابط گسترده‌تر در حالت تجمیع داده نیز نرخ تشخیص را افزایش داد (بانک تسویه‌های بین‌المللی، ۲۰۲۴). این یافته نشان می‌دهد که بخشی از محدودیت مدل به مرز داده‌های در دسترس مربوط است. یک بانک ممکن است فقط قطعه‌ای از زنجیره انتقال را ببیند و همان قطعه در محدوده داده‌های داخلی آن عادی به نظر برسد. با این حال، نتایج آرورا از داده‌های شبیه‌سازی شده به دست آمده و سنجه عملکرد آن نباید به‌عنوان برآورد اثربخشی شبکه‌های گرافی در بانک‌های واقعی گزارش شود.

تجمیع داده، مسئله هنجار مرجع را نیز تغییر می‌دهد. رفتار یک مشتری ممکن است درون یک بانک غیرعادی و در سطح شبکه بانکی متعارف باشد یا برعکس. گروه ویژه اقدام مالی گزارش کرده است که تجمیع داده و تحلیل مشترک می‌تواند شکاف اطلاعاتی میان مؤسسات را کاهش دهد و در برخی کاربردها تعداد مثبت‌های کاذب را کم کند. همین فرایند می‌تواند با حقوق اشخاص، محرمانگی مالی و مقررات حفاظت از داده تعارض ایجاد کند. از این رو، اشتراک اطلاعات باید در چارچوب حقوقی مشخص و با کنترل دسترسی انجام شود (گروه ویژه اقدام مالی، ۲۰۲۱). گسترده‌تر شدن میدان مشاهده مدل، قدرت تشخیص و دامنه مداخله آن را هم‌زمان افزایش می‌دهد.

در معماری ترکیبی مورد بحث این مقاله، قواعد صریح و مدل‌های یادگیری ماشین می‌توانند در مراحل متفاوت نظارت به کار روند. برای مثال، قواعد اجرای حدود و سناریوهای مصوب را پوشش می‌دهند؛ مدل نظارت‌شده امتیاز ریسک را برآورد می‌کند؛ کشف ناهنجاری موارد غیرمعمول را مشخص می‌سازد؛ و تحلیل شبکه روابط حساب‌ها را بررسی می‌کند. حضور هم‌زمان همه این اجزا در یک سامانه مفروض نیست و نقش

هر جزء در تولید، پالایش یا اولویت بندی هشدار باید جداگانه مشخص شود. جدول ۱ منطق هنجارسازی خانواده‌های مدل را تفکیک می‌کند، نه اینکه هر بانک را به یک خانواده واحد منتسب کند. این طبقه‌بندی همچنین به معنای گزارش ترکیب واقعی سامانه‌های بانک‌های ایران نیست. مطالعه دسای و همکاران (۲۰۲۴) درباره پرداخت‌های بارزش بالا نمونه‌ای از معماری لایه‌ای است یعنی الگوریتم نظارت شده ابتدا پرداخت‌های معمول را کنار می‌گذارد و مدل بدون نظارت مجموعه محدودتر پرداخت‌های غیرمعمول را ارزیابی می‌کند. چنین ساختاری هزینه محاسباتی و حجم بررسی را کاهش می‌دهد، اما خطای لایه نخست می‌تواند مانع ورود یک تراکنش به لایه‌های بعدی شود.

جدول ۱. خانواده‌های مدل نظارت بر تراکنش و منطق هنجارسازی آنها

خانواده مدل	روش‌های متداول	مبنای تشخیص رفتار عادی	مزیت اصلی	مسئله اصلی حسابرسی
قاعده‌محور	سناریو، حد مبلغ، قواعد فراوانی و توالی	حدود و تعاریف مصوب	توضیح‌پذیری مستقیم	اعتبار آستانه، تاریخ تغییر قاعده و پوشش سناریو
نظارت‌شده	رگرسین، درخت تصمیم، جنگل تصادفی، گرادیان‌بوستینگ، شبکه عصبی	پرونده‌های برچسب‌خورده گذشته	رتبه‌بندی احتمالی و ترکیب متغیرهای متعدد	اعتبار برچسب، عدم توازن، رانش و انتخاب آستانه
بدون نظارت و نیمه‌نظارتی	خوشه‌بندی، جنگل جداسازی، خودرمزگذار و امتیاز ناهنجاری	رفتار غالب مشتری یا گروه همتا	امکان شناسایی الگوهای ناشناخته	تعریف گروه مرجع و تمایز ناهنجاری از تخلف
شبکه‌ای و گرافی	تحلیل پیوند، ویژگی‌های شبکه و شبکه عصبی گرافی	ساختار متعارف ارتباط میان حساب‌ها	مشاهده زنجیره‌ها و شبکه‌های واسطه	کیفیت تطبیق هویت، مرز داده، محرمانگی و توضیح‌پذیری
ترکیبی و تطبیقی	قواعد همراه با مدل‌های نظارت‌شده، بدون نظارت و شبکه‌ای	ترکیب چند معیار و به‌روزرسانی دوره‌ای	پوشش هم‌زمان الگوهای شناخته‌شده و جدید	وابستگی میان لایه‌ها، ثبت نسخه، بازاعتبارسنجی و مسئولیت تصمیم

شواهد نهادی نشان می‌دهد که این معماری‌های ترکیبی در حال گسترش‌اند، اما استقرار آنها در فرایندهای حساس هنوز محتاطانه است. در پیمایش بانک انگلستان و نهاد راهبری رفتار مالی، گرادیان‌بوستینگ ۳۲ درصد از موارد کاربرد گزارش شده هوش مصنوعی را تشکیل می‌داد و پس از آن مدل‌های مبتنی بر ترنسفورمر، جنگل تصادفی و درخت تصمیم قرار داشتند. ۸۱ درصد مؤسسات استفاده‌کننده از هوش مصنوعی دست‌کم یک روش توضیح‌پذیری به کار می‌بردند. یک‌سوم کاربردها از محصولات یا خدمات اشخاص ثالث استفاده می‌کردند و در حوزه ریسک و انطباق، سهم کاربردهای شخص ثالث به ۶۴ درصد می‌رسید. همچنین ۵۵ درصد موارد کاربرد دارای میزانی از تصمیم‌گیری خودکار بودند، اما سهم تصمیم‌گیری کاملاً خودمختار فقط ۲ درصد بود (بانک انگلستان و نهاد راهبری رفتار مالی، ۲۰۲۴). این ارقام به همه بخش‌های مالی تحت

نظارت مربوطه و نباید به عنوان نرخ استفاده بانک‌ها از مدل‌های مبارزه با پول‌شویی تفسیر شوند. با این حال، گسترش مدل‌های درختی، استفاده از ابزارهای توضیح و وابستگی به تأمین‌کنندگان بیرونی را ثبت می‌کنند.

تجربه هلند نیز فاصله میان آزمایش فنی و واگذاری تصمیم را نشان می‌دهد. بانک مرکزی هلند در سال ۲۰۲۴ اعلام کرد که مؤسسات مالی در کاربردهای دارای اهمیت نظارتی، مدل‌های جدید هوش مصنوعی را غالباً به صورت موازی با مدل‌های موجود اجرا می‌کنند، زیرا اطمینان کافی برای جایگزینی کامل مدل قبلی شکل نگرفته است. همین نهاد پیش‌تر استفاده از یادگیری ماشین در پایش تراکنش و امتیازدهی ریسک مشتری را توصیه کرده بود، اما نظارت بر انطباق این مدل‌ها با قواعد احتیاطی، الزامات مبارزه با پول‌شویی، حریم خصوصی، عدم تبعیض و توضیح‌پذیری را نیز جزو مسئولیت خود می‌داند (بانک مرکزی هلند، ۲۰۲۴). اجرای موازی امکان مقایسه خروجی دو مدل را فراهم می‌کند، ولی در صورت اختلاف باید از پیش مشخص باشد که کدام خروجی مبنای اقدام است و چه نهادی مسئول تصمیم نهایی خواهد بود.

در سنگاپور، نهاد پولی سنگاپور در سال ۲۰۱۹ گزارش کرد که چند بانک استفاده از یادگیری ماشین نظارت‌شده را برای امتیازدهی ریسک در پایش تراکنش و تطبیق نام‌ها آغاز کرده‌اند (نهاد پولی سنگاپور، ۲۰۱۹). اهمیت این تجربه در پیوند مدل با یک وظیفه مشخص است. یادگیری ماشین در این کاربرد جایگزین کل نظام انطباق نیست و برای بهبود امتیازدهی و اولویت‌بندی در یک مرحله معین استفاده می‌شود. این تفکیک برای حساس‌تری ضروری است، زیرا اعتبار یک مدل باید بر پایه نقشی سنجیده شود که در زنجیره تصمیم بر عهده دارد. مدلی که فقط پرونده‌ها را مرتب می‌کند با مدلی که تراکنش را متوقف یا حساب را محدود می‌کند، سطح ریسک و الزامات اعتبارسنجی یکسانی ندارد.

اسناد نهادهای ناظر ایالات متحده نیز موضوع حساس‌تری را به کل سامانه گسترش داده‌اند. اداره نظارت بر ارز، هیئت حکام نظام ذخیره فدرال، شرکت بیمه سپرده‌های فدرال و دیگر نهادهای بانکی ایالات متحده مرتبط در سند مشترک سال ۲۰۲۱ صرف‌نظر از نام‌گذاری سامانه به عنوان مدل، ابزار یا کاربرد، بر اهمیت مدیریت صحیح ریسک تأکید کرده و درباره کاربرد اصول مدیریت ریسک مدل در سامانه‌های مبارزه با پول‌شویی نظرخواهی کرده‌اند. این اصول توسعه و استفاده، اعتبارسنجی، مستندسازی، پایش عملکرد، حاکمیت و کنترل را پوشش می‌دهند. سند همچنین به طور مشخص درباره تناوب اعتبارسنجی و پوشش سناریوها، آستانه‌ها و اجزای مدل پرسش مطرح کرده است (نهادهای بانکی ایالات متحده، ۲۰۲۱). بنابراین، نام‌گذاری فنی سامانه نمی‌تواند آن را از بررسی مستقل خارج کند و آستانه هشدار نیز جزئی بیرون از مدل تلقی نمی‌شود.

شواهد نهادی بررسی‌شده از یک نوع نیستند. پیمایش انگلستان میزان پذیرش و شیوه حکمرانی را گزارش می‌کند، اظهارات نهادهای هلند و سنگاپور تجربه نظارتی و جهت‌گیری سیاستی را بیان می‌کنند، سند ایالات متحده اصول مدیریت ریسک و مسائل اعتبارسنجی را مشخص می‌سازد، و مطالعات بانک تسویه‌های

بین‌المللی نیز عملکرد چند معماری را در داده‌های واقعی پرداخت همراه با ناهنجاری‌های مصنوعی یا در محیط کاملاً شبیه‌سازی شده می‌آزمایند. این منابع در کنار هم، آنها چند ویژگی مشترک را نشان می‌دهند از جمله اینکه قواعد سنتی همچنان فعال‌اند؛ مدل‌های یادگیری ماشین به‌صورت لایه‌ای وارد فرایند می‌شوند؛ تصمیم کاملاً خودکار در کاربردهای حساس محدود است؛ و اعتبارسنجی به سناریو، داده، آستانه، نسخه مدل و سازوکار مداخله انسانی وابسته است.

مرور مدل‌ها همچنین نشان می‌دهد که هیچ خانواده‌ای تعریف خنثی و مستقلاً از رفتار عادی ارائه نمی‌کند. روش قاعده‌محور هنجار را در آستانه‌های مصوب تثبیت می‌کند. مدل نظارت‌شده آن را از پرونده‌های گذشته می‌آموزد. مدل بدون نظارت، رفتار غالب یا گروه هم‌تا را معیار قرار می‌دهد. مدل گراف‌های هنجار را در ساختار روابط می‌جوید و مدل ترکیبی چند تعریف را با یکدیگر ادغام می‌کند. تفاوت میان آنها به نوع الگوریتم محدود نیست. هر کدام زمان مرجع، جمعیت مرجع و واحد تحلیل متفاوتی دارند. این ویژگی مبنای بخش بعدی مقاله است. هنگامی که توزیع تراکنش‌ها، معنای ریسک یا تعریف نهادی رفتار مشکوک تغییر می‌کند، هنجاری که مدل بر اساس آن هشدار می‌دهد نیز دچار رانش می‌شود.

۳. مدل نظری رانش هنجار معاملاتی

مرور مدل‌های نظارت بانکی نشان داد که هر مدل، تراکنش را با یک مرجع مقایسه می‌کند. این مرجع در سامانه قاعده‌محور به‌صورت حد و سناریو، در مدل نظارت‌شده به‌صورت رابطه آموخته‌شده از پرونده‌های گذشته، در مدل بدون نظارت به‌صورت توزیع غالب یا گروه هم‌تا و در مدل گراف‌های به‌صورت ساختار متعارف روابط ظاهر می‌شود. مدل نظری این مقاله از همین نقطه آغاز می‌کند که رفتار مشکوک بدون تعیین مرجع زمانی، جمعیت مقایسه، تعریف ریسک و آستانه مداخله قابل تشخیص نیست. بنابراین، نمیتوان هنجار معاملاتی را مجموعه‌ای از ویژگی‌های طبیعی و ثابت تراکنش‌ها دانست بلکه محصول فرایندی آماری، فنی و نهادی است.

این برداشت با تمایزی که کانگلیم (۱۹۹۱) میان امر متعارف آماری و امر هنجاری برقرار می‌کند ارتباط دارد. فراوانی یک وضعیت به‌تنهایی برای عادی‌دانستن آن کافی نیست و فاصله از میانگین نیز لزوماً به معنای آسیب‌شناختی بودن نیست. عادی یا غیرعادی بودن در نسبت با محیط، کارکرد و معیار ارزیابی شکل می‌گیرد. در نظارت بانکی نیز پرت بودن یک تراکنش از نظر آماری، مشروع یا نامشروع بودن آن را تعیین نمی‌کند. معامله‌ای که با سابقه مشتری فاصله دارد ممکن است از یک تغییر قانونی در فعالیت اقتصادی ناشی شده باشد و در مقابل، الگویی که در کل شبکه فراوان شده است ممکن است همچنان از منظر مبارزه با پول‌شویی پرریسک تلقی شود. هنجار آماری توضیح می‌دهد چه رفتاری رایج است، درحالی که هنجار نظارتی مشخص می‌کند کدام رفتار باید بررسی یا گزارش شود.

برای تفکیک این دو سطح، در مدل پیشنهادی از مفهوم هنجار معاملاتی عملیاتی استفاده می‌شود. هنجار معاملاتی عملیاتی، معیاری است که سامانه بانکی در یک زمان مشخص عملاً برای تمایز رفتار عادی،

غیرمعمول و مشکوک به کار می‌گیرد. این هنجار از ترکیب داده‌های مرجع، شیوه تشکیل گروه‌های همتا، تعریف نهادی ریسک، پارامترهای مدل، آستانه هشدار و ظرفیت رسیدگی ایجاد می‌شود:

$$N_t^{op} = \Phi(D_{t-w:t-1}, G_t, R_t, \theta_t, \tau_t, K_t)$$

رابطه نخست صرفاً صورت‌بندی مفهومی وابستگی هنجار عملیاتی به اجزای سامانه است و یک معادله اقتصادسنجی شناسایی شده یا تابعی با ضرایب برآورد شده نیست. در این مقاله برای این رابطه ادعای تخمین یا آزمون تجربی مطرح نمی‌شود. نماد Φ چگونگی ترکیب این اجزا در سامانه مشخص را نشان می‌دهد و N_t^{op} نیز یک نمره عددی واحد نیست. کارکرد رابطه، تعیین اجزایی است که برای بازسازی تصمیم و مقایسه دوره‌ها باید شناسایی و ثبت شوند. روابط تغییر توزیع و رابطه شرطی نیز تعریف انواع تغییرند؛ در مقابل، نرخ هشدار و بازده، قواعد محاسبه سنجه‌اند. فاصله هلینگر فقط تغییر توزیع متغیر و طبقه‌بندی معین را می‌سنجد و سنجه جامع فاصله هنجار نیست. مثال عددی بعدی، کاربرد محاسباتی این سنجه‌ها را نشان می‌دهد.

