

نقش فناوری‌های بلاکچین در شفافیت و کنترل فساد در قراردادهای شهرداری‌ها

زینب فره وشی

کارشناسی ارشد مدیریت مالی، موسسه آموزش عالی خرد، بوشهر، ایران.

Zeinab.farahvashi@gmail.com

شماره ۱۰۷ / پاییز ۱۴۰۴ (جلد دوم) / صص ۸۵-۹۶
چشم انداز حسابداری و مدیریت (دوره هشتم)

چکیده

فساد در قراردادهای شهرداری‌ها یکی از چالش‌های اساسی مدیریت شهری است که پیامدهای منفی اقتصادی، اجتماعی و سیاسی دارد. عدم شفافیت در فرآیندهای مناقصه، انعقاد قرارداد و نظارت بر اجرای پروژه‌ها، زمینه را برای سوءاستفاده و تضییع حقوق عمومی فراهم می‌کند. فناوری بلاکچین به عنوان یک سیستم توزیع‌شده و غیرقابل تغییر، قابلیت ثبت شفاف و قابل رهگیری تراکنش‌ها را فراهم می‌آورد و می‌تواند نقش مؤثری در کاهش فساد و افزایش شفافیت در قراردادهای شهرداری‌ها ایفا کند. این پژوهش با هدف بررسی کاربردهای بلاکچین در مدیریت قراردادهای شهری و تحلیل تأثیر آن بر شفافیت و کنترل فساد انجام شده است. نتایج اولیه نشان می‌دهد که استفاده از بلاکچین می‌تواند فرآیندهای مناقصه و قرارداد را شفاف‌تر، امن‌تر و قابل نظارت‌تر سازد، هرچند چالش‌هایی همچون موانع قانونی، هزینه‌های پیاده‌سازی و نیاز به آموزش کارکنان نیز وجود دارد. یافته‌های این مطالعه می‌تواند راهنمایی برای سیاست‌گذاران و مدیران شهری جهت بهره‌گیری مؤثر از فناوری‌های نوین در افزایش شفافیت و مقابله با فساد باشد.

واژگان کلیدی: فناوری بلاکچین، شفافیت، کنترل فساد.

مقدمه

فساد در قراردادهای شهرداری‌ها یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیریت شهری است که پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی گسترده‌ای دارد. عدم شفافیت در فرآیندهای مناقصه، انعقاد قرارداد، پرداخت‌ها و نظارت بر اجرای پروژه‌ها، زمینه را برای سوءاستفاده، رشوه‌خواری و تضییع حقوق عمومی فراهم می‌کند. این مسئله نه تنها باعث کاهش اعتماد شهروندان به نهادهای شهری می‌شود، بلکه کیفیت و کارایی خدمات شهری را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. شفافیت و پاسخگویی در مدیریت شهری همواره یکی از دغدغه‌های مهم شهرداری‌ها و سایر نهادهای عمومی بوده است. ضعف در شفافیت فرآیندهای اداری و قراردادهای شهری، زمینه‌ساز فساد، سوءمدیریت و کاهش اعتماد عمومی می‌شود (عبداللهی و توکلی جوشقانی، ۱۳۹۳). با توسعه فناوری‌های نوین، به ویژه فناوری بلاکچین، فرصت‌های جدیدی برای افزایش شفافیت و کنترل فساد در بخش عمومی فراهم شده است. بلاکچین با ویژگی‌های ذاتی خود مانند غیرقابل تغییر بودن اطلاعات، ثبت لحظه‌ای تراکنش‌ها و امکان رهگیری همه مراحل فرآیندها، می‌تواند نقش مهمی در ارتقاء شفافیت قراردادها و فعالیت‌های مالی شهرداری‌ها ایفا کند (خردیار، ۱۴۰۰؛ شریفی، ۱۴۰۴). مطالعات اخیر نشان می‌دهند که استفاده از بلاکچین در صدور مجوز ساخت و ساز، کنترل ضوابط ساختمان و مدیریت قراردادهای شهری، موجب افزایش شفافیت،

کاهش فساد و تقویت اعتماد عمومی می‌شود (لطیفی، ۱۴۰۴؛ فیروزی، ۱۴۰۴). علاوه بر این، کاربرد بلاکچین در سیستم‌های حسابداری و مالی شهرداری‌ها می‌تواند فرآیندهای مالی را شفاف‌تر و پاسخگوتر کند (علی‌خانی و عطایی، ۱۴۰۴). با این حال، هنوز تحقیقات کافی در زمینه مدل‌های عملی پیاده‌سازی بلاکچین در مدیریت قراردادهای شهری و اثرات آن بر کاهش فساد و ارتقاء شفافیت انجام نشده است، که این موضوع نیازمند بررسی دقیق و علمی است (قجری، ۱۴۰۳).

فساد در قراردادهای شهرداری‌ها و به طور کلی در فرآیندهای تدارکات عمومی، یکی از چالش‌های جدی و جهانی است که پیامدهای مالی، اجتماعی و اعتباری گسترده‌ای به همراه دارد. این مشکل به ویژه در کشورهای در حال توسعه به دلیل فقدان شفافیت، نبود سازوکارهای نظارتی مؤثر و ضعف‌های نهادی، شدت بیشتری پیدا می‌کند و مانع توسعه اقتصادی، اجتماعی و حتی زیست‌محیطی می‌شود (وین‌گارتنر^۱ و همکاران، ۲۰۲۱؛ اوگون‌للا^۲ و همکاران، ۲۰۲۱). سیستم‌های سنتی تدارکات عمومی اغلب با مجموعه‌ای از ضعف‌ها مواجه هستند که از جمله آن‌ها می‌توان به نبود اعتماد و شفافیت میان ذینفعان، سیستم‌های ناکارآمد ثبت و مستندسازی تراکنش‌ها، پیچیدگی فرآیندهای اداری و وجود فساد در نهادهای مرتبط اشاره کرد (اکابا^۳ و همکاران، ۲۰۲۰). این ضعف‌ها نه تنها شامل خطای انسانی و سوءمدیریت اطلاعات می‌شوند، بلکه زمینه را برای ایجاد توافقات پنهانی و تبانی بین پیمانکاران و مسئولان فراهم می‌کنند که نتیجه آن نه تنها لطمه به منابع مالی دولت است، بلکه اعتماد عمومی و مشارکت جامعه مدنی را نیز کاهش می‌دهد (وین‌گارتنر و همکاران، ۲۰۲۱). در این راستا، نیاز مبرم به اصلاحات ساختاری و اجرای سیستم‌های شفاف و پاسخگو در تدارکات عمومی احساس می‌شود تا بتوان چرخه فساد را کاهش داد و حکمرانی مؤثرتر و قابل اعتمادتری ایجاد کرد (اشرفی^۴ و همکاران، ۲۰۲۵).

