

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت

پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت کسب و کار

شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌های پیاده‌سازی تکنولوژی زنجیره بلوکی مبتنی بر تصمیم‌گیری چندمعیاره

نگارنده: فاطمه اسمعیل نژادتنها

استاد راهنما

دکتر علی اکبر حسنی

تیر ۱۴۰۰



مدیریت تحصیلات تکمیلی

باسمه تعالی

فرمهای ارزشیابی پایان نامه کارشناسی ارشد
مربوط به ورودی های ۹۴ به بعد

شماره: ۱۴-۰۰-۷۰۰-۶
تاریخ: ۱۴-۷-۳
ویرایش:

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای: اسمعیل نژادتنها فاطمه با شماره دانشجویی: ۹۷۰۲۴۸۴ رشته: مدیریت کسب و کار- عملیات و زنجیره تامین تحت عنوان: شناسایی و اولویت بندی چالش های پیاده سازی تکنولوژی زنجیره بلوکی مبتنی بر تصمیم گیری چند معیاره که در تاریخ: ۱۴۰۰-۰۶-۱۷ یا حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار شد به شرح ذیل اعلام می گردد:

الف) درجه عالی: نمره ۱۹-۲۰ ☒			
ب) درجه خیلی خوب: نمره ۱۸-۱۹ ☐			
ج) درجه خوب: نمره ۱۷-۱۸ ☐			
د) درجه متوسط: نمره ۱۵-۱۶ ☐			
ه) کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول و نیاز به دفاع مجدد دارد ☐			
نوع تحقیق: ☒ نظری ☐ عملی			
عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر علی اکبر حسینی		
۲- استاد راهنمای دوم	-		
۳- استاد مشاور	-		
۴- استاد داور اول	دکتر سید محمد حسن حسینی		
۵- استاد داور دوم	دکتر رضا شیخ		
۶- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر عبدالحمید عبدالباقی		

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:

تاریخ و امضاء مهر دانشکده:

روزنامه دانش تحصیلات تکمیلی دانشگاه صنعتی شاهرود
شماره: ۲۴۳۵
تاریخ: ۱۴۰۰/۰۷/۰۳
مکان: دفتر مدیریت تحصیلات تکمیلی

تقدیم اثر

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگان

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان
است به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می
گراید و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند ماحصل آموخته هایم را به آنان
که مهر آسمانی شان آرام بخش آلام زمینی ام است، به روح پدر عزیزم و مادربرزگ فداکارم تقدیم می
کنم.

شکروقدردانی

سپاس و ستایش مر خدای را جل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درفشان. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید. از استاد گرامیم جناب آقای دکتر حسنی بسیار سپاسگذارم چرا که بدون راهنماییهای ایشان تامین این پایان نامه بسیار مشکل مینمود.

تهدنامه

اینجانب فاطمه اسمعیل نژادتنها دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مدیریت کسب و کار دانشکده مدیریت و صنایع دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه شناسایی و اولویت بندی چالش های پیاده سازی تکنولوژی زنجیره بلوکی مبتنی بر تصمیم گیری چندمعیاره تحت راهنمایی جناب آقای دکتر حسنی متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « **Shahrood University of Technology** » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود . استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

زنجیره‌بلوکی به‌عنوان یک فناوری نوپدید با توجه به مزیت‌های معاملات امن و کارآمد و همچنین شفافیت در انجام معاملات در طی سال‌های اخیر مورد استقبال توسعه‌دهندگان دستگاه‌های نرم‌افزاری قرار گرفته است. از این رو شاهد افزایش ضریب نفوذ کاربرد این فناوری در توسعه زیرساخت‌های نرم‌افزاری در سطح سازمان‌ها هستیم. این در حالی است که پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سطح سازمان می‌تواند با چالش‌های متعددی مواجه باشد که تحلیل و ارزیابی آن‌ها نقش بسزایی در کسب موفقیت در اهداف مدنظر سازمان خواهد داشت. اهمیت این مقوله، در کشور ایران با توجه به نوظهور بودن فناوری زنجیره‌بلوکی^۱ دوچندان است. در این مطالعه، به شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سطح سازمان‌های متوسط و بزرگ مبتنی بر رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره پرداخته شده است. با توجه به تعدد چالش‌های تحت ارزیابی و ماهیت کمی و کیفی آن‌ها، از روش بهترین-بدترین فازی جهت اولویت‌بندی چالش‌ها استفاده شده است. شناسایی اولیه چالش‌ها بر اساس یافته‌های ادبیات موضوع است که سپس توسط اجرای یک فرایند دلفی فازی دومرحله‌ای به تائید نهایی خبرگان امر رسیده است. چالش‌های نهایی شناسایی شده با استفاده از روش بهترین-بدترین فازی مورد ارزیابی و اولویت‌بندی قرار گرفته‌اند. نتایج کلیدی تحقیق حاکی از آن است که آسیب‌پذیری قراردادهای هوشمند و اجرای قطعی آن، محدودیت‌های امنیتی، نبود یا کمبود زیرساخت پشتیبانی مناسب، از دست دادن کلید خصوصی (در زمینه بیت کوین)، نیاز به ذخیره‌سازی کپی کامل تمام معاملات در زنجیره‌بلوکی، عامل دسترسی، آمادگی سازمانی در پذیرش زنجیره‌بلوکی، کمبود نیروی کار ماهر و مسائلی که با مسئولیت‌پذیری ارتباط دارند، از مهم‌ترین چالش‌ها هستند.

کلمات کلیدی: زنجیره‌بلوکی، چالش‌های پیاده‌سازی، دلفی فازی، بهترین-بدترین فازی

^۱ Blockchain Technology

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

۱-

۲-

فهرست مطالب

فصل ۱: کلیات پژوهش	۱
مقدمه	۲
۱-۲ بیان مسئله	۳
۱-۳ اهمیت و ضرورت تحقیق	۶
۱-۴ اهداف تحقیق	۸
۱-۵ سوالات تحقیق	۸
۱-۶ کاربرد نتایج تحقیق	۸
۱-۷ روش تحقیق	۹
۱-۷-۱ نوع تحقیق	۱۳
۱-۷-۲ قلمرو زمانی	۱۳
۱-۷-۳ قلمرو مکانی	۱۴
۱-۷-۴ روش و ابزار گردآوری اطلاعات	۱۴
۱-۷-۵ تکنیک‌های انجام تحقیق	۱۴
۱-۸ تعاریف و اصطلاحات پایه	۱۵
فصل ۲: مرور ادبیات و پیشینه پژوهش	۱۷
۲-۱ مقدمه	۱۸
۲-۲ معرفی زنجیره‌بلوکی	۱۹
۲-۳ چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی	۳۲
۲-۴ روشهای ارزیابی چالشهای پیاده‌سازی یک فناوری نوین	۴۹
۲-۵ تحلیل چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی	۶۰
۲-۶ پیشینه تحقیق	۶۹
۲-۷ جمع‌بندی ادبیات موضوع	۷۴
فصل ۳: روش پژوهش	۸۳
۳-۱ مقدمه	۸۴
۳-۲ فرایند اجرای پژوهش	۸۴
۳-۳ جامعه آماری	۸۵
۳-۴ روش گردآوری اطلاعات	۸۷

۵-۳	روش تجزیه و تحلیل اطلاعات	۸۷
۱-۵-۳	تکنیک دلفی فازی	۸۸
۲-۵-۳	روش بهترین-بدترین فازی	۹۰
فصل ۴:	تجزیه و تحلیل داده‌ها	۹۵
۱-۴	مقدمه	۹۶
۲-۴	شناسایی چالش‌ها مبتنی بر روش دلفی فازی	۹۶
۳-۴	ارزیابی معیارها با روش دلفی فازی	۹۹
۴-۴	اولویت‌بندی نهایی چالش‌ها با استفاده از روش بهترین-بدترین فازی	۱۰۴
۵-۴	جمع‌بندی	۱۱۱
فصل ۵:	نتیجه‌گیری و پیشنهادها	۱۱۳
۱-۵	مقدمه	۱۱۴
۲-۵	نتایج کلیدی پژوهش	۱۱۴
۳-۵	پیشنهادها کاربردی	۱۱۵
۴-۵	پیشنهادها برای مطالعات آتی	۱۱۸
۵-۵	محدودیت‌های پژوهش	۱۱۸
	منابع	۱۱۹
	پیوست ۱	۱۲۵
	پیوست ۲	۱۲۶

فهرست جداول

جدول ۱-۱	عبارات زبانی و اعداد دلفی فازی (مارتینز و کایل، ۲۰۱۱).....	۱۱
جدول ۱-۲	طبقه‌بندی دیگری برای زنجیره‌بلوکی بر اساس دسترسی به داده‌ها.....	۳۱
جدول ۲-۲	سطوح زنجیره‌بلوکی.....	۳۱
جدول ۲-۳	مروری بر چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سازمان.....	۷۳
جدول ۲-۴	چالش‌های شناسایی شده برای پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی (فنی).....	۷۴
جدول ۲-۵	چالش‌های شناسایی شده برای پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی (فردی-اجتماعی و سازمانی).....	۷۶
جدول ۲-۶	چالش‌های شناسایی شده برای پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی (حقوقی).....	۷۷
جدول ۲-۷	چالش‌های شناسایی شده برای پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی (مالی).....	۷۷
جدول ۲-۸	چالش‌های شناسایی شده برای پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی (محیط زیستی).....	۷۸
جدول ۲-۹	مرور ادبیات موضوع ارزیابی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سازمان.....	۷۹
ادامه جدول ۲-۹	مرور ادبیات موضوع ارزیابی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سازمان.....	۸۰
ادامه جدول ۲-۹	مرور ادبیات موضوع ارزیابی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سازمان.....	۸۱
جدول ۳-۱	معرفی خبرگان حاضر در مطالعه.....	۸۶
جدول ۳-۲	عبارات زبانی و اعداد دلفی فازی (مارتینز و کایل، ۲۰۱۱).....	۸۹
جدول ۳-۳	شاخص‌های ناسازگاری با استفاده از روش بهترین-بدترین.....	۹۲
جدول ۳-۴	مقایسات زوجی کارشناسان برای ورودی‌ها.....	۹۳
جدول ۴-۱	چالش‌های نهایی شناسایی شده مستخرج از روش دلفی (چالش فنی).....	۹۷
جدول ۴-۲	چالش‌های نهایی شناسایی شده مستخرج از روش دلفی (چالش فردی-اجتماعی-سازمانی).....	۹۸
جدول ۴-۳	چالش‌های نهایی شناسایی شده مستخرج از روش دلفی (حقوقی).....	۹۸
جدول ۴-۴	چالش‌های نهایی شناسایی شده مستخرج از روش دلفی (مالی).....	۹۸
جدول ۴-۵	چالش‌های نهایی شناسایی شده مستخرج از روش دلفی (محیط زیست).....	۹۹
جدول ۴-۶	فازی سازی طیف لیکرت در ارزیابی روش دلفی.....	۹۹
جدول ۴-۷	نظرات خبرگان پیرامون چالش‌های فنی-مرحله اول.....	۱۰۰
جدول ۴-۸	نظرات خبرگان پیرامون چالش‌های فردی/اجتماعی/سازمانی -مرحله اول.....	۱۰۱
جدول ۴-۹	نظرات خبرگان پیرامون چالش‌های حقوقی -مرحله اول.....	۱۰۱
جدول ۴-۱۰	نظرات خبرگان پیرامون چالش‌های مالی -مرحله اول.....	۱۰۲
جدول ۴-۱۱	نظرات خبرگان پیرامون چالش‌های محیط زیست -مرحله اول.....	۱۰۲
جدول ۴-۱۲	اولویت و رتبه‌بندی نهایی چالش‌ها.....	۱۰۳
جدول ۴-۱۳	نمایش متغیرهای زبانی بر حسب اعداد فازی مثلی در روش بهترین-بدترین فازی.....	۱۰۴

جدول ۴-۱۴	ارزیابی بهترین چالش نسبت به دیگر چالش‌ها	۱۰۵
جدول ۴-۱۵	ارزیابی هر چالش نسبت به بدترین چالش	۱۰۶
جدول ۴-۱۶	اولویت‌بندی نهایی چالش‌ها	۱۰۷
جدول ۴-۱۷	اولویت‌بندی نهایی چالش‌ها (ادامه جدول ۴-۱۶)	۱۰۸
جدول پ ۱-۱	پرسشنامه ۱	۱۲۵
جدول پ ۲-۲	پرسشنامه ۲	۱۲۶

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱ گام‌های کلی روش تحقیق در مطالعه حاضر ۹
- شکل ۲-۱ نمای کلی از فرایند تحلیل در مطالعه حاضر ۱۴
- شکل ۱-۲ توالی مقادیر هش ها در زنجیره‌بلوکی ۲۸
- شکل ۲-۲ فرآیند امضا کردن در زنجیره‌بلوکی ۲۸
- شکل ۳-۲ فرآیند تأیید در زنجیره‌بلوکی ۲۹
- شکل ۴-۲ فرآیندهای امضا و تأیید ۲۹
- شکل ۵-۲ ساختار زنجیره‌بلوکی ۳۰
- شکل ۱-۳ فرآیند کلی پژوهش ۸۴

فصل ۱: کلیات پژوهش

مقدمه

زنجیره‌بلوکی به‌طور کلی به‌عنوان دفتر عمومی معاملات آنلاین که در شبکه‌های همتا به همتا انجام می‌شود، تعریف می‌شود. همچنین، کلیه معاملات انجام‌شده در این دفتر عمومی توسط اکثر شرکت‌کنندگان تأیید می‌شود. زنجیره‌بلوکی رویکرد متفاوتی در اشتراک و مدیریت داده‌ها به وجود آورده است. این راه‌حل برای تعدادی از مشکلات است که دنیای دیجیتال از مدت‌ها قبل با آن روبرو بوده است. فناوری زنجیره‌بلوکی برای تغییر دادن تعدادی از صنایع مانند صنایع مالی و غیرمالی بسیار کارآمد است (شیخ و لاشاری^۱، ۲۰۱۷).

اجرای موفق سیستم زنجیره‌بلوکی در یک سازمان، تمام فرایندهای آن سازمان را تحت تأثیر قرار داده و با توجه به مزیت‌های بالا رفتن دقت در عملکرد با حذف نیروی انسانی در روند تأیید، کاهش در هزینه‌ها با حذف واسطه یا شخص ثالث در روند تأیید، عدم تمرکز که دست‌کاری و تغییر در اطلاعات را تا حد خوبی غیرممکن می‌سازد، تراکنش و معاملات ایمن و کارآمد هستند و در نهایت شفافیت در تراکنش‌ها منجر به افزایش راندمان و بهره‌وری کلی در سازمان می‌شود؛ اما سازمان‌ها در طی فرایند پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی به‌عنوان یک فناوری جدید، با مشکلات و موانعی مواجه هستند که آن‌ها را از رسیدن به اهداف مطلوب این سیستم باز می‌دارد. به‌عبارت دیگر، پیاده‌سازی فناوری زنجیره‌بلوکی در سازمان همراه با چالش‌های متعدد و پیچیده‌ای خواهد بود.