در این رابطه، $D_{t-w:t-1}$ مجموعه داده‌های پنجره مرجع، با مشخصات زمانی، جمعیت مشمول و قواعد آماده‌سازی است؛ G_t قواعد تشکیل و عضویت در گروه‌های همتا؛ و R_t تعریف نهادی ریسک، معنای برچسب و قواعد اقدام را مشخص می‌کند τ_t . آستانه در مرحله معین تصمیم است و باید مقدار، واحد یا مقیاس، دامنه کاربرد و نسخه آن ثبت شود θ_t . به پارامترهای نسخه مورد استفاده مدل اشاره دارد؛ مانند ضرایب، وزن‌ها یا ساختار آموخته‌شده درخت‌ها. در کاربرد پیشنهادی، این پارامترها از نسخه محفوظ مدل و مستندات آموزش بازیابی می‌شوند (نیاز نیست که حسابرس برای همه خانواده‌ها یک روش تخمین مشترک به کار گیرد). در سامانه صرفاً قاعده‌محور، پارامتر آموخته‌شده موضوعیت ندارد و شروط و حدود تصمیم در قواعد و آستانه‌ها مستند می‌شوند.

برای عملیاتی کردن K_t ، باید مرحله رسیدگی، طول دوره و واحد کار مشخص باشند. یک برآورد ساده و مشروط از ظرفیت، تقسیم نفر-ساعت مؤثر در دسترس برای آن مرحله بر میانگین نفر-ساعت لازم برای رسیدگی به پرونده‌ای با ترکیب و کیفیت بررسی مشخص است: $\bar{K}_t = T_t / \bar{C}_t$ ، به شرط $\bar{C}_t > 0$. در این تعریف، T_t زمان واقعاً قابل تخصیص و $\bar{C}_t$ برآورد زمان فعال رسیدگی است (نباید با مدت انتظار پرونده در صف اشتباه گرفته شود). مقایسه دوره‌ها مستلزم توجه به پیچیدگی پرونده، مهارت و ثبات کیفیت بررسی است. تعداد کارکنان یا پرونده‌های مختومه به‌تنهایی معادل ظرفیت نیست و باید همراه با اطلاعات زمان و پرونده‌های معوق تفسیر شود. این برآورد در پژوهش حاضر محاسبه نشده است.

طول پنجره w میزان حافظه تاریخی سامانه را تعیین می‌کند؛ پنجره بلندتر ممکن است تغییرات جدید را دیرتر منعکس کند و پنجره کوتاه‌تر ممکن است رفتار موقت یا فصلی را به‌عنوان مرجع بپذیرد. برای یک مرحله امتیازدهی و آستانه‌گذاری، وضعیت هشدار تراکنش به‌صورت زیر نمایش داده می‌شود:

$$A_{i,t} = 1\{S_{\theta_t}(X_{i,t}|N_t^{op}) \geq \tau_t\}$$

در این رابطه، $X_{i,t}$ ویژگی‌های تراکنش و زمینه آن، S_{θ_t} تابع امتیازدهی نسخه مشخص و $\{1\}$ تابع نشانگر است که در صورت برقرار بودن شرط، مقدار یک و در غیر این صورت صفر می‌گیرد. این رابطه نمایش یک مرحله معین است و نباید با فرض وجود یک آستانه واحد برای کل معماری ترکیبی اشتباه گرفته شود. در مرحله صرفاً قاعده‌محور، $A_{i,t}$ از تحقق شروط نسخه مصوب قاعده به دست می‌آید. یک تراکنش ثابت ممکن است با تغییر مرجع، نسخه یا آستانه، وضعیت هشدار متفاوتی پیدا کند.

رانش هنجار معاملاتی به وضعیتی اطلاق می‌شود که میان هنجار عملیاتی تثبیت شده در سامانه و شرایط جاری رفتار و نظارت فاصله ایجاد شود. این فاصله ممکن است به علت تغییر محیط رخ دهد، از تغییر تعریف ریسک ناشی شود یا در نتیجه مداخلات خود سامانه شکل گیرد. هنجار جاری به‌طور مستقیم مشاهده‌پذیر نیست و باید از تغییر توزیع داده‌ها، عملکرد مدل، نتایج بررسی انسانی و تحولات نهادی استنباط شود. از این‌رو، رانش هنجار سازه‌ای نظری است که از سه نوع تغییر مرتبط تشکیل می‌شود.

نخستین نوع، رانش رفتاری - توزیعی است. این رانش زمانی رخ می‌دهد که توزیع ویژگی‌های تراکنش در طول زمان تغییر کند:

$$P_t(X) \neq P_{t-1}(X)$$

تغییر سطح قیمت‌ها، الگوی فصلی خرید، انتقال فعالیت از شعبه به ابزارهای غیرحضوری، تغییر ساعت انجام تراکنش، ورود یک ابزار پرداخت جدید یا جابه‌جایی فعالیت اقتصادی میان مناطق می‌تواند توزیع مبلغ، فراوانی، کانال و شبکه ارتباطی تراکنش‌ها را تغییر دهد. در ادبیات یادگیری ماشین، این وضعیت معمولاً ذیل تغییر توزیع داده یا رانش مجازی بررسی می‌شود زیرا ممکن است توزیع ورودی‌ها تغییر کند، بی‌آنکه رابطه حقیقی میان ویژگی‌ها و متغیر هدف الزاماً تغییر کرده باشد (گاما و همکاران، ۲۰۱۴؛ وب و همکاران، ۲۰۱۶).

رانش رفتاری - توزیعی می‌تواند سامانه قاعده‌محور و مدل یادگیری ماشین را به شیوه‌های متفاوت تحت تأثیر قرار دهد. در مدل قاعده‌محور، افزایش عمومی مبلغ تراکنش‌ها باعث می‌شود تعداد بیشتری از مشاهدات از آستانه ثابت عبور کنند. در مدل نظارت‌شده، انتقال تدریجی توزیع متغیرها می‌تواند تراکنش‌های جدید را به نواحی‌ای از فضای داده منتقل کند که در دوره آموزش نمونه کافی نداشته‌اند. در مدل بدون نظارت، فراوان شدن یک رفتار می‌تواند آن را از وضعیت ناهنجار خارج کند، حتی اگر منشأ یا پیامد آن همچنان برای نهاد ناظر مهم باشد. در مدل گرافیکی نیز تغییر تعداد حساب‌ها و تراکم ارتباطات ممکن است سنجه‌هایی مانند درجه گره و مرکزیت را بدون تغییر متناظر در ریسک جابه‌جا کند.

دومین نوع، رانش رابطه‌ای - معنایی است. در این حالت، رابطه میان ویژگی‌های تراکنش و پیامد مورد نظر تغییر می‌کند:

$$P_t(Y | X) \neq P_{t-1}(Y | X)$$

تحت یک تعریف ثابت از تخلف یا ریسک، الگویی که در گذشته نشانه مناسبی برای تشخیص بوده است ممکن است قدرت خود را از دست بدهد. متخلفان پس از مشاهده مسدود شدن تراکنش‌ها، تماس بانک، تأخیر در انتقال یا سایر نشانه‌های کنترل می‌توانند مبلغ، توالی، حساب واسطه و کانال عملیات خود را تغییر دهند. مشتریان قانونی نیز در واکنش به شرایط اقتصادی و مقررات رفتار متفاوتی پیدا می‌کنند. در نتیجه، معنای استنباطی یک ویژگی ثابت نیست. برای مثال، تعدد انتقال‌های خرد ممکن است در یک دوره با پنهان‌سازی جریان وجوه رابطه نزدیکی داشته باشد و در دوره‌ای دیگر، به دلیل گسترش یک شیوه عادی پرداخت، قدرت تفکیک خود را از دست بدهد.

رانش رابطه‌ای به رانش واقعی مفهوم در ادبیات یادگیری ماشین نزدیک است یعنی مرز میان طبقه‌ها یا رابطه شرطی میان داده ورودی و برچسب تغییر می‌کند (گاما و همکاران، ۲۰۱۴؛ لو و همکاران، ۲۰۱۹). با این حال، تشخیص این نوع رانش در سامانه‌های بانکی با مسئله تأخیر و گزینش برچسب روبه‌رو است. بخش بزرگی از پرونده‌ها فقط پس از انتخاب توسط مدل و بررسی کارشناس دارای برچسب می‌شوند. تراکنش‌های زیر آستانه معمولاً بررسی عمیق نمی‌شوند و در نتیجه اطلاعات کافی درباره موارد از دست‌رفته وجود ندارد. زومرز و همکاران (۲۰۱۸) در زمینه تقلب کارت نشان می‌دهند که تمرکز کامل بر مشکوک‌ترین موارد، سازگاری مدل را محدود می‌کند و برای یادگیری درباره بخش‌های کمتر شناخته‌شده داده باید میان بهره‌برداری از مدل موجود و اکتشاف موارد جدید توازن برقرار شود.

سومین نوع، رانش نهادی - هنجاری است. این رانش زمانی رخ می‌دهد که تعریف رسمی یا عملیاتی رفتار مشکوک، آستانه مداخله، اولویت‌های نهاد ناظر یا ظرفیت رسیدگی تغییر کند. در این وضعیت ممکن است توزیع تراکنش‌ها و رابطه آماری میان ویژگی‌ها و پیامد ثابت بماند، اما یک رفتار به علت تغییر مقررات، سیاست داخلی بانک یا سطح تحمل ریسک، از طبقه عادی به طبقه نیازمند بررسی منتقل شود. تغییر در تعریف مشتری پرریسک، قواعد گزارش‌دهی، الزامات شناسایی ذی‌نفع واقعی یا سیاست مقابله با یک الگوی خاص می‌تواند متغیر هدف و نحوه تفسیر امتیاز مدل را تغییر دهد.

ظرفیت سازمانی نیز در ساخت هنجار عملیاتی دخالت دارد. اگر تیم بررسی فقط قادر به رسیدگی روزانه به تعداد محدودی پرونده باشد، آستانه هشدار ممکن است بر پایه این محدودیت تنظیم شود. افزایش ظرفیت می‌تواند آستانه را پایین بیاورد و دامنه رفتارهای بررسی شده را گسترش دهد؛ کاهش ظرفیت ممکن است اثر معکوس داشته باشد. در این حالت، تغییر تعداد هشدارها لزوماً از تغییر سطح ریسک یا عملکرد مدل ناشی نمی‌شود. تصمیمی درباره تخصیص نیروی انسانی می‌تواند مرز عملیاتی میان رفتار عادی و مشکوک را جابه‌جا کند. تأکید نهادهای ناظر ایالات متحده بر اعتبارسنجی سناریوها، آستانه‌ها، اجزای مدل و فرایندهای حاکمیتی نیز نشان می‌دهد که آستانه و رویه رسیدگی اجزای بیرونی و ختثای مدل نیستند (نهادهای بانکی ایالات متحده، ۲۰۲۱).

مرز میان رانش رابطه‌ای و رانش نهادهی باید از نظر تحلیلی حفظ شود. رانش رابطه‌ای به تغییر ارتباط تجربی میان الگو و ریسک تحت یک تعریف نسبتاً ثابت از پیامد مربوط است. رانش نهادهی هنگامی رخ می‌دهد که خود تعریف پیامد، قاعده اقدام یا سطح مداخله تغییر کند. در عمل، این دو می‌توانند هم‌زمان رخ دهند. برای مثال، یک شیوه جدید انتقال ممکن است ابتدا به دلیل رفتار متخلفان با ریسک همراه شود و سپس نهاد ناظر آن را در قواعد رسمی وارد کند. بخش نخست تغییر رابطه تجربی و بخش دوم تثبیت نهادهی تعریف جدید است.

برای بررسی کمی مؤلفه رفتاری - توزیعی، می‌توان از فاصله هلینگر استفاده کرد. این فاصله در پژوهش وب و همکاران (۲۰۱۶) نیز برای کمی‌سازی رانش به کار رفته است. در کاربرد پیشنهادی، برای یک متغیر مانند مبلغ تراکنش و در یک گروه مقایسه مشخص، دوره مرجع 0 و دوره جاری t با تعریف متغیر، واحد اندازه‌گیری و طبقه‌بندی مشترک مقایسه می‌شوند. اگر $\hat{p}_{0j}$ و $\hat{p}_{tj}$ سهم مشاهدات طبقه j از کل مشاهدات واجد شرایط هر دوره باشند، فاصله برآوردی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\hat{H}_{0,t} = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (\sqrt{\hat{p}_{tj}} - \sqrt{\hat{p}_{0j}})^2}$$

طبقات باید دامنه مورد بررسی را پوشش دهند و مجموع سهم‌ها در هر دوره یک باشد. این سنجه متقارن و بین صفر و یک است. صفر به معنای یکسان بودن سهم‌ها در طبقه‌بندی انتخاب شده است. برای متغیر مبلغ، مقایسه اسمی و مقایسه تعدیل شده باید جداگانه و با ثبت شاخص تعدیل انجام شوند. جامعه مورد محاسبه نیز نباید بدون تصریح به هشدارهای منتخب مدل محدود شود. باید دقت شود که بزرگی این فاصله، به تنهایی اثبات افت عملکرد یا تغییر ریسک نیست. انتخاب طبقات، اندازه نمونه، ترکیب مشتریان و الگوی زمانی بر تفسیر آن اثر دارند از این رو، حد ارجاع شاخص به بازبینی باید با توجه به نوسان آن در دوره‌های مرجع قابل مقایسه و اهمیت تغییر تعیین و ثبت شود. این شاخص نیز برای بخش‌های مختلف داده جداگانه گزارش می‌شود و به عنوان اندازه کامل فاصله هنجار معرفی نمی‌گردد. برای مؤلفه رابطه‌ای، بررسی نتایج به تعریف ثابت پیامد، افق پیگیری مشترک و پوشش نتایج مطابق قواعد بخش‌های ۳ و ۴ وابسته است. برای مؤلفه نهادهی نیز نسخه قواعد، مبنای اختیار، زمان اجرا و اختلاف تصمیم در بازاجرای قواعد بر داده مشترک بررسی می‌شوند. این شواهد بدون مبنای وزن‌دهی و اعتبارسنجی، در یک شاخص ترکیبی واحد ادغام نمی‌شوند.

برای محاسبه نرخ تولید هشدار، اگر n_t تعداد تراکنش‌های واجد شرایط در دوره t و $A_{i,t}$ وضعیت صدور هشدار در مرحله تعریف شده باشد، داریم:

$$AR_t = \frac{1}{n_t} \sum_{i=1}^{n_t} A_{i,t}, \quad n_t > 0$$

این رابطه، تعریف محاسباتی نرخ هشدار است و تخمین تابعی نامشخص را لازم ندارد. تعداد موارد ارجاع شده و تعداد موارد دارای نتیجه رسیدگی باید جداگانه ثبت شوند. اگر ظرفیت فقط مرحله رسیدگی را محدود کند، تغییر K_t مستقیماً تعداد هشدارهای تولیدشده را تغییر نمی‌دهد. اثر آن بر نرخ تولید هشدار زمانی مطرح است که به تغییر آستانه، قواعد انتخاب یا اجزای مؤثر بر تولید هشدار بینجامد.

همچنین، تغییر $P_t(Y | X)$ برای ارزیابی اعتبار رابطه پیش‌بینی اهمیت دارد، اما با ثابت ماندن داده ورودی و سازوکار تصمیم، به‌خودی‌خود خروجی همان سازوکار را تغییر نمی‌دهد. اثر آن بر هشدار می‌تواند از مسیر تغییر داده، بازآموزی یا بازنگری تصمیم ظاهر شود. بنابراین، تغییر نرخ هشدار باید در نسبت با داده، نسخه، آستانه و مرحله تصمیم بررسی شود و به‌تنهایی نشانه تغییر جرم مالی یا موفقیت نظارت تلقی نشود.

