فصلنامه چشم انداز حسابداری و مدیریت
دوره ۹، شماره ۱۱۸، پاییز ۱۴۰۵ (جلد اول)
www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

قراردادهای هوشمند و اتوماسیون فرآیندهای بانکی: فرصت‌ها، چالش‌ها و چشم‌انداز آینده در ایران

چشم انداز حسابداری و مدیریت (دوره نهم)
شماره ۱۱۸/ پاییز ۱۴۰۵ (جلد اول)/ صص ۲۴۵-۲۵۳

بهرام قاسمی
دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی-بازاریابی، موسسه آموزش عالی خرد، بوشهر، ایران. (نویسنده مسئول).
B.ghasemi.it@gmail.com

چکیده
نظام بانکی برای ارتقای کارایی، شفافیت و پاسخ‌گویی به نیازهای مشتریان، ناگزیر از بازنگری در فرآیندهای خود است. فناوری دفترکل توزیع‌شده و قراردادهای هوشمند می‌توانند در فرآیندهای چندطرفه و قاعده‌مند، زمینه ثبت قابل رهگیری اطلاعات و اجرای خودکار برخی تعهدات را فراهم کنند؛ بااین‌حال، پژوهش‌های جدید بر وابستگی منافع این فناوری به حاکمیت شبکه، قابلیت همکاری، محرمانگی داده‌ها، امنیت کد و انطباق مقرراتی تأکید دارند (رحمان و همکاران، ۲۰۲۵؛ شیخ و همکاران، ۲۰۲۵؛ تانچانگیا و همکاران، ۲۰۲۵). پژوهش حاضر با رویکرد کیفی و روش مرور روایتیِ ساختاریافته منابع، کاربردهای بالقوه قراردادهای هوشمند را در هفت حوزه بانکی شامل اعتبارات اسنادی، اعطای تسهیلات، تسویه بین‌بانکی، ضمانت‌نامه‌ها، تأمین مالی زنجیره تأمین، مدیریت وثایق و پرداخت‌های شرطی بررسی می‌کند. همچنین چالش‌های فنی، حقوقی، رگولاتوری و سازمانی و ملاحظات بومی نظام بانکی ایران تحلیل می‌شود. یافته‌های تحلیلی نشان می‌دهد که مناسب‌ترین نقطه شروع، فرآیندهای چندطرفه، قابل استانداردسازی و دارای داده‌های قابل اتکا است؛ نه تصمیم‌هایی که به قضاوت انسانی یا تفسیر حقوقی گسترده نیاز دارند. مقاله در پایان، چارچوبی مرحله‌ای برای ارزیابی و اجرای آزمایشی این فناوری در بانک‌های ایران پیشنهاد می‌کند.

واژگان کلیدی: قراردادهای هوشمند،فرآیندهای بانکی، بلاکچین، بانکداری دیجیتال، چالش‌های حقوقی و رگولاتوری.

مقدمه
بانک‌ها بخش مهمی از زیرساخت مبادلات اقتصادی را تشکیل می‌دهند و فعالیت آن‌ها بر ثبت، انتقال، تطبیق و تأیید اطلاعات میان مشتریان، بانک‌ها و نهادهای ناظر استوار است. در بسیاری از فرآیندها، اطلاعات مشابه در چند سامانه ثبت می‌شود و ارائه خدمت مستلزم تبادل اسناد و اخذ تأییدیه از واحدهای مختلف است. این وضعیت می‌تواند زمان ارائه خدمت را افزایش دهد و احتمال بروز مغایرت یا خطای انسانی را بیشتر کند. توسعه فناوری‌های دیجیتال، بانک‌ها را به سمت بازطراحی فرآیندها و استفاده از زیرساخت‌هایی سوق داده است که تبادل مطمئن داده و اجرای خودکار قواعد را ممکن می‌سازند (رحمان و همکاران، ۲۰۲۵؛ شیخ و همکاران، ۲۰۲۵؛ گوئو و لیانگ، ۲۰۱۶).
بلاکچین یکی از صورت‌های فناوری دفترکل توزیع‌شده است که در آن سوابق تراکنش‌ها میان اعضای شبکه نگهداری و بر اساس سازوکار توافق به‌روزرسانی می‌شود. ثبت زمان‌مند، قابلیت رهگیری و دشواری تغییر سوابق ثبت‌شده، این فناوری

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

را برای کاربردهایی که چند سازمان باید به سابقه‌ای مشترک اتکا کنند، قابل بررسی ساخته است. بااین‌حال، این ویژگی‌ها به‌تنهایی صحت داده‌های اولیه یا قانونی بودن معامله را تضمین نمی‌کنند؛ کیفیت ورودی‌ها و سازوکار حاکمیت شبکه همچنان اهمیت اساسی دارند (پیترز و پانایی، ۲۰۱۶؛ ترلیون و همکاران، ۲۰۱۷).