با توجه به چالش‌های متعدد در پیش روی پیاده‌سازی فناوری زنجیره‌بلوکی، اولویت‌بندی این چالش‌ها برای سازمان از جنبه استفاده صحیح و سریع در جهت سرعت بخشی دستیابی به اهداف سازمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این در حالی است که برخی از این چالش‌ها همچون مهارت‌های تخصصی جهت توسعه زنجیره‌بلوکی و زیرساخت‌های آن، دشواری جایگزینی سیستم سنتی با سیستم جدید،

¹ Shaikh & Lashari

پیچیدگی قوانین به کارگیری زنجیره‌بلوکی، مسائل محیط زیستی و موارد مشابه دیگر ماهیت کیفی داشته که ارزیابی نهایی آن‌ها را با دشواری فراهم خواهد ساخت. چالش‌هایی که درجه اهمیت بالاتری دارند، اثر محدودکنندگی بیشتری در پیاده‌سازی موفق و کارای فناوری در سازمان‌ها خواهند داشت؛ بنابراین برای استفاده بهتر و سهولت در پیاده‌سازی فناوری زنجیره‌بلوکی و افزایش درصد موفقیت سازمان، شناسایی و رفع این چالش‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اهمیت این مقوله، در کشور ایران با توجه به نوظهور بودن آن نیز دوچندان است. جدید بودن معرفی این فناوری در کشور ایران سبب خواهد شد تا فرایند شناسایی و ارزیابی چالش‌ها به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات مناسب با دشواری‌های فراوانی مواجه شود. از این‌رو شناسایی مطلوب و اولویت‌بندی کارای این چالش‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار است. در مطالعه حاضر جهت شناسایی چالش‌ها ابتدا به بررسی ادبیات موضوع پرداخته شده است و سپس یافته‌های حاصل از ادبیات با استفاده از روش دلفی فازی دومرحله‌ای به تأیید خبرگان رسیده است. نتایج حاصل از روش دلفی، با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین-بدترین فازی ارزیابی شده است. دلیل استفاده از رویکرد فازی عدم قطعیت حاضر در ارزیابی ارجحیت چالش‌ها برای اولویت‌بندی آن‌ها است. مواجهه با سطح بالایی از ابهامات و عدم قطعیت‌های ممکن ذاتی حاضر در فضای تصمیم‌گیری و از سوی دیگر مواجهه با ناسازگاری و ارزیابی ناقص در دریافت نظرات و قضاوت‌های خبرگان در فرایند تصمیم‌گیری، سبب شده است تا نظریه مجموعه فازی و در پی آن منطق فازی توسعه داده شده به صورت یک فن کارا و اثربخش در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره به کار گرفته شود.

۱-۲ بیان مسئله

امروزه سازمان‌ها در محیطی فعالیت می‌کنند که پیوسته در حال تغییر است. در این چشم‌انداز، سازمان‌ها باید کاملاً انطباق پذیر باشند تا بتوانند در این شرایط رقابتی، باقی بمانند. عامل بسیار مهمی که سازمان‌ها را از هم متمایز می‌کند، میزان به کارگیری فناوری اطلاعات در فعالیت‌های سازمانی است. این اعتقاد وجود دارد که فناوری اطلاعات می‌تواند کارایی فعالیت‌های سازمانی را به طور چشمگیری افزایش دهد. علاوه بر

آن، در بیشتر سازمان‌ها زمانی فرا خواهد رسید که افزایش حجم کار، فروش یا نگهداری حساب‌ها؛ استفاده از فناوری‌های جدید اطلاعات را به الزامی حیاتی تبدیل نماید تا به مدیریت بهتر فرایندها و نیروی انسانی کمک کند. علاوه بر عوامل کلانی همچون عوامل اقتصادی، سیاسی و فرهنگی؛ که بر پیاده‌سازی و کاربرد موفقیت‌آمیز فناوری اطلاعات مؤثر هستند؛ عوامل دیگری همچون زمان، نیروی انسانی، تأمین مالی و نوع فناوری انتخاب‌شده نیز نقش مهمی ایفا می‌کنند.

هدف از پیاده‌سازی فناوری اطلاعات جدید در یک سازمان سنتی می‌تواند تبدیل آن به انواع دیگر سازمان‌ها در جهت رشد پویایی و حفظ موقعیت در فضای رقابتی موجود و درنهایت توسعه‌سازمانی باشد. موارد فراوانی وجود دارد که باید در زمره عوامل مؤثر در پیاده‌سازی فناوری نوین موردتوجه قرار گیرند. برای نمونه، انعطاف‌پذیری یک عامل مهم در فرآیند پیاده‌سازی فناوری نوین است. از سوی دیگر، اگر برخی مراحل پروژه طبق انتظار پیش نرود، گروه کاری نیازمند زمان برای رفع مشکل و پیدا کردن راه‌حل خواهد بود. این راه‌حل‌ها می‌تواند نیاز به نصب سخت‌افزارهای جدید یا آموزش فوق‌العاده به کارکنان باشد. از این‌رو، پیاده‌سازی فناوری جدید با چالش‌های متعددی در سازمان همراه خواهد بود که شناسایی و تحلیل آن‌ها نقش بسیار مهمی در فرایند موفق استقرار فناوری جدید و عملکرد حاصل از آن خواهد داشت.

زنجیره‌بلوکی به‌عنوان یک فناوری نوظهور در عرضه فناوری اطلاعات است که امروزه بسیار موردتوجه سازمان‌ها قرار گرفته است. این فناوری نیز همانند همه فناوری‌های جدید با چالش‌های متعددی در فرایند استقرار در یک سازمان نیز همراه است. سازمان‌ها باید در زمان پیاده‌سازی و حتی قبل از آن، با چالش‌های پیشرو آشنا بوده و آگاهی کاملی از آن‌ها داشته باشند.

فناوری‌های جدید شامل مواردی است که می‌تواند پیاده‌سازی این فناوری را با چالش روبرو کند، برای مثال، پیاده‌سازی فناوری‌های جدید اطلاعاتی، به معنای تغییر در فرآیندهای سازمان است و از صدر تا ذیل سازمان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین اغلب پیاده‌سازی‌ها منجر به تغییراتی می‌شوند که مشتریان را هم متأثر خواهد نمود. یک پیاده‌سازی موفق، نیاز به راهبردهای شفاف دارد که همه در سازمان با آن‌ها

آشنا باشند. از طرفی انتظارات زیاد از پیاده‌سازی فناوری‌های جدید اطلاعاتی، از جمله در زمینه بهبودهای سریع و فوق‌العاده در بهره‌وری یا کارایی، می‌تواند ادامه اجرای آن‌ها را با مانع روبرو سازد و باعث ایجاد چالش شود.

از جمله این چالش‌ها که در برخی از مطالعات مورد بررسی قرار گرفته است. برای مثال چالش مقیاس‌پذیری منظور از این چالش عدم تطابق با میزان تقاضا است (ابراموا و بوهمه^۱، ۲۰۱۶). هزینه یکپارچه‌سازی یک چالش مهم دیگر است که این هزینه شامل زمان و پول می‌شود و الزامات زیرساخت تغییر می‌یابد. چالش دیگر، مصرف انرژی بالا است که زنجیره‌بلوکی برای اعتبارسنجی تراکنش با مکانیسم اثبات کار^۲، کار می‌کند. اثبات کار برای اعتبارسنجی تراکنش‌ها به محاسبات ریاضی بیش‌ازحد پیچیده نیاز دارد. برای محاسبه برق رایانه‌هایی که این کار را انجام می‌دهند، نیاز به انرژی زیادی دارد (موا، ۲۰۱۸)^۳.

همان‌طور که بیان گردید، پیاده‌سازی فناوری نوظهوری همچون زنجیره‌بلوکی از دیدگاه سازمان می‌تواند با چالش‌های متعددی همراه باشد. این در حالی است که شناسایی و تعریف دقیق این چالش‌ها با توجه به ابعاد فناورانه موضوع و ویژگی‌های خاص هر سازمان نیز خود با دشواری‌های متعددی همراه است. از این‌رو می‌بایست بستری فراهم گردد تا با دریافت منطقی و تجمیع مناسب نظرات خبرگان، اقدام به شناسایی و تأیید نهایی چالش‌های پیاده‌سازی فناوری مدنظر در سطح سازمان شود. برای این منظور در مطالعه حاضر از رویکرد دلفی ۲ مرحله‌ای فازی استفاده شده است. دلیل استفاده از تکنیک دلفی فازی این است که است که این‌رو راهکاری برای ایجاد یک فرآیند ارتباط گروهی است، به‌طوری‌که این فرآیند به گروهی که شامل اجزای جداگانه و مستقل است، اجازه می‌دهد که در حل مسائل پیچیده شرکت کنند. زمانی که بنا باشد درباره اتفاق نظر یک جمع صاحب‌نظر در یک موضوع خاص به بررسی پرداخته شود، از روش دلفی استفاده می‌شود. لازم به ذکر است با توجه به ماهیت کیفی چالش‌ها در فرایند ارزیابی، از تکنیک فازی در

¹ Abramova & Böhme

² Proof of work (PoW)

³ Meva

تحلیل نظرات خبرگان استفاده‌شده است. خروجی فرایند دلفی فازی، مجموعه‌ای از چالش‌های شناسایی‌شده برای استقرار زنجیره‌بلوکی در سازمان است.

با توجه به محدودیت در منابع سازمانی و نیاز به اتخاذ رویکرد جامع جهت پیاده‌سازی موفق زنجیره‌بلوکی به‌عنوان یک فناوری جدید در سطح سازمان، نیاز به اولویت‌بندی چالش‌های شناسایی‌شده خواهد بود. برای این منظور، از رویکرد بهترین-بدترین یکی از جدیدترین و کاراترین فن‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که به‌منظور وزن دهی عوامل و معیارهای تصمیم‌گیری استفاده‌شده است. در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ازجمله روش تحلیل سلسله مراتبی شاخص‌ها و معیارهای و زیر معیارهای تصمیم‌گیری را می‌توان توسط مقایسه‌های زوجی و تحلیل نظرات خبرگان رتبه‌بندی نمود و آن‌ها را از ارجح‌ترین و بااهمیت‌ترین به کم‌اهمیت‌ترین مرتب نمود؛ اما در روش بهترین-بدترین، مجموعه بهترین و بدترین شاخص‌ها (چالش‌های استقرار زنجیره‌بلوکی) توسط تصمیم‌گیرنده مشخص می‌شود و سپس مقایسه زوجی بین هر کدام از این دو شاخص که بهترین و بدترین هستند، با دیگر چالش‌های استقرار زنجیره‌بلوکی صورت می‌گیرد. آنگاه مسئله تبدیل به یک مسئله برنامه‌ریزی خطی می‌شود بدین گونه که وزن چالش‌های استقرار زنجیره‌بلوکی به صورتی به دست آید که تفاوت‌های مطلق اوزان حداقل گردد.

۱-۳ اهمیت و ضرورت تحقیق

زنجیره‌بلوکی اکنون در حوزه‌های بسیار متنوع و گسترده‌ای همچون توسعه اینترنت اشیا، دسترسی در لحظه به اطلاعات مربوط به عملیات در حال انجام، هوشمند سازی فرایند و موارد متعدد دیگر به کار گرفته‌شده است. دامنه کاربرد این فناوری نیز بسیار گسترده و شامل مواردی همچون خدمات بهداشتی، قراردادهای هوشمند، خدمات مالی، بیمه، زنجیره تأمین‌ها و بسیاری از موارد مشابه دیگر است. استفاده از زنجیره‌بلوکی تأثیر شگرفی بر امنیت داده‌ها و همچنین حذف واسطه‌ها در انجام عملیات (تراکنش‌ها) داشته

است (هاسلگرن و همکاران^۱، ۲۰۱۹). همچنین فناوری‌های دفتر کل توزیع‌شده^۲، مانند زنجیره‌بلوکی، توانایی تغییر شکل دادن در بازارهای مالی را دارند.

شناخت و بررسی چالش‌های به‌کارگیری فناوری زنجیره بلوکی از آن‌رو حایز اهمیت است که ما می‌توانیم از این تکنولوژی در مدیریت طیف گسترده‌ای از زنجیره‌های تأمین خدمات و کالا استفاده نماییم، چرا که این فناوری قادر است، تأمین‌کنندگان، توزیع‌کنندگان، تولیدکنندگان و خرده‌فروشان را در یک اکوسیستم واحد که در آن همه طرف‌ها به داده‌های یکسانی دسترسی دارند متصل کند. از این‌رو تاثیر بسزایی بر کارایی پیاده‌سازی و استقرار این فناوری در سطح سازمان خواهد داشت؛ به عبارت دیگر، شناخت و اولویت‌بندی چالش‌های این فناوری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار دارد؛ زیرا با توجه به محدودیت منابع در سطح سازمان و الزامات کیفیتی استقرار این فناوری در راستای دستیابی به اهداف مدنظر، اولویت‌بندی چالش‌ها می‌تواند تسهیل‌کننده فرایند استقرار این فناوری در سطح سازمان با یک ریسک مدیریت‌شده باشد، مانند فرآیند مشابه در مدیریت ریسک استقرار ERP که یک فناوری نوین محسوب می‌شود.

درنهایت، شناسایی و ارزیابی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره بلوکی را می‌توان در راستای اقدامات مدیریت ریسک مرتبط با استقرار این فناوری در سطح سازمان دانست. برخی از مهم‌ترین چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره بلوکی در سطح سازمان که در ادبیات موضوع مورد بررسی قرار گرفته‌اند عبارتند از: ۱- ظرفیت ذخیره‌سازی و مقیاس‌پذیری ۲- نشت حریم خصوصی ۳- هزینه پایداری بالا ۴- توان عملیاتی گره‌ها ۵- مساله تاخیر ۶- عدم مهارت کاربران (ژائو و همکاران^۳، ۲۰۱۸).

بر طبق یافته‌های این مطالعه مهم‌ترین چالش‌ها عبارتند از آسیب‌پذیری قراردادهای هوشمند و اجرای قطعی آن، محدودیت‌های امنیتی، نبود یا کمبود زیرساخت پشتیبانی مناسب، از دست دادن کلید خصوصی (در زمینه بیت کوین)، نیاز به ذخیره‌سازی کپی کامل تمام معاملات در زنجیره بلوکی، عامل دسترسی،

¹ Hasselgren et. al.