بر پایه همین تمایز، مفهوم تورم هشدار در این مقاله به افزایش پایدار نرخ هشدار بدون افزایش متناظر در بازده بررسی یا شواهد مستقل ریسک اطلاق می‌شود. برای محاسبه بازده، هشدارهای صادرشده در دوره t یک گروه زمانی را تشکیل می‌دهند و نتیجه آنها در سطح برچسب s ، پس از افق یکسان h از زمان صدور هر هشدار، بررسی می‌شود. اگر $A_{t,s}(h)$ تعداد هشدارهای این گروه باشد که نتیجه مشخص و مستند آن مرحله تا این افق در اختیار بانک قرار گرفته، و $C_{t,s}(h)$ تعداد هشدارهای همان مجموعه باشد که معیار تأیید در همان مرحله را برآورده کرده‌اند، بازده بررسی موارد دارای نتیجه به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Y_{t,s}(h) = \frac{C_{t,s}(h)}{A_{t,s}(h)}, \quad A_{t,s}(h) > 0$$

واحد شمارش در صورت و مخرج یکسان است. در اینجا هشدار دارای شناسه یکتا مبنا قرار می‌گیرد و نحوه ارتباط آن با پرونده و انتساب نتیجه باید مشخص باشد. تأیید کارشناسی، ارسال گزارش و نتیجه نهایی، مقادیر متفاوتی از سطح s هستند و نباید در یک نسبت ادغام شوند. موارد فاقد نتیجه مشخص، منفی فرض نمی‌شوند؛ تعداد و سهم آنها و نیز پوشش نتایج در دسترس، یعنی نسبت $A_{t,s}(h)$ به کل هشدارهای گروه، باید همراه بازده گزارش شود. اگر هیچ نتیجه‌ای در دسترس نباشد، بازده قابل محاسبه نیست، نه اینکه صفر باشد. این نسبت، بازده مشروط به در دسترس بودن نتیجه در مرحله و افق انتخاب‌شده است. یکسان کردن افق پیگیری، تفاوت فرصت مشاهده را محدود می‌کند، اما سوگیری ناشی از تفاوت سرعت رسیدگی یا دسترسی‌پذیری به نتایج را از بین نمی‌برد. افزایش نرخ هشدار همراه با کاهش این بازده، تنها پس از بررسی ثبات تعریف برچسب، دامنه داده، کیفیت و نحوه انتخاب موارد رسیدگی‌شده و پوشش نتایج، می‌تواند با تورم هشدار سازگار تلقی شود. این الگو به‌تنهایی علت را مشخص نمی‌کند و برای نسبت‌دادن آن به تورم، تغییر رفتار یا فرسودگی مدل باید زمان تغییر آستانه‌ها، نسخه‌ها و مقررات نیز بررسی شود.

مثال عددی صرفاً توضیحی: تغییر مقیاس اسمی و خروجی قاعده

برای نمایش محاسبات، یک سامانه فرضی قاعده‌محور با ثبت تراکنش، تولید هشدار و رسیدگی انسانی در نظر گرفته می‌شود. این مثال با مسئله آستانه ربالی در محیط تورمی ایران سازگار است، اما با داده هیچ بانک ایرانی کالبره نشده و نماینده ساختار یا عملکرد آن نیست. جمعیت مصنوعی شامل ۱۰۰۰ تراکنش با شناسه ثابت و برچسب هدف از پیش معلوم است: ۶۱۸، ۲۵۰ و ۱۲۲ تراکنش فاقد وضعیت هدف، به ترتیب با مبالغ ۵۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلیون ریال؛ و ۲ و ۸ تراکنش دارای وضعیت هدف، به ترتیب با مبالغ ۵۰ و ۱۲۰ میلیون ریال. بنابراین، فقط ۱۰ تراکنش برچسب مثبت دارند. تعدادها، مبالغ و برچسب‌ها مفروض‌اند و برچسب مثبت در این مثال به معنای پرونده واقعی یا جرم اثبات‌شده نیست.

قاعده پایه برای مبلغ حداقل ۱۰۰ میلیون ریال هشدار تولید می‌کند. در دوره دوم، صرفاً برای بازنمایی یک تغییر مقیاس، همه مبالغ در ۱۰۳۷۱۴ ضرب می‌شوند؛ این ضریب از رشد شاخص قیمت گزارش‌شده در بخش ۴ گرفته شده است (شرکت شبکه الکترونیکی پرداخت کارت، ۱۴۰۳)، اما انتقال یکسان آن به همه تراکنش‌ها فرض مثال است. شناسه‌ها، تعداد تراکنش‌ها و برچسب‌ها ثابت‌اند. مبالغ جدید ۶۸۰۵۷، ۱۰۹۰۷۱۲ و ۱۶۴۰۵۶۸ میلیون ریال هستند. دو حالت مقایسه می‌شوند: حفظ حد اسمی ۱۰۰ میلیون ریال و استفاده از حد تحلیلی ۱۳۷۰۱۴ میلیون ریال. حالت دوم صرفاً بازاجرای آزمایشی است و مجوز تغییر حد قانونی یا اقدام بانکی نیست.

جدول ۲. نتایج بازاجرای قاعده بر داده‌های کاملاً مصنوعی

سنجه	دوره پایه	دوره دوم؛ حد ثابت	دوره دوم؛ حد تحلیلی
حد مبلغ (میلیون ریال)	۱۰۰	۱۰۰	۱۳۷۰۱۴
تعداد هشدار	۱۳۰	۳۸۰	۱۳۰
نرخ هشدار	٪۱۳	٪۳۸	٪۱۳
مثبت درست	۸	۸	۸
مثبت کاذب	۱۲۲	۳۷۲	۱۲۲
موارد مثبت ازدست‌رفته	۲	۲	۲
بازیابی موارد مثبت	٪۸۰	٪۸۰	٪۸۰
بازده هشدار با برچسب کامل	٪۶۰۱۵	٪۲۰۱۱	٪۶۰۱۵

در جدول ۲، مثبت کاذب یعنی هشدار برای تراکنش دارای برچسب منفی معلوم در داده مصنوعی، و مورد ازدست‌رفته یعنی تراکنش مثبت بدون هشدار. بازده، نسبت ۸ مورد مثبت هشدارخورده به کل هشدارهاست و بازیابی، نسبت همین ۸ مورد به ۱۰ مورد مثبت کل جمعیت. فرض مشاهده کامل برچسب‌ها فقط برای محاسبه مثال به کار می‌رود؛ در داده واقعی، فقدان نتیجه را نمی‌توان برچسب منفی دانست. افزایش نرخ

هشدار از ۱۳ به ۳۸ درصد در این مثال با افزایش تعداد موارد مثبت همراه نیست؛ بازگشت نرخ به ۱۳ درصد نیز کاهش موارد ازدست‌رفته را نشان نمی‌دهد. این نتیجه پیامد حسابی مفروضات است.

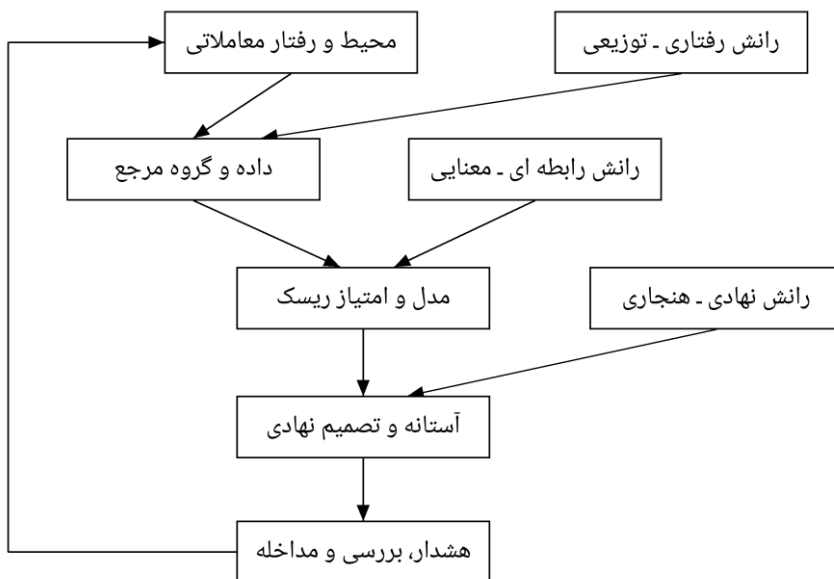
برای محاسبه فاصله هلینگر، سه طبقه مشترک مبلغ شامل «کمتر از ۷۵»، «از ۷۵ تا کمتر از ۱۰۰» و «۱۰۰ و بیشتر» میلیون ریال انتخاب می‌شوند. سهم‌ها در دوره پایه به‌ترتیب ۰،۰۶۲، ۰،۰۲۵ و ۰،۰۱۳ و در دوره دوم ۰،۰۶۲، صفر و ۰،۰۳۸ هستند. جایگذاری این سهم‌ها در رابطه هلینگر فاصله‌ای حدود ۰،۳۹۷ به دست می‌دهد. تعدیل مبالغ دوره دوم با تقسیم بر ۱،۳۷۱۴، در همین طبقه‌بندی فاصله را صفر می‌کند؛ صرف تغییر حد هشدار، توزیع مبالغ را عوض نمی‌کند. بنابراین، سنجه توزیعی، نرخ هشدار و موارد ازدست‌رفته اطلاعات متفاوتی دارند. چون مورد حاضر قاعده‌محور است، احتمال ریسک برآوردشده یا پارامتر یادگیری برای آن گزارش نمی‌شود. این مثال، نه مطالعه موردی یک بانک واقعی است و نه اعتبارسنجی کل فاصله هنجار؛ مؤلفه رابطه‌ای، تغییر نهادی و بازخورد رفتاری را نیز شبیه‌سازی نمی‌کند.

ویژگی دیگر مدل، حلقه بازخورد میان نظارت و رفتار است. سامانه تراکنش‌ها را مشاهده می‌کند، بر اساس آنها هشدار می‌دهد و مداخله بانک بر رفتار بعدی مشتریان اثر می‌گذارد. مسدودسازی، درخواست مدرک، تماس با مشتری، تأخیر در انتقال یا گزارش پرونده می‌تواند نحوه استفاده مشتری از حساب را تغییر دهد. متخلف ممکن است الگوی خود را برای عبور از مدل اصلاح کند و مشتری قانونی ممکن است تراکنش را به بانک، حساب یا کانال دیگری منتقل کند. داده دوره بعد در نتیجه تصمیم دوره قبل شکل می‌گیرد و دیگر نمونه‌ای مستقل از محیط پیش از مداخله نیست.

این حلقه با مفهوم اجرایی‌شدن مدل‌های مالی در تحلیل مکنزی (۲۰۰۶) سازگار است. مدل مالی هنگامی که در تصمیم و عمل به کار گرفته می‌شود، بخشی از سازوکار شکل‌دهنده بازار می‌شود. در نظارت بانکی نیز مدل با تعیین اینکه چه کسی دیده، بررسی یا محدود شود، بر محیطی اثر می‌گذارد که داده آینده خود را از آن دریافت خواهد کرد. اسکالی و همکاران (۲۰۱۵) حلقه‌های بازخورد آشکار و پنهان را از منابع بدهی فنی و خطای بلندمدت سامانه‌های یادگیری ماشین می‌دانند. در مدل حاضر، این بازخورد توزیع امکان دیده‌شدن، بررسی‌شدن و دریافت برچسب را نیز تعیین می‌کند.

حلقه بازخورد دوم در فرایند تولید برچسب ایجاد می‌شود. اگر کارشناسان فقط پرونده‌های بالای آستانه را بررسی کنند، مدل عمدتاً از مواردی می‌آموزد که نسخه قبلی خودش مشکوک تشخیص داده است. این فرایند می‌تواند الگوهای شناخته‌شده را تقویت و الگوهای بیرون از میدان دید مدل را حذف کند. عملکرد مناسب روی پرونده‌های بررسی‌شده لزوماً به معنای پوشش مناسب کل جمعیت تراکنش‌ها نیست. بررسی نمونه‌ای از تراکنش‌های زیر آستانه، استفاده از پرونده‌های کشف‌شده از مسیرهای مستقل و ثبت دلایل رد یا تأیید هشدار می‌تواند اطلاعات لازم برای ارزیابی این سوگیری را فراهم کند.

شکل ۱. مدل رانش هنجار معاملاتی و حلقه بازخورد نظارت الگوریتمی



شکل ۱ نشان می‌دهد که سه نوع رانش در نقاط متفاوت سامانه وارد می‌شوند، ولی آثار آنها در خروجی با یکدیگر ترکیب می‌شود. رانش رفتاری داده و گروه مرجع را تغییر می‌دهد. رانش رابطه‌ای اعتبار ارتباط میان ویژگی‌ها و امتیاز ریسک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. و رانش نهادی مرز اقدام را جابه‌جا می‌کند. هشدار و مداخله نیز به محیط باز می‌گردد و رفتار دوره بعد را تغییر می‌دهد. از این رو، مشاهده کاهش یا افزایش عملکرد مدل بدون ثبت تغییرات هر سه سطح، برای تشخیص منشأ مسئله کافی نیست.

مدل پیشنهادی چهار گزاره نظری برای هدایت پژوهش‌های آینده ارائه می‌کند. این گزاره‌ها در مقاله حاضر آزمون تجربی نشده‌اند؛ بررسی آنها به تعریف عملیاتی متناسب با هر سامانه، طرح شناسایی و داده مستقل نیاز دارد و مثال مصنوعی، آزمون یا تأیید تجربی آنها محسوب نمی‌شود.

گزاره ۱. در شرایط ثبات نسخه مدل و قواعد تصمیم، انتظار می‌رود افزایش پایدار فاصله از مرجع در ابعاد مرتبط با تصمیم، در نبود سازگاری معتبر، با کاهش قابلیت اتکای خروجی همراه باشد. این انتظار یک رابطه قابل بررسی است. برای بررسی آن، سنجح تغییر و شاخص عملکرد باید در گروه‌های هم‌تعریف و افق‌های قابل مقایسه از پیش مشخص شوند. افزایش فاصله بدون افت عملکرد، یا همراه با بهبود آن، در حدود طرح بررسی و عدم اطمینان شواهد، مؤید رابطه پیشنهادی نیست. درباره بعد نهادی، انطباق قاعده اجرا شده با قاعده لازم‌الاجرا نیز جدا از عملکرد آماری ارزیابی می‌شود.

گزاره ۲. در محیط دارای رشد سریع سطح قیمت‌ها، مدل‌ها و قواعد مبتنی بر مبلغ اسمی ثابت، در صورت ثابت بودن سایر شرایط، با افزایش نرخ عبور تراکنش‌های قانونی از آستانه مواجه می‌شوند. هرچه فاصله میان

به‌روزرسانی آستانه و تغییر متغیرهای اسمی طولانی‌تر باشد، احتمال تورم هشدار بیشتر است. آزمون این گزاره مستلزم مقایسه هم‌زمان ارزش اسمی و حقیقی تراکنش‌ها، نرخ هشدار و بازده بررسی است. گزاره دوم در پژوهش حاضر آزمون نشده است. برای بررسی آن در یک سامانه قاعده‌محور، می‌توان داده‌های دو دوره را در محیط ارزیابی و بدون اثرگذاری بر اقدام یا گزارش‌دهی جاری، با آستانه اسمی ثابت و، به‌صورت مقایسه‌ای، با آستانه تعدیل‌شده بازاجرا کرد؛ سایر قواعد، دامنه تراکنش‌های مشمول و تعریف نتیجه رسیدگی باید ثابت باشند یا تغییرات آنها کنترل شود. در صورت قانونی‌بودن حد، آستانه تعدیل‌شده صرفاً یک وضعیت مقایسه‌ای برای تحلیل است و مجوز تغییر حد لازم‌الاجرا محسوب نمی‌شود. مقایسه سهم تراکنش‌های قانونی عبور کرده از آستانه، مشروط به دسترسی به نتایج معتبر رسیدگی، همراه با مقایسه بازده بررسی، امکان ارزیابی همراهی رشد اسمی مبالغ با افزایش هشدارهای کم‌بازده را فراهم می‌کند. نبود این همراهی، در شرایط مفروض، از کاربرد این سازوکار برای توضیح تغییر هشدار در سامانه مورد بررسی پشتیبانی نمی‌کند. کاهش صرف تعداد هشدارها نیز، بدون بررسی نتایج رسیدگی و شواهد ریسک، تأیید به‌بود عملکرد نیست.