در همین زمینه، فناوری بلاکچین به عنوان یک راهکار نوآورانه و تحول‌آفرین در مقابله با فساد مطرح شده است. ویژگی‌های ذاتی بلاکچین، شامل شفافیت، عدم تغییرپذیری اطلاعات، امنیت بالا، حذف واسطه‌ها و قابلیت فراگیری، آن را به ابزاری مناسب برای افزایش شفافیت و پاسخگویی در قراردادهای شهرداری‌ها و فرآیندهای تدارکات عمومی تبدیل کرده است (بنیتز-مارتینز^۵ و همکاران، ۲۰۲۲؛ وین‌گارتنر و همکاران، ۲۰۲۱؛ دویانگان^۶، ۲۰۲۴؛ اشرفی و همکاران، ۲۰۲۵). استفاده از بلاکچین می‌تواند با جلوگیری از دستکاری اسناد و اطلاعات، فرآیندهای دولتی را ساده‌تر کرده و امنیت سایبری سیستم‌های دولتی را به شکل قابل توجهی بهبود دهد (دویانگان و همکاران، ۲۰۲۴). یکی از کاربردهای کلیدی این فناوری، استفاده از قراردادهای هوشمند است که می‌توانند به عنوان ابزاری برای ثبت و پیگیری تمام مراحل فرآیند تدارکات عمومی از جمله مناقصه، ارزیابی صلاحیت تأمین‌کنندگان و تأیید تحویل خدمات یا کالاها عمل کنند. این مکانیزم نه تنها خطای انسانی را کاهش می‌دهد، بلکه از افشای نامناسب اطلاعات و توافقات پنهانی جلوگیری می‌کند، امری که در سیستم‌های سنتی بسیار رایج و مشکل‌ساز است (وین‌گارتنر و همکاران، ۲۰۲۱).

علاوه بر این، بلاکچین می‌تواند بستری برای حاکمیت مبتنی بر حقیقت ایجاد کند، به ویژه با استفاده از مدل‌های مجاز مبتنی بر فناوری بلاکچین عصبی و قراردادهای هوشمند. این سیستم‌ها با ایجاد بلوک‌هایی که اطلاعات درون آن‌ها به صورت غیرقابل تغییر و در یک سیستم اجماع درون زنجیره‌ای ثبت می‌شوند، می‌توانند از فساد در چرخه تدارکات عمومی جلوگیری کنند (بنیتز-مارتینز، ۲۰۲۲). چنین رویکردی نه تنها شفافیت و پاسخگویی را ارتقا می‌دهد، بلکه کارایی

¹ Weingärtner

² Ogunlela

³ Akaba

⁴ Ashari

⁵ Benítez-Martínez

⁶ Dewangan

فرآیندها را افزایش داده و اعتماد عمومی را تقویت می‌کند. مزایای دیگری که بلاکچین می‌تواند ارائه دهد شامل کاهش تقلب، کاهش کاغذبازی و زمان پردازش، بهبود ارائه خدمات دولتی، افزایش امنیت سایبری و تقویت سیستم‌های نظارت مالی است (دویانگان و همکاران، ۲۰۲۴). همچنین این فناوری می‌تواند نقش مهمی در توزیع و تخصیص منابع، مدیریت بودجه و اجرای استانداردهای مالی ایفا کند، زیرا امکان رصد لحظه‌ای و شفاف تراکنش‌ها را فراهم می‌آورد و فرصت سوءاستفاده از منابع عمومی را به حداقل می‌رساند.

با وجود این ظرفیت‌ها، پیاده‌سازی موفق بلاکچین در بخش عمومی و به ویژه در قراردادهای شهرداری‌ها با چالش‌های متعددی روبه‌رو است. این چالش‌ها شامل محدودیت‌های قانونی، فنی، نهادی، سیاسی و اجتماعی است که می‌توانند روند اجرای این فناوری را کند یا ناکام کنند (یاووز^۱، ۲۰۲۵؛ آتسیو^۲، ۲۰۲۵). به منظور موفقیت این تحول، لازم است مقررات و سیاست‌گذاری‌های مناسب تدوین شده و همکاری قوی بین ذینفعان اصلی ایجاد شود (آدیتیا و همکاران، ۲۰۲۵). علاوه بر این، با توجه به محدودیت منابع و پیچیدگی فرآیندهای تدارکات، ضروری است مراحل مستعد فساد در چرخه تدارکات شناسایی شده و در اولویت ادغام فناوری بلاکچین قرار گیرند (آجورلولو^۳ و همکاران، ۲۰۲۵). این نکته نشان می‌دهد که ارزش بلاکچین تنها به قابلیت‌های رمزنگاری آن محدود نمی‌شود، بلکه از توانایی آن در تبدیل شفافیت به یک روش استاندارد و فراگیر حکمرانی ناشی می‌شود (آتسیو، ۲۰۲۵). در واقع، موفقیت این فناوری به ترکیب هوشمندانه بین فناوری، سیاست‌گذاری، آموزش کارکنان و ایجاد فرهنگ نهادی شفاف و پاسخگو بستگی دارد، زیرا بدون این عوامل، حتی بهترین سیستم‌های فنی نیز نمی‌توانند به اهداف مقابله با فساد دست یابند.

در مجموع، می‌توان گفت که بلاکچین فرصتی منحصر به فرد برای بازسازی فرآیندهای تدارکات عمومی و کاهش فساد در قراردادهای شهرداری‌ها ارائه می‌دهد، اما تحقق این فرصت مستلزم برنامه‌ریزی دقیق، اصلاحات نهادی و پذیرش گسترده توسط ذینفعان است. این فناوری می‌تواند ساختار حکمرانی، شفافیت و پاسخگویی را بهبود بخشد و در عین حال بوروکراسی، خطاهای انسانی و سوءاستفاده‌های مالی را کاهش دهد، مشروط بر آن که در بستر قانونی و نهادی مناسب و با حمایت سیاسی و اجتماعی کافی پیاده‌سازی شود. با ظهور فناوری‌های نوین، بلاکچین به عنوان یک فناوری توزیع شده و غیرمتمرکز با قابلیت ثبت غیرقابل تغییر داده‌ها و ایجاد شفافیت در تراکنش‌ها، پتانسیل بالایی در کاهش فساد و افزایش شفافیت در قراردادهای شهرداری‌ها دارد. استفاده از بلاکچین می‌تواند فرآیندهای مناقصه و قرارداد را به صورت شفاف، قابل رهگیری و ایمن از دستکاری ارائه کند و در نتیجه امکان نظارت بهتر شهروندان و مقامات مسئول را فراهم آورد. با وجود این پتانسیل، هنوز چالش‌ها و محدودیت‌هایی در پذیرش و پیاده‌سازی بلاکچین در حوزه مدیریت شهری وجود دارد، از جمله موانع قانونی، هزینه‌های پیاده‌سازی و نیاز به آموزش کارکنان. بنابراین، بررسی نقش فناوری‌های بلاکچین در شفافیت و کنترل فساد در قراردادهای شهرداری‌ها، نیازمند پژوهش جامع و نظام‌مند است تا مزایا، چالش‌ها و راهکارهای عملی آن مشخص شود. با توجه به مطالب ارائه شده مسئله اصلی پژوهش حاضر مروری بر نقش فناوری‌های بلاکچین در شفافیت و کنترل فساد در قراردادهای شهرداری‌ها است.