² Distributed ledger Technologies (DLT)

³ Zhao et al

آمادگی سازمانی در پذیرش زنجیره بلوکی، کمبود نیروی کار ماهر و مسائلی که با مسئولیت‌پذیری ارتباط دارند.

۴-۱ اهداف تحقیق

اهداف کلیدی مطالعه حاضر عبارت است از:

- شناسایی چالش‌های پیاده‌سازی فناوری زنجیره‌بلوکی در سازمان
- ارزیابی و اولویت‌بندی چالش‌های زنجیره‌بلوکی با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره فازی

۵-۱ سوالات تحقیق

سؤالات اصلی مطالعه حاضر عبارت است از:

- کدام چالش‌ها در برابر پیاده‌سازی موفق زنجیره‌بلوکی در سطح سازمان مورد مطالعه قرار خواهند داشت؟

- اولویت‌بندی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سطح سازمان چگونه است؟

سؤالات فرعی مطالعه حاضر عبارت است از:

- چگونه می‌توان با استفاده از روش دلفی فازی اقدام به شناسایی چالش‌های موردنظر نمود؟
- چگونه می‌توان با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین-بدترین فازی اقدام به اولویت‌بندی چالش‌ها نمود؟

۶-۱ کاربرد نتایج تحقیق

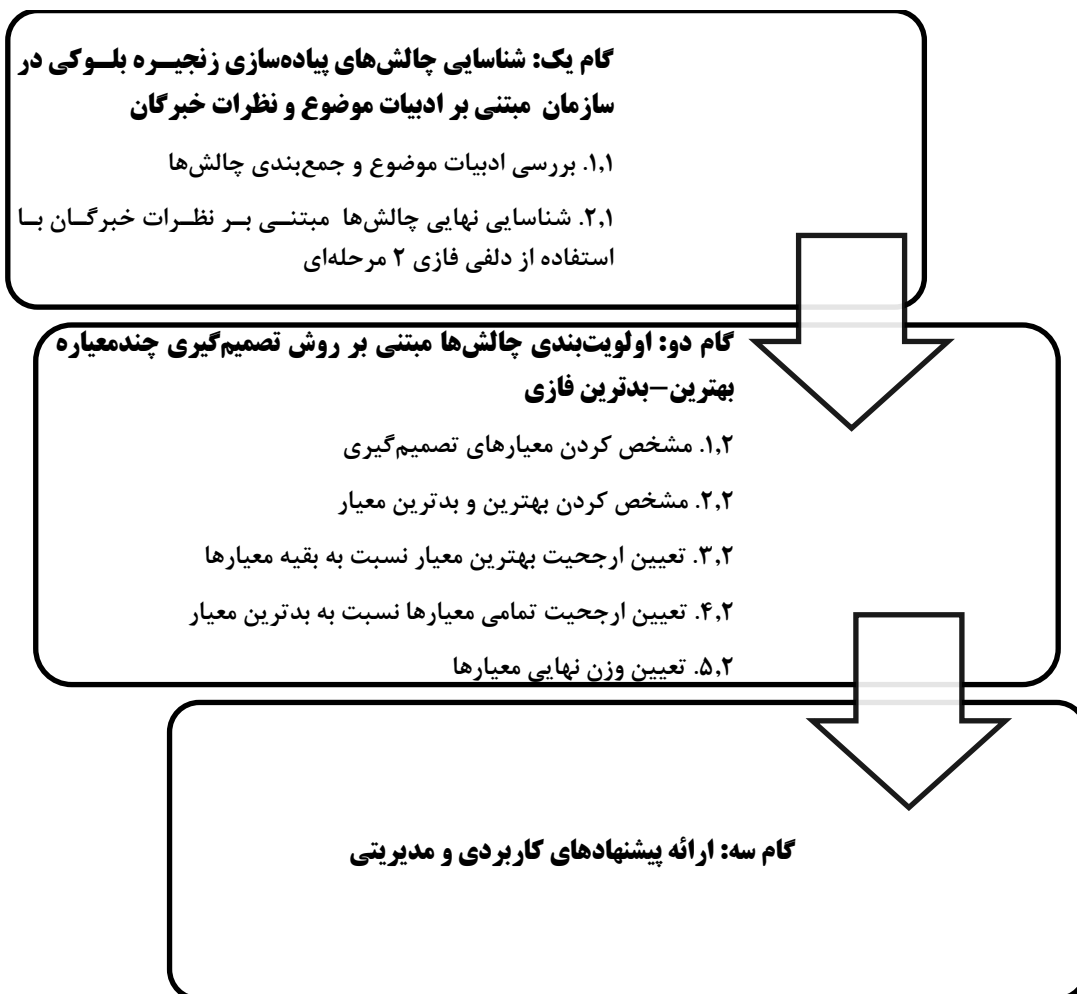
در این مطالعه چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سطح سازمان‌ها بررسی و سپس در دامنه مورد مطالعه این چالش‌ها با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره اولویت‌بندی شده است. مورد مطالعه در این تحقیق عبارت است از سازمان‌های متوسط و بزرگ که با فناوری زنجیره‌بلوکی برای نخستین بار

مواجه می‌شوند. از این‌رو، نتایج این مطالعه می‌تواند برای سازمان‌های همگون مورد استفاده قرار گیرد که برخی از مهم‌ترین این نتایج عبارت است از:

- ارائه یک دسته‌بندی جامع از چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سازمان
- ارائه یک روش ارزیابی جهت اولویت‌بندی چالش‌های کمی و کیفی پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سازمان مبتنی بر روش تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی

۷-۱ روش تحقیق

روش کلی تحقیق در مطالعه حاضر باهدف شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱-۱ گام‌های کلی روش تحقیق در مطالعه حاضر

گام ۱: شناسایی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی

در این مرحله نیاز است تا مجموعه‌ای جامع از چالش‌های حاضر در مسیر پیاده‌سازی و به‌کارگیری فناوری زنجیره‌بلوکی در سطح سازمان شناسایی و موردبررسی قرار گیرند. با توجه به نوین بودن فناوری مذکور در سطح کشور ایران و قرار داشتن آن در مرحله معرفی، ابتدا مجموعه‌ای از چالش‌ها مبتنی بر ادبیات موضوع که حاصل بررسی و مطالعات انجام‌شده در دیگر کشورها خواهند بود، گردآوری و تحلیل خواهند شد. سپس، این نتایج به جامعه خبرگان تحقیق ارائه می‌شود تا مورد ارزیابی و اعتبارسنجی از منظر قابلیت تعمیم به فضای مدیریت سازمان‌ها در کشور ایران قرار گیرد. برای این منظور، از رویکرد دلفی فازی دومرحله‌ای بهره گرفته خواهد شد. در ادامه، روش دلفی فازی مورد استفاده به‌صورت اجمالی معرفی شده است.

جهت پاسخگویی به شناسایی چالش‌ها از رویکرد روش دلفی فازی دومرحله‌ای استفاده شده است. ازجمله مزایای روش دلفی می‌توان به شناسایی مقولات مورد جستجو به‌صورت کارا اشاره کرد. همچنین با استفاده گسترده از نظرات دریافت شده در یک فضا با حداقل همبستگی مابین نظرات، قادر به جمع‌آوری نظرات به‌خصوص در موارد عدم وضوح و کمبود شواهد تجربی است. انعطاف‌پذیری زیاد رویکرد، کاربرد در حوزه‌های کاری مختلف و امکان استفاده در سطح جغرافیایی وسیع، عدم نیاز به آموزش مصاحبه‌گران، گمنامی، ارائه بحث‌های باز، شناسایی و فهم زیربنای موضوع ازجمله دیگر مزایای دلفی است. از دیگر فواید کسب اجماع در گروه‌های مخالف، اعتبار محتوی و طراحی برنامه‌ها با حمایت نسبی شرکت‌کنندگان است. به‌خصوص عدم نفوذ عقاید و شخصیت افراد خاص در نظرات گروه، آزادی از هرگونه فشار، تسهیل درستکاری اعضای پنل و ارائه دید بی‌طرفانه همراه با صداقت در بیان ایده‌ها و گزینه‌ها امکان‌پذیر است. همچنین بازخورد بین راندها محرک ایده‌های جدید و موجب گسترش دانش شده که خود موجب نوآوری بیش‌تر و آموزش شرکت‌کنندگان می‌گردد. این تکنیک از هدر رفتن زمان و

انرژی برای تصمیمات نامربوط یا مغرضانه جلوگیری می کند چراکه پیش بینی های دلفی با یک روش تحلیلی و نظام دار صورت می گیرد.

- دریافت اولیه نظرات خبرگان: در این گام بعد از شناسایی چالش های مدنظر، گروه تصمیم گیری متشکل از خبرگان مرتبط با موضوع پژوهش تشکیل شده و پرسشنامه ها به منظور تعیین مرتبط بودن چالش های شناسایی شده با موضوع اصلی پژوهش و غربالگری برای آن ها ارسال می شود که در آن متغیرهای زبانی نمایش داده شده در جدول ۱، برای بیان اهمیت هر شاخص به کار می روند. در این پژوهش از اعداد فازی مثلثی استفاده شده است.

جدول ۱-۱ عبارات زبانی و اعداد دلفی فازی (مارتینز و کایل، ۲۰۱۱)

عبارات زبانی	اعداد فازی مثلثی
خیلی کم	(۰, ۰, ۰/۲۵)
کم	(۰, ۰/۲۵, ۰/۵)
متوسط	(۰/۲۵, ۰/۵, ۰/۷۵)
زیاد	(۰/۵, ۰/۷۵, ۱)
خیلی زیاد	(۰/۷۵, ۱, ۱)

- تائید و غربالگری چالش ها: این کار از طریق مقایسه مقدار ارزش اکتسابی هر شاخص با مقدار آستانه صورت می پذیرد. مقدار آستانه از چند طریق محاسبه می شود که اصولاً مقدار ۰/۷ به عنوان مقدار آستانه در نظر گرفته شده است. برای این کار ابتدا باید مقادیر فازی مثلثی نظرهای خبرگان محاسبه شده سپس برای محاسبه میانگین نظرات تمامی پاسخ دهندگان (n نفر)، میانگین فازی آن ها محاسبه شود.

۱. روش دلفی فازی

روش دلفی برای نخستین بار توسط دالکی و هلمر^۱ در سال ۱۹۶۳ ارائه شد. این تکنیک روشی پیمایشی مبتنی بر نظرهای متخصصان است و سه خصوصیت اصلی دارد که بدین شرح: پاسخ بی نام،

¹ Dulky and Helmer

تکرار و بازخورد کنترل شده و در نهایت پاسخ گروهی آماری است. این تکنیک روشی نظام مند به منظور جمع آوری و هماهنگی قضاوت های آگاهانه گروهی از متخصصان درباره سؤال یا موضوعی خاصی است. در بسیاری از موقعیت های واقعی، قضاوت متخصصان نمی تواند به صورت اعداد کمی قطعی بیان و تفسیر شود؛ به عبارت دیگر داده ها و اعداد قطعی به منظور مدل کردن سیستم های دنیای واقعی به علت ابهام و عدم قطعیت موجود در قضاوت تصمیم گیرندگان ناکافی است. در این راستا به منظور غلبه بر این مشکل که به وسیله لطفی زاده^۱ در سال ۱۹۶۵ «نظریه مجموعه های فازی» ارائه شد، ابزار مناسبی برای مقابله با ابهام و عدم قطعیت موجود در فرآیند تصمیم گیری است؛ بنابراین در این پژوهش از روش دلفی فازی به منظور تأیید و غربالگری شاخص های شناسایی شده استفاده شده است. در روش دلفی، از آنجایی که پیش بینی های ارائه شده توسط افراد خبره در قالب اعداد قطعی بیان می گردند و آن را از دنیای واقعی دور می سازد؛ و همچنین افراد خبره از توانایی های ذهنی خود برای پیش بینی استفاده می نمایند و این نشان می دهد که عدم قطعیت حاکم بر این شرایط از نوع امکانی است و نه احتمالی. امکانی بودن عدم قطعیت سازگاری با مجموعه های فازی دارد (بوزون و همکاران، ۲۰۱۶).

گام دوم: اولویت بندی چالش ها مبتنی بر روش تصمیم گیری چند معیاره بهترین-بدترین

جهت اولویت بندی نهایی چالش ها از روش تصمیم گیری چند معیاره فازی گروهی مبتنی بر روش بهترین-بدترین استفاده شده است. مزیت روش مذکور در لحاظ نمودن عدم قطعیت حاضر در فرایند ارزیابی توسط مجموعه خبرگان به واسطه ماهیت کیفی و ناشناخته معیارهای تصمیم گیری و لحاظ نمودن آن در قالب مجموعه مقایسات زوجی کارا مبتنی بر روش بهترین-بدترین است.

۲. روش تصمیم گیری چند معیاره

¹ Lotfi zadeh

در این گام از تکنیک توسعه‌یافته بهترین-بدترین فازی بهره گرفته خواهد شد. در طی سال‌های اخیر، تکنیک نوین بهترین-بدترین مورد استقبال محققان در مطالعات گسترده‌ای واقع شده است که حاکی از کارایی روش مذکور به عنوان یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره است (رضایی^۱، ۲۰۱۵). در این روش، ابتدا بهترین و بدترین معیارهای تصمیم‌گیری توسط تصمیم‌گیرنده مشخص می‌شود و سپس مقایسه زوجی بین هر کدام از این دو شاخص که بهترین و بدترین هستند، با دیگر شاخص‌ها صورت می‌گیرد. آنگاه مسئله تبدیل به یک مسئله برنامه‌ریزی خطی می‌شود بدین گونه که وزن شاخص‌ها به صورتی به دست آید که تفاوت‌های مطلق اوزان حداقل گردد. لازم به ذکر است که این اقدام در کل سلسله‌مراتب ایجاد شده مابین معیارهای ارزیابی مدنظر که همان چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی است انجام خواهد شد. در این سلسله‌مراتب در سطح بالا مجموعه چالش‌های عمده شامل سازمانی، فردی و فناوری قرار خواهند داشت. در سطح دوم نیز، زیرمعیارها برای هر کدام از دسته‌های مطرح شده قرار می‌گیرند (رضایی، ۲۰۱۵).

گام سوم: ارائه پیشنهاد‌های کاربردی و مدیریتی

درنهایت، مبتنی بر نتایج کلیدی تحقیق، مجموعه پیشنهاد‌های مدیریتی جهت پیاده‌سازی فناوری زنجیره‌بلوکی در سازمان با در نظر گرفتن چالش‌های ممکن و اولویت‌های آن‌ها پیشنهاد خواهد شد.