گزاره ۳. بازآموزی و تعدیل مکرر مدل می‌تواند فاصله آماری آن با رفتار جاری را کاهش دهد، اما در صورت فقدان ثبت نسخه، مستندسازی داده، تصویب آستانه و بازاعتبارسنجی مستقل، قابلیت بازسازی و حسابرسی تصمیم کاهش می‌یابد. سازگاری بیشتر مدل به‌خودی‌خود به معنای قابلیت اتکای بیشتر نظام نظارتی نیست. گزاره ۴. پس از استقرار مدل، داده‌ها و برچسب‌های مشاهده‌شده تحت تأثیر هشدارها و مداخلات پیشین قرار می‌گیرند. در نتیجه، ارزیابی عملکرد فقط بر پایه پرونده‌های انتخاب‌شده توسط همان مدل، برآوردی سوگیرانه از توان تشخیص در کل جمعیت ایجاد می‌کند. شدت این سوگیری با محدودشدن بررسی به موارد بالای آستانه و کاهش نمونه‌برداری مستقل بیشتر می‌شود.

بر پایه این گزاره‌ها، موضوع حسابرسی باید کل رژیم هنجارسازی را دربرگیرد. حسابرس باید بتواند برای هر دوره بازسازی کند که مدل با کدام داده‌ها و پنجره زمانی آموزش دیده، مشتریان چگونه در گروه‌های هم‌تا قرار گرفته‌اند، متغیرهای اسمی چگونه تعدیل شده‌اند، برچسب هدف از چه فرایندی حاصل شده، آستانه با چه مجوزی تغییر کرده و ظرفیت رسیدگی چه اثری بر دامنه هشدار داشته است. آزمون برون‌زمانی مدل، مقایسه عملکرد پیش و پس از نقاط تغییر، بررسی جداگانه گروه‌های مشتریان، تحلیل هشدارهای ردشده و نمونه‌گیری از تراکنش‌های زیر آستانه برای ارزیابی موارد از دست‌رفته لازم است.

این رویکرد میان خطای مدل و رانش هنجار تمایز برقرار می‌کند. خطای برنامه‌نویسی، بیش‌برازش یا انتخاب نامناسب متغیرها ممکن است در یک محیط ثابت نیز عملکرد را تضعیف کند. رانش هنجار هنگامی مطرح است که سامانه با منطق گذشته به محیطی تغییر کرده اعمال شود یا تعریف نهادی خروجی بدون انطباق کامل داده، مدل و رویه رسیدگی تغییر کند. این دو منبع خطا می‌توانند هم‌زمان وجود داشته باشند،

اما درمان آنها یکسان نیست. اصلاح کد، رانش ناشی از تورم یا تغییر رفتار را برطرف نمی‌کند و بازآموزی مدل نیز ابهام در تعریف پرونده مشکوک یا مسئولیت تغییر آستانه را حل نخواهد کرد.

مدل رانش هنجار معاملاتی مبنایی برای تحلیل نظام بانکی ایران فراهم می‌کند. در بخش بعد، تغییر ارزش اسمی و حقیقی تراکنش‌ها، تحول کانال‌های پرداخت، تغییر محیط مقرراتی و محدودیت داده‌های بین‌بانکی در چارچوب سه نوع رانش بررسی می‌شوند. هدف از این کاربرد، تفکیک مسیرهایی است که از طریق آنها محیط اقتصادی و نهادی می‌تواند هنجار مورد استفاده سامانه نظارتی را جابه‌جا کند.

۴. کاربرد چارچوب رانش هنجار معاملاتی در نظام بانکی ایران

کاربرد چارچوب رانش هنجار معاملاتی در ایران باید از تمایز میان شواهد محیطی و شواهد عملکرد مدل آغاز شود. آمارهای منتشرشده درباره تعداد و ارزش تراکنش‌ها، ابزارهای پرداخت و شاخص قیمت‌ها می‌توانند تغییر محیط معاملاتی را نشان دهند، اما درباره تعداد هشدارهای بانکی، نرخ مثبت کاذب، موارد ازدست‌رفته یا کیفیت رسیدگی اطلاعات مستقیمی ارائه نمی‌کنند. از این‌رو، شواهد موجود برای شناسایی مسیرهای احتمالی رانش و طراحی آزمون حساسی به کار می‌روند. کاربرد چارچوب در این بخش ناظر به تحلیل شرایط اقتصادی و نهادی مرتبط با رانش است، نه ارائه بررسی جامع از وضعیت استقرار مدل‌ها در بانک‌های ایران. آمارها و اسناد مقرراتی، زمینه نظارت را توضیح می‌دهند؛ پژوهش‌های موردی و اطلاع‌رسانی‌های نهادی منتخب نیز فقط در حدود داده، دوره و هدف گزارش‌شده مورد استفاده قرار می‌گیرند. این منابع مبنایی برای برآورد سهم قواعد ثابت و یادگیری ماشین در کل شبکه بانکی یا مقایسه عملکرد بانک‌ها فراهم نمی‌کنند. تعیین این سهم، افزون بر داده‌های بانک‌به‌بانک، مستلزم تعریف واحد سنجش و مرحله تصمیم است؛ سهم تراکنش‌های پردازش‌شده، سهم هشدارهای تولیدشده و سهم موارد اولویت‌بندی‌شده معادل یکدیگر نیستند. در معماری چندلایه نیز یک تراکنش یا هشدار ممکن است در چند جزء پردازش شود؛ بنابراین، سهم قواعد و یادگیری ماشین را نمی‌توان بدون تعیین مبنای انتساب، دو سهم مکمل فرض کرد. دلالت‌های حساسی این بخش باید متناسب با اجزای فعال و نقش آنها در سامانه مورد بررسی به کار روند. در سطح اطلاع‌رسانی نهادی، بانک پاسارگاد سامانه آنلاین کشف تقلب را با کارکرد پایش برخط و غیربرخط تراکنش‌ها و شناسایی موارد مشکوک معرفی کرده است (بانک پاسارگاد، بی‌تا). در گزارش مرکز فابا درباره معرفی سامانه هوشیار بانک کشاورزی نیز هدف محصول، پایش رفتار مشتریان و ارائه هشدار به بازرسان بانک بیان شده است (مرکز فابا، ۱۴۰۴). این گزارش‌ها نمونه‌هایی از معرفی عمومی ابزارهای نظارتی در بانک‌های ایران‌اند. همچنین، سامانه کشف تقلب یا پایش رفتار مشتری را نباید بدون روشن شدن دامنه کاربرد، معادل کل سامانه مبارزه با پول‌شویی دانست. از این‌رو، این نمونه‌ها برای توضیح زمینه کاربرد بحث مطرح می‌شوند و از آنها، اعتبارسنجی مدل رانش هنجار یا شناخت کامل معماری جاری بانک‌ها استنتاج نمی‌شود.

نخستین مسیر، رانش رفتاری - توزیعی ناشی از تغییر سطح عمومی قیمت‌هاست. در اسفند ۱۴۰۳، تعداد تراکنش‌های شبکه پرداخت کارتی نسبت به اسفند ۱۴۰۲ معادل ۶۰۷۶ درصد افزایش یافت، درحالی‌که ارزش اسمی آنها ۴۷۰۸۶ درصد رشد کرد. پس از تعدیل ارزش تراکنش‌ها با شاخص قیمت مصرف‌کننده، رشد حقیقی به ۷۰۸۱ درصد کاهش یافت. در همان محاسبه، افزایش نقطه‌به‌نقطه شاخص قیمت مصرف‌کننده ۳۷۰۱۴ درصد در نظر گرفته شده است^۱. بنابراین، بخش بزرگی از افزایش مبلغ ریالی تراکنش‌ها با تغییر سطح قیمت‌ها ارتباط دارد و نمی‌توان آن را به همان نسبت نشانه افزایش حجم واقعی فعالیت اقتصادی یا تغییر رفتار پرخطر دانست.

برای نشان دادن یک پیامد قابل محاسبه، b_t را یک حد مبلغ اسمی و I_t را شاخص قیمت با مبنای مشترک در نظر می‌گیریم. نماد b_t حد پولی است و نباید با آستانه یک امتیاز ریسک بدون واحد پولی یکسان گرفته شود. تغییر نسبی ارزش حقیقی این حد بین دوره مرجع و دوره جاری برابر است با:

$$\Delta_{0,t}^{real} = \frac{b_t/I_t}{b_0/I_0} - 1$$

با استفاده از رشد ۳۷۰۱۴ درصدی شاخص قیمت که در این بخش گزارش شد و صرفاً با فرض ثابت بودن حد اسمی، این نسبت برابر با $1 - 1/1.3714$ ، یعنی حدود منفی ۲۷۰۰۸ درصد است. بنابراین، یک حد اسمی ثابت در این مقایسه، حدود ۷۲۰۹۲ درصد ارزش حقیقی دوره مرجع را حفظ می‌کند. این نتیجه، محاسبه‌ای شرطی درباره مقیاس اقتصادی حد است. باید توجه داشت که نباید این محاسبه را شاهد ثابت بودن آستانه یک بانک، برآورد افزایش هشدار یا اندازه‌گیری کل فاصله هنجار در نظر گرفت. برای تعیین تغییر سهم تراکنش‌های عبورکرده از حد، توزیع مبالغ در حوالی آن و سایر شروط قاعده لازم است.

در چارچوب پیشنهادی، این تفاوت می‌تواند برای قواعد مبتنی بر مبلغ ثابت پیامد نظارتی داشته باشد. چنانچه افزایش سطح قیمت‌ها به افزایش مبالغ تراکنش‌های قانونی مشمول یک قاعده بینجامد و آستانه و سایر شرایط قاعده ثابت بمانند، سهم تراکنش‌های عبورکرده از آستانه ممکن است افزایش یابد. وقوع و اندازه این اثر در یک سامانه مشخص از آمارهای تجمیعی قابل تعیین نیست. در مدل‌های یادگیری ماشین نیز استفاده از مبلغ اسمی می‌تواند توزیع متغیر ورودی را از محدوده داده‌های آموزشی دور کند. در هر دو حالت ممکن است نرخ هشدار افزایش یابد، بی‌آنکه رابطه میان تراکنش و ریسک به همان اندازه تغییر کرده باشد. این وضعیت با رانش رفتاری - توزیعی سازگار است، اما اثبات تورم هشدار مستلزم مشاهده هم‌زمان نرخ هشدار، بازده بررسی و ثبات تعریف پرونده تأییدشده است.

^۱ شرکت شبکه الکترونیکی پرداخت کارت، ۱۴۰۳

تعدیل تورمی نیز نباید به جایگزینی ساده مبلغ اسمی با مبلغ حقیقی محدود شود. برخی تعهدات حقوقی، سقف‌های انتقال و حدود گزارش‌دهی به مبلغ اسمی وابسته‌اند و حذف این متغیر می‌تواند اطلاعات لازم برای اجرای مقررات را از بین ببرد. راه مناسب‌تر آن است که سامانه مبلغ اسمی، مبلغ تعدیل‌شده، فاصله از آستانه قانونی و فاصله از توزیع گروه هم‌تا را هم‌زمان نگهداری کند. حسابرس نیز باید مشخص کند که شاخص قیمت از چه منبعی، با کدام سال پایه و در چه سطحی از تجمیع به کار رفته است. تغییر شاخص، سال پایه یا روش تعدیل باید مانند تغییر نسخه مدل ثبت شود، زیرا می‌تواند امتیاز ریسک و تعداد هشدارها را جابه‌جا کند.

مسیر دوم رانش توزیعی به تفاوت میان ابزارهای پرداخت مربوط است. در اسفند ۱۴۰۳، کارت‌خوان فروشگاه‌های ۹۱۰۰۹ درصد، ابزار پذیرش اینترنتی ۶۰۸۶ درصد و ابزار پذیرش همراه ۲۰۰۵ درصد از تعداد تراکنش‌های شاپرکی را به خود اختصاص دادند. متوسط مبلغ هر تراکنش در ابزار اینترنتی حدود ۱۷۰۳۴ میلیون ریال، در کارت‌خوان فروشگاه‌های ۳۰۹۰ میلیون ریال و در ابزار همراه ۰۰۲۴ میلیون ریال بود.^۱ در نتیجه، مقایسه همه تراکنش‌ها با یک توزیع مبلغ واحد می‌تواند رفتار متعارف هر ابزار را نادرست بازنمایی کند. مبلغی که در پرداخت همراه پرت محسوب می‌شود، ممکن است در خرید اینترنتی یا فعالیت یک واحد تجاری کاملاً عادی باشد.

گروه‌بندی هم‌تایان در ایران باید نوع مشتری، فعالیت اقتصادی، ابزار پرداخت، نوع خدمت و الگوی زمانی را پوشش دهد. مقایسه یک فروشگاه اینترنتی با یک مشتری حقیقی یا مقایسه فعالیت اسفندماه یک بنگاه فصلی با میانگین ماه‌های کم‌فروش، مرجع مناسبی ایجاد نمی‌کند. پنجره مرجع باید اثر روزهای تعطیل، پرداخت حقوق، سررسید اقساط، مناسبت‌های خرید و پایان سال را نیز در نظر بگیرد. استفاده از پنجره بسیار کوتاه ممکن است جهش موقت را به‌عنوان هنجار جدید بپذیرد و پنجره بسیار بلند می‌تواند تغییر پایدار رفتار را با تأخیر تشخیص دهد.

مکان نیز برای همه ابزارها معنای یکسانی ندارد. گزارش شاپرک تصریح می‌کند که استفاده از ابزارهای اینترنتی و همراه به استان ثبت‌شده پذیرنده محدود نیست و مشتری می‌تواند از نقطه دیگری از کشور تراکنش را انجام دهد. بنابراین، نشانی ثبت‌شده پذیرنده را نمی‌توان بدون متغیرهای تکمیلی، مکان اقتصادی تراکنش یا محل حضور پرداخت‌کننده تلقی کرد (شرکت شبکه الکترونیکی پرداخت کارت، ۱۴۰۳). اگر مدل گروه‌های هم‌تا را فقط بر اساس استان پذیرنده تشکیل دهد، بخشی از تفاوت‌های مشاهده‌شده ممکن است محصول خطای انتساب مکانی باشد. حسابرسی این قسمت مستلزم بررسی تعریف متغیر مکان، منبع ثبت آن و میزان داده‌های مفقود یا ناسازگار است.

رانش رابطه‌ای - معنایی زمانی مطرح می‌شود که قدرت پیش‌بینی یک الگو تغییر کند. برای بررسی این نوع رانش، پیشنهاد می‌شود گزارش عملکرد دو مسیر مکمل داشته باشد: پایش کوتاه‌مدت بر پایه نتایج کارشناسی

^۱ شرکت شبکه الکترونیکی پرداخت کارت، ۱۴۰۳

و تصمیم‌های گزارش‌دهی، با تصریح معنای هر برچسب؛ و پیگیری نتایج نهایی در دوره‌های بعد، در حدود اطلاعاتی که واقعاً در دسترس قرار می‌گیرند. هیچ‌یک جانشین دیگری نیست: اولی عملکرد فرایند بررسی و تشخیص ظن را نشان می‌دهد و دومی، در صورت دسترسی، شواهدی متفاوت درباره پیامد پرونده فراهم می‌کند. برای مقایسه دوره‌ها، سطح برچسب، مبدأ پیگیری و افق مشاهده باید یکسان باشد. افق هر مرحله باید پیش از مشاهده نتایج مقایسه، با توجه به هدف ارزیابی و اطلاعات موجود درباره زمان رسیدگی تعیین و ثبت شود؛ مقاله دوره دوازده‌ماهه را قاعده عمومی یا زمان کفایت نتیجه نهایی فرض نمی‌کند. برای مثال، در صورت انتخاب افق دوازده‌ماهه، نتیجه هر هشدار فقط تا دوازده ماه پس از صدور آن منظور می‌شود و گروهی که همه اعضای آن هنوز این فرصت پیگیری را نداشته‌اند، وارد مقایسه کامل با گروه‌های قدیمی‌تر نمی‌شود. با این حال، سپری شدن این افق به معنای تعیین تکلیف همه اعضای گروه نیست و سهم نتایج نامعلوم باید همچنان گزارش شود. بنابراین، گزارش سالانه می‌تواند هم شاخص‌های عملیاتی جاری و هم نتایج گروه‌های قدیمی‌تر با افق پیگیری یکسان را ارائه کند؛ اما این دو نباید در یک نرخ واحد ادغام شوند.

