

ارزیابی ظرفیت‌های بلاکچین ترکیبی برای طراحی و پیاده‌سازی ارزهای دیجیتال بانک مرکزی (CBDC)

دکتر میرسجاد مسجدموسوی

استادیار گروه مالی و حسابداری، موسسه آموزش عالی الکترونیکی ایرانیان، تهران، ایران.
Sajjad.Mousavi@gmail.com

دکتر جواد عین‌آبادی

استادیار گروه مالی و حسابداری، موسسه آموزش عالی الکترونیکی ایرانیان، تهران، ایران.
Javad.Einabadi@iranian.ac.ir

مهسا احمدزاده بزاز

دانشجوی کارشناسی ارشد مالی - مهندسی مالی و مدیریت ریسک، موسسه آموزش عالی الکترونیکی ایرانیان، تهران، ایران.
(نویسنده مسئول)

Mahsa.Ahmadzadehbazaz.14021@gmail.com

چکیده

تحولات سریع در حوزه فناوری‌های مالی، به‌خصوص پیشرفت‌های چشمگیر در بلاک‌چین، باعث شده ساختارهای سنتی نظام پولی با چالش‌ها و فرصت‌های تازه‌ای روبرو شوند. در این میان، ارزهای دیجیتال بانک مرکزی^۱، به عنوان نوآوری‌های کلیدی و استراتژیک، توجه زیادی از سوی سیاست‌گذاران مالی در سطح جهان به خود جلب کرده‌اند. این ارزها که توسط نهادهای مرکزی صادر می‌شوند، ظرفیت بالایی برای افزایش شفافیت مالی، کاهش هزینه‌های تراکنش‌ها و ساده‌تر کردن نظارت بر جریان نقدینگی دارند. در این مقاله، تمرکز ما بر بررسی قابلیت‌ها و ظرفیت‌های بلاک‌چین ترکیبی^۲ در طراحی و اجرای CBDC است. بلاک‌چین هیبریدی با ترکیب ویژگی‌های بلاک‌چین‌های عمومی و خصوصی، شرایط مناسبی برای ایجاد تعادل بین شفافیت عمومی و کنترل مرکزی فراهم می‌کند. همچنین، با الهام از مدل پیشنهادی در پایان‌نامه کارشناسی ارشد با عنوان ثبات، ساختاری سه‌لایه متشکل از پشتوانه طلا، ضمانت‌نامه‌های بانکی و زیرساخت فناوریانه تحلیل شده است. روش تحقیق مبتنی بر رویکرد ترکیبی و تکنیک دلفی بوده و با همکاری ۱۴ نفر از خبرگان حوزه‌های حقوق، اقتصاد و فناوری اطلاعات انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از بلاک‌چین ترکیبی نه تنها می‌تواند چارچوبی امن و انعطاف‌پذیر برای انتشار و مدیریت CBDC ایجاد کند، بلکه با تلفیق پشتوانه‌های فیزیکی مانند طلا، به افزایش اعتماد عمومی و پایداری مالی نیز کمک می‌کند. بنابراین، مدل بومی ثبات می‌تواند به عنوان الگویی عملیاتی برای کشورهای با شرایط اقتصادی مشابه ایران، مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: بلاک‌چین ترکیبی، ارز دیجیتال بانک مرکزی، استیبل کوین، طلا، اقتصاد دیجیتال، فناوری مالی.

مقدمه

فناوری‌های نوآورانه‌ای مثل بلاک‌چین در سال‌های اخیر تحول بزرگی در ساختار سنتی نظام‌های مالی ایجاد کرده‌اند. بلاک‌چین به خاطر ویژگی‌هایی مثل غیرمتمرکز بودن، شفافیت، امنیت، تغییرناپذیری و امکان رهگیری، بستری مناسب برای توسعه زیرساخت‌های جدید مالی فراهم کرده است (سوان، ۱۳۹۴؛ ناکاموتو، ۲۰۰۸). این فناوری ابتدا با رمزارزهایی مثل بیت‌کوین و اتریوم معرفی شد، اما خیلی سریع فراتر از پول دیجیتال رفت و حالا به عنوان زیربنایی برای تحول

¹ CBDC

² Hybrid Blockchain

دیجیتال در زمینه‌هایی مانند زنجیره تأمین، خدمات بانکی، قراردادهای هوشمند و احراز هویت شناخته می‌شود (بوتیرین، ۲۰۱۴؛ آوئر و همکاران، ۲۰۲۰).

بانک‌های مرکزی که مسئول حفظ ثبات پولی، کنترل تورم و جلب اعتماد عمومی به نظام پولی هستند، با ظهور رمزارزهای غیرمتمرکز با چالش‌های جدی مواجه شده‌اند. چون این رمزارزها به خاطر ماهیت غیرقابل کنترل و ناشناس بودن تراکنش‌ها، نگرانی‌هایی مثل پول‌شویی، فرار مالیاتی و خروج سرمایه ایجاد کرده‌اند (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۰؛ IMF، ۲۰۲۳). در پاسخ به این مشکلات، ارزهای دیجیتال بانک مرکزی معرفی شدند. این ارزها که مستقیماً توسط بانک مرکزی صادر می‌شوند، پشتوانه قانونی دارند و ابزارهایی برای حفظ نقش پول ملی در اقتصاد دیجیتال، افزایش کارایی نظام پرداخت، کاهش هزینه‌های نقل و انتقال و ارتقای شفافیت مالی به شمار می‌آیند (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۱؛ آوئر و همکاران، ۲۰۲۰).