مبانی نظری

ویژگی‌های کلیدی بلاکچین در مدیریت قراردادهای شهرداری شفافیت تراکنش‌ها

¹ Yavuz
² Atencio
³ Adjorlolo

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های بلاکچین در مدیریت قراردادهای شهرداری، شفافیت گسترده تراکنش‌ها و اطلاعات است. فناوری بلاکچین با ثبت تمامی تراکنش‌ها و قراردادهای در یک دفتر کل توزیع‌شده، امکان مشاهده و نظارت لحظه‌ای بر تمامی مراحل اجرای قرارداد را برای ذینفعان فراهم می‌کند (چوهان^۱ و همکاران، ۲۰۲۵). این دفتر کل می‌تواند به صورت عمومی یا خصوصی باشد؛ در حالت عمومی، تمامی شهروندان، نهادهای نظارتی و سایر ذینفعان قادر به مشاهده تراکنش‌ها هستند، در حالی که در حالت خصوصی، فقط بازیگران مجاز به دسترسی خواهند بود (چوهان و همکاران، ۲۰۲۵؛ آزمی و نگرهوه^۲، ۲۰۲۳). ماهیت غیرمتمرکز این سیستم باعث می‌شود هیچ نهاد یا فردی نتواند به صورت یک‌جانبه داده‌ها را تغییر دهد، زیرا تمامی شرکت‌کنندگان شبکه نسخه‌ای از دفتر کل را در اختیار دارند و هر تغییر باید از طریق اجماع شبکه تایید شود (آزمی و نگرهوه، ۲۰۲۳). این شفافیت به دولت‌ها و نهادهای نظارتی امکان می‌دهد تا فساد، تبانی و سوءاستفاده را سریع‌تر شناسایی کنند و فرآیندهای تدارکات عمومی را به شکلی شفاف و قابل اعتماد مدیریت نمایند. علاوه بر این، شفافیت ناشی از بلاکچین می‌تواند اعتماد عمومی را نسبت به فرآیندهای شهرداری افزایش دهد و مشارکت شهروندان در نظارت و ارزیابی عملکرد دولت را تسهیل کند.

غیرقابل تغییر بودن داده‌ها

ویژگی غیرقابل تغییر بودن داده‌ها^۳ یکی دیگر از ستون‌های اصلی بلاکچین است که اهمیت ویژه‌ای در مدیریت قراردادهای شهرداری دارد. پس از ثبت هر قرارداد، تراکنش یا سند در بلاکچین، داده‌ها به هیچ عنوان قابل تغییر یا حذف نیستند (لیانگ^۴ و همکاران، ۲۰۲۴؛ سوویتها و سوبها^۵، ۲۰۲۱؛ معدنچیان و طاهر دوست^۶، ۲۰۲۵). این قابلیت، دستکاری اسناد و جعل داده‌ها را به شدت دشوار می‌کند و یکپارچگی و اصالت اطلاعات را تضمین می‌کند. در حوزه مدیریت شهری و قراردادهای عمومی، این ویژگی از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا اسناد قراردادهای ارزیابی پیمانکاران و گزارش‌های مالی می‌توانند بدون ریسک دستکاری ثبت شوند. علاوه بر این، عدم تغییرپذیری داده‌ها باعث می‌شود در صورت بروز اختلافات یا نیاز به حسابرسی، شواهد دقیقی از تمامی مراحل اجرای قرارداد وجود داشته باشد که قابلیت استفاده قانونی و نظارتی دارد (سوویتها و سوبها، ۲۰۲۱؛ معدنچیان و طاهر دوست، ۲۰۲۵). این ویژگی همچنین تضمین می‌کند که سوابق تاریخی قراردادهای و تراکنش‌ها همواره قابل اعتماد باشند و امکان بازگشت به داده‌های اولیه بدون تغییر وجود داشته باشد، امری که در سیستم‌های سنتی امکان‌پذیر نیست.

ردیابی و حسابرسی آسان

یکی از مشکلات عمده در سیستم‌های سنتی قراردادهای شهرداری، دشواری در ردیابی مراحل اجرای قرارداد و انجام حسابرسی‌های دقیق است. بلاکچین این مشکل را با ارائه سیستم‌های کاملاً شفاف و قابل ردیابی برطرف می‌کند. هر تراکنش ثبت شده در بلاکچین دارای یک شناسه منحصر به فرد و زمان‌بندی دقیق است که امکان پیگیری کامل و دقیق تمام مراحل اجرای قرارداد، از مرحله مناقصه تا تحویل نهایی و ارزیابی عملکرد پیمانکار را فراهم می‌کند (لیانگ و همکاران، ۲۰۲۴؛ سوویتها و سوبها، ۲۰۲۱؛ دادیه^۷ و همکاران، ۲۰۲۲). این ویژگی باعث می‌شود سیستم‌های نظارتی بتوانند با سرعت بیشتری ثقل، تأخیرها یا تخلفات احتمالی را شناسایی کرده و اقدامات اصلاحی انجام دهند. همچنین، امکان گزارش‌گیری خودکار و تولید اسناد مستند برای حسابرسی‌های داخلی و خارجی فراهم می‌شود، امری که در

¹ Chauhan

² Azm & Nugroho

³ Immutability

⁴ Liang

⁵ Suvitha & Subha

⁶ Madanchian & Taherdoost

⁷ Diadia

فرآیندهای سنتی به دلیل حجم بالای مستندات و خطای انسانی دشوار و زمان‌بر است (دادیه و همکاران، ۲۰۲۲). بنابراین، ردیابی و حسابرسی آسان، نه تنها کیفیت مدیریت قراردادها را بهبود می‌بخشد بلکه موجب افزایش پاسخگویی و کاهش فساد می‌شود.