نتیجه دیررس باید به گروه زمان صدور هشدار منتسب شود. با دریافت اطلاعات جدید، گزارش پیگیری آن گروه با ذکر تاریخ برش داده و افق جدید تکمیل شود، بدون آنکه نسخه قبلی گزارش از بین برود. در بازسازی تاریخی آموزش مدل نیز فقط برچسب‌هایی مجازند که در تاریخ آموزش در دسترس بوده‌اند؛ استفاده از نتیجه دیررس برای ارزیابی پسینی باید از استفاده از آن در آموزش گذشته تفکیک شود. اگر نتایج نهایی در دسترس نباشند یا پوشش آنها برای مقایسه کافی نباشد، نتیجه‌گیری باید به سطح عملیاتی محدود بماند. این ترتیبات حدود مقایسه و عدم اطمینان آن را آشکار می‌سازند.

دستور کار ثبت برچسب موقت و پنجره تأخیر ثابت

برای اجرای این تفکیک، چهار جزء ثبت و گزارش پیشنهاد می‌شود: نخست، برای هر هشدار، شناسه یکتا، شناسه تراکنش یا پرونده مرتبط، نسخه قاعده یا مدل، آستانه و زمان صدور ثبت شود. دوم، نتیجه موقت کارشناسی، تصمیم گزارش‌دهی و نتیجه نهایی در فیلدهای مستقل نگهداری شوند؛ هر فیلد باید تعریف مرحله، وضعیت نتیجه، تاریخ تصمیم و تاریخ دسترسی بانک به آن را داشته باشد. «در انتظار» یا «فاقد نتیجه در دسترس» از «رد مستند در همان مرحله» جدا بماند. برچسب موقت فقط ارزیابی ظن در مرحله کارشناسی را بازنمایی می‌کند.

سوم، پیش از مقایسه، پنجره تأخیر ثابت هر مرحله از زمان صدور هشدار تعیین شود؛ برای نمونه، افق ۹۰ روزه برای نتیجه کارشناسی صرفاً یک انتخاب طراحی است. فقط گروه‌هایی با فرصت پیگیری یکسان مقایسه شوند و نتیجه نهایی، در صورت دسترسی، در افق مستقلی گزارش شود. چهارم، در تاریخ برش داده، بازده مشروط به نتیجه در دسترس، پوشش نتایج و سهم نامعلوم هم‌زمان ارائه شوند. برای مثال، در گروه فرضی ۱۰۰ هشدار با ۸۰ نتیجه کارشناسی در دسترس و ۲۴ تأیید در همان مرحله، بازده مشروط ۳۰ درصد،

پوشش نتایج ۸۰ درصد و سهم نامعلوم ۲۰ درصد است؛ نسبت ۲۴ به ۱۰۰ را نباید جانشین بازده موارد تعیین تکلیف شده کرد.

با وصول نتیجه دیررس، شناسه و گروه زمانی اولیه حفظ و نسخه پیگیری گزارش با تاریخ برش و افق جدید ثبت شود. بازسازی آموزش گذشته فقط با اطلاعات در دسترس در همان تاریخ انجام گیرد. ثابت بودن پنجره، تفاوت فرصت پیگیری را محدود می‌کند، اما سوگیری انتخاب پرونده یا دسترسی گزینشی به نتیجه را از بین نمی‌برد؛ از این رو، این محدودیت باید در تفسیر تغییر بازده باقی بماند.

قانون مبارزه با پول‌شویی، معامله مشکوک را علاوه بر سطح مبلغ، بر اساس بیش‌بودن فعالیت مالی از سطح مورد انتظار مشتری، صوری بودن عملیات، ناسازگاری مالک ظاهری و واقعی، ارائه اطلاعات خلاف واقع، و قرارگرفتن طرف معامله در مناطق پرخطر و عبور از سقف مقرر از تعریف می‌کند که می‌تواند ظن وقوع جرم را ایجاد کنند. قانون همچنین بانک‌ها و مؤسسات مالی را به احراز هویت، شناسایی مالک واقعی، نگهداری سوابق، تدوین کنترل‌های داخلی و گزارش عملیات مشکوک مکلف کرده است.^۱ در نتیجه، معنای نهادهای رفتار مشکوک در ایران ترکیبی از فاصله با رفتار مورد انتظار، ویژگی رابطه مالی و حدود مصوب است.

مشکل تولید برجسب در اینجا آشکار می‌شود. اگر فقط تراکنش‌های بالاتر از آستانه یا دارای امتیاز زیاد بررسی شوند، اطلاعات نتیجه عمدتاً برای همان بخش از جمعیت تولید خواهد شد. مدلی که بعداً با این داده‌ها آموزش می‌بیند ممکن است معیارهای انتخاب نسخه پیشین خود را بازتولید کند. برای ارزیابی رانش رابطه‌ای، بانک باید نمونه‌ای از تراکنش‌های زیر آستانه را نیز بررسی کند و پرونده‌های کشف‌شده از مسیرهایی مانند شکایت مشتری، بازرسی داخلی، استعلام قضایی یا گزارش سایر نهادها را جداگانه ثبت کند. بدون این نمونه‌های مستقل، کاهش موارد تأییدشده می‌تواند ناشی از بهبود محیط، ضعف مدل یا محدودشدن میدان بررسی باشد.

قانون برای کاهش محدودیت دید هر مؤسسه، بانک مرکزی، بانک‌ها و شماری از دستگاه‌های دیگر را مکلف کرده است اطلاعات تکمیلی مربوط به تراکنش‌های مشکوک را به صورت برخط و امن در اختیار مرکز اطلاعات مالی قرار دهند (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۷). حسابرس باید کامل بودن پاسخ‌ها، زمان ارسال، امکان تطبیق هویت اشخاص، یکنواختی شناسه‌ها و قابلیت بازسازی زنجیره انتقال را آزمون کند. تراکنشی که در محدوده داده یک بانک عادی به نظر می‌رسد، ممکن است جزئی از زنجیره‌ای باشد که میان چند بانک، پرداخت‌یار یا حساب واسطه توزیع شده است.

سومین مسیر، رانش نهادهای - هنجاری است. آیین‌نامه اجرایی مقابله و پیشگیری از جرایم پول‌شویی و تأمین مالی تروریسم، مؤسسات مالی را ملزم می‌کند پیش از ارائه خدمت، خطر تعامل کاری را با توجه به مشتری، منطقه و خدمت ارزیابی کنند. اطلاعات لازم برای این ارزیابی شامل تعداد و مبلغ مورد انتظار تراکنش‌ها، شغل و فعالیت، درآمد، منابع اموال، هدف تعامل و استفاده حضوری یا غیرحضوری از خدمات

^۱ مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۷

است. همین آیین‌نامه مقرر می‌کند برنامه داخلی مقابله با پول‌شویی با رویکرد مبتنی بر خطر تدوین شود و محصولات، خدمات و روش‌های جدید ارائه پیش از اجرا از نظر خطر ارزیابی شوند^۱.

این مقررات نشان می‌دهد که هنجار معاملاتی در نظام بانکی ایران علاوه بر داده‌های گذشته به طبقه‌بندی مشتری، فهرست اشخاص پرخطر، ارزیابی خدمت، نحوه ارائه و تصمیم نهاد ناظر در تعیین مرز مداخله هم بستگی دارد. تغییر هر یک از این اجزا ممکن است خروجی مدل را جابه‌جا کند، حتی اگر توزیع تراکنش‌ها و پارامترهای مدل ثابت مانده باشند. برای مثال، تغییر سطح خطر یک خدمت یا الزام به بررسی دقیق‌تر تراکنش‌های غیرحضور می‌تواند تعداد پرونده‌های بررسی‌شده را افزایش دهد، بی‌آنکه این افزایش نشانه رشد متناظر جرم مالی باشد.

دستورالعمل ساختار و تشکیلات مبارزه با پول‌شویی مصوب ۱۴۰۴، بانک‌ها، مؤسسات اعتباری غیربانکی و ارائه‌دهندگان خدمات پرداخت را در سطح نخست قرار داده و تشکیل واحد تخصصی مبارزه با پول‌شویی را برای آنها الزامی کرده است. دستورالعمل برای هر دویست هزار مشتری فعال حداقل یک نیروی انسانی پیش‌بینی می‌کند و برای بانک‌ها دامنه‌ای از پنج تا شصت نفر، بدون احتساب مسئول واحد، تعیین کرده است. دستگاه متولی نظارت می‌تواند این تعداد را با توجه به سطح خطر، وسعت فعالیت، تعداد شعب، فعالیت برون مرزی و وجود سامانه‌های هوشمند تغییر دهد. دسترسی مستقیم و برخط واحد مبارزه با پول‌شویی به اطلاعات مشتریان، تراکنش‌ها، روش ارائه خدمات و اسناد شناسایی نیز در همین دستورالعمل پیش‌بینی شده است^۲.

این تحول، ظرفیت رسیدگی را به بخشی صریح از رژیم هنجارسازی تبدیل می‌کند. افزایش نیروی انسانی، گسترش دسترسی داده‌ای یا استقرار سامانه جدید می‌تواند امکان بررسی هشدارهای بیشتری را فراهم کند. کاهش ظرفیت، انباشت پرونده یا محدودیت دسترسی ممکن است باعث افزایش آستانه عملیاتی یا کنارگذاشتن هشدارهای کم‌امتیاز شود. بنابراین، مقایسه نرخ هشدار یا تعداد گزارش‌ها پیش و پس از اجرای دستورالعمل سال ۱۴۰۴، بدون ثبت تغییرات نیروی انسانی، دسترسی اطلاعاتی و فرایند رسیدگی، نتیجه معتبری درباره تغییر ریسک ارائه نمی‌کند.

جدول ۳. مسیرهای رانش هنجار معاملاتی در نظام بانکی ایران و شواهد حسابرسی

شواهد مورد نیاز حسابرسی	تفسیر نادرست محتمل	نشانه قابل مشاهده	مسیر تغییر
مبلغ حقیقی و اسمی، شاخص تعدیل، تاریخ و منطق تغییر آستانه	افزایش ریسک یا جرم مالی	رشد مبلغ اسمی و عبور بیشتر از حدود ریالی	افزایش سطح قیمت‌ها

^۱ هیئت وزیران، ۱۳۹۸/۱۴۰۴

^۲ مرکز اطلاعات مالی، ۱۴۰۴

شواهد مورد نیاز حسابرس	تفسیر نادرست محتمل	نشانه قابل مشاهده	مسیر تغییر
عملکرد جداگانه هر ابزار، تعریف گروه همتا و توزیع مبلغ در هر خدمت	تغییر رفتار مشتری بدون توجه به نوع ابزار	جابه‌جایی سهم کارت‌خوان، ابزار اینترنتی و همراه	تغییر ترکیب ابزارهای پرداخت
نتایج پرونده‌ها، تأخیر برچسب، نمونه زیر آستانه و کشف‌های مستقل	خطای صرف برنامه یا داده	کاهش بازده هشدار یا ظهور پرونده‌های جدید خارج از الگوهای پیشین	تغییر رابطه الگو و پیامد
تاریخ ابلاغ، صورت‌جلسه تصویب، نسخه قواعد و آزمون پیش و پس از تغییر	تغییر خودکار سطح خطر واقعی	تغییر دامنه مشتریان، خدمات یا عملیات نیازمند بررسی	تغییر مقررات و تعریف خطر
تعداد و مهارت کارکنان، زمان رسیدگی، پرونده‌های معوق و قواعد اولویت‌بندی	بهبود یا افت کیفیت مدل	تغییر حجم پرونده، صف بررسی یا آستانه عملیاتی	تغییر ظرفیت رسیدگی
منشأ داده، پوشش زمانی، تطبیق هویت، کامل‌بودن زنجیره و سطح دسترسی	افزایش ناگهانی وقوع تخلف	مشاهده روابط جدید میان حساب‌ها و مؤسسات	تغییر دسترسی و اتصال داده‌ها
سابقه محدودیت‌ها، رفتار پیش و پس از مداخله و مسیرهای جایگزین تراکنش	کاهش پایدار ریسک	انتقال رفتار به حساب، بانک یا روش دیگر	بازخورد مداخله

کاربست چارچوب با شناسایی اجزای فعال سامانه و نقش آنها در زنجیره تصمیم آغاز می‌شود. در سامانه قاعده‌محور، ثبت نسخه ناظر به سناریوها، آستانه‌ها و منطق ارجاع است و پایش رانش به بررسی تغییر شرایط کاربرد و اعتبار معیارهای قاعده مربوط می‌شود؛ بازآموزی در این سامانه موضوعیت ندارد و اقدام متناظر، بازنگری و اعتبارسنجی قواعد است. در مدل نظارت‌شده، داده و پنجره آموزش، تعریف برچسب و تغییر رابطه ویژگی‌ها با پیامد نیز بررسی می‌شوند. در کشف ناهنجاری، تعریف گروه مرجع و مبنای امتیاز ناهنجاری، و در تحلیل شبکه، مرز داده و کیفیت تطبیق هویت اهمیت دارند. در معماری ترکیبی، ترتیب لایه‌ها و نقش آنها در ایجاد، پالایش و اولویت‌بندی هشدار باید مستند شود. اجرای موازی نیز در این چارچوب، در صورت امکان و تناسب با اهمیت تغییر، به مقایسه نسخه جاری و نامزد قواعد یا مدل اشاره دارد؛ نه الزام همه بانک‌ها به استفاده هم‌زمان از چند خانواده یادگیری ماشین. بنابراین، اصول مشترک حسابرسی با شناخت معماری سامانه به رویه‌های متناسب تبدیل می‌شوند و مقاله برای همه بانک‌ها یک پیکربندی فنی یکسان تجویز نمی‌کند. برای کاربرد عملی چارچوب، حسابرسی مدل باید منشأ تغییر خروجی را میان چند جزء تفکیک کند:

در کاربرد ایران، شواهد مبلغ و ابزار پرداخت به تغییرات مرتبط با داده و گروه مرجع، یعنی D و G ، مربوط‌اند. اسناد مقرراتی برای شناخت R به کار می‌روند و اطلاعات نیروی انسانی فقط بخشی از شواهد لازم برای بررسی K را فراهم می‌کنند. این منابع به‌تنهایی مقدار ظرفیت مؤثر، پارامترهای θ یا آستانه‌های عملیاتی τ بانک‌ها را مشخص نمی‌کنند. همچنین، آمار تجمیعی تعداد و ارزش تراکنش‌ها برای محاسبه

فاصله هلینگر توزیع مبلغ در گروه‌های مشتریان کافی نیست؛ برای آن، فراوانی‌های قابل مقایسه در طبقات مشترک لازم است. در مطالعه‌ای با دسترسی به داده و نسخه‌های سامانه، بازاجرای کنترل‌شده کاربرد مستقیم رابطه صدور هشدار و تعریف AR_t است. می‌توان سازوکار تصمیم ثابت را بر داده دو دوره اعمال کرد و سپس روی مجموعه داده مشترک، پیامد تغییر نسخه یا آستانه را سنجید. برای انتساب اختلاف به یک جزء، سایر اجزای مؤثر باید ثابت یا تغییرات آنها صریحاً ثبت شوند. مقایسه آستانه‌های امتیازی نیز مستلزم مقیاس قابل مقایسه است. اگر چند جزء هم‌زمان تغییر کنند، اختلاف خروجی را نباید بدون طراحی تکمیلی به اثر مستقل هر جزء تجزیه کرد. در تغییر ظرفیت نیز خروجی تولید هشدار از ارجاع و نتیجه رسیدگی جدا می‌شود. این بازاجرا مبنای تحلیل حساسیت و مقایسه نسخه هاست.