طراحی زیرساخت فنی CBDC باید تعادلی بین اهداف کلان اقتصادی مثل شفافیت و فراگیری مالی و نیازهای نظارتی و حاکمیتی ایجاد کند. یکی از معماری‌های پیشنهادی، استفاده از بلاک‌چین هیبریدی است که ترکیبی از ویژگی‌های بلاک‌چین‌های عمومی و خصوصی را ارائه می‌دهد. این فناوری اجازه می‌دهد هم از شفافیت و امنیت بهره‌مند شویم و هم کنترل نهادی برقرار باشد؛ به این شکل که تراکنش‌های عمومی قابل پیگیری هستند و اطلاعات حساس فقط برای نهادهای مجاز قابل مشاهده است (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۰؛ سوان، ۱۳۹۴).

در کشورهایی که اقتصاد ناپایدار و تورم بالایی دارند، مثل ایران، حفظ ارزش پول دیجیتال اهمیت زیادی پیدا می‌کند. در چنین شرایطی، ترکیب CBDC با دارایی‌های واقعی مانند طلا و املاک می‌تواند به ایجاد اعتماد عمومی و ثبات نسبی کمک کند (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۲). در این مقاله، مدل بومی ثبات بررسی می‌شود که شامل سه لایه پشتوانه دارایی، ضمانت‌نامه بانکی و بستر بلاک‌چین هیبریدی است.

هدف این تحقیق، بررسی ظرفیت‌های بلاک‌چین ترکیبی در پاسخ به نیازهای عملیاتی و نظارتی CBDC ها و ارزیابی امکان کاربرد این فناوری در چارچوب مدل ثبات برای شرایط ایران است. این مطالعه با استفاده از روش تحقیق ترکیبی و تحلیل نظرات کارشناسان حوزه‌های مرتبط، تلاش می‌کند تصویر روشنی از فرصت‌ها و چالش‌های طراحی CBDC بر پایه بلاک‌چین ارائه دهد (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۱).

رشد سریع رمزارزهای بدون پشتوانه رسمی باعث شد بانک‌های مرکزی جهان به دنبال راه‌حلی باشند که بتوانند از نوآوری‌های فناوری بهره‌مند شوند و همزمان کنترل جریان‌های مالی را حفظ کنند. در این زمینه، ارز دیجیتال بانک مرکزی به عنوان پاسخ نهادی به این تغییرات مطرح شد که هدفش حفظ جایگاه پول ملی در دنیای دیجیتال، تقویت سیاست‌های پولی و آسان‌سازی تراکنش‌های مالی است (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۱).

از سوی دیگر، نوع معماری فنی مورد استفاده در طراحی ارزهای دیجیتال بانک مرکزی CBDC نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت یا شکست آن‌ها ایفا می‌کند. در این میان، بلاک‌چین هیبریدی یا ترکیبی به دلیل قابلیت ایجاد تعادل میان شفافیت عمومی و نظارت حاکمیتی، یکی از گزینه‌های مطلوب برای پیاده‌سازی زیرساخت فنی CBDC محسوب می‌شود (آوئر و همکاران، ۲۰۲۰؛ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۰). بلاک‌چین هیبریدی این امکان را فراهم می‌آورد که لایه‌هایی از داده‌ها به صورت عمومی قابل دسترسی باشند، در حالی که لایه‌های حساس و کلیدی تحت کنترل نهادی باقی بمانند (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۰؛ سوان، ۱۳۹۴).

هدف از این مقاله، بررسی ظرفیت‌های بلاک‌چین ترکیبی در پاسخ به نیازهای عملیاتی و نظارتی CBDC و تحلیل مدلی بومی برای ایران با عنوان ثبات است؛ مدلی که بر اساس پشتوانه‌های دارایی محور نظیر طلا و وثایق ملکی طراحی شده و از ترکیب ابزارهای فناوری مالی، تضمین بانکی و معماری بلاک‌چین بهره می‌گیرد.

مطالعه حاضر با بهره‌گیری از داده‌های تجربی پایان‌نامه کارشناسی ارشد و تحلیل کیفی نظرات خبرگان، تلاش دارد چشم‌اندازی علمی برای توسعه ارز دیجیتال بانک مرکزی در ایران ترسیم نماید (هسو و سندفورد، ۲۰۰۷؛ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۲).

گسترش سریع رمزارزهای بدون پشتوانه رسمی، باعث شده است بانک‌های مرکزی در سراسر جهان به دنبال راهکارهایی برای حفظ کنترل بر جریان‌های مالی و بهره‌مندی از نوآوری‌های فناوری باشند (ناکاموتو، ۲۰۰۸؛ بوت‌رین، ۲۰۱۴). در این راستا، ارز دیجیتال بانک مرکزی به‌عنوان پاسخ نهادی معرفی شده است که علاوه بر حفظ نقش پول ملی، به تقویت سیاست‌های پولی و تسهیل تراکنش‌های مالی کمک می‌کند (صندوق بین‌المللی پول، ۲۰۲۳؛ بانک مردم چین، ۲۰۲۱). همچنین، چالش‌های مربوط به ثبات قیمت و پشتوانه پول دیجیتال، به‌خصوص در کشورهایی با اقتصاد ناپایدار و تورم بالا مانند ایران، اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۲؛ مرکز آمار ایران، ۱۴۰۳). از این رو، ترکیب ارز دیجیتال بانک مرکزی با پشتوانه‌های دارایی واقعی مانند طلا و دارایی‌های ملکی می‌تواند باعث ایجاد اعتماد عمومی و ثبات بیشتر شود (شورای جهانی طلا، ۲۰۲۳؛ لیونز و ویسواناث-ناتراج، ۲۰۲۳). پژوهش حاضر با استفاده از روش‌های تحقیق ترکیبی و تحلیل دقیق داده‌های اقتصادی و فناوری، در پی ارائه راهکاری عملی و علمی برای طراحی و پیاده‌سازی ارز دیجیتال بانک مرکزی بومی در ایران است.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