۱-۷-۱ نوع تحقیق

تحقیق حاضر از نوع تحقیق نظری و کاربردی است.

۱-۷-۲ قلمرو زمانی

بازه زمانی تحقیق برای سال ۱۳۹۹ تعریف شده است.

¹ Rezaei

۳-۷-۱ قلمرو مکانی

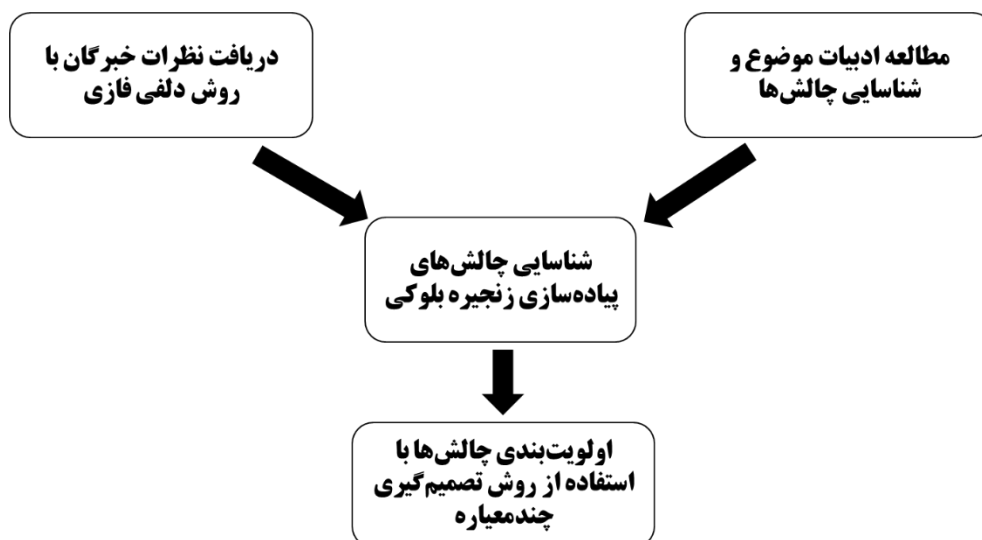
قلمرو مکانی تحقیق با توجه به دسترسی به جامعه خبرگان برای سازمان‌های متوسط و بزرگ متقاضی پیاده‌سازی فناوری زنجیره‌بلوکی تعیین شده است.

۴-۷-۱ روش و ابزار گردآوری اطلاعات

بدین صورت است که شناسایی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و دریافت نظرات خبرگان مبتنی بر روش دلفی فازی انجام شده است.

۵-۷-۱ تکنیک‌های انجام تحقیق

روش تحلیل در مطالعه حاضر بر مبنای روش تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر بهترین-بدترین فازی است. ورودی روش حاضر عبارت است از چالش‌ها و نظرات خبرگان (ترجیحات بیان شده) پیرامون اهمیت هر یک و درنهایت خروجی روش حاضر عبارت است از اولویت‌بندی چالش‌ها (شکل ۲-۱).



شکل ۲-۱ نمای کلی از فرایند تحلیل در مطالعه حاضر

۸-۱ تعاریف و اصطلاحات پایه

- زنجیره بلوکی: زنجیره بلوکی در واقع شبکه‌ای از رایانه‌ها به نام گره‌ها است که همگی دارای سوابق یکسان از تراکنش‌ها هستند؛ بنابراین به جای یک شرکت یا بانک اطلاعاتی که تمام اطلاعات را در اختیار دارد، اکنون اطلاعات در کل شبکه پخش شده است. هر زمان که یک تراکنش رخ دهد، آن را همه گره‌ها معتبر می‌دانند و آن در تاریخچه تراکنش‌های شبکه قرار می‌گیرد. تمام معاملات با استفاده از تکنیکی به نام رمزنگاری، رمزگذاری می‌شوند (بیس‌واس و گوپتا^۱، ۲۰۱۹).
- چالش پیاده‌سازی زنجیره بلوکی: چالش موقعیت‌های جدید و دشوار در روند اجرای فناوری زنجیره بلوکی در سازمان است که نیاز به تلاش و عزم راسخ دارد. چالش همان وضعیت مواجه شدن با موقعیتی است که برای انجام موفقیت‌آمیز آن به تلاش زیادی نیاز است و بنابراین تولنایی سازمان را آزمایش می‌کند.
- تکنیک دلفی فازی: این تکنیک روشی نظام‌مند به منظور جمع‌آوری و هماهنگی قضاوت‌های آگاهانه گروهی از متخصصان درباره سؤال یا موضوعی خاصی است. در بسیاری از موقعیت‌های واقعی، قضاوت متخصصان نمی‌تواند به صورت اعداد کمی قطعی بیان و تفسیر شود؛ این روش ترکیبی از روش دلفی و نظریه مجموعه‌های فازی است که توسط ایشیکاوا و همکاران ارائه شد.
- تکنیک بهترین-بدترین فازی: روش بهترین-بدترین یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است. در این روش دو معیار بهترین و بدترین انتخاب شده و بقیه گزینه در یک مقایسه زوجی با آن‌ها مقایسه می‌شوند. در روش بهترین-بدترین فازی برای مقایسات زوجی از اعداد فازی استفاده می‌شود، سپس برای به دست آمدن وزن معیارها یک مسئله حداکثر-حداقل فرموله و حل می‌شود (جائو و ژائو^۲، ۲۰۱۷).

¹Biswas & Gupta

فصل ۲: مرور ادبیات و پیشینه پژوهش

۲-۱ مقدمه

امروزه بیشتر توجهات به زنجیره‌بلوکی معطوف به خدمات مالی است، توجه بسیار کمی در مورد شرکت‌های خدمات غیرمالی و اینکه فناوری زنجیره‌بلوکی چگونه می‌تواند بر سازمان‌ها، مدل‌های تجاری آن‌ها و چگونگی ایجاد و ارائه ارزش تأثیر بگذارد، شده است. علاوه بر این، برخی از سردرگمی‌ها بین انواع زنجیره‌بلوکی، فناوری‌های دفتر توزیع‌شده و کاربردهای آن‌ها باقی‌مانده است.

فناوری‌های زنجیره‌بلوکی امکانات زیادی را برای رشد کاملاً جدید مشاغل و تهدیدهای مستقیم برای اخلاط در کارمندان سنتی ارائه می‌دهند (مرکوناس و همکاران^۱، ۲۰۱۹).

سازمان‌هایی که از مدل‌های تجاری متداول استفاده می‌کنند و بر اساس پیش‌بینی عملکرد واسطه بین دو طرف معامله ساخته شده‌اند، باید از خود بپرسند که آیا فناوری‌های زنجیره‌بلوکی ممکن است بر ارزش پیشنهادی آن‌ها، چگونگی رقابت و عملکرد آن‌ها تأثیر بگذارد. پروژه‌های آزمایشی در حال حاضر چگونه فناوری‌های زنجیره‌بلوکی بر مدل تجاری ۲۹۷ شما که در چندین صنعت از جمله استفاده از زنجیره‌بلوکی برای ردیابی حمل‌ونقل کالا در داخل یک زنجیره تأمین صنعتی وجود دارد، تأثیر می‌گذارد. استفاده از قراردادهای هوشمند برای فعال کردن معاملات املاک و مستغلات امن‌تر، سریع‌تر و ارزان‌تر؛ و استفاده از زنجیره‌بلوکی برای اینکه مصرف‌کنندگان بتوانند وجهی را بدون تأخیر و یا هزینه بالای مبادله به خارج از کشور ارسال کنند. شرکت‌ها باید در نظر بگیرند چگونه مدل تجاری آن‌ها تحت تأثیر برنامه‌های زنجیره‌بلوکی در حال رشد سریع قرار می‌گیرد (اوستروالدر و همکاران^۲، ۲۰۱۱).

زنجیره‌بلوکی فناوری نوآورانه‌ای است که به‌طور تقریباً گسترده در سراسر جهان پذیرفته شده است. این یک سیستم دفتری کاملاً امن در شبکه توزیع‌شده به شرکت‌کنندگان خود ارائه می‌دهد (آتنیز و همکاران^۳، ۲۰۱۴).

این یک فناوری نوظهور است که پتانسیل کافی برای اصلاح زنجیره تأمین، بانکداری و سایر شبکه‌ها

^۱ Morkunas et al

^۲ Osterwalder et al

^۳ Ateniese et al

ازجمله معاملات را دارد (شیخ و لاشاری، ۲۰۱۷).

لذا شناخت و بررسی چالش‌های به‌کارگیری فناوری زنجیره‌بلوکی حائز اهمیت است. ما می‌توانیم از این فناوری در مدیریت طیف گسترده‌ای از زنجیره‌های تأمین خدمات و کالا استفاده نماییم، چراکه این فناوری قادر است، تأمین‌کنندگان، توزیع‌کنندگان، تولیدکنندگان و خرده‌فروشان را در یک اکوسیستم واحد که در آن همه طرف‌ها به داده‌های یکسانی دسترسی دارند متصل کند. از این‌رو تأثیر بسزایی بر کارایی پیاده‌سازی و استقرار این فناوری در سطح سازمان خواهد داشت.

در این فصل به‌مرور ادبیات تحقیق می‌پردازیم. بر همین اساس در ابتدا تعاریفی از زنجیره‌بلوکی ارائه داده می‌شود. سپس به معرفی معیارها یا همان چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی پرداخته می‌شود و در پایان مروری بر تحقیقات انجام‌شده در رابطه با مطالعه حاضر خواهیم داشت.

۲-۲ معرفی زنجیره‌بلوکی

زنجیره‌بلوکی درواقع شبکه‌ای از رایانه‌ها به نام گره‌ها است که همگی دارای سوابق یکسان از تراکنش‌ها هستند؛ بنابراین به‌جای یک شرکت یا بانک اطلاعاتی که تمام اطلاعات را در اختیار دارد، اکنون اطلاعات در کل شبکه پخش شده است. هر زمان که یک تراکنش رخ دهد، آن را همه گره‌ها معتبر می‌دانند و آن در تاریخچه تراکنش‌های شبکه قرار می‌گیرد. تمام معاملات با استفاده از تکنیکی به نام رمزنگاری، رمزگذاری می‌شوند (بیس‌واس و گوپتا، ۲۰۱۹).

زنجیره‌بلوکی اساساً واسطه‌ای برای انجام مدیریت داده است که به افراد امکان می‌دهد دفتر معاملات عمومی را در یک شبکه توزیع‌شده ایجاد و به اشتراک بگذارند. شرکت‌کنندگان در شبکه می‌توانند سوابق داده را با استفاده از رمزنگاری کلید خصوصی یا کلید عمومی به این دفتر اضافه کنند (اشپاگنلو و همکاران^۱، ۲۰۱۴).

¹ Spagnuolo et al

تاریخچه زنجیره بلوکی:

می توان به سه نسل مختلف زنجیره بلوکی اشاره کرد.

نسل اول^۱

اولین کار روی زنجیره بلوکی رمزنگاری شده امن در سال ۱۹۹۱ توسط استوارت هابر و اسکات استورنتا^۲ توصیف شد (۱۹۹۰). در سال ۱۹۹۲، بایر، هابر و استورنتا درخت درهم سازی را به طراحی متصل ساختند که باعث بهبود کارایی آن شده و اجازه می داد که چندین سند در یک بلوک جمع آوری شوند (نارایانان و همکاران^۳، ۲۰۱۶) و (بایر و همکاران^۴، ۱۹۹۳). یک پایگاه داده زنجیره بلوکی که به طور خودمختار مدیریت می شود از یک شبکه همتا به همتا و یک سرور زمان بندی توزیع شده استفاده می کند. اولین زنجیره بلوکی توسط یک فرد ناشناس یا گروهی شناخته شده به نام ساتوشی ناکاموتو در سال ۲۰۰۸ معرفی شد. یک سال بعد به عنوان یک جزء اصلی از بیت کوین (ارز دیجیتال) اجرا شد، جایی که آن به عنوان سرفصل عمومی برای همه معاملات در شبکه عمل می کرد (لاجوی^۵، ۲۰۱۱). با استفاده از یک زنجیره بلوکی، بیت کوین اولین ارز دیجیتال بود که برای حل مشکل دوجانبه بدون نیاز به یک سرپرست قابل اطمینان و الهام بخش بسیاری از برنامه های اضافی بود (بریتز و کاستیلو^۶، ۲۰۱۳) (پوپر و ناتان^۷، ۲۰۱۶).

نسل دوم^۸

اما در طی چند سال گذشته، نسل دوم زنجیره بلوکی به صورت شبکه ای طراحی شده که برنامه نویسان می توانند برنامه های خود را در بستر آن بسازند. این مفهوم اساساً در حال تکامل و تبدیل به یک کامپیوتر مجازی توزیع جهانی شده است. از نظر فنی پیاده سازی این مفهوم، از طریق توسعه پلتفرم اتریوم امکان پذیر است. اتریوم یک پلتفرم کامپیوتری توزیع شده مبتنی بر زنجیره بلوکی عمومی و منبع باز است که دارای

¹ The first- generation Blockchain 1.0

² Haber & Stornetta

³ Narayanan et al

⁴ Bayer et al

⁵ Lovejoy

⁶ Brito & Castillo

⁷ Popper & Nathan

⁸ The second- generation Blockchain 2.0

قابلیت پیاده‌سازی و اجرای قرارداد هوشمند خواهد بود. این فناوری یک تورینگ ماشین مجازی کامل غیرمتمرکز فراهم می‌کند که می‌تواند برنامه‌های کامپیوتری را با استفاده از یک شبکه جهانی از گره‌ها اجرا نماید. وجه تمایز نسل اول و دوم پدیدار شدن اتریوم و قراردادهای هوشمند است.

اتریوم^۱ در ابتدا در یک مقاله سفید توسط ویتالیک بوتیرین^۲ در اواخر سال ۲۰۱۳ باهدف ایجاد برنامه‌های توزیع‌شده رونمایی شد. این سیستم تقریباً ۲ سال بعد شروع به حیات نمود و در جذب یک جامعه بزرگ و اختصاصی از توسعه‌دهندگان، حامیان و شرکت‌های مجری بسیار موفق بوده است. سهم مهم اتریوم به‌عنوان نسل دوم فناوری زنجیره‌بلوکی در تکامل زنجیره‌بلوکی این است که در جهت گسترش ظرفیت این فناوری از یک پایگاه داده پشتیبانی بیت کوین تا تبدیل‌شدن به یک پلتفرم عمومی برای اجرای برنامه‌های غیرمتمرکز و قراردادهای هوشمند بسیار راهگشا بوده است.