شواهد مربوط به داده و گروه مرجع، تعریف متغیرها و برچسب، تعدیل مبالغ، نسخه قواعد یا مدل، آستانه‌ها، مقررات، ظرفیت و رویه رسیدگی، مجوز تغییر و نتیجه بازاعتبارسنجی باید در پرونده هنجار عملیاتی قابل بازیابی باشند؛ ساختار این پرونده در بخش ۶ توضیح داده شده است. انتخاب دامنه و شدت کنترل‌ها نیز باید با اهمیت پیامد تصمیم، شواهد رانش و ظرفیت سازمانی متناسب باشد. در راهنمای کنترل داخلی دفتر پاسخ‌گویی دولت ایالات متحده، زمان و منابع مورد نیاز در برابر منافع مورد انتظار قرار می‌گیرند، اما هزینه به‌تنهایی دلیل کافی برای کنارگذاشتن کنترل نیست (دفتر پاسخ‌گویی دولت ایالات متحده، ۲۰۲۵).

برای کاربرد این اصل، پیشنهاد می‌شود در تغییرات مهم، گزینه‌های قابل اجرا در افق زمانی و دامنه یکسان، از نظر هزینه و فایده اضافی نسبت به وضع موجود مقایسه شوند. هزینه طراحی و استقرار از هزینه مستمر محاسبات، ذخیره‌سازی، نیروی فنی و کارشناسی، اعتبارسنجی و مستندسازی تفکیک و زمان پیاده‌سازی و اثر آن بر صف رسیدگی نیز لحاظ شود. منافع بالقوه با شواهدی درباره کاهش رسیدگی کم‌بازده، کیفیت تشخیص و قابلیت بازسازی تصمیم بررسی شوند؛ کاهش تعداد هشدار به‌تنهایی منفعت نیست. اگر ارزش‌گذاری پولی منافع قابل اتکا نباشد، هزینه‌ها و پیامدهای غیرپولی جداگانه گزارش شوند و بهبود اقتصادی مفروض گرفته نشود. بازآموزی فقط یکی از گزینه‌های اصلاح در مدل‌های یادگیرنده است، نه پاسخ خودکار به هر نشانه رانش؛ اصلاح داده، بازنگری مجاز آستانه تحلیلی یا ادامه استفاده از نسخه‌ای با اعتبار جاری نیز باید بررسی شوند. خلاصه برآورد منابع، زمان، منافع مورد انتظار، عدم اطمینان و دلیل انتخاب در همان پرونده ثبت و پس از اجرا با پیامدهای مشاهده‌شده مقایسه شود. صرفه‌جویی نباید با حذف الزامات لازم‌الاجرا یا شواهد ضروری حسابرسی حاصل شود.

در یک پژوهش منتشرشده در نشریه داخلی، صادقی مقدم، مهرگان و بهرام بیگ (۱۴۰۴) هزینه کشف تقلب کارت اعتباری را با ترکیب روش‌های نظارت‌شده و بدون نظارت و هم‌جوشی اطلاعات بررسی کرده‌اند. داده آن پژوهش متعلق به یک بانک برزیلی است. این مطالعه برای توجه به هزینه تصمیم در کنار سنجه تشخیص مرتبط است؛ نتیجه آن را نمی‌توان به هزینه اجرای چارچوب حاضر، بازده اقتصادی بانک‌های ایران

یا پایش پول شویی تعمیم داد. در این مقاله، جدول ۶ اقلام قابل ثبت و ترتیب وابستگی اجرای کنترل‌ها را مشخص می‌کند و یک محاسبه فرضی بار رسیدگی، فقط بعد نیروی انسانی را توضیح می‌دهد.

بر پایه شواهد موجود، نمی‌توان نرخ یا جهت رانش هنجار معاملاتی در بانک‌های ایران را اندازه‌گیری کرد. برای این کار دست‌کم به داده‌های سطح مدل شامل امتیاز تراکنش، وضعیت عبور از آستانه، نتیجه بررسی، زمان تعیین نتیجه، نسخه مدل و سابقه تغییر مقررات نیاز است. آمار شاپرک وجود تغییر محسوس در محیط اسمی، تفاوت ابزارهای پرداخت و محدودیت انتساب مکانی را نشان می‌دهد. مقررات نیز بیان می‌کنند که تعریف خطر، ساختار سازمانی و ظرفیت رسیدگی در حال تغییر است. نتیجه قابل دفاع این است که ارزیابی مدل‌های بانکی در ایران باید تغییر داده، تغییر معنای الگو و تغییر قاعده نهادی را جداگانه بررسی کند. نسبت دادن تغییر تعداد هشدارها به یکی از این عوامل، بدون شواهد سطح مدل، ممکن نیست.

۵. آینده نظارت الگوریتمی بانک‌ها در ایران: مسیرهای مشروط و الزامات تحقق

این بخش، مسیرهای توسعه نظارت الگوریتمی را بر اساس وابستگی‌های فنی و نهادی چارچوب مقایسه می‌کند. نباید تصور کنیم که آینده نظارت الگوریتمی در نظام بانکی ایران جایگزینی قواعد موجود با مدل‌های پیچیده‌تر است. هرچند شکل‌گیری معماری‌های ترکیبی که در آنها قواعد صریح برای اجرای الزامات قانونی حفظ می‌شوند، مدل‌های نظارت‌شده و کشف ناهنجاری برای امتیازدهی و اولویت‌بندی به کار می‌روند، تحلیل شبکه روابط میان حساب‌ها را بررسی می‌کند و تصمیم‌های دارای پیامد حقوقی همچنان با مداخله انسانی اتخاذ می‌شوند یک سناریوی محتمل است اما چنین تحولی، موضوع نظارت را از اعتبار یک الگوریتم منفرد به هماهنگی میان داده، مدل، آستانه، کارشناس و قاعده اقدام گسترش می‌دهد. مدل رانش هنجار برخلاف یک سامانه نرم‌افزاری مستقل که کاربرد آن فقط پس از استقرار نظارت شبکه‌ای آغاز شود، یک چارچوب برای بررسی تغییر مرجع، نسخه، آستانه، معنای خروجی و فرایند تصمیم در خانواده‌های مختلف است.

تحولات مقرراتی ایران نیز با حرکت به سوی نظارت مبتنی بر ریسک سازگار است. آیین‌نامه اجرایی قانون مبارزه با پول‌شویی، ارزیابی خطر را به ویژگی‌های مشتری، منطقه جغرافیایی، نوع خدمت، شیوه ارائه خدمت و الگوی مورد انتظار فعالیت مرتبط کرده است. دستورالعمل ساختار و تشکیلات مبارزه با پول‌شویی نیز دسترسی واحدهای تخصصی به داده‌های لازم و تناسب ظرفیت سازمانی آنها با شمار مشتریان و گستره فعالیت مؤسسه را مورد توجه قرار می‌دهد. این الزامات، زمینه نهادی استفاده از تحلیل داده و مدل‌های امتیازدهی را فراهم می‌کنند، اما به‌خودی‌خود مشخص نمی‌سازند که مدل چگونه باید آموزش داده شود، آستانه آن با چه فرایندی تغییر کند یا مسئولیت خطای آن بر عهده چه واحدی باشد.^۱

نخستین جهت تحول، عبور از آستانه‌های اسمی ثابت به معیارهای چندلایه و قابل تعدیل است. در محیطی که سطح قیمت‌ها و مبلغ اسمی تراکنش‌ها با سرعت تغییر می‌کنند، ثابت‌ماندن حدود ریالی می‌تواند به

^۱ هیئت وزیران، ۱۳۹۸/۱۴۰۴، مرکز اطلاعات مالی، ۱۴۰۴

افزایش هشدارهای ناشی از فعالیتهای قانونی منجر شود. راه حل نیز نمیتواند افزایش دوره‌ای و یکسان همه آستانه‌ها باشد زیرا تعدیل عمومی ممکن است تغییر واقعی رفتارهای پریسک را پنهان کند. سامانه آینده باید مبلغ اسمی را همراه با مبلغ تعدیل شده، سابقه مشتری، ویژگی گروه همتا، نوع فعالیت و کانال تراکنش ارزیابی کند. در چارچوب پیشنهادی، حدود قانونی و مقرراتی لازم‌الاجرا در دامنه شمول خود حفظ می‌شوند و معیارهای اقتصادی و رفتاری نقش مکمل دارند؛ تعدیل تحلیلی مبلغ نباید به تغییر خودسرانه حد قانونی، حذف تکلیف گزارش‌دهی یا تأخیر در اجرای آن منجر شود.

این ترتیبات می‌توانند تعارض میان سازگاری با محیط و قابلیت حساسی را کاهش دهند، اما حذف آن را تضمین نمی‌کنند. مستندسازی تکراری، ناسازگاری سوابق یا طولانی‌شدن گردش تصویب ممکن است منابع رسیدگی را مصرف کند و اصلاح ضروری را به تأخیر اندازد. در منطق مدل حاضر، چنین سرباری می‌تواند از مسیر کاهش ظرفیت یا تداوم استفاده از نسخه بازبینی نشده، فاصله هنجار عملیاتی و محیط را حفظ یا تشدید کند. بنابراین، زمان تصویب و اجرای تغییر و سهم کار اداری در بار کارشناسی نیز باید بررسی شوند. تداوم استفاده از مدل پیشین زمانی قابل دفاع است که اعتبار جاری آن بررسی شده باشد، نه صرفاً هزینه تغییر آن بالا باشد.

دومین جهت، انتقال تدریجی واحد تحلیل از تراکنش منفرد به مشتری، شبکه حساب‌ها و زنجیره انتقال است. مدل‌های مبتنی بر یک بانک، فقط بخشی از مسیر وجوه را مشاهده می‌کنند و ممکن است هر قطعه از یک زنجیره چندبانکی را به‌تنهایی عادی تشخیص دهند. پروژه آرورا نشان داده است که تحلیل شبکه و همکاری داده‌ای میان مؤسسات می‌تواند در محیط شبیه‌سازی شده شناسایی الگوهای پیچیده را بهبود دهد. باین‌حال، بانک تسویه‌های بین‌المللی تأکید کرده است که امکان عملی، حقوقی و فنی این روش‌ها باید با نمونه‌های واقعی آزموده شود و مسائل استاندارد داده، محرمانگی و حاکمیت اطلاعات همچنان حل نشده‌اند.^۱ ارزیابی امکان تحلیل شبکه‌ای در ایران باید میان وجود سازوکار شناسایی، کیفیت کاربرد آن و دسترسی مجاز به روابط تفکیک کند. در گزارش بانک قرض‌الحسنه مهر ایران درباره نهاب، ثبت شناسه‌های شهاب در هسته بانکی، مقایسه مغایرت‌های اعلامی با اطلاعات بانک و آزمون اتصال از اقدامات اجرایی معرفی شده‌اند (بانک قرض‌الحسنه مهر ایران، بی‌تا). این گزارش، نمونه‌ای محدود از اقدامات مرتبط با اتصال و اصلاح داده است، نه ارزیابی مستقل وضعیت جاری همه بانک‌ها. از وجود شناسه نمی‌توان کامل بودن اطلاعات، صحت تمام پیوندها یا شناسایی مالک واقعی را نتیجه گرفت؛ کیفیت تطبیق و پوشش روابط باید در دامنه کاربرد بررسی شوند.

در بعد حقوقی، بند «ب» ماده ۷ مکرر قانون، پاسخ امن و برخط به استعلام‌های مرکز اطلاعات مالی درباره اطلاعات تکمیلی معاملات مشکوک را مقرر کرده است (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۷). ماده ۳۵ آیین‌نامه نیز ارائه اطلاعات موضوع آیین‌نامه را به بستر مقرر و ضوابط امنیت و سطح دسترسی مرتبط می‌کند (هیئت

^۱ بانک تسویه‌های بین‌المللی، ۲۰۲۵b

وزیران، ۱۴۰۴/۱۳۹۸). این احکام، مجوز عام تبادل مستقیم همه داده‌های مشتریان میان بانک‌ها نیستند. بنابراین، برای هر همکاری تحلیلی، هدف، مشارکت‌کنندگان، اقلام اطلاعاتی، مسئول پردازش و مبنای اختیار دسترسی باید مشخص شوند؛ وجود تکلیف قانونی نیز به‌تنهایی اثبات اجرای کامل آن نیست.

در تحلیل پیشنهادی، موانع فنی و سازمانی باید به موضوعات قابل بررسی تبدیل شوند. مغایرت شناسه و پیوند حساب به شخص، تفاوت تعریف و واحد متغیرها، ناهماهنگی زمان ثبت، ناقص‌بودن زنجیره و نامشخص‌بودن مسئول اصلاح داده. هماهنگی متمرکز می‌تواند برای تعیین تعاریف مشترک به کار رود، اما نباید جای کنترل کیفیت داده مبدأ یا تعیین مسئولیت هر مشارکت‌کننده را بگیرد. پردازش در محل نگهداری داده یا تبادل نتایج محدود نیز صرفاً گزینه طراحی‌اند؛ انتخاب آنها جایگزین احراز مجوز، امنیت، کیفیت و قابلیت حسابرسی نیست.

سومین جهت تحول، تغییر نقش کارشناس انسانی است. افزایش توان الگوریتمی لزوماً نیاز به کارشناس را از میان نمی‌برد، بلکه وظیفه او را از مرور یکنواخت هشدارها به بررسی شبکه، تحلیل زمینه فعالیت مشتری، ارزیابی توضیح مدل و ثبت دلیل تصمیم منتقل می‌کند. ابزارهای زبانی می‌توانند سوابق پرونده را خلاصه کنند، مدارک مرتبط را بازیابی کنند، ناسازگاری‌های اطلاعاتی را نشان دهند و پیش‌نویس گزارش را آماده سازند. بانک تسویه‌های بین‌المللی نیز نقش احتمالی این ابزارها را در افزایش کارایی فعالیت انسانی مربوط به گزارش معاملات مطرح کرده است، نه در حذف مسئولیت انسانی.^۱

در کاربرد چارچوب، تولید هشدار، ارسال گزارش معامله مشکوک و اعمال محدودیت بر تراکنش یا حساب باید اقداماتی متمایز با مینا و صاحب اختیار مشخص تلقی شوند. تبصره ۱ ماده ۷ مکرر قانون مبارزه با پولشویی، توقیف و جلوگیری از انتقال وجوه یا اموال مشکوک را اصولاً به مجوز قضایی وابسته کرده و اختیار فوری مرکز اطلاعات مالی را به شرایط و مهلت مقرر محدود می‌کند (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۷). بنابراین، امتیاز مدل یا تأیید کارشناس، به‌خودی‌خود مجوز مستقل توقیف نیست. بررسی انسانی نیز نباید صوری باشد؛ کارشناس باید به اطلاعات مینا، عوامل مؤثر بر امتیاز و امکان رد یا اصلاح پیشنهاد مدل در حدود اختیار خود دسترسی داشته باشد.

تبصره ۱ ماده ۱۳۶ آیین‌نامه نیز حمایت از گزارش‌دهنده با حسن‌نیت مجری مقررات را پیش‌بینی کرده است (هیئت وزیران، ۱۴۰۴/۱۳۹۸). از این تمایز برمی‌آید که عدم اثبات جرم را نباید خودبه‌خود اثبات کذب گزارش دانست؛ همچنین، حمایت از گزارش‌دهی را نمی‌توان بدون بررسی مبنای اقدام، به هر محدودیت زیان‌بار تعمیم داد. در تحلیل جبران خسارت بر مبنای مواد ۱ و ۲ قانون مسئولیت مدنی، شرایط اقدام زیان‌بار، زیان و انتساب آن باید بررسی شوند (کمیسیون مشترک دادگستری مجلسین، ۱۳۳۹). برای فراهم‌کردن شواهد این بررسی، پیشنهاد می‌شود مبنای محدودیت، صادرکننده مجوز، زمان آغاز و رفع آن، اعتراض مشتری و نتیجه رسیدگی ثبت شوند. رسیدگی به اعتراض و اصلاح اقدام باید با رعایت محرمانگی و بدون

^۱ بانک تسویه‌های بین‌المللی، ۲۰۲۵a

اخلال در تکالیف گزارش دهی انجام شود. چارچوب حاضر شواهد لازم برای این بررسی را مشخص می کند، نه اینکه درباره استحقاق خسارت یا میزان آن حکم دهد.