بلاک چین هیبریدی

بلاک چین هیبریدی معماری‌ای است که ویژگی‌های بلاک چین‌های عمومی و خصوصی را با هم ترکیب می‌کند. در بلاک چین عمومی، هر کسی می‌تواند وارد شبکه شود، داده‌ها را مشاهده کند و در فرآیند توافق مشارکت داشته باشد. اما در بلاک چین خصوصی، فقط افراد مجاز می‌توانند فعالیت کنند و کنترل شبکه معمولاً در اختیار یک یا چند نهاد خاص است (سوان، ۱۳۹۴؛ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۰). ترکیب این دو رویکرد در بلاک چین هیبریدی بستری انعطاف‌پذیر برای استفاده در حوزه‌هایی مانند بانکداری، دولت الکترونیک و ارزهای دیجیتال فراهم می‌آورد (آور، کورنلی و فراست، ۲۰۲۰؛ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۱).

در ساختار بلاک چین هیبریدی، داده‌ها به دو بخش تقسیم می‌شوند: بخشی از اطلاعات به شکل عمومی در دسترس همه کاربران قرار دارد و بخش دیگر، که شامل داده‌های حساس و نظارتی است، تنها برای نهادهای مجاز قابل دسترسی است. این ویژگی به بانک‌های مرکزی این امکان را می‌دهد که هم از مزایای شفافیت و امنیت بالای بلاک چین عمومی بهره‌مند شوند و هم کنترل و سیاست‌گذاری خود را در بخش خصوصی حفظ کنند (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۰؛ سوان، ۱۳۹۴).

در پروژه‌های جهانی مربوط به ارز دیجیتال بانک مرکزی، روندی به سمت استفاده از معماری‌های ترکیبی دیده می‌شود. برای مثال، پروژه یوان دیجیتال در چین تحت کنترل دولت و به صورت ترکیبی اجرا شده است (بانک مردم چین، ۲۰۲۱). همچنین، پروژه‌های منطقه‌ای مانند ساند دلار در باهاما و ای‌پزو در فیلیپین از زیرساخت‌هایی استفاده می‌کنند که مفاهیم بلاک چین هیبریدی را در خود دارند (صندوق بین‌المللی پول، ۲۰۲۳؛ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۱).

در پایان‌نامه مورد بررسی، بلاک چین هیبریدی به عنوان یکی از ارکان اصلی مدل ثبات مطرح شده است. در این مدل، تراکنش‌های عمومی کاربران روی لایه باز شبکه ثبت می‌شوند، اما فرآیندهای مهمی مانند صدور، تضمین و بازخرید رمزارز، تنها توسط نهادهای مجاز مثل بانک‌ها و نهاد مرکزی انجام می‌شود. این طراحی با الزامات امنیتی و نظارتی بانک

مرکزی ایران همخوانی دارد و امکان توسعه تدریجی در قالب کنسرسیوم خصوصی و در آینده، در بستر CBDC ملی را فراهم می‌کند (جدول ۱).

جدول (۱): مقایسه بلاک چین عمومی، خصوصی و هیبریدی در زمینه CBDC

هیبریدی	خصوصی	عمومی	ویژگی
نسبی	محدود	بسیار بالا	شفافیت تراکنش‌ها
قابل تنظیم	کامل	ندارد	کنترل نهادی
بالا	بالا	پایین	مقیاس پذیری
ترکیبی از هر دو	وابسته به نهاد	بالا	امنیت در برابر حملات
بالا	متوسط	پایین	تطابق با CBDC

ارز دیجیتال بانک مرکزی (CBDC)

ارز دیجیتال بانک مرکزی، نوعی پول دیجیتال است که پشتوانه رسمی داشته و مستقیماً توسط بانک مرکزی صادر می‌شود. این نوع ارز دیجیتال به گونه‌ای طراحی شده که عملکردهای پول نقد فیزیکی را به شکل دیجیتال ارائه دهد، با این تفاوت که امکانات بیشتری مانند برنامه‌ریزی، کنترل و شفاف‌سازی را فراهم می‌کند. از جمله اهداف اصلی CBDC می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- افزایش شفافیت و امکان ردیابی جریان‌های مالی
- کاهش هزینه‌های پرداخت‌های بین بانکی و بین‌المللی
- مقابله با پول شویی و فرار مالیاتی
- پاسخ به چالش‌ها و تهدیدات ناشی از رمزارزهای غیرمتمرکز

کشورهای مختلف در طراحی و اجرای ارز دیجیتال بانک مرکزی رویکردهای متفاوتی دارند. به عنوان مثال، چین با پروژه یوان دیجیتال در تلاش است نسخه دیجیتال یوان را در قالب یک سیستم دو لایه عرضه کند که توسط بانک مرکزی صادر و از طریق بانک‌های تجاری توزیع می‌شود (بانک مردم چین، ۲۰۲۱). در مقابل، سوئد با پروژه e-Krona رویکردی با تمرکز کمتر اتخاذ کرده است (صندوق بین‌المللی پول، ۲۰۲۳). همچنین مکزیک با پروژه e-Peso مدل ترکیبی از خصوصی‌سازی و حاکمیت مرکزی را دنبال می‌کند (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۱؛ صندوق بین‌المللی پول، ۲۰۲۳).