قراردادهای هوشمند

یکی از نوآورانه‌ترین کاربردهای بلاکچین در مدیریت قراردادهای شهرداری، استفاده از قراردادهای هوشمند است. قراردادهای هوشمند مجموعه‌ای از دستورالعمل‌های برنامه‌نویسی شده هستند که بر روی بلاکچین ذخیره شده و به صورت خودکار، بدون نیاز به واسطه، اجرا می‌شوند (سوویتها و سوبها، ۲۰۲۱). این قراردادها می‌توانند مفاد توافق شده بین شهرداری و پیمانکار را بر اساس شرایط از پیش تعریف‌شده اجرا کنند، مانند پرداخت‌های مرحله‌ای پس از تأیید تحویل کالا یا خدمات، اعمال جریمه‌ها در صورت تأخیر یا ثبت گزارش‌های پیشرفت پروژه (سوویتها و سوبها، ۲۰۲۱؛ چوهان و همکاران، ۲۰۲۵). این ویژگی باعث کاهش سوءاستفاده‌های انسانی، تأخیرهای بوروکراتیک و نیاز به نظارت مستمر انسانی می‌شود و علاوه بر افزایش کارایی، شفافیت و دقت فرآیندها را نیز بهبود می‌بخشد (چوهان و همکاران، ۲۰۲۵؛ القودسی، ۲۰۲۵). قراردادهای هوشمند می‌توانند فرآیندهای پیچیده نظارت و انطباق با قوانین را به صورت خودکار مدیریت کنند، در نتیجه، اجرای دقیق مفاد قرارداد و ثبت سوابق تغییرناپذیر تضمین می‌شود. این مکانیزم نه تنها به کاهش فساد و خطای انسانی کمک می‌کند بلکه امکان پاسخگویی و گزارش‌گیری دقیق را در هر زمان فراهم می‌آورد، که برای مدیریت عمومی و شهرداری‌ها اهمیت حیاتی دارد (القودسی، ۲۰۲۵).

کاربردهای بلاکچین در قراردادهای شهرداری

ثبت و مدیریت مناقصات و قراردادها

یکی از مهم‌ترین کاربردهای بلاکچین در مدیریت قراردادهای شهرداری، ثبت و مدیریت مناقصات و قراردادها است. فرآیندهای مناقصه در سیستم‌های سنتی معمولاً با مشکلاتی نظیر تأخیر در ثبت اسناد، خطاهای انسانی، عدم شفافیت و احتمال دستکاری اطلاعات مواجه هستند که می‌تواند فرصت‌های فساد و تبانی را افزایش دهد (مراتی^۱ و همکاران، ۲۰۲۳؛ وادگاونکار^۲ و همکاران، ۲۰۲۴). با به‌کارگیری بلاکچین، تمامی مراحل مناقصه از انتشار اسناد، ثبت پیشنهادات، بررسی صلاحیت پیمانکاران و تا انتخاب نهایی به صورت شفاف و غیرقابل تغییر ثبت می‌شود (مراتی و همکاران، ۲۰۲۳؛ سوسه^۴ و همکاران، ۲۰۲۳؛ آلون^۵ و همکاران، ۲۰۲۳). این ویژگی، امکان دستکاری داده‌ها را به حداقل می‌رساند و به کاهش خطاهای انسانی و تأخیرهای بوروکراتیک کمک می‌کند (القوصی، ۲۰۲۵؛ مراتی و همکاران، ۲۰۲۳).

قراردادهای هوشمند نیز نقش مهمی در این فرآیند دارند؛ این قراردادها می‌توانند به صورت خودکار شروط مناقصه را اجرا کرده و فرآیند ارزیابی را عادلانه‌تر و کارآمدتر سازند (القوصی، ۲۰۲۵؛ بیکاد^۶ و همکاران، ۲۰۲۳). به عنوان مثال، پرداخت‌ها یا اعطای امتیازات بر اساس تحقق معیارهای مشخص شده به صورت خودکار انجام می‌شوند و نیازی به دخالت انسانی برای تأیید مراحل نیست. علاوه بر این، سوابق تغییرناپذیر ایجاد شده توسط بلاکچین، امکان بررسی و

¹ Alqodsi

² Marati

³ Wadegaonkar

⁴ Sose

⁵ Alone

⁶ Bikkad

حسابرسی کامل فرآیندها را فراهم می‌کند و پاسخگویی مسئولان و پیمانکاران را افزایش می‌دهد (نزری و ایمری^۱، ۲۰۲۵؛ کورژوف^۲، ۲۰۲۵). به این ترتیب، سیستم‌های مبتنی بر بلاکچین نه تنها کارایی و سرعت فرآیندها را افزایش می‌دهند، بلکه امکان سوءاستفاده از منابع عمومی و فساد را نیز به حداقل می‌رسانند.

پیگیری پرداخت‌ها و بودجه‌ها

یکی دیگر از کاربردهای کلیدی بلاکچین در قراردادهای شهرداری، مدیریت شفاف و امن پرداخت‌ها و بودجه‌ها است. در سیستم‌های سنتی، پرداخت‌ها اغلب با واسطه‌ها و فرآیندهای پیچیده انجام می‌شوند که باعث می‌شود امکان سوءاستفاده و پرداخت‌های غیرقانونی وجود داشته باشد (محمد^۳، ۲۰۲۵؛ پرنسس^۴ و همکاران، ۲۰۲۵). بلاکچین با ثبت تمامی تراکنش‌های مالی به صورت شفاف و غیرقابل تغییر، امکان پیگیری کامل منابع مالی را فراهم می‌کند (رامپال، ۲۰۲۵؛ آنیسیتو^۵، ۲۰۲۵). هر تراکنش مالی، چه پرداخت به پیمانکاران و چه تخصیص بودجه برای خرید مصالح و خدمات، دارای شناسه منحصر به فرد و زمان‌بندی دقیق است که امکان حسابرسی دقیق و در زمان واقعی را فراهم می‌کند (محمد، ۲۰۲۵؛ مامان^۶ و همکاران، ۲۰۲۵).

قراردادهای هوشمند می‌توانند پرداخت‌ها را به صورت خودکار و بر اساس تحقق شرایط مشخص شده در قرارداد انجام دهند، که این امر باعث کاهش واسطه‌ها و افزایش سرعت و دقت پرداخت‌ها می‌شود (محمد، ۲۰۲۵؛ ایسئوگنه^۷ و همکاران، ۲۰۲۵). همچنین، این مکانیزم می‌تواند الگوهای مشکوک را در تراکنش‌ها شناسایی کند و اقدامات پیشگیرانه برای جلوگیری از تقلب یا سوءاستفاده‌های مالی ایجاد نماید. در نتیجه، بلاکچین نه تنها به بهبود کارایی مالی شهرداری کمک می‌کند، بلکه شفافیت و اعتماد عمومی به مدیریت بودجه‌های دولتی را نیز افزایش می‌دهد.

نظارت بر پروژه‌های عمرانی

در پروژه‌های عمرانی و زیرساختی، نظارت دقیق بر کیفیت، زمان‌بندی و هزینه‌ها یکی از چالش‌های اصلی مدیریت شهری است. بلاکچین می‌تواند به عنوان ابزاری قدرتمند برای ثبت داده‌های مرتبط با پروژه‌ها، از جمله پیشرفت کار، کیفیت مصالح، گزارش‌های هزینه و زمان‌بندی اجرا، عمل کند (لی و کسیم^۸، ۲۰۲۱؛ فیتریاویاجا^۹ و همکاران، ۲۰۱۹). تمامی این داده‌ها به صورت غیرقابل تغییر ثبت می‌شوند و امکان دستکاری اطلاعات یا ایجاد اسناد جعلی به حداقل می‌رسد (فیتریاویاجا و همکاران، ۲۰۱۹؛ کوپربرگ و گایپل^{۱۰}، ۲۰۲۱).