قرارداد هوشمند بخشی از شروط و تعهدات معامله را به شکل کد تعریف می‌کند و پس از دریافت داده‌های لازم، در صورت احراز شروط، عملیات تعیین‌شده را اجرا می‌کند. ایده قراردادهای هوشمند بر رسمی‌سازی روابط و اجرای پروتکل‌های رایانه‌ای برای کاهش مداخله‌های تکراری استوار است (سابو، ۱۹۹۷). توسعه پلتفرم‌هایی مانند اتریوم امکان پیاده‌سازی برنامه‌های پیچیده‌تر را فراهم کرد (بوترین، ۲۰۱۴). در بانکداری، ارزش این فناوری در ایجاد هماهنگی میان طرف‌های متعدد، اجرای قابل رهگیری قواعد و کاهش دوباره‌کاری اطلاعاتی است؛ البته بانک‌ها همچنان با الزامات محرمانگی، امنیت، حسابرسی و نظارت قانونی مواجه‌اند (گوئو و لیانگ، ۲۰۱۶؛ کونگ و هه، ۲۰۱۹).

بیان مسئله و شکاف پژوهشی

بخش مهمی از مباحث بلاکچین و قراردادهای هوشمند بر قابلیت‌های فنی یا آثار کلان آن بر بازارهای مالی تمرکز دارد. بااین‌حال، تصمیم‌گیری عملی بانک‌ها به تحلیلی نیاز دارد که کاربردهای مشخص، فرآیندهای درگیر، پیش‌نیازهای داده‌ای و پیامدهای حقوقی و سازمانی را هم‌زمان در نظر بگیرد. مطالعات تحول بانکداری با بلاکچین، ظرفیت این فناوری را در پرداخت، تسویه و تبادل اطلاعات اعتباری مطرح کرده‌اند؛ اما انتقال این ظرفیت‌ها به محیط عملیاتی بانک مستلزم بررسی ساختار و محدودیت‌های هر فرآیند است (گوئو و لیانگ، ۲۰۱۶؛ پیترز و پانایی، ۲۰۱۶).

اجرای خودکار یک شرط، لزوماً به معنای رفع اختلاف یا حذف مسئولیت طرفین نیست. داده ورودی ممکن است نادرست باشد، کد ممکن است خطا داشته باشد و نتیجه اجرا ممکن است با قصد طرفین یا الزامات قانونی تعارض پیدا کند. ازاین‌رو، تحلیل قراردادهای هوشمند در بانکداری باید موضوعاتی مانند امکان توقف یا اصلاح اجرا، مرجع حل اختلاف، محرمانگی داده‌ها و مسئولیت ناشی از خطا را نیز بررسی کند (جان و همکاران، ۲۰۲۳؛ سابو، ۱۹۹۷؛ کونگ و هه، ۲۰۱۹). در ایران نیز ساختار حقوقی قراردادها، الزامات بانکداری بدون ربا، مقررات بانک مرکزی و محدودیت‌های تعاملات بین‌المللی باید در ارزیابی امکان‌پذیری لحاظ شوند؛ بااین‌حال، داوری درباره وضعیت جاری هر یک از این الزامات نیازمند استناد مستقیم به اسناد رسمی و به‌روز است.

اهمیت، اهداف و سؤالات پژوهش

از منظر نظری، بررسی پیوند قراردادهای هوشمند و فرآیندهای بانکی به روشن شدن نسبت میان فناوری دفترکل توزیع‌شده، سازوکارهای قراردادی و ساختارهای واسطه‌گری مالی کمک می‌کند. قراردادهای هوشمند می‌توانند دامنه تعهدات قابل اجرای الگوریتمی را گسترش دهند؛ بااین‌حال، توزیع اطلاعات در شبکه و نحوه شکل‌گیری توافق جمعی نیز پیامدهای اقتصادی و رقابتی دارد (کونگ و هه، ۲۰۱۹). از منظر کاربردی، بانک‌ها باید بررسی کنند که آیا بلاکچین نسبت به پایگاه داده متمرکز یا راهکارهای متعارف اتوماسیون مزیت واقعی ایجاد می‌کند یا خیر (ترلیون و همکاران، ۲۰۱۷).

هدف اصلی پژوهش، شناسایی فرآیندهای بانکی مستعد استفاده از قراردادهای هوشمند و تحلیل موانع پیاده‌سازی آن‌ها در ایران است. اهداف فرعی شامل تبیین الگوهای عملیاتی، ارزیابی چالش‌های فنی و حقوقی و ارائه پیشنهادهای راهبردی است. سؤال اصلی عبارت است از: قراردادهای هوشمند چگونه می‌توانند فرآیندهای کلیدی نظام بانکی را بهبود دهند و چه موانعی بر سر راه پیاده‌سازی آن‌ها در ایران وجود دارد؟ سؤالات فرعی نیز ناظر بر شناسایی فرآیندهای مناسب، مزایای مورد انتظار، چالش‌های فنی و حقوقی و الزامات بومی‌سازی هستند.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر رویکرد، کیفی است و با روش «مرور روایتیِ ساختاریافته منابع همراه با تحلیل محتوای کیفی» انجام شده است. انتخاب این روش به دلیل ماهیت مفهومی و چندرشته‌ای موضوع صورت گرفته است؛ زیرا پرسش پژوهش صرفاً اندازه‌گیری یک رابطه آماری نیست، بلکه شناسایی الگوهای کاربرد، شرایط تحقق منافع و موانع حقوقی و فناورانه را دنبال می‌کند. این مقاله ادعای انجام فراتحلیل یا مرور نظام‌مند کامل ندارد؛ ازاین‌رو، تعداد نهایی مطالعات واردشده و نمودار جریان پریزما گزارش نمی‌شود. راهنمای پریزما ۲۰۲۰ بر ضرورت گزارش شفاف پایگاه‌ها، تاریخ جست‌وجو، راهبرد جست‌وجو و معیارهای انتخاب در پژوهش‌هایی که عنوان مرور نظام‌مند دارند تأکید می‌کند (پیج و همکاران، ۲۰۲۱).