بر اساس آمار سال ۲۰۱۸ اتریوم بزرگ‌ترین پلتفرم محبوب برای ساخت برنامه‌های کاربردی توزیع‌شده است. بسیاری از برنامه‌های کاربردی مختلف موجود از شبکه‌های اجتماعی گرفته تا سیستم‌های پیش‌بینی بازار، سیستم‌های تشخیص هویت و بسیاری از انواع برنامه‌های مالی بر بستر آن ساخته‌شده است. اتریوم بزرگ‌ترین گام و با این دیدگاه یک از پیشگامان این فناوری است که در راه توسعه یک رایانه توزیع‌شده جهانی گام برمی‌دارد. یک جریان عظیم، پلتفرم انجام محاسبات ابری توزیع‌شده که ما می‌توانیم در بستر آن هر برنامه‌ای را در مقیاس و سرعت وب‌سایت‌های امروزی با اطمینان ارائه کنیم و دارای انعطاف‌پذیری، امنیت و اعتماد بسیار بالاتر است. درحالی‌که راه‌حل‌های موجود یعنی سرورها و کامپیوترهای شخصی ما بسیار پرهزینه و ناکارآمد هستند، زیرساخت‌های موجود در زنجیره بلوکی‌ها، نیز هنوز واقعاً غیر بالغ و در حد اثبات فناوری هستند.

رسیدن به سطح بعدی، همچنان یک چالش بزرگ است که اصلی‌ترین و دشوارترین تئوری بازی‌های کامپیوتری و چالش‌های ریاضی را دربر دارد. مقیاس‌پذیری در هسته مرحله فعلی در مسیری که در آن قرار

¹ Ethereum

² Buterin

دارد، پیشرفت خواهد کرد و این همان چیزی است که نسل سوم فناوری زنجیره‌بلوکی در آن زمان نیاز دارد.

نسل سوم^۱

زنجیره‌بلوکی بدون اجماع معنی ندارد؛ اما زنجیره‌بلوکی‌های نسل سوم بدون اتکا به ماینرها مطرح شده‌اند. نسل اول زنجیره‌بلوکی با بیت کوین و رمز ارزها مطرح شد و در نسل دوم اتریوم و قرارداد هوشمند مطرح شد؛ اما اهدافی چون مقیاس‌پذیری بالا، قابلیت همکاری، پایداری، حریم خصوصی و خود حاکمیتی مطرح است که نسل یک و دو هیچ‌کدام به‌تنهایی تمام چهار ویژگی فوق را پوشش نمی‌دهند. به همین دلیل نسل سوم با نوآوری‌های خود، برای ترکیب این ویژگی‌ها در حال ظهور است تا بتواند با خواسته‌های در حال تغییر این فضا، سازگار باشد.

در نسل سوم زنجیره‌بلوکی، ارتباط بین زنجیره‌های بلوکی مختلف جهت مبادله جریان اطلاعات مطرح است و لایه‌های مختلف برای مدیریت توافقات، انجام تراکنش‌ها و ارتباط با دیگر زنجیره‌بلوکی‌ها تعریف می‌شوند. در این نسل عملکرد لایه‌ای به افزایش امنیت و کاهش سرعت زنجیره‌بلوکی کمک می‌کند؛ بنابراین ارتباط زنجیره‌های بلوکی سازمانی یا خصوصی مطرح می‌شود.

نسل سوم زنجیره‌بلوکی مانند ARK، Lisk، Bitshares و Steem ضمن حل مشکل قابلیت همکاری و مقیاس‌پذیری، خود حاکمیتی را نیز افزایش می‌دهند. در مقابل زنجیره‌بلوکی‌های نسل دوم مانند اتریوم که راه‌حل‌ها و پیشنهادها پروژه‌های جانبی مانند Plasma، Sharding و شبکه رایدن را جهت حل مشکلات نسل یک ارائه می‌کنند، برخی از پروژه‌های زنجیره‌بلوکی نسل سوم، مانند کاردانو و EOS از زاویه‌ای دیگر به توسعه و حل مسائل و مشکلات موجود در پلتفرم‌های فعلی می‌پردازند. کاردانو از پروتکل Ouroboros POS استفاده می‌کند که ادعا می‌شود تنها پروتکل اثبات سهام با امنیت ریاضی ثابت شده است. کاردانو در دو لایه توسعه‌یافته است. لایه تسویه (CSL) و لایه رایانشی (CCL). لایه تسویه به‌عنوان

¹ The third- generation Blockchain 3

تراز دفتر کل عمل کرده و با هدف بهبود مقیاس‌پذیری به وجود آمده است و با استفاده از یک الگوریتم اثبات سهام، موجب ایجاد بلاک‌های جدید و تأیید تراکنش‌ها شده و مسئولیت انتقال ارزش و تعادل حسابداری را دارد. لایه رایانشی از لایه تسویه جدا شده و شامل اطلاعاتی در مورد محاسبات و چگونگی انجام تراکنش است و مسئول قراردادهای هوشمند و کنترل قانونی است. این تفکیک باعث افزایش حریم خصوصی، انعطاف‌پذیری بیشتر قراردادهای هوشمند در پلتفرم و امکان سفارشی‌سازی قراردادهای می‌شود. COTI نیز از نسل سوم زنجیره‌بلوکی است که بر اساس پروتکل گراف غیر دوار جهت‌دار DAG عمل می‌کند و منابع مالی کاربر را در کیف‌های آفلاین (سرد) ذخیره می‌کند که در برابر حملات سایبری مصونیت بیشتری دارند. COTI قادر به پردازش ۱۰ هزار تراکنش در ثانیه است که این رقم با تعداد تراکنش‌های بیت کوین و اتریوم که این نرخ به ترتیب، ۳ الی ۵ تراکنش در ثانیه و ۱۵ تراکنش در ثانیه است غیرقابل مقایسه است؛ بنابراین انتظار می‌رود استفاده از رمز ارزها به‌شدت افزایش یابد. به‌طور خلاصه می‌توان گفت زنجیره‌بلوکی نسل سوم بر اساس تکنولوژی DAG در حال گسترش است که برای نگهداری شبکه به ماینرها متکی نیست و در تلاش برای بهبود مقیاس‌پذیری، پایداری، حریم خصوصی، خود حاکمیتی و قابلیت همکاری است.

تعاریف تخصصی:

کوین یا رمز ارز: نوعی پول دیجیتال است که به‌طور مستقل کار کرده و برای خودش یک زنجیره‌بلوکی اختصاصی دارد. هر کوین طبق یک دستورالعمل خاص (وایت پیپیر) ایجاد می‌شود.

آلت کوین: به تمام ارزهای رمزنگاری‌شده‌ای گفته می‌شود که پس از بیت کوین معرفی شده است. می‌توان قوانین بیت کوین را در آلت کوین جدید تغییر داد، به‌نحوی که تغییرات اعمال شده عملکرد آن را به بهترین شکل کاربردی و خاص کند.

وایت پیپیر: معمولاً برای معرفی یک ارز دیجیتال هر فرد یا گروهی که قصد راه‌اندازی یک ارز دیجیتال

را دارد معمولاً روش کاری، اهداف و الگوریتم‌های مورد استفاده برای خلق و انتشار آن ارز را طی یک مقاله در دسترس عموم قرار می‌دهد. این مقاله را اصطلاحاً وایت پیپر گویند.

توکن: نوعی ارز دیجیتال است که عملکردی مشابه کوین‌ها دارد با این تفاوت که دارای یک زنجیره‌بلوکی اختصاصی نبوده و از بستر زنجیره‌بلوکی یکی از کوین‌ها استفاده می‌کند؛ مانند تتر بر بستر اتریوم (ERC20) یا تتر بر بستر ترون (TRC20).

انواع زنجیره‌بلوکی:

زنجیره‌بلوکی به‌طور کلی، به‌عنوان یک دفتر توزیع‌شده عمومی به دنبال مکانیسم اجماع شناخته می‌شود اما تمام فناوری‌های زنجیره‌بلوکی از آن پیروی نمی‌کنند. مورد استفاده از زنجیره‌بلوکی به مکانیسم‌های اجماع دنبال شده و گزینه‌های توزیع‌شده بستگی دارد. بسته به این موارد، زنجیره‌بلوکی می‌تواند مجاز (خصوصی)، غیرمجاز (عمومی) یا کنسرسیوم (ترکیبی) باشد.

- **زنجیره‌بلوکی مجاز (خصوصی):** زنجیره‌بلوکی که توسط احزاب یا نهادهای شناخته‌شده (افراد) که از قبل تعریف‌شده‌اند در شبکه) و مورد تأیید هستند، قابل دسترسی است، به‌عنوان زنجیره‌بلوکی خصوصی و مجاز شناخته می‌شود. این زنجیره‌های بلوکی انجام معاملات ارزان‌تر و سریع‌تر را برای کاربران که به‌طور دائم در یک دفتر مشترک ذخیره می‌شوند، تسهیل می‌کنند. فقط اپراتورهای مالی و بانک‌های تأییدشده می‌توانند معاملات انجام‌شده در زنجیره بلوکی‌های خصوصی را تأیید کنند (شیخ و لاشاری، ۲۰۱۷).

ویژگی‌های مهم زنجیره‌بلوکی خصوصی و مجاز عبارت‌اند از:

- سریع و بسیار کارآمد

- بسیار امن است

- آسان برای به‌روزرسانی

- برای شبکه خصوصی طراحی شده است
- از پشتیبانی شرکتی بالایی برخوردار باشید
- فاقد ویژگی‌های مهم شرکت است
- برخی از نمونه معاملات خصوصی و مجاز عبارت‌اند از -
- صنایع اریس^۱ شبکه توزیع شده خصوصی خود را با استفاده از زنجیره‌بلوکی برای به اشتراک گذاشتن نرم‌افزار پایگاه داده در شبکه توسعه داده است.
- Blockstack نمونه دیگری از زنجیره‌بلوکی خصوصی و مجاز است. هدف این است که عملکردهای دفاتر مؤسسات مالی مانند تسویه حساب، ترخیص کالا و خدمات دیگر را در یک شبکه خصوصی با استفاده از زنجیره‌بلوکی مجاز ارائه دهد.
- **زنجیره‌بلوکی عمومی (بدون مجوز - بدون اجازه):** زنجیره‌بلوکی که توسط هر یک از طرفین اشخاص حقوقی موجود در شبکه هم‌تا به هم‌تا قابل دسترسی است چه آن فرد در شبکه تأیید شده باشد چه در شبکه تعریف نشده باشد، به عنوان زنجیره‌بلوکی عمومی و غیرمجاز شناخته می‌شود.
- این زنجیره‌های بلوکی انجام معاملات را برای کاربران به روشی ساده تسهیل می‌کنند.
- بدون اجازه بودن باعث می‌شود مقدار زیادی معاملات وجود داشته باشد که می‌توانند به نوعی باعث کندی، ناکارآمدی و عدم انعطاف پذیری منجر شود (شیخ و لاشاری، ۲۰۱۷).
- ویژگی‌های مهم زنجیره‌بلوکی عمومی و بدون مجوز عبارت‌اند از:
- کند و کارآمدی کمتر
- ارز مجازی داخلی
- ساده و انعطاف ناپذیر
- از حمایت جامعه بالایی برخوردار است

¹ ERIS

- به شدت چنگال شده

- کامل و تست شده

برخی از نمونه معاملات عمومی و غیرمجاز عبارت‌اند از -

□ بیت کوین مشهورترین نمونه زنجیره‌بلوکی بدون مجوز و عمومی است که هرکسی می‌تواند در آن به آنجا دسترسی پیدا کند. دسترسی به اطلاعات یا سوابق ذخیره‌شده در دفتر زنجیره‌بلوکی. همچنین، هر یک از نهادها یا احزاب می‌تواند تراکنش‌های معتبر را به انتهای دفتر اضافه کند و می‌تواند در شبکه توزیع‌شده با یکدیگر تعامل داشته باشد.

اتریوم نمونه دیگری از زنجیره‌بلوکی عمومی است که امروزه محبوبیت بیشتری پیدا کرده است. این یک زبان برنامه‌نویسی است که بستری غیرمتمرکز را برای اجرای قراردادهای هوشمند فراهم می‌کند و همچنین توسعه‌دهندگان را قادر می‌سازد تا برنامه‌های توزیع‌شده را از طریق شبکه هم‌تا به هم‌تا منتشر کنند تا همه طرفین و نهادها به آن دسترسی داشته باشند.

- **زنجیره‌بلوکی کنسرسیوم (ترکیبی):** مفهوم زنجیره‌بلوکی ترکیبی یعنی ترکیبی از زنجیره‌بلوکی

خصوصی و عمومی وجود دارد. این به‌طور قابل‌توجهی سومین نوع زنجیره‌بلوکی است که به‌عنوان زنجیره بلوک کنسرسیوم یا به‌سادگی زنجیره‌بلوکی هیبریدی شناخته می‌شود.

در این نوع زنجیره‌بلوکی، کاربر می‌تواند دسترسی محدود به اشخاص شبکه توزیع‌شده را فراهم کند. در این صورت، به هر یک از اشخاص تأییدشده یا تأیید نشده موجود، می‌توان دسترسی خواندن یا نوشتن معامله اخیر را داد. این زنجیره‌بلوکی کنسرسیوم می‌تواند توسط شرکت‌ها، سازمان‌ها یا گروهی از مردم که با همکاری یکدیگر کار می‌کنند، پیاده‌سازی شود. به این ترتیب، آن‌ها می‌توانند یک زنجیره‌بلوکی با دسترسی محدود لازم برای حفظ حقوق مالکیت معنوی در یک شبکه داشته باشند و بنابراین در جستجوی راه‌حل‌ها به‌صورت مخفی اما توزیع‌شده فعالیت کنند؛ بنابراین، زنجیره‌بلوکی کنسرسیوم مزایای زنجیره خصوصی و زنجیره عمومی را باهم ترکیب می‌کند. بسیاری

از مؤسسات مالی این روزها زنجیره‌بلوکی ترکیبی را اجرا می‌کنند (شیخ و لاشاری، ۲۰۱۷).

