



بهره‌مندی از تکنولوژی دفتر کل توزیع شده در تسویه اوراق بهادار (Using Distributed Ledger Technology in Securities Settlement)

دکتر سمیه حیدری، محقق اداره نظام‌های پرداخت - بانک مرکزی ج.ا.ا.

Somayeh Heydari, Research analyst, Payment Systems, Central Bank of Iran

s.heidari@cbi.ir

(محمدرضا منی یکتا، محقق اداره نظام‌های پرداخت - بانک مرکزی ج.ا.ا.، دانشجوی دکترای مدیریت فناوری اطلاعات - دانشگاه آزاد اسلامی،

Mohammadreza Mani Yekta, Research analyst, Payment Systems Department, Central Bank of Iran

m.mani@cbi.ir

چکیده (فارسی)

با ورود تکنولوژی دفتر کل توزیع شده به عرصه علم و فناوری، بانک‌های مرکزی کشورهای توسعه‌یافته بر آن شدند تا از مزایای چنین نوآوری‌هایی در صنعت بانکداری و امور مالی بهره‌برداری نمایند. لذا، طی سال‌های اخیر، مطالعات بسیاری در این حوزه به سوی تکنولوژی دفتر کل توزیع شده هدایت شده‌اند.

هدف اصلی مقاله حاضر، بررسی مزایا و معایب این تکنولوژی به منظور پیاده‌سازی در فرایند معامله و پس از معامله اوراق بهادار است. همچنین به عنوان یک مطالعه عملیاتی، نتایج پروژه جسپر کانادا با هدف به‌کارگیری تکنولوژی دفتر کل توزیع شده در عملیات تهاتر و تسویه پرداخت‌های کلان و همچنین تسویه اوراق بهادار، ارائه می‌شوند.

براساس مطالعات صورت‌پذیرفته، به‌کار بستن تکنولوژی دفتر کل توزیع شده در تراکنش‌های مالی، از ثبت دستور پرداخت تا تسویه نهایی، امکان‌پذیر است و در عین سودمند بودن، از معایب و چالش‌های غیرقابل چشم‌پوشی نیز برخوردار است. به‌ویژه با یک اکوسیستم وسیع و با اعضای متنوع، مزیت‌های قابل دستیابی از تکنولوژی دفتر کل توزیع شده بسیار ملموس و غیرقابل انکار است. علی‌ایحال، به دلیل پیچیدگی‌های موجود و دشواری تخمین هزینه‌های حاصل از به‌کارگیری این تکنولوژی برای ذی‌نفعان مختلف، امکان قیاس دقیق آن با مدل‌های متمرکز امروزی غیرممکن است و در واقع، بهینه بودن انتقال از فضای متمرکز امروزی، که حاصل سال‌ها تجربه سیاست‌گذاران و متخصصین علمی و کسب‌وکاری است، به سیستمی توزیع یافته و غیرمتمرکز، نیازمند مطالعات بیشتری است.

واژگان کلیدی: تکنولوژی دفتر کل توزیع شده، زنجیره بلوک، تسویه، تسویه اوراق بهادار، پرداخت‌های کلان



چکیده (انگلیسی)

With the advent of distributed ledger technology (DLT) in various fields of science and technology, the central banks of the developed countries are seeking to exploit the benefits of such innovations in the banking and finance industry. So, in recent years, many studies have been directed towards the DLT.

The main purpose of this paper is to examine the advantages and disadvantages of implementing DLT in trade and post-trade processing of securities. In addition, as an operational study, the early findings from Bank of Canada's Project Jasper, which is based on the usage of DLT in the process of clearing and settlement of large-value interbank payments, as well as, clearing and settlement of securities, are presented.

According to the literature, it is possible to use DLT technology in financial transactions, from the time an order is agreed to the time it is finally settled; which, in spite of its potential benefit, it may have its own disadvantages and remarkable challenges. The study shows that with a broad ecosystem with diverse members, the benefits of DLT technology are very tangible and undeniable. However, due to the complexity and difficulty of estimating the costs of using such technology for various stakeholders, it is impossible to accurately compare it with today's centralized models. Indeed, the performance of migration from the centralized approach, which is the result of many years of experience of policy makers, business professionals and experts, into a decentralized system, is still ambiguous and requires further studies.

Keywords: distributed ledger technology (DLT), block chain, settlement, securities settlement, large-value payments

۱. مقدمه

تکنولوژی دفتر کل^۱ توزیع شده به سال ۲۰۰۹ میلادی بازمی‌گردد، آن زمان که ساتوشی ناکاموتو در مقاله ناکاموتو (۲۰۰۹)^۲ روشی را برای انتقال وجه الکترونیکی تعریف کرد که طی آن، پرداخت‌های الکترونیکی از یک شخص به شخص دیگر به صورت مستقیم و بدون حضور موسسات مالی صورت پذیرد. وی در ژانویه ۲۰۰۹، نرم افزار و رمزارز بیت‌کوین را برای اولین بار معرفی نمود. مقاله حاضر صرفاً بر بیت‌کوین متمرکز نیست، بلکه تکنولوژی مورد استفاده در بیت‌کوین تحت عنوان تکنولوژی دفتر کل توزیع شده، که بعدها تلاش محققین و دولت‌مردان بر آن بود تا بتوانند از این تکنولوژی در زمینه‌های گوناگون مالی و غیرمالی بهره‌برداری نمایند، در این مقاله مورد بررسی قرار می‌گیرد. از جمله کاربردهای بخش مالی تکنولوژی دفتر کل توزیع شده می‌توان به بهره‌مندی از آن در پرداخت‌های بین‌المللی، زیرساخت‌های بازارهای مالی، ثبت وثایق و همچنین بازار اوراق بهادار که در این پژوهش به آن می‌پردازیم، اشاره نمود.

طی سال‌های اخیر بسیاری از مطالعات صورت پذیرفته در کشورهای توسعه‌یافته بر به‌کارگیری تکنولوژی دفتر کل توزیع شده

^۱ Distributed Ledger Technology (DLT)

^۲ Nakamoto (2009)



در تراکنش‌های مالی از پرداخت تا تهاتر و تسویه تمرکز داشته است. در حقیقت دفتر کل توزیع شده در قیاس با مدل‌های سنتی، تکیه نقش آفرینان مالی بر یک دفتر کل مرکزی را کاهش می‌دهد و به ویژه در راستای مرتفع نمودن اهم نقصان آن نظیر امنیت پایین و مخاطرات مرتبط با نقطه شکست واحد^۳، به دلیل ذخیره شدن اطلاعات در یک سرور مرکزی، عدم شفافیت ناشی از مدیریت و کنترل داده‌ها تنها توسط یک واحد متمرکز و هزینه بالا و سرعت پایین به علت حضور سازمان‌های واسط مرکزی، نقشی به‌سزا ایفا می‌کند. از این‌رو، دانش دفتر کل توزیع شده پا در عرصه علم و فناوری نهاده و به ویژه در تراکنش‌های مالی مورد استقبال بانک‌های مرکزی قرار گرفته است.