چهارمین جهت، تبدیل پایش عملکرد از یک اعتبارسنجی مقطعی به نظارت مستمر بر رانش است. مدل آینده باید بتواند تغییر توزیع مبلغ، کانال، زمان، گروه همتا و ساختار شبکه را ثبت کند و آن را از تغییر رابطه میان ویژگی ها و نتیجه پرونده تفکیک نماید. همزمان، تغییر مقررات، سیاست داخلی، ظرفیت رسیدگی و تعریف پرونده تأیید شده نیز باید در همان خط زمانی ثبت شود. بدون این اطلاعات، کاهش یا افزایش نرخ هشدار را نمی توان به بهبود مدل، تغییر رفتار مشتری یا جابه جایی آستانه نسبت داد.

یکی از روش های مناسب برای تغییر مدل، اجرای موازی مدل جاری و مدل نامزد است. در این روش، مدل نامزد برای یک دوره بر داده های واقعی امتیاز تولید می کند، اما خروجی آن مستقیماً مبنای اقدام قرار نمی گیرد. اختلاف دو مدل از نظر تعداد هشدار، ترکیب مشتریان انتخاب شده، بازده بررسی و پوشش الگوهای جدید سنجیده می شود. تنها پس از ارزیابی مستقل و تصویب نسخه جدید، مدل نامزد جایگزین مدل جاری خواهد شد. این سازوکار خطر تغییر ناگهانی رژیم هنجارسازی را کاهش می دهد و امکان مقایسه تصمیم های دو نسخه را حفظ می کند.

جدول ۴ سه مسیر تحلیلی را با شرایط تحقق، موانع و نقطه ورود حسابرسی مقایسه می کند. این مسیرها می توانند در بانک ها یا خدمات متفاوت همزمان وجود داشته باشند:

جدول ۴. مسیرهای مشروط تحول نظارت الگوریتمی و الزامات کاربرد چارچوب

مسیر	ویژگی و شرط کاربرد	مانع و پیامد قابل بررسی	نقطه ورود چارچوب حسابرسی
تداوم نظارت عمدتاً قاعده محور	حفظ ساریوها و حدود، با بازنگری مجاز و مستند؛ وابستگی کمتر به آموزش مدل	تأخیر در بازنگری و حساسیت حدود اسمی به تغییر محیط؛ محدودیت پوشش الگوهای جدید	بررسی نسخه قواعد، مبنای آستانه، تغییر محیط و تفکیک تولید هشدار از رسیدگی
سازگاری پراکنده در سطح بانک ها	توسعه ابزارهای متناسب با داده و ظرفیت هر بانک؛ مشروط به اعتبارسنجی و کنترل تغییر	امکان بهبود محلی همراه با ناهمگونی تعریف داده و برچسب؛ دشواری مقایسه بین بانکی	ثبت مرجع و نسخه، بررسی نتایج در افق مشترک و ارزیابی تغییرات در محدوده همان بانک
نظارت شبکه ای و حسابرسی پذیر	تحلیل روابط با همکاری داده ای مجاز و کنترل شده؛ نیازمند تعاریف مشترک و تطبیق معتبر	امکان گسترش میدان مشاهده؛ خطر پیوند نادرست، محدودیت پوشش و انتشار خطای مشترک	آزمون کیفیت پیوند و پوشش زنجیره، بررسی مجوز و منشأ داده و قابلیت بازسازی تصمیم مشترک

از نظر ترتیب اقدام، تا زمانی که کفایت داده مشترک، مجوز دسترسی و مسئولیت تصمیم احراز نشده باشد، گذار یکباره به نظارت شبکه ای نباید مبنای برنامه ریزی قرار گیرد. با فرض تداوم این محدودیت ها، حفظ قواعد همراه با اصلاحات کنترل شده و توسعه محدود درون بانکی، نسبت به استقرار فراگیر تحلیل مشترک، وابستگی کمتری به هماهنگی بین بانکی دارد. این نتیجه، مقایسه مشروط الزامات اجراست، نه برآورد احتمال غلبه یکی از مسیرها در ایران. برای کاربرد چارچوب، سطح پایه می تواند از یک سامانه یا خدمت درون بانکی

آغاز شود که شامل شناسایی قواعد و مدل‌های فعال، بازیابی نسخه و آستانه، ثبت تغییر مرجع و تفکیک هشدار، ارجاع و نتیجه رسیدگی است. این سطح به دسترسی مجاز به سوابق قابل اتکا وابسته است. در نبود سوابق لازم، خروجی بررسی باید محدودیت بازسازی و نیاز اصلاحی را مشخص کند. همچنین، سنجش رانش رابطه‌ای همچنان تابع محدودیت برچسب و افق پیگیری است.

سطح بعد، همکاری آزمایشی محدود در یک مسئله مشخص است. پیش از استفاده از داده مشترک، متولی مجاز، دامنه دسترسی، تعریف اقلام و معیار پذیرش کیفیت تعیین می‌شوند. در این دامنه، سهم موارد فاقد تطبیق، صحت پیوندهای نمونه و پوشش زنجیره بررسی و اختلاف خروجی با تحلیل درون‌بانکی سنجیده می‌شود. تصمیم درباره توسعه باید بر ارزیابی مستقل کیفیت، منافع افزوده، هزینه و قابلیت بازسازی استوار باشد و عدم احراز شرایط، به اصلاح یا محدود کردن دامنه بینجامد. همچنین توسعه شبکه‌ای تنها پس از احراز این شرایط در دامنه آزمایش شده قابل بررسی است و تعمیم به مؤسسات، خدمات یا داده‌های دیگر به ارزیابی متناسب نیاز دارد. تجمیع نامعتبر یا وابستگی به قواعد مشترک معیوب می‌تواند خطا را گسترش دهد. مدت آماده‌سازی نیز به فاصله وضعیت موجود هر مشارکت‌کننده از الزامات و منابع اصلاح وابسته است.

در نتیجه، معیار مناسب تر برای آینده مطلوب نظارت الگوریتمی در ایران توانایی سامانه در سازگاری کنترل شده با محیط و در عین حال حفظ امکان بازسازی تصمیم است. سامانه‌ای که نرخ هشدار را کاهش می‌دهد اما علت تغییر آن روشن نیست، لزوماً قابل اتکاتر از سامانه پیشین نیست. به همین ترتیب، مدلی که الگوهای بیشتری را شناسایی می‌کند ولی داده‌های مرجع، آستانه و مسئول تصمیم آن ثبت نمی‌شود، قابلیت حسابرسی محدودی دارد. مسئله اصلی آینده، ساختن نظامی است که بتواند تغییر را تشخیص دهد، منشأ آن را تفکیک کند و هر مداخله الگوریتمی را به داده، نسخه مدل، قاعده نهادی و تصمیم انسانی مشخص پیوند دهد.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادهای نظارتی

مشارکت نظری مقاله، صورت‌بندی رانش هنجار معاملاتی و گسترش موضوع حسابرسی از الگوریتم منفرد به رژیم هنجارسازی است. در این چارچوب، داده و گروه مرجع، معنای برچسب، آستانه و قواعد اقدام نیز مبنای تصمیم را شکل می‌دهند. بنابراین، تغییر خروجی باید در نسبت با تغییر این اجزا بررسی شود و فقط افزایش یا کاهش هشدار، به‌تنهایی شاخص تغییر ریسک یا موفقیت در نظر گرفته نشود. دلالت اصلی این بحث، پیوند ارزیابی عملکرد با امکان بازسازی مبنای تصمیم در زمان وقوع است. فاصله میان رشد اسمی و حقیقی ارزش تراکنش‌های شاپرک (شرکت شبکه الکترونیکی پرداخت کارت، ۱۴۰۳)، در چارچوب نظری مقاله، نمونه‌ای از تغییری است که در صورت رشد مبالغ تراکنش‌های قانونی و ثبات آستانه ریالی می‌تواند به عبور تعداد بیشتری از این تراکنش‌ها از حد هشدار منجر شود. هرچند این شاهد محیطی و محاسبه شرطی ارزش حقیقی حد، وقوع رانش یا تورم هشدار در بانک مشخص را اثبات نمی‌کنند اما اهمیت آنها در روشن کردن تفاوت میان تغییر محیط معاملاتی و تغییر عملکرد سامانه است. این تمایز برای ارزیابی مدل‌های

نظارتی در ایران ضرورت دارد. بر این مبنا، جدول ۵ پیشنهادهای نظارتی را همراه با شواهد اصلی و مسئولیت پیشنهادی ارائه می‌کند. دامنه و شدت اقدامات باید با معماری سامانه، اهمیت تصمیم و ظرفیت سازمانی متناسب باشد:

جدول ۵. پیشنهادهای نظارتی و شواهد اصلی حسابرسی

محور	پیشنهاد نظارتی و شواهد اصلی	مسئولیت پیشنهادی
ثبت سامانه و پرونده هنجار عملیاتی	قواعد، مدل‌ها و ابزارهای مؤثر بر تصمیم فهرست شوند. پرونده هنجار در سامانه مدیریت اسناد و تغییرات موجود، شامل پنجره و داده مرجع، گروه همتا، تعریف برچسب، نسخه، آستانه و ظرفیت رسیدگی باشد. تاریخ، دلیل و مجوز تغییر ثبت و شواهد از طریق شناسه به مخازن اصلی پیوند داده شوند.	واحد مبارزه با پول‌شویی با همکاری واحد فنی؛ تصویب تغییر توسط مقام یا کمیته دارای اختیار مستند.
تفکیک آستانه‌ها و اختیار تغییر	حدود لازم‌الاجرا از معیارهای تحلیلی جدا شوند و تعدیل اقتصادی، جایگزین اجرای تکلیف قانونی نباشد. پیشنهاد اصلاح حد از مسیر مرجع صاحب‌اختیار پیگیری شود. تبصره‌های ۲ و ۳ ماده ۱۳۶ آیین‌نامه اجرایی، بررسی و استانداردسازی معیارهای جدید مؤسسات مالی توسط مرکز اطلاعات مالی و تأیید معیارهای تشخیص مؤسسه، با رعایت عدم مغایرت با قواعد اعلامی مرکز، را پیش‌بینی کرده‌اند (هیئت وزیران، ۱۳۹۸/۴/۱۴۰۴).	واحد مبارزه با پول‌شویی و واحد تطبیق یا حقوقی؛ مرجع دارای اختیار برای تأیید تغییرات مشمول.
پایش رانش و ارزیابی عملکرد	تغییر داده، رابطه الگو با پیامد و قواعد نهادی در خط زمانی مشترک بررسی شوند. بازده با سطح برچسب و افق پیگیری مشخص، همراه با پوشش نتایج و سهم موارد نامعلوم گزارش شود. نمونه‌گیری زیر آستانه و استفاده از کشف‌های مستقل، با تصریح منابع، پوشش و محدودیت تعمیم انجام شوند. قواعد محاسبه در بخش‌های ۳ و ۴ آمده‌اند.	واحد فنی و مبارزه با پول‌شویی برای پایش؛ مدیریت ریسک یا ارزیاب مستقل از توسعه برای بررسی نتایج.
کنترل تغییر و تناسب هزینه-فایده	بازآموزی پاسخ خودکار به هر نشانه رانش نباشد. گزینه‌های اصلاح از نظر هزینه محاسبات، نیروی انسانی، زمان اجرا و منافع مورد انتظار مقایسه شوند. بازنگری دوره‌ای و محرک‌های بازنگری خارج از نوبت از پیش تعیین شوند. بازاجرای کنترل شده یا اجرای موازی، متناسب با اهمیت تغییر و با دامنه و مدت مشخص انتخاب شود؛ فعال‌سازی نسخه جدید به اعتبارسنجی مستقل، تصویب و امکان بازگشت کنترل شده به نسخه معتبر وابسته باشد.	واحد فنی و مدیریت ریسک برای ارزیابی گزینه‌ها؛ ارزیاب مستقل و مقام صاحب‌اختیار برای تأیید تغییر.
مسئولیت تصمیم و مستندات حسابرس	هشدار، گزارش و محدودیت حساب از نظر مبنای اختیار تفکیک شوند. ورودی و خروجی مورد، نسخه و آستانه، اطلاعات موجود در زمان تصمیم، دلیل اقدام و هویت و تأیید کارشناس قابل بازبینی باشند. مستندات حسابرس نیز دامنه مأموریت، آزمون‌ها، شواهد مؤید و ناسازگار و محدودیت دسترسی را مشخص کنند. مستندسازی، جایگزین انجام تکلیف یا موجب مصونیت از مسئولیت احتمالی نیست.	واحد مسئول اقدام برای تصمیم و شواهد آن؛ حسابرس برای مستندات و حدود اظهارنظر خود.

محور	پیشنهاد نظارتی و شواهد اصلی	مسئولیت پیشنهادی
نگهداری و ارائه اطلاعات	ماده ۱۴۲ آیین‌نامه، نگهداری ده‌ساله سوابق تعاملات کاری را مقرر کرده و ماده ۱۴۳ به دسترسی و ارائه آنها می‌پردازد (هیئت وزیران، ۱۳۹۸/۱۴۰۴). مدت نگهداری شواهد فنی و کاربرگ‌ها باید بر اساس الزامات قابل اعمال تعیین شود. ماده ۸ قانون مبارزه با پولشویی، استفاده و افشای اطلاعات گردآوری شده را محدود کرده است (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۷). سوابق با کنترل دسترسی و تأیید قابل انتساب حفظ و ارائه قانونی اطلاعات با ثبت درخواست و تحویل، از انتشار عمومی متمایز شود.	متولی نگهداری اسناد با همکاری واحدهای حقوقی و فنی؛ ارائه اطلاعات از مسیر مسئول مجاز.
توسعه مشروط تحلیل بین‌بانکی	گسترش تحلیل به احراز مجوز دسترسی، تعریف مشترک داده، کیفیت تطبیق هویت و ارزیابی آزمایشی محدود وابسته باشد. نتایج محیط‌های شبیه‌سازی شده، از جمله پروژه آروار، ظرفیت روش را نشان می‌دهند (بانک تسویه‌های بین‌المللی، ۲۰۲۵b).	متولی مجاز طرح و مؤسسات مشارکت‌کننده؛ ارزیاب مستقل برای بررسی نتایج آزمایش.

اصول مدیریت ریسک مدل نیز بر مستندسازی، اعتبارسنجی سناریوها، آستانه‌ها و اجزای سامانه تأکید کرده‌اند (نهادهای بانکی ایالات متحده، ۲۰۲۱). حسابرسی داخلی این فرایند و شواهد آن را ارزیابی می‌کند و مسئول اجرای کنترل یا تصویب عملیاتی تغییر نباید باشد. این تفکیک با تمایز مسئولیت مدیریتی و اطمینان‌بخشی مستقل در مدل سه‌خط سازگار است (انجمن حساب‌رسان داخلی، ۲۰۲۰).

اجرای این پیشنهادها با جهت‌گیری مبتنی بر ریسک در مقررات مبارزه با پول‌شویی ایران سازگار است. آیین‌نامه اجرایی، ارزیابی مشتری، منطقه، خدمت و شیوه ارائه خدمت را در تعریف خطر وارد کرده است و دستورالعمل ساختار واحدهای مبارزه با پول‌شویی بر دسترسی اطلاعاتی و ظرفیت سازمانی تأکید دارد (هیئت وزیران، ۱۳۹۸/۱۴۰۴؛ مرکز اطلاعات مالی، ۱۴۰۴). هرچند کاربرد چارچوب در یک سامانه درون‌بانکی، در صورت وجود شواهد لازم، الزاماً به تکمیل زیرساخت مشترک ملی وابسته نیست اما توسعه تحلیل شبکه‌ای به احراز پیش‌شرط‌های اضافی نیاز دارد.

چک‌لیست اجرای مرحله‌ای و ارزیابی هزینه-فایده

برای عملیاتی کردن پیشنهادها، جدول ۶ ترتیب اقدامات را بر اساس وابستگی اجرا نشان می‌دهد. در هر مرحله، گزینه پیشنهادی باید با وضع موجود در دامنه و افق یکسان مقایسه شود. هزینه یک‌باره طراحی و استقرار از هزینه مستمر محاسبات، ذخیره‌سازی، نیروی انسانی و اعتبارسنجی جدا ثبت شود؛ مدت تقویمی پیاده‌سازی نیز به‌طور مستقل از نفر-ساعت کار برآورد شود. اجرای آزمایشی و ارزیابی اقتصادی، جایگزین تکالیف لازم‌الاجرا نیست.