منابع اطلاعاتی و بازه زمانی

برای به‌روزرسانی ادبیات، جست‌وجوی هدفمند منابع انگلیسی در درگاه‌های ناشران علمی و نمایه‌های استنادی، از جمله جست‌وجوگرهای علمی، صفحات ناشران الزویر/ساینس‌دایرکت، اشپرینگر نیچر، وایلی، فرانتیرز و امدی‌پی‌آی و فراداده‌های دی‌اوآی/کراس‌رف انجام شد. همچنین فهرست منابع مقالات مروری منتخب برای یافتن آثار مرتبط بررسی شد. تمرکز اصلی بر آثار منتشرشده در فاصله ۲۰۲۲ تا ۱۴ نوامبر ۲۰۲۶ بود؛ در کنار آن، چند منبع بنیادی قدیمی‌تر صرفاً برای تعریف مفاهیم و مبانی نظری حفظ شد. آخرین روز جست‌وجوی به‌روزرسانی‌شده این نسخه ۱۴ نوامبر ۲۰۲۶ است.

کلیدواژه‌ها و ترکیب‌های جست‌وجو

کلیدواژه‌های انگلیسی شامل Smart Contract، Blockchain، Distributed Ledger Technology، Banking، Financial Services، Trade Finance، Supply Chain Finance، Interbank Settlement، Smart Contract Security، Regulatory Compliance و Digital Banking بود. این کلیدواژه‌ها در ترکیب‌های موضوعی مانند (blockchain OR distributed ledger) AND (banking OR financial services)، و ((smart contract) AND (security OR vulnerability OR regulation) به کار رفتند. معادل‌های فارسی «قرارداد هوشمند»، «بلاکچین»، «دفترکل توزیع‌شده»، «بانکداری»، «تأمین مالی زنجیره تأمین» و «ریال دیجیتال» نیز به‌صورت هدفمند بررسی شدند.

معیارهای ورود و خروج منابع

منابع در صورتی در تحلیل استفاده شدند که: الف) مقاله علمی داوری‌شده، مرور علمی یا پژوهش نظری/کاربردی معتبر باشند؛ ب) به‌طور مستقیم به بلاکچین، قرارداد هوشمند، بانکداری، خدمات مالی، تأمین مالی تجاری یا امنیت قراردادهای هوشمند مرتبط باشند؛ ج) اطلاعات کافی درباره موضوع، روش یا استدلال اصلی ارائه کنند؛ و د) مشخصات کتاب‌شناختی آن‌ها از طریق صفحه ناشر یا شناسه DOI قابل بررسی باشد. مطالب تبلیغاتی، نوشته‌های وبلاگی فاقد روش روشن، منابع تکراری، متون فاقد مشخصات انتشار معتبر و آثاری که صرفاً به رمزارزها می‌پرداختند و ارتباط روشنی با سؤال پژوهش نداشتند، کنار گذاشته شدند.

فرایند تحلیل داده‌ها

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

پس از بررسی عنوان، چکیده و در موارد لازم متن کامل منابع منتخب، اطلاعات هر منبع در چهار محور استخراج شد: ۱) حوزه کاربرد بانکی؛ ۲) سازوکار یا ارزش پیشنهادی فناوری؛ ۳) پیش‌شرط‌های فنی و سازمانی؛ و ۴) ریسک‌ها و محدودیت‌های حقوقی و نظارتی. سپس یافته‌ها با رویکرد تحلیل محتوای کیفی در چهار دسته اصلی «کاربردهای عملیاتی»، «امنیت و معماری»، «حقوق و تنظیم‌گری» و «پذیرش سازمانی و اقتصادی» کدگذاری مفهومی شدند. در گام بعد، این دسته‌ها با هفت فرآیند منتخب بانکی تطبیق داده شدند و برای هر فرآیند، تناسب کاربرد، وابستگی به داده بیرونی و میزان نیاز به قضاوت انسانی بررسی شد. این تحلیل ماهیت تفسیری دارد و به‌منزله اندازه‌گیری تجربی عملکرد بانک‌ها نیست.