در این مقاله بر نحوه بهره‌مندی از تکنولوژی دفتر کل توزیع شده در فرایندهای معامله در بازار اوراق بهادار و مزایا و چالش‌های مترتب بر آن، پرداخته می‌شود. ساختار مقاله بدین شرح است که پس از ارائه ادبیات موضوع، در بخش دوم تکنولوژی دفتر کل توزیع شده، تبیین می‌گردد. سپس، مزایا و معایب به کارگیری این تکنولوژی در فرایندهای حین معامله و پس از معامله اوراق بهادار مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش بعدی، روش پیاده‌سازی پروژه جسپر کانادا در سه فاز و نتایج حاصل در پروژه ارائه می‌گردد. در نهایت، بخش پایانی، به ارائه نتایج مطالعات صورت پذیرفته و پیشنهاد برای بهره‌گیری بیشتر از این تکنولوژی اختصاص دارد.

۲. ادبیات موضوع

تاکنون مطالعات و پژوهش‌های زیادی، به ویژه از سوی سیاستمداران و قانون‌گذاران حوزه پولی و مالی در این راستا صورت پذیرفته است.

میلز و دیگران (۲۰۱۶)^۴ کاربرد تکنولوژی دفتر کل توزیع شده را در زمینه پرداخت، تهاتر و تسویه مورد بررسی قرار داده‌اند و تمامی فرصت‌ها و چالش‌های پیش‌رو در پیاده‌سازی در درازمدت را تعیین نموده‌اند. براساس نتایج به‌دست آمده، در موضوع پرداخت، تکنولوژی موصوف، پتانسیل معرفی روش‌های جدیدی را برای انتقال و ثبت مالکیت دارایی‌های مالی، ذخیره اطلاعات به‌صورت کاملاً ایمن و غیرقابل تغییر و نیز مدیریت هویت را دارا است. همچنین، این تکنولوژی قابلیت و پتانسیل ایجاد تغییرات اساسی در بازارهای مالی را دارد که البته پیش‌بینی تمامی این تغییرات در حال حاضر میسر نیست و با گذشت زمان، امکان پذیر خواهد بود.

یکی دیگر از موضوعاتی که طی سال‌های اخیر در بسیاری از مقالات مورد توجه قرار گرفته است، قیاس دو روش سنتی متمرکز و مدرن توزیع یافته از منظر هزینه‌های اعمال شده بر ذی‌نفعان است. از جمله مطالعاتی که در این زمینه صورت پذیرفته می‌توان به کار مانلی و میلن (۲۰۱۶)^۵ اشاره نمود، که پیاده‌سازی تکنولوژی دفتر کل توزیع شده در اوراق بهادار را مورد بررسی قرار داده‌اند و در مقایسه هزینه‌ها با روش متمرکز سنتی، کاهش بیش از ۵۰ درصدی را در هزینه تراکنش‌های اوراق بهادار برآورد کرده‌اند.

^۳ Single Point of Failure

^۴ Mills, et.al. (2016)

^۵ Mainelli and Milne (2016)



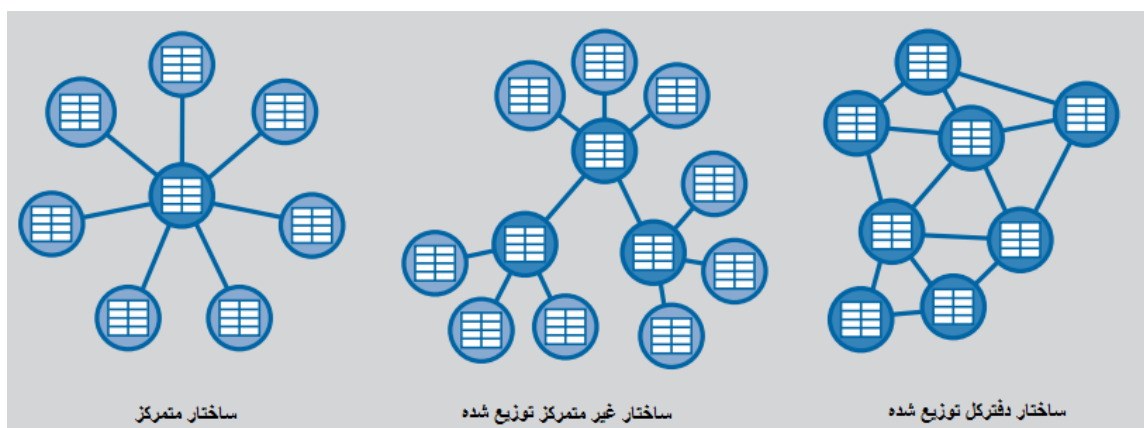
از سوی دیگر، بانک تسویه جهانی در بی آی اس (۲۰۱۷)^۶، قالب تحلیلی را برای بانک‌های مرکزی و سایر اورگان‌های مرتبط فراهم می‌آورد تا بتوانند مقدمات مورد نیاز برای مطالعه و پیاده‌سازی تکنولوژی دفتر کل توزیع شده را به وجود آورند. هدف اصلی این گزارش، درک کامل تکنولوژی، استخراج ریسک‌ها و فرصت‌های آن از طریق بررسی موردهای کاربردی است.

بانک مرکزی انگلستان نیز در بنوس و دیگران (۲۰۱۷)^۷، با تمرکز بر کاربری اقتصادی و سازمانی تکنولوژی دفتر کل توزیع شده کاربرد آن در تسویه اوراق بهادار را مورد بررسی قرار داده است.

یکی از مهم‌ترین تحقیقات که نتایج آن نظر بسیاری از محققین را به خود جلب کرده و مبنای بسیاری از مطالعات بعدی بوده است، پروژه جسپر کشور کانادا است که با هدف به کارگیری تکنولوژی دفتر کل توزیع شده در عملیات تهاتر و تسویه پرداخت‌های کلان بین بانکی و همچنین تسویه اوراق بهادار، پیاده‌سازی شده است. با عنایت به یافته‌های ارزشمند این پروژه، یک بخش از مقاله حاضر به جزئیات طرح و یافته‌ها و چالش‌های آن اختصاص دارد.

۳. مروری بر تکنولوژی دفتر کل توزیع شده

این بخش به تکنولوژی دفتر کل توزیع شده و ویژگی‌های برجسته آن در قیاس با روش‌های سنتی می‌پردازد.