جدول (۲): مقایسه برخی از پروژه‌های CBDC بین‌المللی

وضعیت اجرایی	فناوری زیربنایی	مدل توزیع	پروژه	کشور
در حال اجرا	بلاک چین ترکیبی	دو لایه (بانک مرکزی - بانک تجاری)	e-CNY	چین
آزمایشی	دفترکل توزیع شده (DLT)	توزیع مستقیم از بانک مرکزی	e-Krona	سوئد
در حال توسعه	پلتفرم اختصاصی	ترکیبی (خصوصی و دولتی)	e-Peso	مکزیک

استیبل کوین‌ها دسته‌ای از رمزارزها هستند که با هدف کاهش نوسانات قیمتی طراحی شده‌اند. برخلاف رمزارزهایی مانند بیت کوین که ارزش آن‌ها می‌تواند به شدت تغییر کند، استیبل کوین‌ها معمولاً به دارایی‌هایی با ارزش نسبتاً ثابت مانند دلار، یورو، طلا یا حتی املاک متصل می‌شوند (کاتالینی و دو گورتاری، ۲۰۲۱؛ ناکاموتو، ۲۰۰۸). در کشورهایی که با تورم بالا و بی‌ثباتی اقتصادی روبه‌رو هستند، از جمله ایران، استفاده از استیبل کوین‌هایی که پشتوانه فیزیکی دارند، به‌ویژه طلا، می‌تواند نقش مهمی در حفظ قدرت خرید و افزایش اعتماد عمومی ایفا کند (ارزدیجیتال، ۱۴۰۲؛ شورای جهانی طلا،

۲۰۲۳). چنین رویکردی می‌تواند بخشی از اثرات تورمی را خنثی کرده و به بهبود ثبات در معاملات و بازارهای مالی کمک کند (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۲).

در همین راستا، مدل ثبات که در پایان‌نامه مورد اشاره طراحی شده، با تکیه بر ترکیب پشتوانه طلا و ضمانت‌نامه‌های بانکی، نوعی توازن میان دارایی واقعی و اعتبار نهادی ایجاد می‌کند. از آنجایی که طلا همواره به‌عنوان یک دارایی قابل اتکا در برابر نوسانات ارزی شناخته شده است، می‌تواند در حفظ ارزش پول دیجیتال نقش کلیدی داشته باشد. تجربه موفق برخی استیبل‌کوین‌های بین‌المللی مانند PAX Gold و Tether Gold نیز نشان می‌دهد که چنین مدلی قابلیت اجرایی بالایی دارد. (جدول ۳)

جدول (۳): مقایسه استیبل‌کوین‌های مبتنی بر طلا

نام	نوع پشتوانه	نهاد صادرکننده	قابلیت بازخرید	فناوری
PAXG	طلای فیزیکی (LBMA)	Paxos Trust Co.	دارد	ERC-20
Tether Gold	شمش طلا	Tether Ltd	دارد	Ethereum & TRON
Digix	طلای ۱۰۰ گرمی	Digix Global	دارد	Ethereum

ارائه این جداول و تحلیل‌های همراه آن‌ها، چارچوب نظری و کاربردی مقاله را در راستای بررسی ظرفیت‌های بلاک‌چین هیبریدی برای طراحی ارز دیجیتال بانک مرکزی مبتنی بر مدل بومی ثبات مستحکم‌تر می‌سازد.

روش تحقیق

در این پژوهش از رویکرد تحقیق ترکیبی بهره گرفته شده است که شامل دو بخش کیفی و کمی می‌باشد. بخش کیفی با هدف شناسایی مؤلفه‌های کلیدی در طراحی مدل ارز دیجیتال ملی مبتنی بر بلاک‌چین هیبریدی و پشتوانه طلا، از روش دلفی بهره‌مند شده است. در بخش کمی نیز تلاش شده است تا یافته‌های حاصل از مصاحبه‌ها و تحلیل‌های کیفی، از طریق اجماع نظری مورد ارزیابی و اعتبارسنجی قرار گیرد.

جامعه آماری و روش نمونه‌گیری

جامعه آماری این مطالعه را خبرگان حوزه‌های اقتصاد پولی، بانکداری، حقوق فناوری، و فناوری اطلاعات تشکیل داده‌اند. از این میان، با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند، ۱۴ نفر از متخصصانی که دارای سابقه علمی و اجرایی در زمینه‌های مرتبط بودند، انتخاب شدند. این افراد در دو مرحله متوالی از فرآیند دلفی مشارکت داشتند. معیارهای انتخاب شامل سابقه پژوهشی در زمینه رمزارزها، تجربه فعالیت در بانک‌های تجاری یا بانک مرکزی، و آشنایی با چارچوب‌های حقوقی مرتبط با فناوری‌های مالی بوده است.

ابزار گردآوری داده‌ها

در مرحله نخست، مطالعات کتابخانه‌ای و مرور نظام‌مند منابع علمی شامل مقالات معتبر^۱، گزارش‌های نهادهای بین‌المللی مانند بانک جهانی، بانک تسویه بین‌المللی^۲، صندوق بین‌المللی پول^۳ و اسناد راهبردی بانک مرکزی ایران صورت گرفت. این تحلیل‌ها به شناسایی متغیرها و مؤلفه‌های مؤثر در طراحی ارزهای دیجیتال بانک مرکزی منجر شد. در مرحله دوم، با استفاده از پرسش‌نامه‌های باز و نیمه‌ساختاریافته، مصاحبه‌های عمیقی با خبرگان انجام شد که تمرکز

¹ ISI

² Bank for International Settlements (BIS)

³ IMF

آن‌ها بر تحلیل ساختاری مدل پیشنهادی ثابت بود. تمامی مصاحبه‌ها با رضایت کتبی شرکت‌کنندگان ضبط، پیاده‌سازی و تحلیل شدند.