ملاحظات اعتبار و محدودیت روش

برای افزایش قابلیت اتکا، اولویت با مقالات داوری‌شده و صفحات رسمی ناشران بود و مشخصات منابع دارای DOI کنترل شد. بااین‌حال، این مطالعه محدودیت‌هایی دارد: جست‌وجو به‌صورت مرور روایتیِ ساختاریافته انجام شده و پوشش جامع همه پایگاه‌های اشتراکی یا همه زبان‌ها تضمین نمی‌شود؛ غربالگری و استخراج داده‌ها توسط یک پژوهشگر انجام‌پذیر است و ارزیابی مستقل دو ارزیاب گزارش نشده؛ و تحلیل ایران‌محور به دلیل کمبود منابع رسمی و دانشگاهی قابل احراز، بیشتر در سطح الزامات و ملاحظات سیاستی باقی مانده است. بنابراین، نتایج باید به‌عنوان چارچوب تحلیلی و مبنای طراحی مطالعه میدانی تلقی شوند، نه برآورد قطعی اثرات اقتصادی یا عملیاتی.

کاربردهای قراردادهای هوشمند در فرآیندهای بانکی

اعتبارات اسنادی هوشمند

اعتبار اسنادی به دلیل مشارکت واردکننده، صادرکننده، بانک گشاینده، بانک ابلاغ‌کننده و گاه شرکت‌های حمل‌ونقل و بازرسی، فرآیندی چندطرفه و مبتنی بر تبادل اسناد است. ثبت اطلاعات معامله و وضعیت اسناد در بستری مشترک می‌تواند مشاهده وضعیت پرونده را برای طرف‌های مجاز تسهیل کند و از ثبت چندباره یا تطبیق مکرر اطلاعات بکاهد. قرارداد هوشمند می‌تواند پس از دریافت تأییدیه‌های معتبر و احراز شروط، دستور انجام مرحله بعدی یا آزادسازی وجه را صادر کند (پیترز و پانایی، ۲۰۱۶؛ گوئو و لیانگ، ۲۰۱۶). بااین‌حال، تشخیص اصالت اسناد فیزیکی، ارزیابی کیفیت کالا و رسیدگی به اختلاف تجاری را نمی‌توان صرفاً به کد واگذار کرد؛ بنابراین باید برای موارد اختلاف، سازوکار توقف و رسیدگی انسانی پیش‌بینی شود.

اعطای تسهیلات و وام‌دهی هوشمند

در فرآیند اعطای تسهیلات، اعتبارسنجی، بررسی مدارک، ارزش‌گذاری وثیقه، تصویب، انعقاد قرارداد و پرداخت وجه به یکدیگر وابسته‌اند. قرارداد هوشمند می‌تواند پس از دریافت تأییدیه‌های لازم از سامانه‌های مجاز، ترتیب اجرای مراحل را کنترل کند؛ برای مثال پرداخت وجه را به ثبت قرارداد یا تکمیل وثیقه وابسته سازد. ثبت رویدادهای کلیدی نیز قابلیت حسابرسی را تقویت می‌کند (گوئو و لیانگ، ۲۰۱۶؛ کونگ و هه، ۲۰۱۹). این الگو جایگزین سیاست اعتباری بانک یا قضاوت کارشناسی نیست. داده‌ها باید از منابع قانونی دریافت شوند و حق اعتراض مشتری و اصلاح خطای اطلاعاتی محفوظ بماند. در بانکداری بدون ربا نیز ساختار قرارداد باید با ماهیت عقد و شروط آن سازگار باشد.

تسویه بین‌بانکی هوشمند

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

در یک شبکه مجاز و تحت حاکمیت مشخص، دفترکل توزیع‌شده می‌تواند تصویر مشترکی از تعهدات ایجاد کند و قرارداد هوشمند قواعد انتقال یا تسویه را اجرا نماید. این الگو ممکن است برخی مراحل تطبیق و هماهنگی را ساده‌تر کند؛ بااین‌حال، مزیت آن باید در برابر پیچیدگی معماری و الزامات نقدینگی سنجیده شود (رحمان و همکاران، ۲۰۲۵؛ شیخ و همکاران، ۲۰۲۵؛ پیترز و پانایی، ۲۰۱۶؛ گوئو و لیانگ، ۲۰۱۶). بااین‌حال، تسویه آنی به‌تنهایی ریسک را از بین نمی‌برد؛ ریسک نقدینگی، اعتبار طرف مقابل، خطای عملیاتی و نهایی بودن انتقال باید مدیریت شوند. در ایران، اتصال به سامانه‌هایی مانند ساتنا باید با سیاست‌ها و الزامات بانک مرکزی هماهنگ باشد.

ضمانت‌نامه‌های بانکی هوشمند

ثبت دیجیتال و قابل رهگیری اطلاعات ضمانت‌نامه، از جمله مبلغ، ذی‌نفع، مضمون‌عنه و تاریخ اعتبار، می‌تواند احراز اصالت و بررسی وضعیت آن را تسهیل کند. قرارداد هوشمند قادر است رویدادهایی مانند نزدیک شدن به تاریخ انقضا یا دریافت درخواست مطالبه را ثبت و گردش کار را آغاز کند (ترلیون و همکاران، ۲۰۱۷؛ پیترز و پانایی، ۲۰۱۶). بااین‌حال، احراز شرایط مطالبه ممکن است نیازمند تفسیر اسناد و رعایت تشریفات قانونی باشد؛ بنابراین در گام نخست، تمرکز بر مدیریت اطلاعات و کنترل مهلت‌ها مناسب‌تر است.