تصویر ۱- مقایسه ساختاری انواع الگوی ذخیره‌سازی اطلاعات - منبع: باران (۱۹۶۴)^۸

در معماری انبار داده‌های متمرکز سنتی، اطلاعات در یک سرور مرکزی ذخیره و نگهداری می‌شود و کنترل، مدیریت و اطمینان از یکپارچگی داده‌ها توسط یک مدیریت متمرکز صورت می‌پذیرد.

در انبار داده‌های غیرمتمرکز توزیع شده، ساختار به گونه‌ای است که اطلاعات اصلی و یا کپی آنها در گره‌های مختلف شبکه نگهداری و توزیع می‌شوند، لیکن کنترل داده‌ها همواره توسط مدیریت متمرکز صورت می‌پذیرد.

در مقابل، دفتر کل توزیع شده، به انبار داده توزیع شده‌ای اطلاق می‌گردد که هر گرهی شبکه یک نسخه از اطلاعات هم‌گام‌سازی شده^{۱۰} را در اختیار دارد ولی در سه ویژگی اساسی زیر با انبار داده‌های توزیع شده سنتی اختلاف دارد:

^۶ BIS (2017)

^۷ Benos, et.al. (2017)

^۸ Baran, P (1964)

^۹ Node



- مدیریت غیرمتمرکز: کنترل و مدیریت اطلاعات نیازی به یک واحد متمرکز ندارد و قابلیت خواندن و ویرایش کردن اطلاعات در اختیار تمامی و یا بخشی از اعضای شبکه قرار دارد. هیچ نیازی به مدیریت متمرکز برای اطمینان از یکپارچگی داده‌ها وجود ندارد، و تمامی این فرایندها از طریق روش‌های اجماع عمومی و یا پروتکل‌های صحت‌سنجی صورت می‌پذیرد.
- قابل اعتماد بودن در فضای بی‌اعتمادی: فرایند اجماع عمومی در فضایی که اعضا ممکن است به طور کامل به یکدیگر اعتماد نداشته باشند، انسجام و یکپارچگی داده‌ها را تایید می‌کند.
- رمزنگاری^{۱۱}: به منظور اطمینان از امنیت و جلوگیری از حمله‌های متقلبانه و کلاهبرداران در دفتر کل توزیع‌شده، ابزارهای رمزنگاری مورد بهره‌مندی قرار می‌گیرند.

۳,۱ دسترسی و صحت‌سنجی

بر مبنای سطح دسترسی و نحوه پیاده‌سازی اجماع عمومی، دفتر کل توزیع‌شده انواع گوناگونی به شرح زیر دارد (**Error!** **Reference source not found.**)

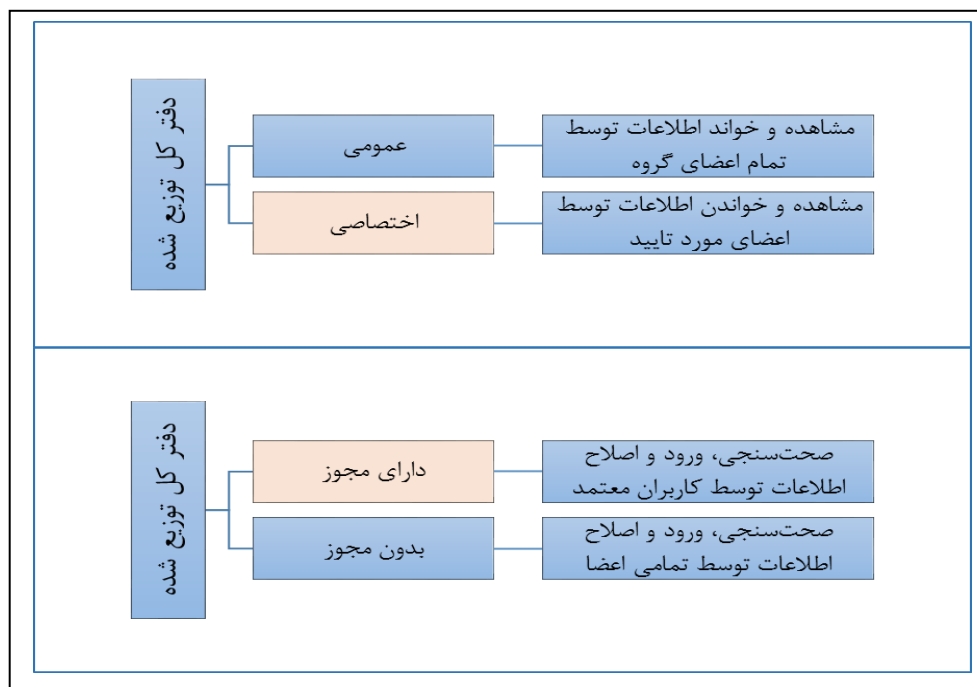
تقسیم‌بندی براساس سطح دسترسی به اطلاعات:

- دسترسی عمومی: در دفتر کل توزیع شده عمومی، تمامی کاربران اجازه مشاهده و خواندن اطلاعات را دارند (نظیر تکنولوژی به‌کار رفته در ارز رمز بیت‌کوین)؛
- دسترسی اختصاصی: در دفتر کل توزیع شده اختصاصی، تنها اعضای مورد تایید، مجوز دسترسی به اطلاعات را دارند. تقسیم‌بندی براساس نحوه پیاده‌سازی اجماع عمومی (صحت‌سنجی):
- مدل دارای مجوز: در دفتر کل توزیع شده دارای مجوز، تنها گروه ویژه‌ای از کاربران معتمد اجازه صحت‌سنجی، ورود و اصلاح اطلاعات در دفتر کل را دارند؛
- مدل بدون مجوز: در دفتر کل توزیع شده بدون مجوز، تمامی افراد اجازه ساخت و تایید رکوردهای دفتر کل را دارند (نظیر تکنولوژی بیت‌کوین).

نظر به اینکه بازارهای مالی همواره تحت نظارت قانونی قرار دارند، در مدل‌های مورد استفاده در تسویه اوراق بهادار از دفتر کل توزیع شده اختصاصی و دارای مجوز استفاده می‌شود. درحقیقت، اعضا (گره‌ها) ی شبکه را می‌توانند بانک‌ها، موسسات مالی، زیرساخت‌های بازار مالی و حتی در برخی موارد کاربران نهایی مورد تایید یک واحد مرکزی (بانک مرکزی و یا سپرده‌گذاری مرکزی اوراق بهادار) تشکیل دهند.