روش تحلیل داده‌ها

داده‌های به‌دست‌آمده از مصاحبه‌ها با روش تحلیل مضمون^۱ و با بهره‌گیری از نرم‌افزار MAXQDA مورد کدگذاری قرار گرفت. فرایند تحلیل در سه مرحله شامل کدگذاری باز، کدگذاری محوری و استخراج مضامین اصلی انجام شد. مضامین نهایی شامل مؤلفه‌هایی همچون پایداری مالی، اعتماد عمومی، نظارت نهادی، شفافیت محدودشده و پشتوانه‌های فیزیکی بودند. در ادامه، با استفاده از شاخص‌هایی مانند فراوانی، شدت و همگرایی، تحلیل اجماع نظری میان پاسخ‌دهندگان صورت گرفت.

برای ارزیابی جامع مدل پیشنهادی ثابت، از روش تحلیل SWOT با مشارکت مستقیم خبرگان بهره گرفته شد. در این تحلیل، نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای مدل از منظر فنی، حقوقی، اقتصادی و نهادی مورد بررسی قرار گرفت تا ابعاد مختلف کارآمدی آن در شرایط اقتصادی ایران سنجیده شود.

علاوه بر این، یک ماتریس مقایسه‌ای نیز تدوین گردید که در آن جایگاه مدل ثابت در مقایسه با نمونه‌هایی از استیبل‌کوین‌های بین‌المللی همچون PAX Gold، Tether Gold، و e-CNY مورد بررسی قرار گرفت. این مقایسه با هدف ارزیابی مزیت‌ها و کاستی‌های مدل در حوزه‌هایی مانند نوع پشتوانه، ساختار انتشار، سطح شفافیت و چارچوب نظارتی انجام شده است. (جدول ۴).

جدول (۴): ساختار مراحل روش تحقیق دلفی

مرحله	فعالیت	ابزار	خروجی
۱	بررسی اسناد و ادبیات	مرور نظام‌مند	مؤلفه‌های اولیه
۲	مصاحبه با خبرگان	مصاحبه نیمه‌ساختاریافته	کدهای اولیه
۳	تحلیل مضمون	MAXQDA	شناسایی مضامین کلیدی
۴	اجماع نظری	تحلیل فراوانی و همگرایی	الگوی پیشنهادی مدل ثابت

اعتبارسنجی مدل ثابت

برای اعتبارسنجی مدل سه‌لایه پیشنهادی ثابت، از رویکرد تطبیق نظری^۲ بهره گرفته شد. در گام نخست، مؤلفه‌های کلیدی مدل با اسناد سیاست‌گذاری بین‌المللی و تجربیات جهانی در زمینه طراحی ارزش‌های دیجیتال بانک مرکزی مقایسه و تطبیق داده شدند. در ادامه، نسخه بازنگری‌شده مدل در قالب مرحله دوم روش دلفی، به گروه خبرگان ارائه گردید. از مشارکت‌کنندگان خواسته شد تا دیدگاه خود را درباره انسجام مفهومی، امکان‌پذیری اجرایی و چالش‌های بالقوه مدل از منظر اقتصادی، فناوری و حقوقی بیان کنند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که بیش از ۸۵٪ از خبرگان، مدل ثابت را در چارچوب شرایط اقتصادی و نهادی ایران، قابل اجرا و دارای توجیه‌پذیری بالا ارزیابی کرده‌اند.

جدول (۵): شاخص‌های اعتبار مدل ثابت بر اساس نظر خبرگان

نظرات تکمیلی	میزان اهمیت (میانگین از ۵)	میزان اجماع	مؤلفه
نیازمند قوانین مکمل بانکی	۴.۷	۱۳ از ۱۴	پایداری مالی
مزیت نسبت به رمزارزهای عمومی	۴.۹	۱۴ از ۱۴	نظارت نهادی
ترجیح بر ارزش‌های بدون پشتوانه	۴.۶	۱۲ از ۱۴	پشتوانه طلا

¹ Thematic Analysis

² Theoretical Triangulation

نیازمند آموزش و اطلاع‌رسانی	۴.۲	۱۰ از ۱۴	پذیرش عمومی
-----------------------------	-----	----------	-------------

در نهایت، با اتکا به یافته‌های تحلیلی و بازخوردهای اخذ شده از خبرگان، مدل سه‌لایه ثبات به‌عنوان چارچوبی بومی، قابل کنترل و متناسب با ساختار اقتصاد ایران معرفی گردید. این مدل ضمن حفظ ثبات مالی و امکان نظارت مؤثر، قابلیت انطباق با الزامات نهادی و فناوریانه کشور را داراست. پیشنهادها و نکات اصلاحی مطرح شده در مرحله اعتبارسنجی، در بخش نتیجه‌گیری مقاله مورد بررسی تفصیلی قرار خواهند گرفت.

یافته‌های پژوهش

یافته‌های این پژوهش مبتنی بر تحلیل کیفی داده‌ها از طریق تکنیک دلفی و بررسی تطبیقی مدل‌های منتخب ارز دیجیتال بانک مرکزی بوده و به تدوین مدل مفهومی ثبات منجر شده است. در ادامه، نتایج کلیدی در سه سطح مفهومی، ساختاری و کاربردی ارائه می‌گردد.

مدل مفهومی ثبات: چارچوبی سه‌لایه برای یک CBDC با ثبات و بومی

مدل ثبات با هدف پاسخ‌گویی به نیاز اقتصاد ایران به یک ارز دیجیتال تحت نظارت، مقاوم در برابر تورم و قابل اعتماد، در قالب یک معماری سه‌لایه طراحی شده است:

• لایه اول: پشتوانه دارایی

این لایه مبتنی بر ذخایر طلا طراحی شده است؛ دارایی‌ای با ثبات جهانی که نقش کلیدی در حفظ ارزش رمزارز ایفا می‌کند و مانعی در برابر نوسانات شدید اقتصادی محسوب می‌شود.