تأمین مالی زنجیره تأمین

ثبت فاکتور و تأیید دریافت کالا در بستری مشترک می‌تواند اطلاعات لازم برای ارزیابی درخواست تأمین مالی را فراهم کند. پژوهش‌های جدید نشان می‌دهند که کاهش هزینه راستی‌آزمایی اطلاعات می‌تواند بر ساختار و حاکمیت تأمین مالی زنجیره تأمین اثر بگذارد، هرچند توزیع منافع میان بازیگران یکسان نیست (بائه و همکاران، ۲۰۲۵؛ تانچانگیا و همکاران، ۲۰۲۵). شناسه یکتای فاکتور و ثبت وضعیت تأمین مالی آن ممکن است احتمال استفاده مجدد از یک سند برای دریافت اعتبار از چند منبع را کاهش دهد. قرارداد هوشمند نیز می‌تواند مراحل تأیید، پرداخت و تسویه در سررسید را بر اساس شروط توافق‌شده مدیریت کند (گوئو و لیانگ، ۲۰۱۶؛ پیترز و پانایی، ۲۰۱۶). موفقیت این کاربرد به مشارکت خریداران، تأمین‌کنندگان، بانک‌ها و سامانه‌های تأیید فاکتور وابسته است.

مدیریت هوشمند وثایق

اتصال سامانه مدیریت وثایق به منابع داده معتبر و ثبت رویدادهای ارزش‌گذاری می‌تواند شناسایی کاهش ارزش وثیقه یا سررسید اسناد را تسهیل کند. قرارداد هوشمند می‌تواند در صورت عبور شاخص‌ها از آستانه مشخص، اخطار صادر کند یا فرآیند درخواست وثیقه تکمیلی را آغاز نماید. این کاربرد وابستگی جدی به صحت داده‌های بیرونی دارد (پیترز و پانایی، ۲۰۱۶؛ کونگ و هه، ۲۰۱۹). تصمیم درباره تملک یا فروش وثیقه باید با رعایت تشریفات قانونی و حقوق مشتری انجام شود.

پرداخت‌های شرطی و خودکار

بخشی از پرداخت‌های بانکی به تحقق شرطی وابسته‌اند؛ مانند پرداخت مرحله‌ای وجه پس از تأیید پیشرفت کار یا برداشت اقساط در تاریخ سررسید. قرارداد هوشمند می‌تواند قواعد زمان‌بندی و شروط پرداخت را ثبت و پس از احراز آن‌ها، دستور اجرای عملیات را صادر کند (سابو، ۱۹۹۷؛ بوترین، ۲۰۱۴). در طراحی باید وضعیت‌هایی مانند کسری موجودی، اعتراض مشتری، اشتباه داده ورودی، اصلاح قرارداد و دستور قضایی پیش‌بینی شود.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

چالش‌ها و محدودیت‌های پیاده‌سازی

چالش‌های فنی

مقیاس‌پذیری و کارایی: برخی شبکه‌های عمومی در مقایسه با زیرساخت‌های متمرکز پرداخت، محدودیت‌هایی از نظر توان عملیاتی، هزینه و زمان نهایی‌شدن تراکنش دارند. انتخاب معماری باید بر مبنای نیاز فرآیند، تعداد مشارکت‌کنندگان، سطح محرمانگی و الزامات دسترس‌پذیری صورت گیرد. شبکه‌های مجاز یا کنسرسیومی ممکن است برای کاربردهای سازمانی مناسب‌تر باشند، اما آن‌ها نیز هزینه و پیچیدگی حاکمیت دارند (گوئو و لیانگ، ۲۰۱۶؛ پیترز و پانایی، ۲۰۱۶).

امنیت کد: قرارداد هوشمند نرم‌افزار است و ممکن است از خطاهای طراحی یا پیاده‌سازی آسیب ببیند. نقص کد می‌تواند به انتقال نادرست وجه یا اجرای ناخواسته تعهد منجر شود. توسعه امن، بازبینی مستقل کد، آزمون جامع، کنترل دسترسی و برنامه پاسخ به رخداد باید بخشی از چرخه عمر قرارداد باشد (ویدال و همکاران، ۲۰۲۴؛ وو و همکاران، ۲۰۲۴؛ عزیمی و همکاران، ۲۰۲۵؛ ترلیون و همکاران، ۲۰۱۷).

مسئله اوراکل و صحت داده: قرارداد هوشمند برای دریافت اطلاعاتی مانند قیمت دارایی یا تأیید تحویل کالا به منبع داده بیرونی نیاز دارد. اگر منبع نادرست یا دست‌کاری‌شده باشد، قرارداد ممکن است تصمیمی نادرست اجرا کند. استفاده از چند منبع مستقل، اعتبارسنجی داده و ثبت منشأ اطلاعات می‌تواند این ریسک را کاهش دهد (کونگ و هه، ۲۰۱۹؛ پیترز و پانایی، ۲۰۱۶).