^{۱۰} Synchronised

^{۱۱} Cryptographic encryption



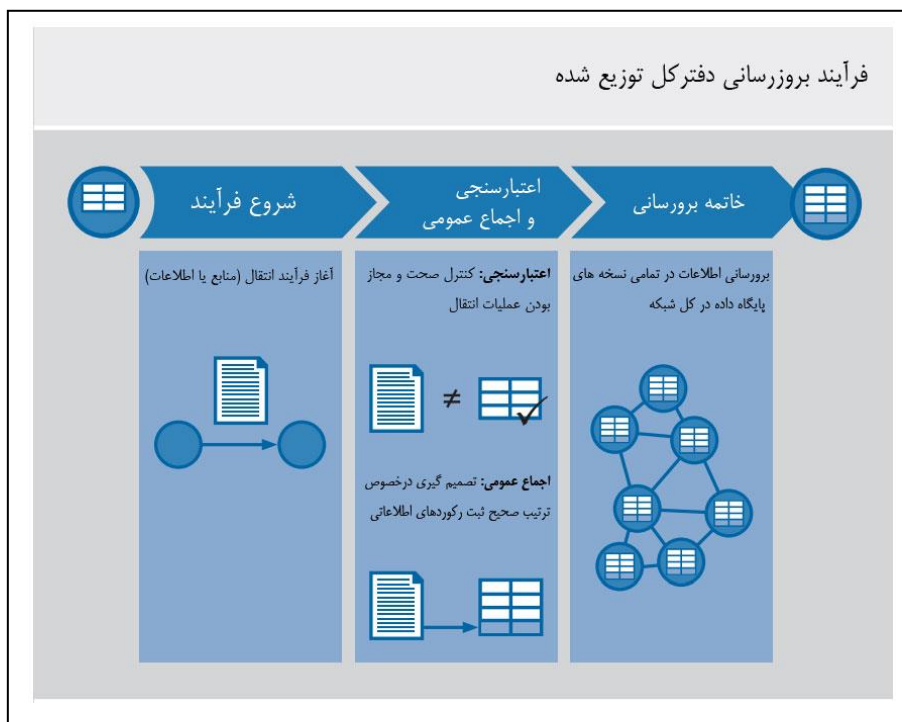
تصویر ۲- انواع دفتر کل توزیع شده، براساس سطح دسترسی به اطلاعات (دیگرام بالایی) و بر مبنای مجوز عملیات اجماع عمومی و تایید تراکنش‌ها (دیگرام پایینی) - در تراکنش‌های مالی، دفتر کل توزیع شده اختصاصی دارای مجوز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳,۲ مکانیزم‌های اجماع عمومی

همچون روال معمول تمامی انبار داده‌ها، صحت و سقم اطلاعات وارد شده و یا تغییرات اعمال شده در هر دفتر کلی باید ارزیابی شود. به عنوان مثال، در هر تراکنش، باید موجودی طرفین معامله بررسی شود، که اولاً برای تسویه کافی باشد و ثانياً در تراکنش دیگری به طور هم‌زمان مورد استفاده قرار نگرفته باشد. در تکنولوژی دفتر کل توزیع شده، این مهم از طریق اجماع گروهی از اعضای شبکه و یا تمامی آنها بر تایید و یا عدم تایید تراکنش، صورت می‌پذیرد. به عنوان مثال، در بیت کوین اجماع عمومی از طریق فرایند اثبات کار^{۱۲} صورت می‌پذیرد که فرایندی بسیار پرهزینه و زمان بر است و برای دفتر کل‌های توزیع شده اختصاصی دارای مجوز مزیتی ندارد. لذا، در چنین شرایطی، به عنوان مثال در پروژه جسپر کانادا، از روش عضو رسمی معتمد^{۱۳} برای تایید تراکنش‌ها استفاده می‌شود و علاوه بر طرفین یک معامله (فروشنده و خریدار)، تنها عضو معتمد به تمامی اطلاعات تراکنش دسترسی دارد. مزیت چنین الگویی در حفظ محرمانگی اطلاعات نیز هست، زیرا اعضای شبکه به جز ذی‌نفعان معامله، تنها به بخشی از اطلاعات ضروری تراکنش‌ها دسترسی دارند؛ که البته به طور واضح شفافیت شبکه در قبال حفظ اطلاعات محرمانه کاهش می‌یابد.

^{۱۲} Power-of-Proof (PoF)

^{۱۳} Notary node



تصویر ۳- فرآیند بروزرسانی دفتر کل توزیع شده- از آغاز فرآیند تا خاتمه بروزرسانی

۴. کاربرد تکنولوژی دفتر کل توزیع شده در فرایندهای حین معامله^{۱۴} و پس از معامله^{۱۵} اوراق بهادار

در این بخش، مزیت‌های به‌کارگیری دانش دفترکل توزیع شده در فرایندهای یک معامله به همراه چالش‌ها و مخاطرات اساسی موجود، مورد بحث قرار می‌گیرد.

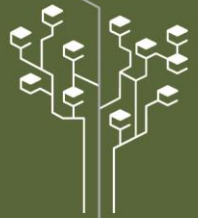
چرخه معامله شامل فرایندها و عملیات واسطه‌گری و زیرساختی است که از آغاز شکل‌گیری یک معامله تا زمان تسویه نهایی، صورت می‌پذیرد. این فرایندها عبارتند از: مدیریت سفارش، تصدیق و تایید معامله، محاسبه تعهدات طرفین معامله (تهاتر) و انتقال دارایی‌ها و وجوه مربوط (تسویه).

۴،۱ مزایای به‌کارگیری تکنولوژی دفتر کل توزیع شده:

- کاهش هزینه‌های مدیریت اطلاعات و تصحیح داده‌ها: توزیع پرونده‌های همگام‌سازی شده از مالکیت اوراق بهادار در بین اعضای منتخب، می‌تواند بسیاری از فرایندهای پس از معامله جاری را تسهیل و خودکار کند. در تکنولوژی

^{۱۴} Trade

^{۱۵} Post-trade



دفترکل توزیع شده، نیازی به تصحیح داده‌ها و سیستم‌های پشتیبانی متمرکز وجود ندارد. تخمین میزان کاهش هزینه‌ها در قیاس با روش‌های سنتی، کاری بس دشوار است؛ لیکن مطالعاتی در این زمینه صورت گرفته که از جمله می‌توان به کار مانلی و میلن (۲۰۱۶)^{۱۶} اشاره کرد، که کاهش بیش از ۵۰ درصدی را در هزینه تراکنش‌های اوراق بهادار برآورد کرده‌اند.