• لایه دوم: ضمانت‌نامه بانکی

در این لایه، وثایق بانکی و دارایی‌های ملکی نقش مکملی در تضمین اعتبار ارز دیجیتال دارند. این طراحی امکان اعتمادسازی از طریق نهادهای مالی رسمی کشور را فراهم می‌آورد.

• لایه سوم: زیرساخت فناوریانه

فناوری بلاک‌چین هیبریدی به‌عنوان بستر اجرایی مدل، با ترکیب قابلیت‌های شفافیت شبکه عمومی و کنترل‌پذیری شبکه خصوصی، امکان پیاده‌سازی سیاست‌های نظارتی و اجرای دقیق تراکنش‌ها را فراهم می‌سازد. این ساختار با مدل‌های بین‌المللی همچون e-CNY چین هم‌راستا بوده اما با توجه به ملاحظات اقتصادی، حقوقی و نهادی ایران بومی‌سازی شده است.

ارزیابی مدل

به‌منظور بررسی کارآمدی و پایداری مدل پیشنهادی ثبات، تحلیل SWOT با مشارکت خبرگان و بر اساس داده‌های گردآوری شده از مراحل دلفی انجام شد. نتایج این تحلیل در جدول ۶ ارائه شده‌اند و به شناسایی مهم‌ترین نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای پیش‌روی پیاده‌سازی مدل در ایران کمک می‌کنند.

جدول (۶): تحلیل SWOT مدل پیشنهادی ثبات

نقاط قوت	نقاط ضعف
پشتوانه طلا و وثایق بانکی مستحکم	پیچیدگی حقوقی در تنظیم مقررات جدید
شفافیت و رهگیری پذیری تراکنش‌ها	نیاز به زیرساخت‌های رمزنگاری پیشرفته
امکان اجرای پایلوت در کنسرسیوم بانکی	چالش در پذیرش عمومی و اعتمادسازی

فرصتها	تهدیدها
استفاده از فناوری در سیاست‌گذاری پولی	مقاومت نظام بانکی سنتی در برابر نوآوری
کاهش وابستگی به ارزهای خارجی	خطرات امنیتی ناشی از حملات سایبری
ایجاد بستر برای همکاری با فین‌تک‌ها	احتمال نوسانات بازار طلا در بلندمدت

مقایسه تطبیقی مدل ثبات با نمونه‌های بین‌المللی

به‌منظور ارزیابی تطبیقی مدل پیشنهادی، داده‌های مقایسه‌ای گردآوری شده از منابع بین‌المللی نظیر گزارش‌های بانک تسویه بین‌المللی، بانک جهانی و تحلیل‌های ثانویه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این بخش، مدل ثبات در کنار نمونه‌های منتخب از ارزهای دیجیتال بانک مرکزی و استیبل‌کوین‌ها بین‌المللی قرار گرفته تا شباهت‌ها، تمایزها و مزیت‌های نسبی آن مورد تحلیل قرار گیرد.

نتایج این مقایسه در جدول ۷ ارائه شده و ابعاد مختلفی همچون نوع پشتوانه، ساختار نظارتی، بستر فناورانه، مکانیزم توزیع، و قابلیت انطباق با سیاست‌های پولی ملی را شامل می‌شود. این تحلیل تطبیقی امکان درک بهتر از جایگاه مدل ثبات در منظومه جهانی طراحی CBDC ها را فراهم می‌سازد و زمینه‌ساز اتخاذ تصمیم‌های سیاستی واقع‌بینانه و قابل اجرا در سطح ملی خواهد بود.

جدول (۷): مقایسه تطبیقی مدل ثبات با نمونه‌های منتخب

مدل	نوع پشتوانه	فناوری زیرساخت	ساختار نظارتی	قابلیت پیاده‌سازی در ایران
ثبات	طلا + وثیقه ملکی	بلاک‌چین هیبریدی	نهاد محور + بانکی	بالا
e-GNY	ارز فیات	پلتفرم اختصاصی	حاکمیت مرکزی	متوسط
PAXG	طلا	ERC-20	خصوصی/بین‌المللی	پایین
DAI	وثیقه رمزازی	بلاک‌چین عمومی	غیرمتمرکز	بسیار پایین

مؤلفه‌های کلیدی برآمده از اجماع خبرگان

تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از اجرای تکنیک دلفی، منجر به شناسایی پنج مؤلفه کلیدی شد که از دیدگاه خبرگان، برای موفقیت مدل پیشنهادی ثبات حیاتی تلقی می‌شوند:

- **پایداری مالی:** اتکای مدل به دارایی‌های فیزیکی نظیر طلا، به‌عنوان پشتوانه‌ای مقاوم در برابر نوسانات اقتصادی، نقش تعیین‌کننده‌ای در حفظ ارزش ارز دیجیتال ایفا می‌کند.
- **اعتماد عمومی:** تقویت اعتماد کاربران از طریق نظارت نهاد‌های رسمی و ارائه ضمانت‌های بانکی، عاملی مهم در پذیرش عمومی مدل به شمار می‌رود (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۰؛ ۱۴۰۱).
- **مقیاس‌پذیری فناوری:** بهره‌گیری از بلاک‌چین هیبریدی، امکان تلفیق شفافیت در لایه عمومی و کنترل در لایه خصوصی را فراهم ساخته و ظرفیت ارتقاءپذیری را به مدل می‌بخشد.
- **انعطاف‌پذیری در سیاست‌گذاری:** طراحی مدل به‌گونه‌ای است که همچنان امکان مداخله و تنظیم سیاست‌های پولی از سوی بانک مرکزی حفظ می‌شود، امری ضروری برای سازگاری با تحولات اقتصادی و فناورانه (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۲).
- **انطباق با چارچوب‌های قانونی:** یکی از الزامات موفقیت، هماهنگی با قوانین موجود و تدوین مقررات مکمل به‌منظور تسهیل اجرای CBDC است.