یکپارچگی و محرمانگی: سامانه جدید باید با هسته بانکداری، پرداخت، اعتبارسنجی و حسابداری تبادل داده کند، بی‌آنکه مغایرت عملیاتی ایجاد شود. همچنین شفافیت شبکه نباید به افشای اطلاعات محرمانه مشتریان یا اسرار تجاری منجر شود. طراحی رابط‌های استاندارد، تفکیک سطح دسترسی، رمزنگاری و ثبت ردپای حسابرسی ضروری است (گوئو و لیانگ، ۲۰۱۶؛ کونگ و هه، ۲۰۱۹).

چالش‌های حقوقی

یکی از پرسش‌های اساسی آن است که قرارداد هوشمند خودِ قرارداد محسوب می‌شود یا صرفاً ابزار اجرای تمام یا بخشی از تعهدات است. در رویکرد عملی، متن حقوقی می‌تواند مرجع تعیین حقوق و تعهدات باشد و کد شروط روشن و قابل برنامه‌ریزی را اجرا کند. در این حالت باید رابطه میان متن و کد، مرجع تفسیر در صورت تعارض و مسئولیت ناشی از خطای برنامه‌نویسی تعیین شود (جان و همکاران، ۲۰۲۳؛ سابو، ۱۹۹۷). همچنین باید برای خطای داده، تغییر شرایط، دستور مرجع صالح و اختلاف طرفین، امکان توقف، اصلاح یا جبران خسارت پیش‌بینی شود.

در معاملات فرامرزی، محل استقرار مشارکت‌کنندگان و زیرساخت شبکه ممکن است با محل انعقاد یا اجرای قرارداد متفاوت باشد. درج شروط روشن درباره قانون حاکم، مرجع حل اختلاف و نحوه اجرای تصمیمات قضایی می‌تواند بخشی از ابهام را کاهش دهد (پیترز و پانایی، ۲۰۱۶).

چالش‌های رگولاتوری

خودکارسازی نباید موجب تضعیف کنترل‌های شناسایی مشتری، پایش تراکنش‌ها و گزارش‌دهی موارد مشکوک شود. هویت طرف‌ها و سطح دسترسی باید قابل احراز باشد و سوابق لازم برای حسابرسی در اختیار مراجع مجاز قرار گیرد. بانک مرکزی نیز باید بر ریسک‌های عملیاتی، نقدینگی، اعتباری و امنیتی نظارت کند؛ بنابراین قواعد عضویت شبکه، مدیریت کلیدها، تغییر نرم‌افزار، توقف اضطراری و گزارش‌دهی باید روشن باشد (گوئو و لیانگ، ۲۰۱۶؛ ترلیون و همکاران، ۲۰۱۷). در ایران، چارچوب اجرایی باید با قوانین بانکی، مقررات پرداخت، مبارزه با پول‌شویی و مبانی بانکداری بدون ربا هماهنگ شود.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

چالش‌های سازمانی و فرهنگی

استقرار قراردادهای هوشمند ممکن است شرح وظایف، گردش کار و شیوه کنترل عملیات را تغییر دهد. مدیریت تغییر باید با مشارکت واحدهای عملیاتی، آموزش و شفاف‌سازی مسئولیت‌ها همراه شود. توسعه و نگهداری این سامانه‌ها نیز به ترکیبی از دانش بانکداری، برنامه‌نویسی، امنیت سایبری، معماری سامانه‌های توزیع‌شده و حقوق فناوری نیاز دارد. افزون بر هزینه توسعه، بانک باید هزینه ممیزی، زیرساخت، اتصال به سامانه‌های موجود، آموزش و پشتیبانی را محاسبه کند (ترلیون و همکاران، ۲۰۱۷). کاربردهایی مانند تسویه و اعتبارات اسنادی نیز نیازمند همکاری و استانداردسازی بین‌بانکی هستند (گوئو و لیانگ، ۲۰۱۶؛ پیترز و پانایی، ۲۰۱۶).

وضعیت و ملاحظات پیاده‌سازی در ایران

بررسی قراردادهای هوشمند در ایران باید در بستر تحولات بانکداری دیجیتال، زیرساخت‌های پرداخت و مطالعات مرتبط با پول دیجیتال بانک مرکزی انجام شود. ریال دیجیتال از منظر سیاست‌گذاری پولی و توسعه ابزارهای پرداخت، موضوعی مرتبط با تحول زیرساخت مالی کشور است؛ اما وجود پول دیجیتال بانک مرکزی به‌خودی‌خود به معنای استقرار قراردادهای هوشمند در تمام فرآیندهای بانکی نیست. باید میان ابزار پرداخت دیجیتال، دفترکل توزیع‌شده و قابلیت برنامه‌پذیری و اجرای قرارداد هوشمند تمایز قائل شد.

یکی از ملاحظات اصلی، سازگاری قواعد خودکار با قراردادهای بانکی و عقود اسلامی است. قرارداد هوشمند باید مفاد عقد، شرایط صحت، تعهدات طرفین و شیوه محاسبه مبالغ را به‌درستی منعکس کند؛ ازاین‌رو همکاری متخصصان فناوری با کارشناسان حقوقی، فقهی و بانکی ضروری است. محدودیت تعاملات بین‌المللی و ضرورت نگهداری امن داده‌های بانکی نیز بر انتخاب معماری اثر می‌گذارد. استفاده از شبکه‌های مجاز با حاکمیت روشن می‌تواند برای برخی کاربردها بررسی شود، اما باید با ارزیابی امنیت، قابلیت همکاری و هزینه همراه باشد (گوئو و لیانگ، ۲۰۱۶).