- زمان قابل انعطاف تسویه: پیاده‌سازی تکنولوژی دفتر کل توزیع شده می‌تواند زمان تسویه را برای تراکنش‌های اوراق بهادار، به دلخواه اعضا و به منظور کاهش ریسک تسویه کاهش دهد. البته ذکر این نکته ضروری است که علت طولانی بودن زمان تسویه در شرایط کنونی ناشی از محدودیت‌های فنی نیست، بلکه به واسطه فرایندهای درون‌سازمانی بانک‌ها، مقررات و مدیریت نقدینگی است. در حقیقت، امکان کاهش زمان تسویه به T+0 در مدل‌های متمرکز نیز میسر است، لیکن لازمه پیاده‌سازی آن قراردادان اوراق بهادار و مبلغ مورد معامله قبل از انجام معامله در حساب‌های تسویه است که می‌تواند بر مدیریت نقدینگی بانک‌ها تاثیرگذار باشد. این مشکل را تکنولوژی دفتر کل توزیع شده با انعطاف پذیری زمان تسویه برای آن دسته از کاربرانی که متقاضی کاهش ریسک تسویه هستند، ممکن می‌سازد.

- تهاتر خودکار: تهاتر به فرایند محاسبه وضعیت بدهکاری و بستانکاری طرفین معامله برای انتقال وجه نقد و یا اوراق بهادار در روز تسویه اطلاق می‌گردد که معمولاً توسط واحدی مرکزی که تمامی اطلاعات تراکنش‌های صورت‌پذیرفته توسط اعضای شبکه را در اختیار دارد، قبل از تسویه صورت می‌پذیرد. حال در مدل‌های دفترکل توزیع شده، با توجه به اینکه تک تک اعضای منتخب دارای اطلاعات مربوط به تراکنش‌های انجام گرفته در کل شبکه هستند، عملیات تهاتر نیز هم‌زمان با معامله به صورت خودکار صورت می‌پذیرد. لذا، عدم نیاز به یک مرکز برای محاسبه وضعیت تعهد بدهکاری و بستانکاری اعضا موجبات سرعت بخشیدن به فرایند پس از معامله و همچنین کاهش هزینه‌ها را فراهم می‌آورد.

- مالکیت مستقیم: در بازار سرمایه فعلی، سرمایه‌گذاران مالکین مستقیم اوراق بهادار نیستند بلکه آنها از طریق بانک‌های متولی حساب، مالک غیرمستقیم اوراق خویش هستند. با راه‌اندازی تکنولوژی دفترکل توزیع شده، موضوع ایجاد مالکیت مستقیم تسریع می‌شود و همچنین بخشی از ریسک‌های عملیاتی و قانونی و هزینه‌های ناشی از فعالیت واسطه‌های متولی حساب کاهش می‌یابد.

- شفافیت: از آنجایی که تکنولوژی دفتر کل توزیع شده، پرونده‌های غیرقابل تغییری را ثبت می‌کند، بسته به نوع دفتر کل، تمامی اعضا و یا اعضای منتخب و معتمد، می‌توانند تاریخچه نقل و انتقالات اوراق و وجوه مربوط را به راحتی رصد کنند.

- امنیت و مقاومت بالا: سیستم‌های توزیع شده به دلیل میرا بودن از نقطه واحد شکست، از مقاومت بالایی در برابر حملات نقطه‌ای به گلوگاه‌ها^{۱۷} برخوردارند. از سوی دیگر، معماری انبارداده‌های توزیع شده، امکان برگشت به وضعیت عادی پس از چنین حملاتی را سرعت می‌بخشد. در کنار این مورد، موضوع امنیت بالا نیز به واسطه بهره‌مندی از تکنولوژی رمزنگاری، قابل دسترسی خواهد بود.

¹⁶ Mainelli and Milne (2016)

¹⁷ Single-node attack



۴,۲ چالش‌ها و معایب به‌کارگیری تکنولوژی دفتر کل توزیع شده:

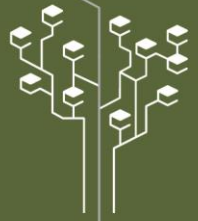
- ویژگی رسمیت داشتن^{۱۸}: در خصوص سامانه‌های مدیریت متمرکز اوراق بهادار به عنوان دفتر رسمی ثبت اوراق، هرگونه اوراق منتشر شده و هرگونه نقل و انتقال مالکیت، به درستی در سامانه ثبت می‌گردد. حال آنکه در خصوص دفتر کل توزیع شده، صحت رکوردها توسط خود دفتر کل تایید می‌شود که در این خصوص نیز واحدی مورد اعتماد برای صحت‌سنجی اوراق منتشره مورد نیاز است که انتخاب موجودیت مناسب جهت اجرای این وظیفه خطیر از چالش‌های پیاده‌سازی سامانه مدیریت اوراق بهادار بر اساس فناوری دفتر کل توزیع شده خواهد بود. واحد مزبور می‌تواند سازمانی همچون سپرده‌گذاری مرکزی اوراق بهادار و یا مجموعه‌ای از موسسات مورد اعتماد در چرخه اقتصادی کشور باشد.
- ویژگی سپرده‌گذاری: مهاجرت به دفتر کل توزیع شده نیازمند ایجاد یکپارچگی بین دارایی‌های بازمانده موجود در بانک‌های متولی حساب و سپرده‌گذاری‌ها است. یک راه حل برای انتقال چنین دارایی‌هایی، استفاده از توکن است که البته به یک مرکز معتمد برای تایید ارتباط بین توکن‌ها و دارایی‌ها و نیز تعیین وضعیت و جایگاه قانونی توکن‌ها، نیاز است.
- تحویل در قبال پرداخت^{۱۹}: به منظور فراهم آوردن فرایند تحویل در قبال پرداخت، دفتر کل توزیع شده می‌بایست به صورت هم‌زمان با حساب‌های دربرگیرنده وجوه نقد نیز در تعامل باشد. این امر از دو روش زیر قابل پیاده‌سازی است:
 - مدل تک دفتر کل: در این مدل وجه نقد و اوراق بهادار در یک دفتر کل نگهداری می‌شوند و انتقال اوراق بهادار و تسویه وجوه نقد هر دو در یک تراکنش صورت می‌پذیرد. مدلی مشابه آنچه در بستر یکپارچه سامانه اوراق بهادار تارگت ۲۰۲، اتفاق می‌افتد.
 - مدل دو دفتر کل مجزا: در این مدل، وجه نقد و اوراق بهادار در دو دفتر کل مجزا ثبت می‌شوند و به منظور انجام عملیات تسویه می‌بایست ارتباطی بین دو دفتر برقرار باشد. لذا، پیچیدگی‌های این مدل بیش از مدل اول است.
- نهایی شدن تسویه: موضوع نهایی شدن تسویه برای پیاده‌سازی بهینه مدیریت ریسک بسیار حائز اهمیت است. در خصوص مکانیزم‌های اجماع مورد استفاده در دفتر کل توزیع شده، متأسفانه مبحث نهایی شدن هنوز به صورت صددرصدی قابل اعتماد نیست؛ به عنوان مثال در تکنولوژی بیت‌کوین به واسطه امکان رخداد فرایند شاخه‌ای شدن^{۲۰}، برخی از تراکنش‌های ثبت شده، ممکن است از چرخه خارج شوند. که البته با گذر زمان این احتمال به صفر می‌رسد، اما به هر حال لازمه انجام تسویه، نهایی بودن قطعی آن است.
- مالکیت قانونی: اعتبار قانونی داشتن نقل و انتقالات صورت پذیرفته در دفاتر کل توزیع شده و به‌کارگیری رکوردهای ثبت شده در این دفاتر به عنوان اسناد مالکیت اوراق بهادار و وجوه نقد، می‌بایست مورد بررسی قرار گیرد.