ویژگی‌های مهم زنجیره‌بلوکی ترکیبی و کنسرسیوم عبارت‌اند از:

- سریع و کارآمد
- بسیار امن است
- آسان برای به‌روزرسانی
- ساده و انعطاف‌پذیر
- از حمایت جامعه بالایی برخوردار باشید
- از پشتیبانی شرکتی بالایی برخوردار باشید

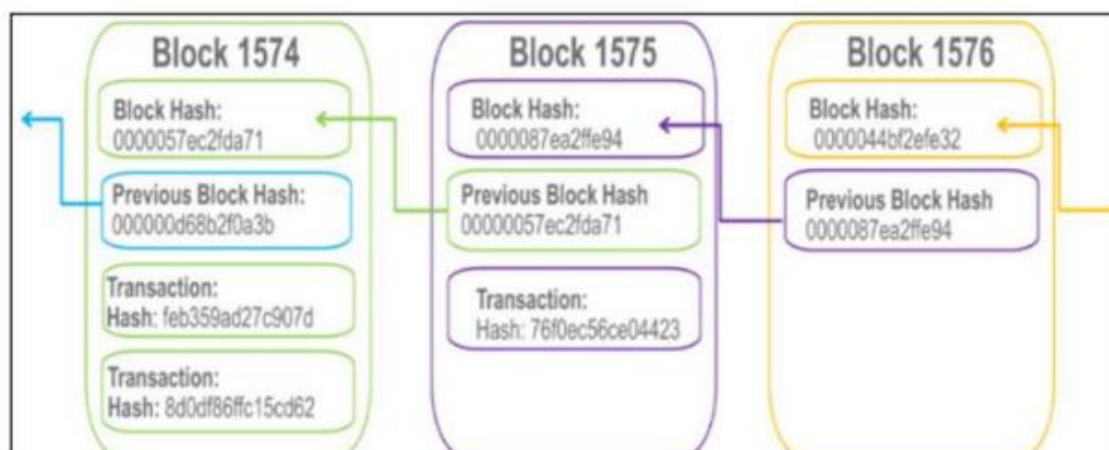
سازوکار زنجیره‌بلوکی:

زنجیره‌بلوکی از بلوک‌های توالی خطی تشکیل شده است که با فواصل منظم به زنجیره اضافه می‌شوند (باهاگا و مادیسیتی، ۲۰۱۶)^۱. اطلاعات موجود در بلاک‌ها به شبکه زنجیره‌بلوکی بستگی دارد، اما مهر زمان، معامله و هش در تمام انواع زنجیره‌بلوکی وجود دارد. هر بلوک حاوی هش رمزنگاری بلوک قبلی است (شکل ۱). همه اطلاعات هش به‌طور خودکار تولید می‌شود، به این معنی است که تغییر هر اطلاعات در هش امکان‌پذیر نیست. در این حالت، هر بلوک بعدی تأیید بلوک قبلی و امنیت کل زنجیره‌بلوکی را افزایش می‌دهد. وجود بلوک‌های بیشتر در زنجیره‌بلوکی باعث امن‌تر و قابل‌اطمینان‌تر شدن زنجیره‌بلوکی است (کرامس و لاماس، ۲۰۱۸)^۲.

شکل ۱. توالی مقادیر هش‌ها در زنجیره‌بلوکی

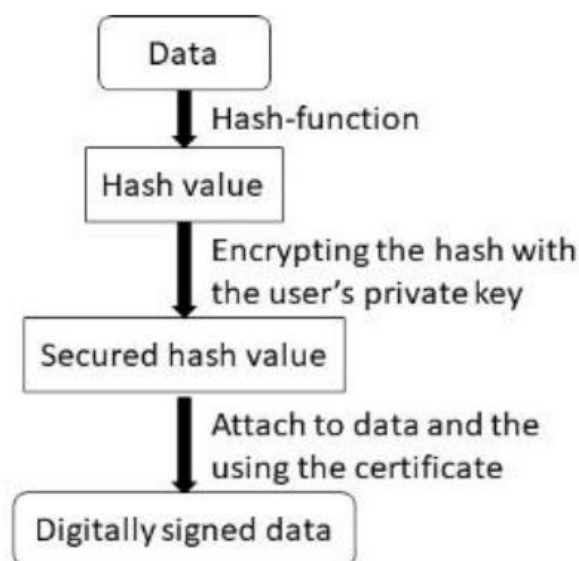
¹ Bahaga & Madisetti

² Carames & Lamas

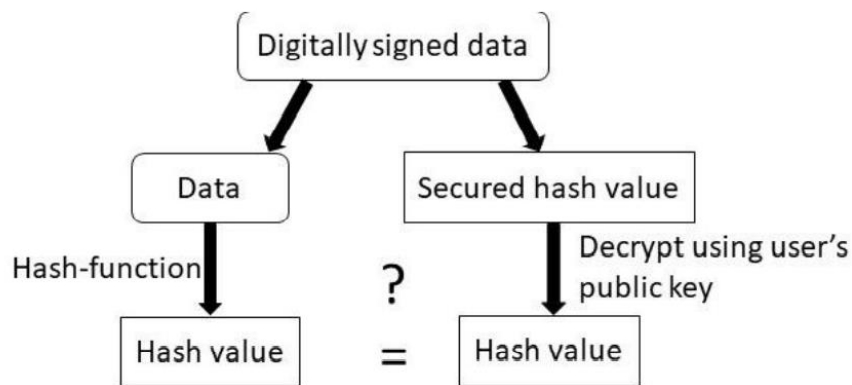


شکل ۱-۲ توالی مقادیر هش-ها در زنجیره بلوکی

شکل ۲ روند امضا را نشان می‌دهد که شامل امضای با کلید خصوصی و گواهی است. وقتی روند امضای کار به پایان رسید، فرایند تأیید شروع می‌شود (شکل ۳). اگر مقادیر هش یکسان باشند، تأیید معتبر است.

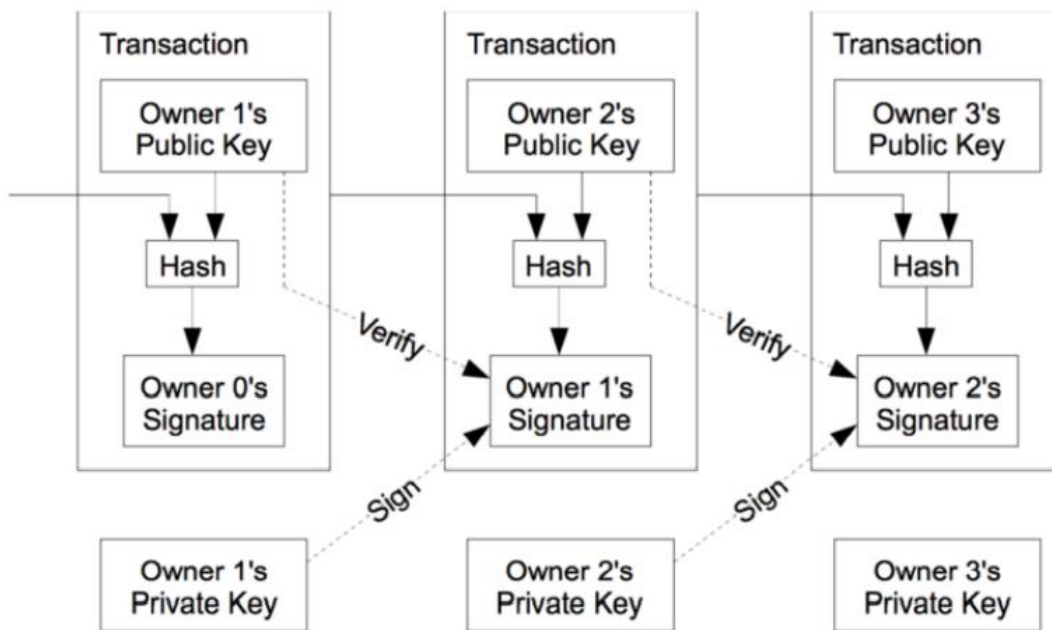


شکل ۲-۲ فرآیند امضا کردن در زنجیره بلوکی



شکل ۲-۳ فرآیند تأیید در زنجیره بلوکی

شکل ۴ بسیار ساده نشان می‌دهد که چگونه فرآیندهای امضای بلوک و تأیید در زنجیره بلوکی کار می‌کنند.



شکل ۲-۴ فرآیندهای امضا و تأیید

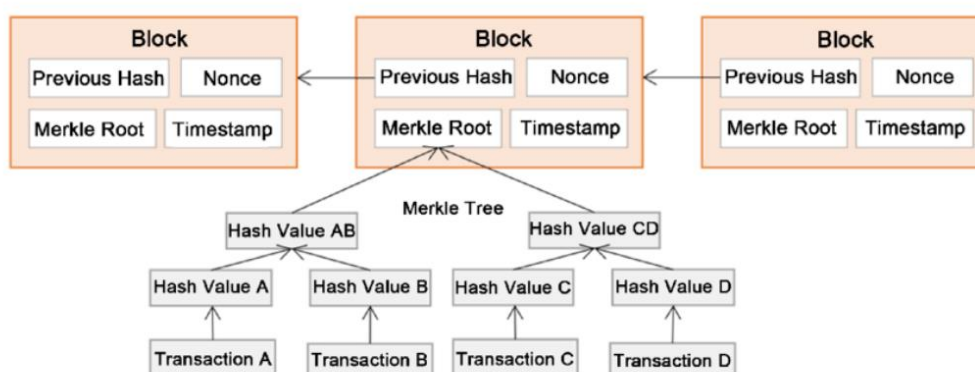
همچنین، هر بلوک حاوی «مهر زمان» است که زمان ایجاد بلوک را نشان می‌دهد.

شفافیت زنجیره بلوکی با ثبت هر معامله حاصل می‌شود - این امکان را می‌دهد که اطلاعات معامله را در هر زمان مشاهده کنید و برای همه کاربران این زنجیره‌ها عمومی (در معرض دید) است. این معاملات شامل پیام‌های همراه با اطلاعات به حساب‌های خارجی EOA یا قرارداد است. پرونده

JSON حاوی کلید عمومی-خصوصی است و هنگام ایجاد EOA جدید ایجاد می‌شود. کلید خصوصی فرستنده برای ثبت معاملات ضروری است.

به‌نوبه خود، کلید خصوصی و رمز ورود حساب برای ارسال تراکنش به حساب‌های دیگر لازم است. پیام توسط قرارداد تولید می‌شود، اما معامله توسط EOA، تولید می‌شود. زمان تولید بلوک با دریافت Blockchain بلوک جدید بررسی می‌شود (کارامس و لاماس، ۲۰۱۸).

بلوک بعدی با تمام تراکنش‌های انباشته‌شده از طریق ۱۲۰ ثانیه بعد از زمانی که آخرین بلوک توسط ماینر در سطح صفر امضا شد ایجاد می‌شود. روند ایجاد بلوک در شکل ۵ نشان داده شده است. در این حالت، هر بلوک شامل مقدار هش قبلی، مهر زمان، ریشه مرکل و nonce است.



شکل ۲-۵ ساختار زنجیره‌بلوکی

طبقه‌بندی دیگری برای زنجیره‌بلوکی بر اساس دسترسی به داده‌ها صورت گرفته است:

جدول ۲-۱ طبقه‌بندی دیگری برای زنجیره‌بلوکی بر اساس دسترسی به داده‌ها

عنوان	تعریف
زنجیره‌بلوکی عمومی	هیچ محدودیتی در خواندن بلوک‌ها و ارسال معاملات برای ورود به زنجیره‌بلوکی ندارد
زنجیره‌بلوکی خصوصی	دسترسی مستقیم به بلوک‌ها و ارسال معاملات به یک لیست از پیش تعریف‌شده از کاربران محدود شده است
زنجیره‌بلوکی بدون اجازه	برای کاربران واجد شرایط ایجاد بلوک معاملات هیچ محدودیتی ندارد
زنجیره‌بلوکی مجاز	فهرستی از کاربران از پیش تعریف‌شده هست که واجد شرایط هستند که فرایند معاملات را عملی کنند

طبقه‌بندی دیگر بر اساس پردازش معاملات و دسترسی به داده‌ها است. زنجیره‌بلوکی می‌تواند فقط ویژگی خصوصی را نداشته باشد. جدول زیر نشان می‌دهد که زنجیره‌بلوکی دارای چندین سطح دسترسی با فرصت‌های مختلف است (گارزیک^۱، ۲۰۱۵).

جدول ۲-۲ سطوح زنجیره‌بلوکی

دسترسی به داده‌ها	پردازش معاملات	
	مجاز	غیرمجاز
عمومی	پروتکل‌های اختصاصی (وابسته به مالک) سکه‌های رنگی	ارزهای رمزنگاری‌شده موجود مانند بیت کوین
تنظیم‌شده	دسترسی مستقیم به خواندن و ایجاد معاملات برای مشتریان و تنظیم‌کنندگان (محدود)	پروتکل‌های سکه‌های رنگی (پروتکل سکه‌های رنگی) که می‌تواند به ایجاد معاملات محدود شود
خصوصی	دسترسی مستقیم به داده‌های زنجیره‌بلوکی محدود است و مزایای زنجیره‌بلوکی تا حدی از بین می‌رود	امکان‌پذیر نیست

¹ Garzik

۲-۳ چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی

در پنج دسته فنی، فردی- سازمانی و اجتماعی، حقوقی، مالی و محیط زیستی تعریف شده است.

چالش‌های فنی عبارت‌اند از:

۱. مهارت‌های برنامه‌نویسی:

شامل مهارت در زبان‌هایی مانند ++C، جاوا، پایتون، پلت فرم NodeJS که بر پایه جاوا اسکریپت است و/یا زبان برنامه‌نویسی #C است. توسعه‌دهندگان همچنین باید بتوانند سیستم‌های زنجیره‌بلوکی، الگوریتم‌ها و پروتکل‌های آن‌ها را مقایسه کرده و انواع اصلی آسیب‌پذیری‌های سیستم را تجزیه و تحلیل کنند، به‌طوری‌که بتوانند سیستم را از حملات محافظت کنند (اسکیبا^۱، ۲۰۲۰).

۲. مهارت‌های توسعه وب و دانش موردنیاز برای توسعه‌دهندگان زنجیره‌بلوکی:

مهارت‌های توسعه وب موردنیاز است که ممکن است شامل دانش HTML، CSS، NodeJS، Angular و MongoDB باشد. به همین ترتیب، توسعه‌دهندگان زنجیره‌بلوکی به دانش در مورد چگونگی کارکرد ساختارهای داده‌ای رایج، مانند درختان جستجوی دودویی، نقشه‌های هش، نمودارها و فهرست‌های پیوندی و توانایی ساخت این اطلاعات نیاز دارند. دانش و کاربرد ساختارهای داده باید هم‌زمان با توسعه زبان برنامه‌نویسی توسعه یابد. هم از نظر پشتیبانی از توسعه‌دهنده (عدم وجود ابزار کافی) و پشتیبانی از کاربر نهایی (سخت قابل استفاده و فهم است) استفاده از زنجیره‌بلوکی را در این مرحله محدود کرده است (اسکیبا، ۲۰۲۰).