این قابلیت ردیابی کامل و شفافیت فرآیندها را برای مدیران شهری، ناظران و حتی شهروندان فراهم می‌کند، به طوری که هر مرحله از پروژه قابل بررسی و ارزیابی است (فیتریاویاجا و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین، بلاکچین امکان بهبود همکاری و اشتراک‌گذاری اطلاعات بین پیمانکاران، مشاوران و نهادهای نظارتی را فراهم می‌آورد و به ایجاد یک زنجیره تأمین شفاف و قابل اعتماد کمک می‌کند. با تضمین یکپارچگی و عدم تغییرپذیری داده‌ها، بلاکچین به کاهش فساد، جلوگیری از تقلب و افزایش پاسخگویی در اجرای پروژه‌های عمرانی کمک می‌کند (صادقی^{۱۱} و همکاران، ۲۰۲۱؛ راول^{۱۲} و

¹ Neziri & Imeri

² Korzhov

³ Mohammed

⁴ PRINCESS

⁵ Aniceto

⁶ Mamman

⁷ ESEOGHENE

⁸ Li & Kassem

⁹ Fitriawijaya

¹⁰ Kuperberg & Geipel

¹¹ Sadeghi

¹² Rao

همکاران، ۲۰۲۴). به این ترتیب، مدیران شهری قادر خواهند بود تصمیمات بهتری بر اساس داده‌های دقیق و قابل اعتماد اتخاذ کنند و اطمینان حاصل کنند که پروژه‌ها در چارچوب بودجه و زمان‌بندی مشخص شده پیش می‌روند.

چالش‌ها و محدودیت‌ها در پیاده‌سازی بلاکچین در قراردادهای شهرداری هزینه و پیچیدگی پیاده‌سازی

پیاده‌سازی فناوری بلاکچین در حوزه مدیریت شهری و قراردادهای شهرداری نیازمند سرمایه‌گذاری قابل توجه در زیرساخت‌های سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و انسانی است. این امر شامل خرید یا توسعه سرورهای امن، نرم‌افزارهای مدیریت شبکه، سیستم‌های ذخیره‌سازی توزیع‌شده و پلتفرم‌های قرارداد هوشمند است (معینی^۱، ۲۰۲۴). علاوه بر تجهیزات، آموزش کارکنان و مدیران شهری برای آشنایی با اصول بلاکچین و نحوه کار با قراردادهای هوشمند نیز نیازمند زمان و منابع مالی گسترده است (یونیس^۲ و همکاران، ۲۰۲۴). پیچیدگی‌های فنی یکی از اصلی‌ترین موانع محسوب می‌شوند، زیرا بلاکچین به توسعه چارچوب‌های مقیاس‌پذیر، قابل تعامل و امن نیاز دارد که بتوانند با سیستم‌های مالی و اداری موجود شهرداری‌ها ادغام شوند (آرناوتوویچ^۳ و همکاران، ۲۰۲۵). علاوه بر این، مشکلاتی مانند هماهنگی بین واحدهای مختلف شهرداری، تفاوت در سطح دانش فناوری بین کارکنان و فقدان تجارب عملیاتی موفق، می‌تواند روند پیاده‌سازی را کند کند. برخی مطالعات نشان می‌دهند که بدون برنامه‌ریزی دقیق و ایجاد زیرساخت‌های مناسب، احتمال شکست پروژه‌های بلاکچین در بخش عمومی بالاست و هزینه‌های مالی و زمانی قابل توجهی بر سازمان تحمیل می‌شود (معینی، ۲۰۲۴). این موضوع به ویژه در کشورهایی که منابع مالی محدود دارند، یک چالش جدی برای شهرداری‌ها محسوب می‌شود.

موانع قانونی و حقوقی

یکی از مهم‌ترین محدودیت‌ها در اجرای بلاکچین و قراردادهای هوشمند، فقدان چارچوب‌های قانونی روشن است. بسیاری از کشورهای در حال توسعه و حتی برخی کشورهای پیشرفته، هنوز قوانین مشخصی برای فناوری‌های غیرمتمرکز و قراردادهای هوشمند ندارند و در نتیجه استفاده عملیاتی از این فناوری‌ها با ابهام قانونی مواجه است (بوختیار^۴ و همکاران، ۲۰۲۵؛ آرناوتوویچ و همکاران، ۲۰۲۵). به عنوان مثال، در برخی نظام‌های حقوقی سنتی، اجرای خودکار مفاد قراردادهای هوشمند ممکن است با قوانین موجود در زمینه تعهدات قراردادی، مسئولیت مدنی و رسیدگی قضایی مغایرت داشته باشد (پوپوویچ^۵، ۲۰۲۴). این موضوع باعث می‌شود بسیاری از نهادهای دولتی و شهرداری‌ها از پذیرش بلاکچین و قراردادهای هوشمند خودداری کنند، زیرا ریسک حقوقی و قانونی بالاست (معینی، ۲۰۲۴). علاوه بر این، تنظیم قراردادهای هوشمند نیازمند ایجاد دستورالعمل‌ها و چارچوب‌های قانونی دقیق برای کاهش خطرات سیستمی و تضمین امنیت حقوقی طرفین قرارداد است (وی شیونگ، ۲۰۲۳). فقدان استانداردهای قانونی باعث می‌شود که شهرداری‌ها با محدودیت در انعقاد قرارداد، کاهش اعتماد عمومی و افزایش ریسک حقوقی مواجه شوند.

مسائل فنی

مسائل فنی دیگری از مهم‌ترین چالش‌ها در پیاده‌سازی بلاکچین هستند. مقیاس‌پذیری شبکه بلاکچین، ظرفیت ذخیره‌سازی داده‌ها، سرعت تراکنش‌ها و کارایی قراردادهای هوشمند از جمله مواردی هستند که می‌توانند عملکرد سیستم

¹ Moeini

² Younis

³ Arnautović

⁴ Bukhtiar

⁵ Popović

را محدود کنند (یوان^۱، ۲۰۲۵؛ وو^۲ و همکاران، ۲۰۲۵). برای مثال، در پروژه‌های بزرگ عمرانی یا قراردادهای تدارکات چندمرحله‌ای، حجم داده‌ها بسیار بالاست و بلاکچین باید توانایی پردازش همزمان میلیون‌ها تراکنش و داده را داشته باشد. امنیت شبکه نیز یک چالش حیاتی است، زیرا بلاکچین هرچند به عنوان یک سیستم امن شناخته می‌شود، اما آسیب‌پذیری‌های بالقوه‌ای نظیر حملات ۵۱٪،^۳ نقص‌های الگوریتمی و خطرات ناشی از اجرای قراردادهای هوشمند وجود دارد که نیازمند مدیریت دقیق و پایش مداوم است (یوان و همکاران، ۲۰۲۵؛ آرناوتوویچ، ۲۰۲۵؛ سینگ^۳ و همکاران، ۲۰۲۴). علاوه بر این، خطاهای برنامه‌نویسی و خطرات عملیاتی ناشی از قراردادهای هوشمند می‌توانند باعث اجرای نادرست شروط یا ایجاد خسارت مالی شوند (وی شیونگ^۴، ۲۰۲۳).