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر نشان داد که بلاکچین و قراردادهای هوشمند می‌توانند در موقعیت‌هایی که چند طرف به سوابق مشترک و اجرای قواعد از پیش توافق‌شده نیاز دارند، ارزش‌آفرین باشند؛ این جمع‌بندی با مرورهای جدید حوزه بانکداری و فین‌تک هم‌راستا است (رحمان و همکاران، ۲۰۲۵؛ شیخ و همکاران، ۲۰۲۵؛ تانچانگیا و همکاران، ۲۰۲۵). این ارزش عمدتاً از کاهش دوباره‌کاری اطلاعاتی، افزایش قابلیت رهگیری، خودکارسازی مراحل تکراری و بهبود هماهنگی میان مشارکت‌کنندگان حاصل می‌شود (گوئو و لیانگ، ۲۰۱۶؛ پیترز و پانایی، ۲۰۱۶؛ ترلیون و همکاران، ۲۰۱۷).

در هفت حوزه بررسی‌شده، اعتبارات اسنادی و تأمین مالی زنجیره تأمین به دلیل تعدد طرف‌ها و اسناد، ظرفیت مناسبی برای ایجاد سابقه مشترک دارند. مدیریت ضمانت‌نامه‌ها و پرداخت‌های شرطی نیز می‌توانند از ثبت دیجیتال شروط و کنترل زمان‌بندی بهره ببرند. در اعطای تسهیلات و مدیریت وثایق، فناوری بیشتر نقش هماهنگ‌کننده و مجری قواعد مشخص را دارد و نباید جایگزین ارزیابی کارشناسی، سیاست اعتباری و حقوق مشتری شود. در تسویه بین‌بانکی نیز مزیت احتمالی باید در کنار الزامات نقدینگی، نهایی بودن تسویه و نظارت بانک مرکزی ارزیابی شود.

موانع فنی شامل مقیاس‌پذیری، امنیت کد، وابستگی به داده‌های بیرونی، یکپارچگی با سامانه‌های قدیمی و محرمانگی اطلاعات است. پژوهش‌های امنیتی جدید بر ضرورت ترکیب تحلیل خودکار، ممیزی تخصصی و الگوهای طراحی امن تأکید می‌کنند (ویدال و همکاران، ۲۰۲۴؛ وو و همکاران، ۲۰۲۴؛ عزیمی و همکاران، ۲۰۲۵). چالش‌های حقوقی به اعتبار قرارداد، رابطه متن و کد، مسئولیت خطا و حل اختلاف مربوط می‌شود. در بعد نظارتی، انطباق با مقررات شناسایی مشتری

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

و مبارزه با پول‌شویی، حسابرسی و حفظ اختیارات بانک مرکزی اهمیت دارد. در سطح سازمانی نیز کمبود نیروی متخصص، هزینه‌های اولیه، مقاومت در برابر تغییر و دشواری هماهنگی بین‌بانکی از موانع مهم هستند (کونگ و هه، ۲۰۱۹).

در ایران، توسعه این فناوری باید با مقررات بانکی، ساختار پرداخت، ملاحظات امنیتی و الزامات فقهی بانکداری بدون ربا سازگار باشد. همچنین نباید میان پروژه‌های پول دیجیتال و استقرار قراردادهای هوشمند در فرآیندهای بانکی خلط شود؛ هر یک اهداف و الزامات خاص خود را دارد. موفقیت این فناوری نه در جایگزینی کامل سامانه‌های موجود، بلکه در انتخاب هدفمند فرآیندهایی است که قواعد روشن، داده‌های قابل اتکا و ارزش قابل سنجش دارند. بانک‌ها باید پیش از سرمایه‌گذاری گسترده، مزیت بلاکچین را با پایگاه داده متمرکز و راهکارهای متعارف اتوماسیون مقایسه کنند (گوئو و لیانگ، ۲۰۱۶؛ کونگ و هه، ۲۰۱۹).

پیشنهادهای راهبردی و اجرایی

۱. تشکیل کارگروه مشترک: بانک مرکزی، بانک‌ها، شرکت‌های فناوری و متخصصان حقوقی و فقهی، اصول فنی، حقوقی و نظارتی قراردادهای هوشمند بانکی را تدوین کنند.

۲. اولویت‌بندی موارد کاربرد: پروژه‌ها بر اساس حجم فرآیند، تعداد طرف‌ها، میزان دوباره‌کاری، قابلیت استانداردسازی، حساسیت داده و امکان سنجش منافع رتبه‌بندی شوند.

۳. اجرای پایلوت کنترل‌شده: هر بانک یک یا دو فرآیند مشخص را در محیط آزمایشی اجرا و زمان انجام، تعداد مغایرت‌ها، هزینه عملیاتی، خطاها و رضایت کاربران را قبل و بعد مقایسه کند.