^{۱۸} Notary function

^{۱۹} Delivery versus Payment

^{۲۰} TARGET2-Securities

^{۲۱} Forking



- انطباق اطلاعات معامله و مدیریت خطا: انطباق اقلام اطلاعاتی ارسالی (نظیر تاریخ، قیمت، تعداد و ...) از سوی خریدار و فروشنده در یک معامله لازمه‌ی تایید و نهایتاً تسویه آن است. درخصوص تکنولوژی دفتر کل توزیع شده، هنوز ترتیب مشخصی برای پیاده‌سازی فرایند انطباق اطلاعات، صورت نپذیرفته است. لذا، همچنان ضروری است یک واحد مرکزی، به منظور انجام عملیات انطباق اطلاعات پیش از ثبت اطلاعات در دفاتر کل، وجود داشته باشد.
- محرمانگی: در تکنولوژی دفتر کل توزیع شده، حفظ محرمانگی اطلاعات که محتویات تراکنش‌های اوراق بهادار تنها باید توسط ذی‌نفعان معامله قابل رویت باشد، رعایت نمی‌گردد. زیرا به منظور پیاده‌سازی مکانیزم اجماع عمومی، لازم است چندین عضو (نودها/گره‌ها) دسترسی کامل به اطلاعات تراکنش‌های هر معامله داشته باشند؛ که البته راه‌حلی نیز برای این چالش پیشنهاد شده است از جمله اینکه موضوع اجماع عمومی تنها محدود به یک مرکز معتمد و ذی‌نفعان معامله باشد.
- احراز هویت: درحال حاضر مدیریت دسترسی و احراز هویت به صورت مرکزی توسط سامانه یکپارچه مدیریت اوراق بهادار صورت می‌پذیرد، که درخصوص دفتر کل توزیع شده مرکزی نیز مسئولیت مزبور می‌تواند توسط یک مرکز مورد اعتماد همچون بانک مرکزی، صورت پذیرد. لیکن، درخصوص دفتر کل توزیع شده نامتمرکز، می‌بایست راه حلی مناسب برای احراز هویت و مدیریت دسترسی اعضای شبکه برگزیده شود. بعلاوه، چنانچه فرایند احراز هویت توسط کلیدهای رمزنگاری شده انجام پذیرد، لازم است مکانیزمی قابل اعتماد برای صدور و جایگزین کردن کلیدهای مزبور طرح‌ریزی گردد.

۵. پروژه امکان‌سنجی به‌کارگیری تکنولوژی دفتر کل توزیع شده در تراکنش‌های مالی کانادا (Jasper)

شرکت پرداخت‌های کانادا^{۲۲} به عنوان متولی ایجاد سامانه‌های ملی پرداخت و تسویه در کشور کانادا، و با پشتوانه قانونی لازم درخصوص تسهیل توسعه‌ی فناوری‌ها و روش‌های نوین پرداخت، بر آن شد تا با استفاده از فناوری دفترکل توزیع شده، روش‌های ممکن درخصوص تسهیل فناوری‌های پرداخت آتی را تحت آزمون و بررسی قراردهد. بر همین اساس در ابتدای سال ۲۰۱۶، طی همکاری با بانک مرکزی کانادا، کنسرسیوم مالی R3^{۲۳} و تعدادی بانک بزرگ اروپایی، پروژه‌ی جسپر را با هدف بررسی کاربرد فناوری دفترکل توزیع شده جهت تسویه پرداخت‌های کلان بین‌بانکی آغاز نمود. این پروژه‌ی پژوهشی که تمرکز آن بر روی مفاهیم عملیاتی، قانونی و سیاست‌گذاری استفاده از فناوری اشاره شده بوده است، آغاز مسیری طولانی و سخت در صنعت پرداخت تلقی می‌شود، چرا که برای اولین بار بانک مرکزی یک کشور در آزمون عملیاتی کاربرد فناوری دفترکل توزیع شده با بخش خصوصی مشارکت می‌نماید.

نتایج به‌دست آمده از پروژه که در ابتدا در دو فاز تعریف شده بود، حاکی از آن است که پیاده‌سازی نسخه‌های فعلی دفتر کل توزیع شده در قیاس با مدل‌های متمرکز امروزی درخصوص تسویه وجوه نقد کلان، از مزیت چشمگیری برخوردار نیست؛

^{۲۲} Payments Canada

^{۲۳} کنسرسیوم بین‌المللی R3 انجمنی از بانک‌های بزرگ است که با هدف تحقیق و توسعه تکنولوژی دفتر کل توزیع شده برای بخش مالی راه‌اندازی شده است. بانک‌های کانادایی عضو کنسرسیوم شامل بانک BMO، مونترال، بانک تجاری پادشاهی کانادا، HSBC، بانک ملی کانادا، بانک رویال کانادا، اسکاتیبانک و بانک TD کانادا هستند که همگی عضو شرکت پرداخت و سامانه تسویه ناخالص آتی کانادا نیز هستند.



زیرا بسیاری از فعالیت‌ها و نقش‌های تعریف شده در تکنولوژی مزبور در مورد تراکنش‌های مالی، همچنان نیازمند اجرا توسط سازمان‌های معتمد متمرکز هستند.

علی‌ایحال، با یک اکوسیستم مبتنی بر دفتر کل توزیع شده وسیع‌تر و با اعضای متنوع‌تر، مزیت‌های قابل دستیابی از این تکنولوژی که همواره رو به رشد و توسعه است، بسیار ملموس‌تر خواهد بود. لذا، پس از به اتمام رسیدن فاز دوم، پروژه جسپر وارد فاز جدیدی شد که تمرکز آن بر روی کاربرد دانش دفتر کل توزیع شده در تسویه همزمان دارایی مورد معامله و وجوه نقد، قرار گرفت. در ادامه فازهای مختلف پروژه به اختصار تبیین می‌گردند.