این مؤلفه‌ها در جدول شماره ۵ نیز به تفکیک میزان اجماع و سطح اهمیت، تحلیل و ارزیابی شده‌اند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که مدل ثبات، با تکیه بر این مؤلفه‌ها و در نظر گرفتن زمینه‌های اقتصادی، قانونی و فناورانه کشور، از ظرفیت بالایی برای تبدیل شدن به پایه طراحی ارز دیجیتال ملی برخوردار است.

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف بررسی کاربردهای فناوری بلاک‌چین هیبریدی در طراحی ارز دیجیتال بانک مرکزی CBDC و ارائه مدلی بومی و متناسب با شرایط اقتصادی و نهادی ایران انجام شد. بر اساس تحلیل‌های نظری، مرور نمونه‌های بین‌المللی و اجرای تکنیک دلفی با مشارکت خبرگان، مدل پیشنهادی ثبات طراحی و به‌طور جامع اعتبارسنجی گردید. این مدل، با تکیه بر سه لایه مکمل شامل پشتوانه طلا، ضمانت‌نامه بانکی و بستر بلاک‌چین هیبریدی، پاسخگوی نیازهای اقتصادی، حقوقی و فناورانه کشور در مسیر توسعه یک ارز دیجیتال ملی پایدار است.

در حالی که بسیاری از کشورها در مراحل مختلف بررسی و آزمایش نسخه‌های مختلف CBDC قرار دارند، مدل ثبات می‌تواند الگویی مناسب برای اقتصادهایی با ویژگی‌هایی همچون تورم بالا، ناپایداری اقتصادی و نیاز به نظارت دقیق باشد. استفاده از طلا به عنوان یک دارایی پایدار و مقاوم در برابر نوسانات، در کنار وثایق ملکی که سازگاری بالایی با نظام بانکداری ایران دارند، ابزارهای مهمی برای ایجاد اعتماد عمومی و جلب مشارکت کاربران فراهم می‌کند. همچنین، بهره‌گیری از بلاک‌چین هیبریدی به عنوان زیرساخت فنی، امکان تحقق تعادل میان شفافیت محدود، کنترل نهادی، امنیت بالا و مقیاس‌پذیری را فراهم می‌آورد.

یکی از دستاوردهای کلیدی پژوهش، تأیید امکان‌پذیری پیاده‌سازی مدل ثبات در اقتصاد ایران بود؛ به گونه‌ای که بیش از ۸۵٪ از خبرگان در مرحله دوم دلفی، این مدل را از نظر فنی، حقوقی و اقتصادی قابل اجرا دانستند. همچنین، تحلیل SWOT نشان داد که هرچند چالش‌هایی مانند خلأهای قانونی، محدودیت‌های زیرساختی و مقاومت در برابر تغییرات ساختاری وجود دارد، اما فرصت‌های قابل توجهی نظیر دیجیتالی‌سازی نظام بانکی، کاهش وابستگی به ارزهای خارجی و تقویت سیاست‌گذاری پولی از طریق فناوری، می‌توانند این موانع را کاهش داده و مسیر توسعه CBDC را هموار سازند.

در مقایسه با نمونه‌های بین‌المللی، مدل پیشنهادی ثبات ویژگی‌هایی دارد که آن را از سایر پروژه‌های مشابه متمایز می‌کند. برای مثال، برخلاف پروژه e-CNY که کاملاً متمرکز بوده و پشتوانه دارایی واقعی ندارد، مدل ثبات ترکیبی از دارایی ملموس مانند طلا، تضمین بانکی و فناوری بلاک‌چین هیبریدی را به کار می‌برد که تعادلی بین شفافیت و کنترل ایجاد می‌کند. همچنین، برخلاف استیبل‌کوین‌هایی مثل DAI که به دلیل نوسانات بازار رمزارزها ثبات کافی ندارند، مدل ثبات با پشتوانه دارایی‌های واقعی و نظارت رسمی، ظرفیت بالاتری برای حفظ ارزش و اعتماد عمومی دارد.

یافته‌های پژوهش نشان داد که مؤلفه‌هایی مانند پایداری مالی، اعتماد عمومی، انعطاف‌پذیری در سیاست‌گذاری و انطباق با چارچوب‌های قانونی، نقش کلیدی در موفقیت این مدل ایفا می‌کنند. این عناصر به‌خوبی در ساختار مدل ثبات لحاظ شده‌اند و در صورت تصویب قوانین مکمل و ارتقای زیرساخت‌های فنی، قابلیت پیاده‌سازی و توسعه گسترده را خواهند داشت.

در نهایت، مدل ثبات تنها یک طرح مفهومی برای طراحی CBDC در ایران نیست، بلکه می‌تواند پایه‌ای برای همکاری‌های منطقه‌ای در زمینه پول دیجیتال باشد. با توجه به روند رو به رشد جهانی به سمت ارزهای دیجیتال دولتی و توسعه سیستم‌های پرداخت هوشمند، پیاده‌سازی این مدل می‌تواند ایران را در جایگاه یکی از کشورهای پیشرو در زمینه طراحی پول دیجیتال با پشتوانه واقعی قرار دهد.