مسائل مرتبط با حفظ حریم خصوصی کاربران نیز اهمیت ویژه‌ای دارند. داده‌های مالی، اطلاعات پیمانکاران و جزئیات پروژه‌ها باید به گونه‌ای مدیریت شوند که هم شفافیت ایجاد شود و هم حریم خصوصی افراد و سازمان‌ها محفوظ بماند (پوپوویچ، ۲۰۲۴؛ معینی، ۲۰۲۴). محدودیت‌های فنی مانند نیاز به پهنای باند بالا، ذخیره‌سازی ایمن داده‌ها و توان پردازشی کافی، از دیگر موانع مهم در پیاده‌سازی گسترده بلاکچین در شهرداری‌ها هستند. در مجموع، می‌توان گفت که پیاده‌سازی بلاکچین در قراردادهای شهرداری یک فرآیند پیچیده و چندبعدی است که موفقیت آن مستلزم سرمایه‌گذاری مالی، توسعه چارچوب قانونی، رفع موانع فنی و آموزش کارکنان است. عدم توجه به هر یک از این ابعاد می‌تواند منجر به شکست پروژه، هدررفت منابع و کاهش اعتماد عمومی شود، در حالی که مدیریت هوشمندانه این چالش‌ها می‌تواند امکان بهره‌برداری کامل از مزایای بلاکچین را فراهم کند (معینی، ۲۰۲۴؛ آرناوتوویچ و همکاران، ۲۰۲۵؛ بوختیار و همکاران، ۲۰۲۵).

روشن‌شناسی

این مطالعه از نوع مروری و کتابخانه‌ای^۵ است و با هدف بررسی نقش فناوری‌های بلاکچین در افزایش شفافیت و کنترل فساد در قراردادهای شهرداری‌ها انجام شده است. در این پژوهش، داده‌ها و اطلاعات از منابع دست‌اول و دست‌دوم علمی جمع‌آوری شده‌اند، شامل مقالات علمی منتشر شده در ژورنال‌های تخصصی، کتاب‌ها و منابع دانشگاهی، گزارش‌های سازمان‌های دولتی و بین‌المللی، و مستندات مرتبط با پروژه‌های شهری مبتنی بر فناوری بلاکچین. روش جمع‌آوری اطلاعات بر اساس مرور سیستماتیک منابع موجود انجام شده است. ابتدا، کلیدواژه‌های مرتبط شامل «بلاکچین»، «شفافیت»، «فساد»، «قراردادهای شهری»، «قرارداد هوشمند» و معادل‌های انگلیسی آنها در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر جستجو شدند. سپس، منابع استخراج شده با معیارهایی مانند اعتبار علمی، سال انتشار، ارتباط موضوعی و قابلیت تعمیم ارزیابی و انتخاب شدند.

تحلیل داده‌ها بر اساس روش تحلیل محتوای کیفی^۶ انجام شد، به طوری که مفاهیم کلیدی و موضوعات مرتبط با کاربرد بلاکچین در مدیریت قراردادهای شهرداری‌ها، از جمله شفافیت، ردیابی تراکنش‌ها، کاهش فساد و اجرای قراردادهای هوشمند، استخراج و دسته‌بندی گردید. این رویکرد امکان تلفیق دیدگاه‌های نظری و یافته‌های عملی موجود در منابع علمی و گزارش‌های پروژه‌های شهری را فراهم می‌کند و چارچوبی برای شناخت مزایا، محدودیت‌ها و راهکارهای عملیاتی پیاده‌سازی بلاکچین ارائه می‌دهد.

¹ Yuan

² Vo

³ Singh

⁴ Weixiong

⁵ Literature Review

⁶ Qualitative Content Analysis

بحث و نتیجه گیری

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که فناوری بلاکچین می‌تواند به‌طور مؤثری شفافیت و کنترل فساد در قراردادهای شهرداری‌ها را افزایش دهد. ویژگی‌های ذاتی بلاکچین، مانند غیرقابل تغییر بودن داده‌ها، قابلیت ردیابی تراکنش‌ها و ثبت شفاف قراردادهای، امکان دستکاری اطلاعات و سوءاستفاده مالی را به حداقل می‌رساند. تحلیل منابع مروری نشان می‌دهد که اجرای قراردادهای هوشمند به عنوان یکی از کاربردهای کلیدی بلاکچین، موجب تسهیل اجرای خودکار مفاد قرارداد و کاهش نیاز به نظارت انسانی مداوم می‌شود، که این امر به نوبه خود احتمال بروز فساد و تخلف را کاهش می‌دهد. با این حال، مطالعه محدودیت‌ها و چالش‌های پیاده‌سازی بلاکچین در شهرداری‌ها را نیز برجسته می‌کند. از جمله این چالش‌ها می‌توان به هزینه بالای ایجاد زیرساخت‌های فناوری، نیاز به آموزش کارکنان، پیچیدگی‌های فنی و محدودیت‌های قانونی اشاره کرد. تحلیل مقایسه‌ای پروژه‌های شهری نشان می‌دهد که موفقیت پیاده‌سازی بلاکچین مستلزم برنامه‌ریزی تدریجی، سیاست‌گذاری حمایتی و ایجاد چارچوب قانونی مناسب است. علاوه بر این، منابع مروری تأکید دارند که بلاکچین نباید به‌عنوان یک راهکار مستقل دیده شود، بلکه به‌عنوان ابزاری مکمل در کنار سایر سامانه‌های شفافیت و مدیریت مالی باید مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس یافته‌های این مطالعه، فناوری بلاکچین پتانسیل بالایی در بهبود شفافیت و کاهش فساد در قراردادهای شهرداری‌ها دارد. این فناوری با فراهم کردن ردیابی شفاف تراکنش‌ها، جلوگیری از تغییرات غیرمجاز داده‌ها و اجرای خودکار قراردادهای، می‌تواند اعتماد شهروندان به مدیریت شهری و بهره‌وری منابع عمومی را افزایش دهد. برای بهره‌برداری موفق از بلاکچین، شهرداری‌ها نیازمند تدوین سیاست‌های حمایتی، آموزش کارکنان، و چارچوب‌های قانونی روشن هستند. در نهایت، این مطالعه پیشنهاد می‌کند که پروژه‌های پایلوت بلاکچین در مدیریت قراردادهای کوچک شهری آغاز شوند تا تجارب عملی و اثربخشی فناوری در شرایط واقعی بررسی و ارزیابی شود. این رویکرد می‌تواند مسیر پیاده‌سازی گسترده‌تر بلاکچین در مدیریت شهری را هموار سازد و به توسعه سامانه‌های شفاف و عادلانه در قراردادهای عمومی کمک کند.