۳. محاسبات کوانتومی:

پیش‌بینی شده است که محاسبات کوانتومی آینده توانایی شکستن امنیت اساسی زنجیره‌بلوکی (رمزگذاری کلید عمومی، خصوصی و امضای دیجیتال) را دارند. ممکن است تا سال ۲۰۲۷ با محاسبات

¹ Skiba

کوانتومی این‌ها قابل شکستن باشد (صلاح و همکاران^۱، ۲۰۱۹).

۴- آسیب‌پذیری قراردادهای هوشمند و اجرای قطعی آن:

با توجه به پیچیدگی روزافزون، تضمین قراردادهای هوشمند و غیره تنظیم‌شده دشوارتر می‌شود، و به همین ترتیب، توسعه‌دهندگان زنجیره‌بلوکی باید از هر روشی که یک قرارداد هوشمند می‌تواند اجرا و دست‌کاری کند آگاه باشند و اطمینان حاصل کنند که آنچه را که انتظار می‌رود انجام می‌شود. این شامل کسب مهارت و دانش بهینه‌سازی و حسابرسی قراردادهای هوشمند است (صلاح و همکاران، ۲۰۱۹)

۵. محدودیت‌های امنیتی شامل:

- انواع حملات سایبری مانند هک شدن، حمله ۵۱٪ و دو بار خرج کردن (هزینه دو برابر)، حمله علیه اساس دفتر یکپارچه، حمله کیف پول پاریتی، حمله سطح شبکه، حمله انعطاف‌پذیری، حمله واقعی DOS علیه اتریوم، حمله در مقیاس، حمله SYBIL، حمله DDOS، حمله انعطاف‌پذیری یکپارچگی داده‌ها - در دسترس بودن داده‌های حساس برای همگان: در زنجیره‌بلوکی، تمام اطلاعات مربوط به معامله به‌صورت عمومی در دسترس است که می‌تواند مسئولیت بزرگی در صورت استفاده از دفترهای توزیع‌شده در محیط‌های حساس مانند برخورد با داده‌های دولت یا داده‌های پزشکی بیماران باشد.

- چالش‌های عمومی BC1.0 & 2.0

-آسیب‌پذیری‌های BC2.0

-آسیب‌پذیری‌های BC3.0

-امنیت کیف پول یا کلید خصوصی

-نقص خاص در POS

-نقص خاص در DPOS

¹ Salah et al

-تبانی تولیدکنندگان بلوک

-استثمار کردن میزان مشارکت رأی‌دهندگان قانونی

-آسیب‌پذیری‌های ورود مجدد (حمله DOA)

-تاج‌وخت اتر

-چالش‌های عمومی پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی خصوصی (اسکیبا، ۲۰۲۰)، (جیمو و همکاران^۱، ۲۰۱۹) و (لین

و لیاو^۲، ۲۰۱۷)



عبدالواحد و همکاران^۳ (۲۰۲۰)

¹ Jimoh et al

² Lin & Liao

³ Abdelwahed et al

۶. ارگونومی (قابلیت استفاده):

استفاده از رابط برنامه‌نویسی Bitcoin Application (API) برای توسعه خدمات دشوار است. نیاز به توسعه یک API سازگارتر با برنامه‌های کاربردی برای زنجیره‌بلوکی است (جیمو و همکاران، ۲۰۱۹).

۷. سلامت زنجیره‌بلوکی به تعداد گره‌های شبکه بستگی دارد:

یک عقیده وجود دارد که اظهار می‌دارد امنیت زنجیره‌بلوکی فقط زمانی قابل آزمایش است که به حدی برسد که پاداش هک سیستم جذاب شود (تا زنجیره‌بلوکی کوچک است وضعیت امنیتش مشخص نیست) (صرماح^۱، ۲۰۱۸).

۸. تعادل بین مقدار گره‌ها و هزینه‌های مطلوب برای کاربران:

اکنون وجود گره‌هایی برای کار صحیح و قدرتمند زنجیره‌بلوکی وجود ندارد. در این حالت، هزینه‌ها بیشتر است، زیرا گره‌ها پاداش بیشتری دریافت می‌کنند؛ اما معاملات با سرعت کمتری انجام می‌شوند، زیرا گره‌ها فشرده کار نمی‌کنند (گلووسا و رمانوز، ۲۰۱۸).

۹. نسخه سازی، زنجیره‌های متعدد:

انعطاف‌پذیری زنجیره‌بلوکی، پس از استقرار یک زنجیره‌بلوکی هرگونه تغییر در پروتکل‌های حاکم یا کد باید توسط گره‌های سیستم تأیید شود که رفته‌رفته باعث اختلاف بین توسعه‌دهندگان و چندین سیستم فوری می‌شود. گره‌هایی که با نرم‌افزار قدیمی کار می‌کنند، معاملات موجود در زنجیره جدید را نمی‌پذیرند. این زنجیره که با همان سوابق زنجیره‌ای که مبتنی بر نرم‌افزار قدیمی است در حال ایجاد است، چنگال نام‌گذاری شده است. دو نوع چنگال وجود دارد: چنگال نرم و چنگال سخت. همچنین خطر تقسیم شدن زنجیره‌ها در اثر حمله ۵۱٪ وجود دارد (مندلینگ و همکاران^۲، ۲۰۱۸).

¹ Sarmah

² Mendling

۱۰. نبود یا کمبود (کیفیت دسترسی به) زیرساخت پشتیبانی مناسب:

به عنوان مثال در یک مطالعه موردی در نیجریه مشخص شد که تعداد کمی از مردم نیجریه دسترسی به اینترنت دارند. کمتر از نیمی از کسانی که قابلیت دسترسی به اینترنت را دارند به سختی از خدمات اینترنتی بی‌وقفه و باکیفیت خوبی برخوردار هستند (جیمو و همکاران، ۲۰۱۹). زیرساخت‌های پشتیبانی شامل زیرساخت‌های فنی و زیرساخت‌های غیر فنی می‌شود. لذا پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی نیاز به ایجاد ابزارهای استاندارد و رابط‌های مدیریتی دارد (کنت^۱، ۲۰۲۰). به عنوان مثال در زیرساخت فنی، توسعه دستگاه‌های الکترونیکی قدرتمند در اینترنت اشیا مبتنی بر زنجیره‌بلوکی که بتوانند با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و اطلاعات را در سیستم زنجیره‌بلوکی ضبط کنند، ضروری خواهد بود و این دستگاه‌ها باید بتوانند تقاضای دستگاه‌های مختلف در هر خانوار را اندازه‌گیری کنند (گاف و همکاران، ۲۰۲۰)^۲.

۱۱. مقیاس‌پذیری:

شامل مفاهیم؛ توان عملیاتی (تعداد ۷ تراکنش در ثانیه)، مسئله تأخیر ایجاد هر بلوک ۱۰ دقیقه زمان لازم دارد، اندازه پهنای باند (اندازه بلوک یک مگابایت است) است (کومار و مالک، ۲۰۱۸)^۳.

۱۲. سازمان‌دهی مجدد توسط یک یا چند شرکت‌کننده:

یک مهاجم می‌تواند یک تراکنش را تغییر دهد و دوباره پخش کند که می‌تواند در تأیید تراکنش با مشکل روبرو شود (کنت، ۲۰۲۰).

۱۳. نشت حریم خصوصی:

زنجیره‌بلوکی نمی‌تواند تعادل بین حریم خصوصی و معاملات را برای هر کلید عمومی که در معرض دید عموم است تضمین کند (ژنگ و همکاران^۴، ۲۰۱۸).

^۲ Gough et al

^۳ Kumar, Malik

^۴ Zheng et al

۱۴. فقدان معماری استاندارد شده:

از آنجاکه معماری‌های زنجیره‌بلوکی تاکنون استاندارد نشده‌اند، پروژه‌ها بر اساس اقدامات مختلف حریم خصوصی، پروتکل‌های اجماع و زبان نوشتن کد شده‌اند. به دلیل عدم استانداردسازی، ایجاد ارتباطات تجاری بین شرکت‌ها دشوار است. (حسین و همکاران^۱، ۲۰۱۹)

۱۵. مانع استفاده‌کنندگان انبوه:

مانع بزرگی که وجود دارد یک حجم بحرانی از استفاده‌کنندگان زنجیره‌بلوکی هستند که پذیرش گسترده و استفاده از فناوری را مقدور می‌کند (حسین و همکاران^۱، ۲۰۱۹).

۱۶. وضعیت استانداردسازی در نسخه‌های زنجیره‌بلوکی:

تغییر در سوابق داده‌ها توسط اشخاص غیرمجاز و امکان دست‌کاری اطلاعات تحت تأثیر قابلیت انعطاف‌پذیری زنجیره‌بلوکی می‌تواند منجر به عدم حفظ یک استاندارد واحد و ثابت در یکپارچگی داده‌ها و در نهایت مدیریت شبکه شود. این اقدام خود می‌تواند منشأ دیگر چالش‌های امنیتی باشد (یو و همکاران^۲، ۲۰۱۹).

۱۷. اوراکل‌های مورد اعتماد:

قراردادهای هوشمند به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که توسط رویدادهای خارجی یا عملکردهای خارجی که توسط شرکت‌کنندگان در زنجیره‌بلوکی فراخوانده می‌شوند، مورد استناد قرار می‌گیرند. قراردادهای هوشمند برای ایجاد خودکار وقایع یا شروع بازیابی داده‌ها به‌صورت خودکار طراحی نشده‌اند. به عبارت دیگر، قراردادها نمی‌توانند داده‌ها را از دنیای خارجی بگیرند. داده‌ها و رویدادها باید به قراردادهای منتقل شوند. برای رفع چنین نقایصی، اوراکل معتبر (که اصولاً از طرفه‌ای خارجی یا گره‌های مورد اعتماد هستند) گزینه‌های پیشنهادی پیشنهاد می‌شوند و برای هدایت رویدادها و داده‌ها به سمت قراردادهای هوشمند استفاده می‌شوند. اوراکل‌ها برای اطمینان و مدیریت اعتماد به نفس، درجه‌ای از پیچیدگی و ناامنی را ایجاد می‌کنند

¹ Hussain et al

² Yu et al

که در آن یک سیستم کاملاً غیرمتمرکز حول گروهی از اوراکل‌های متمرکز می‌شود که باید به آن‌ها اعتماد کرد. رأی‌گیری در میان اوراکل‌های مورد اطمینان معمولاً برای دستیابی به اتفاق نظر انجام می‌شود (صلاح و همکاران، ۲۰۱۹)

۱۸. وجوه قفل‌شده:

وجوه در هر مسیر قفل‌شده‌اند. انتخاب یک شریک برای همکاری در یک مسیر تعهد به طرف قرارداد است. بستن مسیر و انتقال وجوه به یک مسیر جدید با یک شریک دیگر نیاز به معاملات گران زنجیره‌بلوکی دارد، بنابراین این خطر وجود دارد و شرکا باید با دقت انتخاب شوند (فرح^۱، ۲۰۱۸).

۱۹. از دست دادن کلید خصوصی (در زمینه بیت کوین):

ضررهای مشابه برای قراردادهای مالکیت (به عنوان مثال خانه شما) یا در زمینه وراثت فاجعه‌بار است و تا آنجا که ما می‌دانیم، فعلاً هیچ راه‌حل خوبی برای بازیابی آن وجود ندارد (روزو^۲، ۲۰۱۸).

۲۰. پارادایم محاسبات ابری:

گره‌های مه آینده باید به هوش مصنوعی و قابلیت یادگیری ماشین مجهز شوند و همچنین با رابط زنجیره‌بلوکی فعال شوند (صلاح و همکاران، ۲۰۱۹).

۲۱. نیاز به ذخیره‌سازی کپی کامل تمام معاملات در زنجیره‌بلوکی:

اگر سیستم زنجیره‌بلوکی به روشی تبدیل شود که با میلیون‌ها تراکنش غیرمتمرکز در روز مورد استفاده قرار گیرد، نیاز به ذخیره تمام این تراکنش‌ها در زنجیره‌بلوکی ممکن است یک چالش فنی باشد زیرا این کار برای آن بسیار دشوار است. هر گره از شبکه باید قادر باشد که یک کپی کامل از تمام معاملات ذخیره نماید. اگر همه گره‌ها قابلیت یکسانی از ذخیره‌سازی کامل همه سوابق نداشته باشند تضاد نسخه‌های زنجیره‌بلوکی به دلیل عدم بروز رسانی بعضی از گره‌ها رخ خواهد داد (گاف و همکاران^۳، ۲۰۲۰).

۲۲. عامل دسترسی:

¹ Farah

² Rousseau

³ Gough

طبق گزارش نظرسنجی دولت الکترونیکی ارائه شده توسط سازمان ملل متحد در سال ۲۰۱۶، اختلاف دسترسی دیجیتال بین کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه هنوز بسیار قابل توجه است (باتوبارا و همکاران^۱، ۲۰۱۸).

۲۳. نیاز به رویکردهای طبقه بندی بیشتر انواع زنجیره بلوکی:

در حال حاضر، پنج دسته زنجیره بلوکی وجود دارد: زنجیره بلوکی عمومی، زنجیره بلوکی خصوصی، زنجیره بلوکی کنسرسیوم، زنجیره بلوکی بدون مجوز، زنجیره بلوکی مجاز (حکاک و همکاران^۲، ۲۰۲۰).

۲۴. قابلیت همکاری پایین:

به دلایل مختلف فنی این ویژگی در بین انواع زنجیره بلوکی کم است (باتوبارا و همکاران^۱، ۲۰۱۸).

۲۵. نابالغ بودن فناوری:

فناوری زنجیره بلوکی هنوز در حال پیشرفت است؛ فناوری زنجیره بلوکی در مرحله نوزادی خود قرار دارد و تمرکز اصلی آن بهبود عوامل حفظ حریم خصوصی و مقیاس پذیری است. به راحتی در برابر مشکلاتی مانند ظرفیت، خرابی سیستم، مشکلات پیش بینی نشده آسیب پذیر است (کتسکا و همکاران^۳، ۲۰۱۷).

۲۶. مقیاس پذیری سه گانه (در زنجیره بلوکی عمومی بدون اجازه):

زنجیره بلوکی های عمومی و غیرمجاز به بیشترین تعداد افراد اجازه می دهد تا به یک سیستم زنجیره بلوکی بپیوندند، اما تجارتی که تا این اندازه افزایش یافته در تعداد و سرعت معامله و هزینه های بالای سازوکارهای اجماع اثبات کار است که بر اکوسیستم زنجیره بلوکی عمومی و غیرمجاز غلبه پیدا کرده است. این مبادله «سه گانه مقیاس پذیری» نامیده می شود و بیان می کند که یک زنجیره بلوکی می تواند حداکثر دو ویژگی از سه ویژگی زیر را داشته باشد:

¹ Batubara et al

² Hakak et al

³ Koteska et al

تمرکززدایی، مقیاس‌پذیری و امنیت (گاف و همکاران، ۲۰۲۰).