پیشنهادها

با توجه به یافته‌های پژوهش و تحلیل‌های نظری و تجربی انجام‌شده، پیشنهادهایی راهبردی در سه سطح سیاست‌گذاری کلان، اجرا و تحقیق آینده ارائه می‌شود که می‌تواند زمینه‌ساز تحقق مدل ثبات در چارچوب طراحی ارز دیجیتال بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران باشد:

پیشنهادهای سیاستی

- تدوین سند ملی راهبرد ارز دیجیتال با رویکرد ترکیبی، یعنی هم دارایی‌محور و هم فناوری‌محور، با نقش محوری بانک مرکزی و مشارکت نهادهای تنظیم‌گر.
- ایجاد چارچوب‌های قانونی و نظارتی مشخص برای پشتوانه‌دار کردن CBDC با طلا و سایر دارایی‌های فیزیکی.
- اصلاح آیین‌نامه‌ها و مقررات مربوط به صدور ضمانت‌نامه بانکی و مالکیت و تأیید ملکی، به‌گونه‌ای که با ساختار مدل پیشنهادی همخوانی داشته باشد.

پیشنهادهای اجرایی

- راه‌اندازی پایلوت آزمایشی مدل ثبات در یک محیط کنترل‌شده^۱ و تحت نظارت بانک مرکزی.
- توسعه بومی پلتفرم بلاک‌چین هیبریدی با همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان و آزمایشگاه‌های فناوری مالی^۲.
- طراحی سامانه‌های احراز هویت دیجیتال^۲ و کیف‌پول‌های دیجیتال که قابلیت تعامل با CBDC در لایه‌های عمومی و بانکی را داشته باشند.
- آموزش تخصصی نیروهای انسانی بانک‌ها و نهادهای نظارتی برای آشنایی عمیق با فناوری دفترکل توزیع‌شده و مدیریت توکن‌های دیجیتال.

پیشنهادهای پژوهشی

- انجام مطالعات تطبیقی جامع‌تر درباره ساختار حقوقی CBDC در کشورهای اسلامی و بررسی تطبیق آن با فقه مالی اسلامی.
 - مدل‌سازی سناریوهای پذیرش اجتماعی و بررسی رفتار کاربران ایرانی در مواجهه با پول دیجیتال دارای پشتوانه..
 - تحلیل ریسک‌های فناورانه و امنیتی مرتبط با پیاده‌سازی بلاک‌چین هیبریدی و تدوین چارچوب‌های مقابله‌ای مناسب.
- در نهایت، برای موفقیت اجرای مدل ثبات لازم است که اقدامات سیاستی، نهادی و فناورانه به شکل هماهنگ و هم‌افزا پیش بروند. تنها در این صورت می‌توان انتظار داشت ایران گام‌های مؤثری در مسیر طراحی و پیاده‌سازی یک ارز دیجیتال ملی پایدار، بومی و با پشتوانه واقعی بردارد.

منابع

- ارزدیجیتال، (۱۴۰۲)، استیبل‌کوین‌ها و چالش‌های کاربردی ایران در برابر تحریم‌ها.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، (۱۴۰۰)، دستورالعمل نظارت بر عملیات بانکی در حوزه ارزهای دیجیتال.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، (۱۴۰۱)، گزارش مقدماتی پروژه رمزریال: ارز دیجیتال بانک مرکزی ایران.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، (۱۴۰۲)، مجموعه قوانین و مقررات پولی و بانکی.

¹ Regulatory Sandbox

² e-KYC

مرکز آمار ایران، (۱۴۰۲)، گزارش نرخ تورم سالانه.

مرکز آمار ایران، (۱۴۰۳)، گزارش شاخص قیمت مصرف کننده.

- ✓ Auer, R., Cornelli, G., & Frost, J. (2020). Rise of the central bank digital currencies: Drivers, approaches and technologies (BIS Working Papers No. 880). Bank for International Settlements. <https://www.bis.org/publ/work880.pdf>
- ✓ Baur, D. G., & Lucey, B. M. (2010). Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold. *Financial Review*, 45(2), 217–229. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6288.2010.00244.x>
- ✓ Buterin, V. (2014). Ethereum: A next-generation smart contract and decentralized application platform. <https://ethereum.org/en/whitepaper>
- ✓ Catalini, C., & de Gortari, A. (2021). On the economic design of stablecoins. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3899499>
- ✓ CoinDesk. (2023). Tether freezes wallets linked to sanctioned entities. <https://www.coindesk.com>
- ✓ Frax Finance. (2022). Frax Protocol: A hybrid algorithmic stablecoin. <https://docs.frax.finance>
- ✓ Hsu, C. C., & Sandford, B. A. (2007). The Delphi technique: Making sense of consensus. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 12(10), 1–8. <https://doi.org/10.7275/pdz9-th90>
- ✓ International Monetary Fund. (2023). Global financial stability report: Central bank digital currencies. <https://www.imf.org/en/Publications/GFSR>
- ✓ Lyons, R. K., & Viswanath-Natraj, G. (2023). What keeps stablecoins stable? *Finance Research Letters*, 51, 103436. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103436>
- ✓ MakerDAO. (2021). The Maker Protocol: MakerDAO's decentralized stablecoin system. <https://makerdao.com/en/whitepaper>
- ✓ Mastercard. (2023). Understanding cryptocurrencies and stablecoins. <https://www.mastercard.com>
- ✓ Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- ✓ People's Bank of China. (2021). Progress of research & development of e-CNY in China. <http://www.pbc.gov.cn/en/3688110/3688172/4157443/index.html>
- ✓ Tether. (2023). Tether reserves report. <https://tether.to/en/transparency>
- ✓ World Gold Council. (2023). Gold market and price trends: Global gold indices. <https://www.gold.org/goldhub/data/gold-prices>