پیشنهادات کاربردی

بر اساس نتایج این مطالعه، چند پیشنهاد عملی برای استفاده از فناوری بلاکچین در قراردادهای شهرداری‌ها ارائه می‌شود:

۱. پیاده‌سازی پروژه‌های پایلوت: شروع با پروژه‌های کوچک و محدود، مانند مناقصات کوچک یا قراردادهای تأمین کالا، تا امکان ارزیابی عملیاتی و شناسایی مشکلات فنی و مدیریتی فراهم شود.
۲. توسعه قراردادهای هوشمند: استفاده از قراردادهای هوشمند برای خودکارسازی مفاد قرارداد، مانند پرداخت‌ها بر اساس تحقق مراحل پروژه و کاهش دخالت انسانی، که می‌تواند ریسک فساد و تأخیر را کاهش دهد.
۳. آموزش و توانمندسازی کارکنان: برگزاری دوره‌های آموزشی برای مدیران و کارکنان شهرداری در زمینه فناوری بلاکچین، امنیت اطلاعات و مدیریت داده‌ها، تا مهارت لازم برای بهره‌برداری مؤثر فراهم شود.
۴. تدوین چارچوب قانونی و مقررات حمایتی: ایجاد قوانین و دستورالعمل‌های مشخص برای پذیرش فناوری بلاکچین در نهادهای عمومی، با هدف رفع ابهامات قانونی و حمایت از شفافیت و حسابرسی.
۵. افزایش مشارکت شهروندان و شفافیت اجتماعی: ارائه بخشی از اطلاعات قراردادهای و تراکنش‌ها در پلتفرم‌های عمومی، تا امکان نظارت شهروندان و سازمان‌های غیردولتی فراهم شود و اعتماد عمومی تقویت گردد.

محدودیت‌های پژوهش

این پژوهش با وجود ارائه تحلیل جامع، محدودیت‌هایی دارد که در تفسیر نتایج باید مدنظر قرار گیرد:

۱. وابستگی به منابع کتابخانه‌ای و مروری: داده‌های پژوهش صرفاً از منابع مروری و مطالعات قبلی استخراج شده‌اند و بررسی میدانی یا تجربی محدود صورت نگرفته است، بنابراین ممکن است چالش‌ها و تجربه‌های واقعی شهرداری‌ها به‌طور کامل منعکس نشده باشد.
۲. محدودیت دسترسی به داده‌های عملی پروژه‌های شهری: بسیاری از پروژه‌های مبتنی بر بلاکچین در شهرداری‌ها اطلاعات داخلی و محرمانه دارند که دسترسی پژوهشگر به آن‌ها محدود بود.
۳. تمرکز بر پروژه‌های شهری عمومی: مطالعه عمدتاً بر قراردادهای شهرداری‌ها متمرکز است و نتایج آن ممکن است قابل تعمیم به سایر سازمان‌ها یا قراردادهای خصوصی نباشد.
۴. تغییرات سریع فناوری بلاکچین: با توجه به سرعت بالای تحول فناوری، برخی یافته‌های منابع مروری ممکن است به‌روز نباشند و الزامات فنی یا قانونی جدیدی نیاز باشد.

منابع

- ✓ خردیار، سینا، (۱۴۰۰)، تبیین نقش فناوری بلاکچین در بهبود شفافیت و اعتماد در بخش عمومی، حسابداری و بودجه‌ریزی بخش عمومی، دوره ۲، شماره ۲، صص ۱-۹.
- ✓ شریفی، حسن، (۱۴۰۴)، نقش فناوری بلاک چین در ارتقاء شفافیت قراردادهای شهری، اولین همایش بین‌المللی هوش مصنوعی در آموزش و پرورش، روانشناسی، علوم تربیتی و مطالعات دینی، فرهنگی، اجتماعی و مدیریتی در هزاره سوم، بوشهر.
- ✓ عبدالهی، علی، توکلی جوشقانی، نازنین، (۱۳۹۳)، بررسی نقش فناوری اطلاعات در شفاف‌سازی و کاهش فساد سازمان‌های دولتی، چشم انداز مدیریت دولتی، دوره ۵، شماره ۲، صص ۶۵-۸۶.
- ✓ علی‌خانی، رضیه، عطایی، جواد، (۱۴۰۴)، نقش فناوری بلاکچین در حسابداری و حسابرسی. حسابرسی سیستم‌ها و فناوری اطلاعات، دوره ۱، شماره ۱، صص ۲۲۶-۲۵۶.
- ✓ قجری، سمیه، (۱۴۰۳)، تاثیر فناوری بلاکچین بر فرایندهای اداری با تاکید بر تقویت شفافیت، کارایی و اعتماد، اولین کنفرانس ملی حکمرانی هوشمند، تهران، رویکردهای نوین در مدیریت عمومی، جلد ۲، شماره ۲، صص ۸۸-۱۰۹.
- ✓ لطیفی، حامد، (۱۴۰۴)، کاربرد بلاکچین در صدور مجوز ساخت و ساز و کنترل ضوابط ساختمان در شهرداری، بیست و هفتمین کنفرانس ملی مهندسی عمران، معماری و شهرسازی، شیروان.
- ✓ Aditya Ashari, D., Wibawa, K. C. S., Solechan, & Juliani, H. (2025). Strengthening the government procurement system through blockchain-based smart contracts as a responsive measure to combat corruption practices. *Journal of Information Systems Engineering and Management*, 10(1).
- ✓ Adjorlolo, G., Tang, Z., Wauk, G., Adu Sarfo, P., Braimah, A. B., Blankson Safo, R., & Nyanyani, B. (2025). Evaluating Corruption-Prone Public Procurement Stages for Blockchain Integration Using AHP Approach. *Systems*, 13(4), 267.
- ✓ Akaba, T. I., Norta, A., Udokwu, C., & Draheim, D. (2020, April). A framework for the adoption of blockchain-based e-procurement systems in the public sector: A case study of Nigeria. In *Conference on E-Business, e-Services and e-Society* (pp. 3-14). Cham: Springer International Publishing.
- ✓ Alone, V., Sose, R., Lahare, T., Gophane, P., & Jamadar, A. (2023). Blockchain-based e-tender management system. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology (IJARSCT)*, Article.