جدول ۶. چک‌لیست اولویت‌بندی اجرا و ارزیابی هزینه-فایده

اولویت و اقدام	زمان ورود و پیش‌شرط	اقدام هزینه و زمان	معیار بررسی فایده
۱. ثبت پایه و بازیابی تصمیم	از آغاز؛ دسترسی مجاز به سوابق و تعیین مسئول ثبت.	زمان کارشناسی و فنی برای فهرست‌برداری، اصلاح ثبت و ذخیره نسخه‌ها؛ مدت رفع نواقص.	امکان بازسازی تصمیم و کاهش سوابق مفقود یا متعارض.
۲. پایش و رسیدگی	پس از تعیین مرجع، برچسب و افق پیگیری.	محاسبات دوره‌ای، نگهداری داده، نفرساعت رسیدگی و نمونه‌گیری؛ زمان انتظار پرونده‌ها.	تفسیرپذیری تغییر هشدار؛ بازده همراه با پوشش نتایج و کیفیت بررسی.
۳. بازاجرای کنترل‌شده	هنگام نشانه تغییر مهم و با داده و نسخه قابل بازیابی.	آماده‌سازی داده، اجرای نسخه‌ها و بررسی اختلاف؛ مدت آزمون و تصویب.	تفکیک حساسیت خروجی به داده، نسخه و حد؛ شناسایی خطا پیش از اقدام.
۴. بازآموزی یا جایگزینی مشروط	فقط برای جزء یادگیرنده و پس از تشخیص نیاز؛ مقایسه با اصلاح داده یا قاعده.	آموزش و محاسبات، نیروی تخصصی، اعتبارسنجی مستقل، اجرای موازی و نگهداری؛ مدت انتقال.	بهبود معتبر نسبت به نسخه جاری، با توجه به موارد ازدست‌رفته، بار رسیدگی و قابلیت حساسیتی.
۵. گسترش بین‌بانکی مشروط	پس از احراز مجوز، کیفیت تطبیق و موفقیت آزمایش محدود.	استانداردسازی، امنیت، اتصال و اصلاح داده، هماهنگی و ارزیابی مشترک؛ زمان آماده‌سازی.	اطلاعات و پوشش افزوده نسبت به تحلیل درون‌بانکی، در برابر خطای پیوند و هزینه هماهنگی.

برای ملموس‌شدن بار نیروی انسانی، اگر در مثال مصنوعی جدول ۲ هر هشدار به‌طور متوسط ۱۵ دقیقه کار فعال با کیفیت ثابت نیاز داشته باشد، رسیدگی به ۱۳۰ و ۳۸۰ هشدار به‌ترتیب ۳۲۰۵ و ۹۵ نفر-ساعت لازم دارد. اختلاف ۶۲۰۵ نفر-ساعت، زمان بالقوه قابل تخصیص مجدد است. پیچیدگی یکسان پرونده‌ها و ثبات زمان رسیدگی نیز مفروضات مثال‌اند. هزینه طراحی، محاسبات، اعتبارسنجی، نگهداری و پیامد موارد ازدست‌رفته باید جداگانه منظور شوند؛ مدت تقویمی استقرار از این محاسبه به دست نمی‌آید. در صورت دسترسی به نرخ واقعی هزینه نیروی انسانی، نفر-ساعت در آن نرخ ضرب می‌شود، اما کاهش هزینه نقدی فقط با تغییر واقعی مخارج قابل ادعاست. چون داده هزینه و منافع بانک‌ها در دسترس نیست، نرخ بازده یا دوره بازگشت سرمایه گزارش نمی‌شود.

محدودیت اصلی پژوهش، نبود داده‌های سطح مدل برای اعتبارسنجی تجربی چارچوب است. آمار تجمیعی، نرخ خطا، موارد ازدست‌رفته یا اثر تغییر نسخه و آستانه را مشخص نمی‌کند. بررسی گزاره‌ها به سوابق قابل مقایسه سامانه و نتایج رسیدگی با تعریف و افق زمانی روشن نیاز دارد. هزینه-فایده واقعی اجرای کنترل‌ها و آمادگی بانک‌های مشخص نیز برآورد نشده‌اند؛ چک‌لیست و محاسبه فرضی بار رسیدگی جایگزین این

برآورد نیستند. بنابراین، حاصل مقاله چارچوبی نظری برای سازمان‌دهی پرسش‌ها و شواهد حسابرسی است. معیار نهایی در این چارچوب آن است که بتوان مشخص کرد تصمیم با اتکا به کدام مرجع، نسخه، قاعده و اطلاعات اتخاذ شده و تغییر آن بر چه مبنایی صورت گرفته است.

فرصت پژوهشی: اعتبارسنجی با داده‌های سطح مدل

عدم دسترسی به داده‌های سطح مدل، مسیر مشخصی برای پژوهش آینده ایجاد می‌کند: یک مطالعه طولی در یک یا چند بانک، با دسترسی مجاز و حفاظت از محرمانگی، می‌تواند داده تراکنش، امتیاز ریسک در اجزای امتیازده، شناسه هشدار، نسخه و آستانه، و مراحل و زمان‌های رسیدگی را به هم پیوند دهد. بازاجرای کنترل‌شده و ارزیابی برون‌زمانی، همراه با پیگیری گروه‌های هشدار در افق مشترک و نمونه مستقل زیر آستانه، امکان بررسی جداگانه تغییر توزیع، رابطه الگو با پیامد و قاعده نهادی را فراهم می‌کند. ثبت منابع مصرف‌شده، زمان پیاده‌سازی و هزینه‌های واقعی نیز برای ارزیابی هزینه-فایده لازم است. کفایت پوشش نتایج، مجوز دسترسی و امکان انتساب تغییر به هر جزء باید در طرح مطالعه بررسی شوند؛ دسترسی به این داده‌ها یا تأیید تجربی چارچوب در مقاله حاضر مفروض نیست.

۱. ارجمند نژاد، ع.، حبیبی، ر.، و بابائی کیاپی، م. (۱۴۰۳). به کارگیری روش شبکه‌های هوشمند عصبی در شناسایی و رتبه‌بندی رفتاری مشتریان مظنون به پول‌شویی (مورد مطالعه: بانک ملت). مطالعاتی در مدیریت بانکی و بانکداری اسلامی، ۱۰(۲۷)، ۳۸-۱.
<https://doi.org/10.22034/jifb.2024.451360.1567>
۲. بانک پاسارگاد. (بی‌تا). [اطلاع‌رسانی درباره سامانه آنلاین کشف تقلب بانک پاسارگاد]. تلگرام، کانال رسمی بانک پاسارگاد. <https://t.me/bankpasargadtelegram/10520>. همچنین در <https://tejaratgardan.ir/?p=286894>
۳. بانک قرض‌الحسنه مهر ایران. (بی‌تا). عملکرد رضایت‌بخش بانک قرض‌الحسنه مهر ایران در سامانه نهاب بانک مرکزی [پیام کانال رسمی]. تلگرام.
https://t.me/mehreiran_bank/4031
۴. حقی، ح. ع.، باقرزاده، م.، طبری، م.، و غلامی رودی، ذ. (۱۴۰۰). عوامل زیرساختی مدیریت چالش‌های مبارزه با پولشویی در نظام بانکی ایران و برآورد الگوی مبتنی بر رهنمودهای بین‌المللی. پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۶(۸۹)، ۳۳۶-۱۹۷.
<https://doi.org/10.22054/ijer.2021.60686.976>
۵. سجادی، س. ح.، و هوشمند کاشانی، ع. (۱۴۰۳). استفاده از اطلاعات حسابرسی مستمر در برنامه‌ریزی حسابرسی داخلی مبتنی بر ریسک: دیدگاه‌سنجی از مدیران و کارشناسان حسابرسی داخلی. پژوهش‌های حسابرسی حرفه‌ای، ۵(۱۷)، ۱۱۴-۱۳۳.
<https://doi.org/10.22034/jpar.2024.2034562.1329>
۶. زارع، ح.، حاجیه‌ها، ز.، و کیقبادی، ا. (۱۴۰۲). ارائه الگوی ارزیابی کیفیت فرایند حسابرسی صورت‌های مالی با استفاده از هوش مصنوعی. دانش حسابرسی، ۲۳(۹۲)، ۲۵۲-۲۸۰.
<https://danesh.dmk.ir/article-1-3070-fa.html>
۷. شرکت شبکه الکترونیکی پرداخت کارت (۱۴۰۳). گزارش اقتصادی شاپرک: اسفند ۱۴۰۳.
<https://way2pay.ir/wp-content/uploads/%D8%B4%D8%A7%D9%BE%D8%B1%DA%A9-%D8%A7%D8%B3%D9%81%D9%86%D8%AF-1403.pdf>
۸. صادقی مقدم، م.، مهرگان، م.، و بهرام بیگ، ن. (۱۴۰۴). کاهش هزینه کشف تقلب در تراکنش‌های کارت‌های اعتباری: با رویکرد هم‌جوشی اطلاعات. تحقیقات مالی، ۲۷(۲)، ۳۵۳-۳۲۴.
<https://doi.org/10.22059/frj.2024.338715.1007300>

۹. کاظمی، ع.، مقدم‌فلاحی، ا.، ابدالی، ع.، و آریائی، س. (۱۴۰۱). شناسایی فعالیت‌های پولشویی در معاملات مالی با استفاده از روش‌های داده‌کاوی، قانون بنفورد و الگوریتم GANs. اقتصاد پولی مالی، ۲۹ (پاییز و زمستان ۱۴۰۱، شماره پیاپی ۲۴)، ۳۲۷-۳۵۸.
<https://doi.org/10.22067/mfe.2023.72676.1117>

۱۰. کمیسیون مشترک دادگستری مجلسین. (۱۳۳۹). قانون مسئولیت مدنی (مصوب ۷ اردیبهشت ۱۳۳۹).
<https://law-ir.ir/law/cat/1524/>

۱۱. مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۷). *قانون اصلاح قانون مبارزه با پول‌شویی: متن تنقیحی با اصلاحات مصوب ۱۳۹۷*. بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.
<https://www.cbi.ir/page/4878.aspx>

۱۲. مرکز اطلاعات مالی. (۱۴۰۴). *دستورالعمل ساختار و تشکیلات مبارزه با پول‌شویی و تأمین مالی تروریسم*. وزارت امور اقتصادی و دارایی.
https://dl.iranimpex.com/Bakhshnameh/9421_iranimpex-com.pdf

۱۳. مرکز فابا. (۱۴۰۴). بانک کشاورزی با محصول سامانه «هوشیار» در جشنواره فین‌تکس ۱۴۰۴ [پیام کانال رسمی]. تلگرام.
<https://t.me/fabacenter/6553>

۱۴. هیئت وزیران. (۱۳۹۸). با اصلاحات (۱۴۰۴). *آیین‌نامه اجرایی ماده (۱۴) الحاقی قانون مبارزه با پول‌شویی: آیین‌نامه اجرایی مقابله و پیشگیری از جرائم پول‌شویی و تأمین مالی تروریسم*. سامانه ملی قوانین و مقررات جمهوری اسلامی ایران.
<https://www.fiu.gov.ir/ath02tt10>

15. Bank for International Settlements. (2024). *Artificial intelligence and the economy: Implications for central banks*. In *BIS Annual Economic Report 2024*.

<https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2024e3.htm>

16. Bank for International Settlements. (2025a). *The next-generation monetary and financial system*. In *BIS Annual Economic Report 2025*. <https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2025e3.htm>

17. Bank for International Settlements. (2025b, July 7). Project Aurora <https://www.bis.org/project/aurora.htm>

18. Bank of England, & Financial Conduct Authority. (2024). *Artificial intelligence in UK financial services: 2024*.
<https://www.bankofengland.co.uk/report/2024/artificial-intelligence-in-uk-financial-services-2024>

19. Canguilhem, G. (1991). *The normal and the pathological* (C. R. Fawcett, Trans.; M. Foucault, Introduction). Zone Books.
20. Carcillo, F., Le Borgne, Y.-A., Caelen, O., Kessaci, Y., Oblé, F., & Bontempi, G. (2021). Combining unsupervised and supervised learning in credit card fraud detection. *Information Sciences*, 557, 317–331.
<https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.05.042>
21. Dal Pozzolo, A., Boracchi, G., Caelen, O., Alippi, C., & Bontempi, G. (2018). Credit card fraud detection: A realistic modeling and a novel learning strategy. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 29(8), 3784–3797.
<https://doi.org/10.1109/TNNLS.2017.2736643>
22. De Nederlandsche Bank. (2024). *2024: An AI odyssey*.
<https://www.dnb.nl/en/general-news/speech-2024/2024-an-ai-odyssey/>
23. Desai, A., Kosse, A., & Sharples, J. (2024). *Finding a needle in a haystack: A machine learning framework for anomaly detection in payment systems* (BIS Working Papers No. 1188). Bank for International Settlements.
<https://www.bis.org/publ/work1188.htm>
24. Financial Action Task Force. (2021). *Stocktake on data pooling, collaborative analytics and data protection*.
<https://www.fatf-gafi.org/en/publications/Digitaltransformation/Data-pooling-collaborative-analytics-data-protection.html>
25. Gama, J., Žliobaitė, I., Bifet, A., Pechenizkiy, M., & Bouchachia, A. (2014). A survey on concept drift adaptation. *ACM Computing Surveys*, 46(4), Article 44.
<https://doi.org/10.1145/2523813>
26. Jaakkola, E. (2020). Designing conceptual articles: Four approaches. *AMS Review*, 10, 18–26. doi:10.1007/s13162-020-00161-0
27. Lu, J., Liu, A., Dong, F., Gu, F., Gama, J., & Zhang, G. (2019). Learning under concept drift: A review. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 31(12), 2346–2363.
<https://doi.org/10.1109/TKDE.2018.2876857>

28. MacKenzie, D. (2006). *An engine, not a camera: How financial models shape markets*. MIT Press.
29. Monetary Authority of Singapore. (2019). *Combating financial crime through new technologies built on strong fundamentals*. <https://www.mas.gov.sg/news/speeches/2019/combating-financial-crime-through-new-technologies-built-on-strong-fundamentals>
30. Oztas, B., Cetinkaya, D., Adedoyin, F., Budka, M., Aksu, G., & Dogan, H. (2024). Transaction monitoring in anti-money laundering: A qualitative analysis and points of view from industry. *Future Generation Computer Systems*, 159, 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.future.2024.05.027>
31. Sculley, D., Holt, G., Golovin, D., Davydov, E., Phillips, T., Ebner, D., Chaudhary, V., Young, M., Crespo, J.-F., & Dennison, D. (2015). Hidden technical debt in machine learning systems. In *Advances in Neural Information Processing Systems* 28 (pp. 2503–2511). Curran Associates. <https://papers.nips.cc/paper/2015/hash/86df7dcfd896fcdf2674f757a2463eba-Abstract.html>
32. Soemers, D., Brys, T., Driessens, K., Winands, M., & Nowé, A. (2018). Adapting to concept drift in credit card transaction data streams using contextual bandits and decision trees. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 32(1). <https://doi.org/10.1609/aaai.v32i1.11411>
33. The Institute of Internal Auditors. (2020). *The IIA's three lines model: An update of the three lines of defense* (Updated September 2024). <https://www.theiia.org/globalassets/documents/resources/the-iias-three-lines-model-an-update-of-the-three-lines-of-defense-july-2020/three-lines-model-updated-english.pdf>
34. Office of the Comptroller of the Currency, Board of Governors of the Federal Reserve System, Federal Deposit Insurance Corporation, National Credit Union Administration, & Financial Crimes Enforcement Network. (2021). *Request for information and comment: Extent to which model risk management principles support compliance with Bank Secrecy Act/anti-money laundering and Office of Foreign Assets Control*

- requirements*. <https://www.occ.treas.gov/news-issuances/news-releases/2021/nr-occ-2021-43b.pdf>
35. U.S. Government Accountability Office. (2025). *Standards for internal control in the federal government* (GAO-25-107721). <https://www.gao.gov/assets/gao-25-107721.pdf>
36. Webb, G. I., Hyde, R., Cao, H., Nguyen, H. L., & Petitjean, F. (2016). Characterizing concept drift. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 30, 964–994. <https://doi.org/10.1007/s10618-015-0448-4>