۵.۱ فاز اول

در فاز اول پروژه که امکان پیاده‌سازی دفتر کل توزیع شده را در تسویه وجوه نقد بررسی می‌کند، صدور رسید دیجیتالی سپرده^{۲۴} اعضا توسط بانک مرکزی کانادا معرفی شد. به‌گونه‌ای که اعضای شبکه بتوانند تسویه بین بانکی را از طریق رسید دیجیتالی، که پشتوانه آن مانده حساب نزد بانک مرکزی است، انجام دهند. تسویه زمانی نهایی می‌شود که رسید دیجیتالی تبدیل به دلار کانادا شده و به حساب تسویه عضو ذی‌نفع واریز گردد. تسویه هر تراکنش همچون روالی مشابه آنچه در سامانه تسویه ناخالص آنی رخ می‌دهد، به صورت انفرادی و ناخالص، براساس مانده حساب دیجیتالی موجود در کیف پول اعضا که در دفتر کل توزیع شده ثبت شده است، انجام می‌پذیرد.

در این فاز، نسخه کامل دفتر کل توزیع شده تنها توسط اعضای کنسرسیوم R3 قابل دسترسی است و عملیات صحت‌سنجی (اجماع عمومی) توسط آنها (توافق حداکثری اعضای کنسرسیوم) صورت می‌پذیرد. لیکن، تمامی بانک‌ها از طریق دسترسی به گره ویژه خود قادر به ارسال تراکنش و مدیریت حساب خود هستند. درواقع مدل مورد بهره‌برداری، دفتر کل توزیع شده اختصاصی دارای مجوز است که بر بستر تکنولوژی اتریوم^{۲۵} تعریف شده است.

غالباً، به دلیل تسهیم اطلاعات بین اعضا و عدم نیاز به سیستم‌های پرهزینه پشتیبانی، مدل مورد بررسی در فاز اول هزینه کمتری در قیاس با مدل‌های متمرکز خواهد داشت. هرچند که به دلیل نامعلوم بودن میزان کاهش هزینه‌ها و همچنین با توجه به بدون پاسخ ماندن برخی معایب و نواقص این سیستم، در این فاز دلیلی بر ارجح دانستن آنها نسبت به مدل‌های سنتی یافت نشده است.

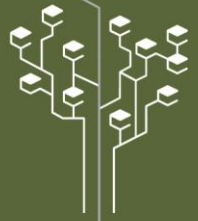
۵.۲ فاز دوم

تمرکز فاز دوم پروژه بر افزایش میزان کارایی سیستم و ارزیابی مقیاس‌پذیری و انعطاف‌پذیری آن است. هدف اصلی این فاز، امکان‌سنجی تسویه پرداخت‌ها با حداقل نقدینگی و یا کمترین ارزش دیجیتالی صادره در شبکه است. بدین منظور، دو انتخاب برای تسویه به اعضا اعطا می‌شود: تسویه آنی و یا قرار گرفتن در صف انتظار به منظور خالص‌سازی پرداخت‌ها^{۲۶} و انجام تسویه با تاخیر.

^{۲۴} Digital Depository Receipt

^{۲۵} اتریوم (Ethereum) یکی از بسترهای عمومی متن-باز فناوری زنجیره بلوک است.

^{۲۶} Offsetting payments



از جمله اقدامات فنی مهم در راستای دستیابی به اهداف مدنظر پروژه، می‌توان به انتقال تکنولوژی از بستر اتریوم به کوردا^{۲۷}، اشاره نمود. در این فاز، فرایند تایید تراکنش توسط طرفین معامله، یک گره نظارتی و یک گره معتمد رسمی صورت می‌پذیرد، لذا، امکان افزایش تعداد تراکنش‌های پردازش شده در هر ثانیه^{۲۸} که در فاز اول ۱۴ بوده است در این فاز میسر شده است؛ در مقابل، ریسک نقطه شکست واحد نیز افزایش می‌یابد.

در حالیکه فاز دوم پروژه قادر به افزایش مقیاس‌پذیری و رعایت حریم خصوصی تکنولوژی بوده است، لیکن همچنان نتوانست اثباتی مدون مبنی بر بهینه‌تر بودن تکنولوژی دفتر کل توزیع شده در قیاس با مدل‌های متمرکز امروزی در راستای تسویه وجوه، ارائه دهد.

۵.۳ فاز سوم

در فاز سوم پروژه، با همکاری بورس اوراق بهادار تورونتو^{۲۹} و شرکت مشاوره‌ای اکسنچر^{۳۰} بستر یکپارچه‌ای برای تسویه اوراق بهادار و وجوه مورد معامله بر مبنای دفتر کل توزیع شده، مطرح و مورد بررسی قرار گرفت.

نظر به اینکه در شرایط فعلی، اوراق بهادار و وجوه نقد در دو دفتر کل مستقل و تحت دو مقام قانون‌گذار مجزا (سپرده‌گذاری مرکزی اوراق بهادار و بانک مرکزی) قرار دارند، توجه به این نکته که قرار دادن آنها در یک دفتر کل مشترک، مبدا پیچیدگی‌ها و بی‌قانونی‌هایی را به همراه داشته باشد، بسیار حائز اهمیت است.

لازمه پیاده‌سازی فرایند تسویه همزمان اوراق بهادار و وجوه نقد، نشانه‌گذاری^{۳۱} و صدور توکن‌های اوراق بهادار و ارزی است. نحوه تسویه همزمان اوراق و وجوه نقد در تکنولوژی دفتر کل توزیع شده با مدل انتقال در قبال پرداخت متفاوت است؛ در حقیقت در این مدل، توکن‌ها مستقیماً از حساب خریدار به حساب فروشنده منتقل می‌شود.

مهم‌ترین یافته فاز سوم، قابلیت پیاده‌سازی دفتر کل توزیع شده در تسویه تراکنش‌های اوراق بهادار است، لیکن اطمینانی از کاهش هزینه‌های حاصل از آن برای ذی‌نفعان مختلف، شامل بانک مرکزی، سپرده‌گذاری مرکزی اوراق بهادار، بانک‌ها، کارگزاران، دلالان و یا حتی مصرف‌کنندگان نهایی، وجود ندارد. در واقع، انتقال از دنیای متمرکز امروزی که پشتوانه آن سال‌ها تجربه و مطالعه است، به جهانی توزیع شده و غیرمتمرکز، تغییر ساده‌ای نیست و نیازمند انجام تحقیقات و مطالعات بیشتری است.