- ✓ Alqodsi, E (2025). Blockchain and Smart Public Procurement Contracts: A Comparative Legal Analysis of Digital Transformation in the Public Sector. *Access to Justice in Eastern Europe*.
- ✓ Aniceto, K J M (2025). Block Chain and Smart Contracts for Transparency in Oil and Gas Transactions. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*.
- ✓ Atencio, G. S. (2025). Blockchain-Enabled Anti-Corruption Frameworks for Public Procurement: A Latin American Case Study. *EAI Endorsed Transactions on Scalable Information Systems*, 12(4).
- ✓ Azmi, I. F., & Nugroho, A. A. (2023). Anti-corruption system 4.0: The adoption of blockchain technology in the public sector. *Integritas: Jurnal Antikorupsi*, 9(1), 93-108.
- ✓ Benítez-Martínez, F. L., Romero-Frías, E., & Hurtado-Torres, M. V. (2023). Neural blockchain technology for a new anticorruption token: towards a novel governance model. *Journal of Information Technology & Politics*, 20(1), 1-18.
- ✓ Bikkad, R., Choudhary, G., Halikar, S., & Gajbhiye, A. (2023). EB based tender management system using blockchain. *Journal Name, Article*.
- ✓ Chauhan, K. S. Kharod, S., Srivastava, A., Sharma, K., Azeem, S. (2025). Blockchain-integrated framework for transparent urban public contract management. *Journal Name, Volume(Issue), pages*.
- ✓ Dewangan, S., Manoharan, G., Sharma, A. K., Kumar, S., & Talukder, M. B. (2024, November). Leveraging Blockchain Technology for Enhanced Government Services, Transparency, and Administrative Efficiency. In *2024 Second International Conference on Advanced Computing & Communication Technologies (ICACCTech)* (pp. 202-207). IEEE.
- ✓ Diadia, P., Tamgno, J. K., & Kora, A. D. (2022, October). Dematerialization of public procurement approach based on hyperledger fabric blockchain using OCDS. In *2022 IEEE International Conference on e-Business Engineering (ICEBE)* (pp. 184-189). IEEE.
- ✓ ESEOGHENE, K., OBIANUJU, C. O., BAMIDELE, M. O., CHIKEZIE, P. M. E., & MARY, O. A. (2025). Blockchain technology and real-time auditing: Transforming financial transparency and fraud detection in the Fintech industry. *GULF JOURNAL OF ADVANCE BUSINESS RESEARCH* Учредители: Fair East Publishers, 3(2), 348-379.
- ✓ Fitriawijaya, A., Hsin-Hsuan, T., & Taysheng, J. (2019, April). A blockchain approach to supply chain management in a BIM-enabled environment. In *Intelligent and Informed- Proceedings of the 24th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia* (pp. 411-420).
- ✓ Korzhov, S. S. (2025). Integration of blockchain technologies into e-government systems as a mechanism to counteract corruption schemes. *Analytical and Comparative Jurisprudence. EDITORIAL BOARD*, 133.
- ✓ Kuperberg, M., & Geipel, M. (2021). Blockchain and BIM (building information modeling): progress in academia and industry. *arXiv preprint arXiv:2104.00547*.
- ✓ Li, J., & Kassem, M. (2021). Applications of distributed ledger technology (DLT) and Blockchain-enabled smart contracts in construction. *Automation in construction*, 132, 103955.
- ✓ Liang, W., Liu, Y., Yang, C., Xie, S., Li, K., & Susilo, W. (2024). On identity, transaction, and smart contract privacy on permissioned and permissionless blockchain: a comprehensive survey. *ACM Computing Surveys*, 56(12), 1-35.
- ✓ Madanchian, M., & Taherdoost, H. (2025). A Narrative Review and Gap Analysis of Blockchain for Transparency, Traceability, and Trust in Data-Driven Supply Chains. *Applied Sciences*, 15(17), 9571.

- ✓ Mamman, J. N., Abdullahi, M. B., & Ojerinde, O. A. (2025). A Blockchain-Based Approach to VAT Invoice Authentication and Tokenization. *Journal of Computer Sciences and Informatics*, 2(2), 81-81.
- ✓ Marati, V., Pinagani, S., Sathwika, N., Lakshmi, V., & Yayaswini, A. (2023, April). Revolutionizing tender management through blockchain technology. In *2023 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)* (pp. 1172-1177). IEEE.
- ✓ Mohammed, A. (2023). Blockchain and Distributed Ledger Technology (DLT): Investigating the use of blockchain for secure transactions, smart contracts, and fraud prevention.
- ✓ Neziri, V., & Imeri, A. (2025, October). Blockchain-Based Framework for Automated and Accountable Public Procurement. In *2025 7th International Conference on Blockchain Computing and Applications (BCCA)* (pp. 867-872). IEEE.
- ✓ Ogunlela, O. G., Ojugbele, O. H., & Tengeh, R. K. (2021). Blockchain technology as a panacea for procurement corruption in digital era.
- ✓ PRINCESS, E. O., RICHARD, O., MARY, O. A., CHIKEZIE, P. M. E., & OBIANUJU, C. O. (2025). Blockchain and Cybersecurity: A dual approach to securing financial transactions in Fintech. *GULF JOURNAL OF ADVANCE BUSINESS RESEARCH* Учредители: Fair East Publishers, 3(2), 380-409.
- ✓ Rao, J., Fang, T., & Han, X. (2024, July). Research on the design and construction of urban landscape ecological environment monitoring platform under distributed verification technology. In *Third International Conference on Electronic Information Engineering and Data Processing (EIEDP 2024)* (Vol. 13184, pp. 1145-1153). SPIE.
- ✓ Sadeghi, M., Mahmoudi, A., & Deng, X. (2022). Adopting distributed ledger technology for the sustainable construction industry: Evaluating the barriers using Ordinal Priority Approach. *Environmental science and pollution research*, 29(7), 10495-10520.
- ✓ Sose, R., Gophane, P., Jamadar, A., & Lahare, T. (2023). Blockchain-Based-E-Tender Management System. Available at SSRN 4337697.
- ✓ Suvitha, M., & Subha, R. (2021, March). A survey on smart contract platforms and features. In *2021 7th international conference on advanced computing and communication systems (ICACCS)* (Vol. 1, pp. 1536-1539). IEEE.
- ✓ Wadegaonkar, R. A., Srivastava, A., Mishra, B., Tatsavi, V., Mohite, S. G., & Jadhav, S. (2024, August). Smart Procurement and Contract Management Solution Using Blockchain. In *2024 8th International Conference on Computing, Communication, Control and Automation (ICCUBEA)* (pp. 1-6). IEEE.
- ✓ Weingärtner, T., Batista, D., Köchli, S., & Voutat, G. (2021). Prototyping a smart contract based public procurement to fight corruption. *Computers*, 10(7), 85.
- ✓ Yavuz, E. (2025). Digitalization in The Fight Against Corruption: Feasibility of A Blockchain-Based System in Turkiye. *Sayıştay Dergisi*, 36(137), 255-287.