۴. تدوین الگوی حقوقی دولایه: متن حقوقی قرارداد مرجع اصلی حقوق و تعهدات باشد و کد صرفاً شروط روشن و قابل برنامه‌ریزی را اجرا کند. اولویت متن در صورت تعارض، مسئولیت خطا و مرجع حل اختلاف تصریح شود.

۵. طراحی حاکمیت و کنترل امنیتی: قواعد عضویت شبکه، مدیریت کلیدها، دسترسی کاربران، ممیزی کد، ثبت رخداد، پشتیبان‌گیری و واکنش به رخداد امنیتی پیش از بهره‌برداری تصویب شود.

۶. تضمین انطباق نظارتی: کنترل‌های شناسایی مشتری، مبارزه با پول‌شویی، نگهداری سوابق و گزارش‌دهی از مرحله طراحی در فرآیند لحاظ شوند.

۷. سازگاری با بانکداری بدون ربا: ماهیت عقد، شروط، نحوه محاسبه مبالغ و پیامدهای اجرای خودکار با نظر متخصصان حقوق بانکی و فقه معاملات بررسی شود.

۸. توسعه سرمایه انسانی: دوره‌های مشترک برای کارکنان فناوری، حقوقی، اعتباری و عملیاتی برگزار و کارکنان واحدهای درگیر از مرحله طراحی مشارکت داده شوند.

۹. سنجش اقتصادی: هزینه کل مالکیت و منافع قابل اندازه‌گیری راهکار بلاکچینی با پایگاه داده متمرکز و سایر گزینه‌ها مقایسه شود و توسعه پروژه تنها در صورت اثبات مزیت نسبی ادامه یابد.

منابع

- ✓ Azimi, S., Golzari, A., Ivaki, N., & Laranjeiro, N. (2025). A systematic review on smart contracts security design patterns. Empirical Software Engineering, 30, Article 95. https://doi.org/10.1007/s10664-025-10646-w
- ✓ Bae, S. H., Saberi, S., Kouhizadeh, M., & Sarkis, J. (2025). Examining blockchain's role in supply chain finance structure and governance. International Review of Financial Analysis, 99, Article 103955. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2025.103955

- ✓ John, K., Kogan, L., & Saleh, F. (2023). Smart contracts and decentralized finance. Annual Review of Financial Economics, 15, 523–542. https://doi.org/10.1146/annurev-financial-110921-022806
- ✓ Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71
- ✓ Rahman, S. M. M., Saif, A. N. M., Kabir, S., Bari, M. F., Alom, M. M., Rayhan, M. J., Zan, F., Chu, M., & Talukder, A. (2025). Blockchain in the banking industry: Unravelling thematic drivers and proposing a technological framework through systematic review with bibliographic network mapping. IET Blockchain, 5, e12093. https://doi.org/10.1049/blc2.12093
- ✓ Sheikh, R. S., Miah, S. J., Skinner, J., & Cook, P. (2025). Blockchain technology in the banking sector: A content analysis. Frontiers in Blockchain, 8, Article 1667848. https://doi.org/10.3389/fbloc.2025.1667848
- ✓ Tanchangya, T., Sarker, T., Rahman, J., Islam, M. S., Islam, N., & Siddiqi, K. O. (2025). Mapping blockchain applications in FinTech: A systematic review of eleven key domains. Information, 16(9), 769. https://doi.org/10.3390/info16090769
- ✓ Vidal, F. R., Ivaki, N., & Laranjeiro, N. (2024). Vulnerability detection techniques for smart contracts: A systematic literature review. Journal of Systems and Software, 217, Article 112160. https://doi.org/10.1016/j.jss.2024.112160
- ✓ Wu, G., Wang, H., Lai, X., Wang, M., He, D., & Chan, S. (2024). A comprehensive survey of smart contract security: State of the art and research directions. Journal of Network and Computer Applications, 226, Article 103882. https://doi.org/10.1016/j.jnca.2024.103882
- ✓ Buterin, V. (2014). Ethereum: A next-generation smart contract and decentralized application platform. https://ethereum.org/whitepaper/
- ✓ Cong, L. W., & He, Z. (2019). Blockchain Disruption and Smart Contracts. The Review of Financial Studies, 32(5), 1754–1797. https://doi.org/10.1093/rfs/hhz007
- ✓ Guo, Y., & Liang, C. (2016). Blockchain Application and Outlook in the Banking Industry. Financial Innovation, 2, Article 24. https://doi.org/10.1186/s40854-016-0034-9
- ✓ Peters, G. W., & Panayi, E. (2016). Understanding modern banking ledgers through blockchain technologies: Future of transaction processing and smart contracts on the Internet of Money. In Banking Beyond Banks and Money (pp. 239–278). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42448-4_13
- ✓ Szabo, N. (1997). Formalizing and Securing Relationships on Public Networks. First Monday, 2(9). https://doi.org/10.5210/fm.v2i9.548
- ✓ Treleaven, P., Brown, R. G., & Yang, D. (2017). Blockchain technology in finance. Computer, 50(9), 14–17. https://doi.org/10.1109/MC.2017.3571047