۶. نتیجه‌گیری

ورود تکنولوژی دفتر کل توزیع شده به عرصه علم و فناوری، قانون‌گذاران و سیاست‌گذاران مالی را بر آن داشته است تا از مزایای چنین نوآوری‌هایی در صنعت بانکداری و امور مالی بهره‌برداری نمایند. لذا، بانک‌های مرکزی کشورهای توسعه یافته

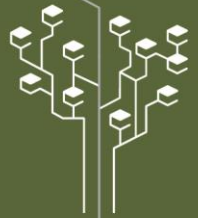
^{۲۷} کوردا (Corda) تکنولوژی دفتر کل توزیع شده متن-بازی است که توسط کنسرسیوم R3 برای ثبت، مدیریت و خودکار کردن قراردادهای حقوقی بین کسب‌وکارها طراحی شده است که به دلیل خودکار کردن بسیاری فرایندها و در نتیجه کاهش هزینه‌ها، مورد استقبال بخش‌های مالی قرار گرفته است.

^{۲۸} Transactions per second (tps)

^{۲۹} TSX

^{۳۰} Accenture

^{۳۱} Tokenization



طی سال‌های اخیر، مطالعات بسیاری را به این حوزه اختصاص داده‌اند. از آن جمله می‌توان به مطالعات بانک مرکزی اروپا، ژاپن، کانادا، انگلستان، ایالات متحده آمریکا و آلمان اشاره نمود. از این میان بانک مرکزی کانادا، پروژه‌های را تحت عنوان پروژه جسپر با هدف به کارگیری تکنولوژی دفتر کل توزیع شده در عملیات تهاتر و تسویه پرداخت‌های کلان بین بانکی و همچنین تسویه اوراق بهادار، پیاده‌سازی کرده است.

براساس نتایج بدست آمده از پروژه عملیاتی جسپر کانادا، به کار بستن تکنولوژی دفتر کل توزیع شده در تراکنش‌های مالی، از ثبت دستور پرداخت تا تسویه نهایی، امکان‌پذیر است و در عین سودمند بودن، از معایب و چالش‌های غیرقابل چشم‌پوشی نیز برخوردار است. به ویژه در خصوص عملیات مربوط به تهاتر و تسویه پرداخت‌های کلان، با توجه به لزوم متمرکز بودن بخش زیادی از فعالیت‌ها و نقش‌های تعریف شده در تکنولوژی دفتر کل توزیع شده و همچنین تعداد و تنوع محدود اعضای با دسترسی کامل به اطلاعات دفتر کل، پیاده‌سازی این تکنولوژی چندان جذاب به نظر نمی‌رسد. در مقابل، با یک اکوسیستم وسیع‌تر و با اعضای متنوع‌تر، مزیت‌های قابل دستیابی از تکنولوژی دفتر کل توزیع شده ملموس‌تر خواهد بود؛ طوریکه بانک مرکزی کانادا را بر آن داشت تا تکنولوژی اشاره شده را در تسویه همزمان اوراق بهادار و وجوه نقد نیز بررسی کند و نقاط قوت و ضعف آن را استخراج نماید. مهم‌ترین یافته این بخش از پروژه، قابلیت پیاده‌سازی دفتر کل توزیع شده در تسویه تراکنش‌های اوراق بهادار است، لیکن اطمینانی از کاهش هزینه‌های حاصل از آن برای ذی‌نفعان مختلف، شامل بانک مرکزی، سپرده‌گذاری مرکزی اوراق بهادار، بانک‌ها، کارگزاران، دلالان و یا حتی مصرف‌کنندگان نهایی، وجود ندارد. در واقع، بهینه بودن انتقال از فضای متمرکز امروزی، که حاصل سال‌ها تجربه سیاست‌گذاران و متخصصین علمی و کسب‌وکاری است، به سیستمی توزیع یافته و غیرمتمرکز، همچنان مبهم بوده و نیازمند مطالعات بیشتری است.

درخاتمه پیشنهاد می‌شود، مطابق آنچه کشور کانادا در پروژه‌ی جسپر پیاده‌سازی نموده است، جهت بررسی عملیاتی طرح، زیرساخت‌های آزمایشی پرداخت و تسویه با تمرکز بر مبادلات اوراق بهادار و منطبق بر فناوری زنجیره بلوک به صورت تحقیقاتی در کشور مستقر گردیده و آزمون‌های لازم به منظور امکان‌سنجی استقرار طرح مزبور و بررسی عملیاتی نقاط قوت و ضعف موضوع در حوزه مبادلات اوراق بهادار، مورد بررسی متقن عملیاتی قرار گیرد. در کنار این مهم، انجام مطالعات تطبیقی گسترده در خصوص میزان بهره‌گیری عملیاتی از فناوری زنجیره بلوک در زیرساخت‌های مالی سایر کشورها همراه با بررسی مزایا و معایب به دست آمده، پیش از آغاز اقدامات عملیاتی، در کنار تشکیل کارگروهی جهت بررسی و مطالعه موضوع با حضور کلیه ذی‌نفعان حوزه پرداخت در کشور (شامل بانک‌ها، موسسات مالی و سرمایه‌گذاری، شرکت‌های فناوری و استارت‌آپ-های فعال در حوزه فناوری زنجیره بلوک، به همراه حوزه‌های نظارتی و حقوقی در بانک مرکزی) با تولیت اداره نظام‌های پرداخت، به جد توصیه می‌شود.

۷. منابع

- [1] Baran, P. (1964). *On Introduction to Distributed Communications Networks: Introduction to distributed communications networks*. California: SANTA MONICA.
- [2] Benos, E., Garratt, R., & Gurrola-Perez, P. (2017). The economics of distributed ledger technology for securities settlement. *Bank of England: Staff Working Paper*.
- [3] BIS. (2017). Distributed ledger technology in payment, clearing and settlement. *Committee on Payments and Market Infrastructures*.



- [4] Chapman, J., Garratt, R., Hendry, S., McCormack, A., & and McMahon, W. (2017). Project Jasper: Are Distributed Wholesale Payment Systems Feasible Yet? *BANK OF CANADA: Financial System Review*.
- [5] DB. (2017). *Distributed ledger technologies in payments and securities settlement: potential and risks*. Deutsche Bundesbank.
- [6] ECB, & BoJ, a. (2018). Project Stella: Securities settlement systems: delivery-versus-payment in a distributed ledger environment. *European Central Bank and the Bank of Japan*.
- [7] Mainelli, M., & and Milne, A. (2016). *The impact and potential of blockchain on the securities transaction lifestyle*. SWIFT Institute Working Paper No. 2015-007.
- [8] Mills, David, Wang, K., Malone, B., Ravi, A., Marquardt, J., & Clinton. (2016). Distributed ledger technology in payments, clearing, and settlement. *Finance and Economics Discussion Series 2016-095*.
- [9] Nakamoto, S. (2009). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- [10] Payments-Canada, BoC, & R3, a. (2017). *Project Jasper: A Canadian Experiment with Distributed Ledger Technology for Domestic Interbank Payments Settlement*.