۲۷. محدودیت پردازش داده‌های کلان:

مدیریت و تجزیه و تحلیل کارآمد مقادیر زیادی از داده‌های بزرگ چالش‌برانگیز است (عمر و همکاران^۱، ۲۰۲۰).

۲۸. نامشخص بودن سطح بهبود در فناوری:

هنوز مشخص نیست که این مسائل فناوری در چه سطحی نیاز به بهبود دارند (باتوبارا و همکاران، ۲۰۱۸).

۲۹. پروتکل‌های اجماع در حال ظهور مخصوص AI:

برای بررسی اینکه آیا پروتکل‌های اجماع سطح برنامه با توجه به اثبات مبتنی بر کیفیت مدل‌های یادگیری، استراتژی‌های جستجوی کارآمد، کیفیت و منشأ داده‌ها و کیفیت بهینه‌سازی، می‌توانند طراحی شوند، لازم است (صلاح و همکاران، ۲۰۱۹).

۳۰. مشکلات ادغام با سایر فناوری‌های جدید:

چالش‌های زیادی پیش روی این فناوری قرار دارد، چالش‌هایی که در ادغام زنجیره‌بلوکی با اینترنت اشیا و همچنین هوش مصنوعی به تفکیک مشخص شده‌اند. اگر این چالش‌ها باقی بمانند، چالش بزرگی در استفاده از فناوری زنجیره‌بلوکی است (حکاک و همکاران، ۲۰۲۰).

۳۱. تنوع در قابلیت محاسبات در دستگاه‌های مختلف IOT:

نیاز به اجرای رمزگذاری از همه‌چیزهایی که به سیستم IoT مبتنی بر زنجیره‌بلوکی متصل هستند ضروری است. در چنین مواردی، ممکن است تمام الگوریتم‌های اجرای رمزگذاری از توانایی محاسباتی مشابهی برخوردار نباشند (کومار و مالک^۲، ۲۰۱۸).

۳۲. عدم توانایی دستگاه‌های IOT برای ذخیره‌سازی کامل زنجیره‌بلوکی:

¹ Omar et al

² Kumar & Mallick

دستگاه‌های اینترنت اشیا دارای منابع محاسباتی کم و ظرفیت ذخیره‌سازی بسیار کمی هستند (باگذشت زمان و با افزایش تعداد گره‌ها در شبکه، دفتر توزیع شده اندازه آن افزایش می‌یابد). سرورها در اینترنت اشیا متمرکز عمل می‌کنند در صورتی که در زنجیره‌بلوکی هر گره به‌طور مجزا سوابق را ذخیره می‌کنند، لذا در اینترنت اشیا مبتنی بر زنجیره‌بلوکی تا حدی کار دشوار است (آتلام و همکاران^۱، ۲۰۱۸).

۳۳. قابلیت ردیابی (توپولوژی) در ادغام زنجیره‌بلوکی با IOT^۲:

فناوری زنجیره‌بلوکی برای اینترنت اشیا طراحی نشده است، به این معنی که گره‌ها برای یافتن یکدیگر در شبکه نبوده‌اند. به‌عنوان مثال، برنامه Bitcoin است که در آن آدرس IP برخی از «فرستنده‌ها» در کلاینت Bitcoin جاسازی شده و توسط گره‌ها برای ساخت توپولوژی شبکه استفاده می‌شود. این روش برای اینترنت اشیا کارایی نخواهد داشت زیرا دستگاه‌های اینترنت اشیا همیشه حرکت می‌کنند که باعث تغییر مداوم توپولوژی می‌شود (آتلام و همکاران، ۲۰۱۸).

چالش‌های فردی، اجتماعی و سازمانی عبارت‌اند از:

۳۴. اعتماد به فناوری‌های نوین اطلاعاتی:

ممکن است افراد تمایل کمتری به اعتماد کاربرد و قابلیت‌های دستگاه‌های نوین و پیچیده اطلاعاتی همچون زنجیره‌بلوکی داشته باشند. از این‌رو ممکن است سازمان‌های کمتری اطلاعات خود را به خاطر عدم اعتماد در اختیار زنجیره‌بلوکی قرار دهند (خلیفه^۳، ۲۰۱۹).

۳۵. آمادگی سازمانی برای پذیرش زنجیره‌بلوکی:

میزان آمادگی سازمان در همه سطوح از مدیران ارشد تا کارمندان نقش مهمی در پذیرش زنجیره‌بلوکی

1 Atlam et al

2 Internet of things

3 Khalifa

در چارچوب سازمانی دارد، آمادگی سازمان عبارت‌اند از:

عوامل استراتژی شرکت، مدیریت دانش و صحت (دقت) اطلاعات، ساختار سازمانی، تجربه، دانش و تخصص اعضای گروه پروژه، پشتیبانی و مشارکت مدیران ارشد در مرحله قبل از اجرا و عوامل مدیریت تغییر، سیستم پذیرش یا مقاومت سازمان، همکاری و ارتباط بین بخش‌های سازمان، چالش‌های مربوط به فرهنگ منابع انسانی، مشکلات مربوط به ساختار مالی در پیاده‌سازی و اجرای ناموفق فناوری در سازمان، میزان همپوشانی بین انتظارات نرم‌افزاری سازمان و قابلیت‌های سیستم فناوری، کمبود مشاور مجرب و معتبر در زمینه زنجیره‌بلوکی، عدم پشتیبانی مدیریت ارشد به صورت عملی، عدم درک مفهوم مهندسی مجدد در سازمان‌ها، مقاومت کارکنان به دلیل ترس از دست دادن موقعیت‌های کلیدی در سازمان، عدم آموزش مناسب به کاربران یا مشکلات ناشی از کج‌فهمی کاربران در حین مهارت‌آموزی، عدم تسلط به زبان نرم‌افزاری تخصصی در پودمان مربوطه، عدم توجیه مطلوب اهداف و اعمال پیاده‌سازی و مراحل اجرا در نزد مدیریت و کارکنان سازمان (باتوبارا و همکاران، ۲۰۱۸).

۳۶. مشکلات مربوط به جایگزینی سیستم‌های سنتی قدیمی با سیستم‌های جدید:

این‌ها مربوط به پایداری است که سیستم‌های قدیمی در طول زمان به دست آورده‌اند به این دلیل که علی‌رغم کمبودهایی که دارند، آن‌ها همیشه کار را به نحو احسن انجام داده‌اند و مقبولیت و اعتبار دارند (خلیفه، ۲۰۱۹).

۳۷. پیچیدگی و عارضه درک زنجیره‌بلوکی برای یک انسان عادی:

زنجیره‌بلوکی پر از مفاهیم و فرآیندهای پیچیده است که هنوز اصلاح نشده است تا انسان عادی بتواند به راحتی اطلاعات مربوط به نحوه استفاده را هضم و مصرف کند و از این رو هنوز برای استفاده در جریان اصلی آماده نیست (صرماح، ۲۰۱۸).

۳۸. مخالفت واسطه‌ها:

اکثر اشخاص ثالث موسوم به قابل اعتماد مانند بانک‌ها و دولت‌ها - علی‌رغم اینکه مقادیر زیادی

برق مصرف می‌کنند- انتظار می‌رود که با این فناوری جدید مخالفت کنند زیرا استفاده از زنجیره‌بلوکی، نقش ممتاز آن‌ها را در جامعه تا حد زیادی یا کاملاً زائد جلوه می‌دهد (روزیه، ۲۰۱۸).

۳۹. طراحی متغیرهای زنجیره‌بلوکی مطابق با نیاز سازمان:

طراحی متغیرها برای سیستم‌های دولت الکترونیک مطابق با نیازهای سازمان و با دقت طراحی شود (باتوبارا، ۲۰۱۸).

۴۰. کمبود مهارت در این زمینه:

هنوز این فناوری جدید است و مهارت کافی موجود نیست. باید چالش‌های زیادی را برای مناسب کردن آن جست‌وجو کرد (کومار و مالک، ۲۰۱۸).

۴۱. کمبود نیروی کار (ماهر):

نیروی ماهر در این فناوری بسیار محدود است، وقتی با مفهوم اینترنت اشیا (سایر فناوری‌های جدید) ادغام شود، این تعداد بسیار کمتر است. این بدان معنی است که نیروی کار ماهر که از مفهوم اینترنت اشیا یکپارچه‌شده با زنجیره‌بلوکی بدانند بسیار کمتر است (کومار و مالک، ۲۰۱۸).

۴۲. عدم تمایل افراد به اشتراک‌گذاری کامل اطلاعات:

مسئله حریم خصوصی داده به‌عنوان یک چالش اجتماعی در توسعه زنجیره‌بلوکی مطرح است. به‌طور کلی مصرف‌کنندگان از سیستم‌های مبتنی بر زنجیره‌بلوکی همچون سیستم‌های مدیریت خانه هوشمند و یا یک سیستم اطلاعاتی بهداشت و درمان تمایل به اشتراک‌گذاری کامل اطلاعات خود را برای تمامی کاربران دارای دسترسی به سیستم اطلاعاتی یادشده را ندارند (آندونی و همکاران^۱، ۲۰۱۹).

۴۳. چالش مقبولیت (محبوبیت):

¹ Andoni

با توجه به پیچیدگی بالای سیستم‌های مبتنی بر زنجیره‌بلوکی، به‌طورمعمول شاهد چالش مقبولیت (محبوبیت) سیستم‌های یادشده توسط کاربران هستیم. این امر سبب شده است تا تنها جنبه‌های محدودی از سیستم‌های مبتنی بر زنجیره‌بلوکی همچون بیت کوین تا به امروز مورد استقبال قرار گیرند (باتوبارا و همکاران، ۲۰۱۸).

۴۴. نیاز به مدل‌های جدید حکمرانی مبتنی بر الزامات سازمانی:

این عامل از مهم‌ترین چالش‌ها شناخته می‌شوند. از آنجاکه بستر زنجیره‌بلوکی به همکاری چندین نهاد و ذی‌نفع نیاز دارد، یک مدل حکمرانی جدید لازم است. این چالش ممکن است تغییر سازمان برای دستیابی به مزایای ماهیت توزیع‌شده و نیاز به انتخاب طراحی برای برنامه‌های مبتنی بر زنجیره‌بلوکی را ایجاد کند که این به معنای تحول سازمانی است که غالباً منجر به واکنش‌های نامطلوب درون سازمان می‌شود و به همین دلیل به چالش جدیدی در پذیرش فناوری جدید تبدیل می‌شود (باتوبارا و همکاران، ۲۰۱۸).

۴۵. مشارکت همه شرکت‌کنندگان و ذینفعان:

اجرای موفقیت‌آمیز یک زنجیره‌بلوکی به همکاری ۱۰۰ درصدی همه طرف‌های درگیر بستگی دارد (باتوبارا و همکاران، ۲۰۱۸).

چالش‌های حقوقی عبارت‌اند از:

۴۶. قانون و انطباق:

- تأیید هویت پارتnerها: برای تکمیل زنجیره‌بلوکی با شناسه رسمی برای پیاده‌سازی سیستم انتقال املاک و مستغلات ضروری است

- کنترل قانونی بودن و اثربخشی قرارداد: در قراردادهای ملک تمام مسئولیت با بنگاه و وکلا و دفتر اسناد رسمی است (در سطح بین‌الملل) ولی در زنجیره‌بلوکی چنین چیزی میسر نیست.

- مشارکت در مالکیت و سایر حقوق: پروژه‌های فعلی که زنجیره‌بلوکی و استفاده از قراردادهای هوشمند

تمرکز دارند، به مالک این امکان را می‌دهند تا در عین ثبت این معامله، ملک را بفروشد. طیف دیگری از شرایط وجود دارد که می‌تواند مشکلات بیشتری را در هنگام قرار گرفتن در یک زنجیره‌بلوکی ایجاد کند (مشارکت مشترک با افراد مختلف سهام، مالکیت مشترک، مالکیت زمانی و غیره). در مورد حق انتفاع، حق ساخت، حق استفاده، عبودیت، اختیار و غیره نیز همین اتفاق می‌افتد.

امکان اصلاح زنجیره‌بلوکی: زنجیره‌بلوکی غیرقابل اصلاح است حال آنکه قانون برگشت‌پذیری معاملات یا تغییر مالکیت را مقرر می‌کند (گارسیا-ترول^۱، ۲۰۲۰).

- مالیات: مشکل مالیات‌بندی نامشخص برای تراکنش‌هایی مانند فروش کالاهای مصرفی، خدمات عمومی و آنچه مقدور است از طریق زنجیره‌بلوکی انجام داد و با ارزش‌های دیجیتال پرداخت نمود، وجد دارد (بیس واس و گوپتا، ۲۰۱۹).

۴۷. مسائلی که با مسئولیت‌پذیری ارتباط دارند:

هیچ حزب یا نهادی وجود ندارد که بتواند مسئولیت کنترل و مدیریت سیستم را بر عهده بگیرد و در نتیجه نسبت به شرایط مسئول باشد (خلیفه، ۲۰۱۹).

۴۸. محدودیت‌های قانون‌گذاری و نبود و/یا کمبود چارچوب قانونی مناسب:

با استفاده بیشتر از فناوری‌های زنجیره‌بلوکی، یک چارچوب قانونی مناسب که می‌توان از آن زنجیره‌بلوکی استفاده کرد، باید تهیه شود. با این حال، تغییر در چارچوب‌های قانونی و ترتیبات حکومتی نیاز به ملاحظات دقیق دارد، به‌ویژه در یک محیط متغیر با بسیاری از عدم اطمینان. نرخ نوآوری فنی در حال پیشی گرفتن از نرخ افزایش مقررات است (حسین و همکاران، ۲۰۱۹).

۴۹. حکمرانی شبکه:

حکمرانی قوانینی که برای زنجیره‌بلوکی ایجاد شده است و تعیین می‌کند آن چگونه اداره، اجرا و مدیریت یا محافظت شود. ساخت و مدیریت یک بستر زنجیره‌بلوکی در میان شرکت‌کنندگان و ذینفعان مختلف، کار

1 Garcia-Teruel

خسته‌کننده‌ای است. حتی با داشتن زنجیره‌بلوکی خصوصی کنسرسیوم، مسائل جدی مربوط به نوع زنجیره‌بلوکی برای استقرار که زنجیره‌بلوکی را مدیریت و عیب‌یابی می‌کند، محل استقرار گره‌های زنجیره‌بلوکی، کسانی که قراردادهای هوشمند را می‌نویسند، حل‌وفصل اختلافات، انتخاب اوراکل‌های معتبر، مکانیسم‌هایی برای فعالیت‌های خارج از زنجیره، استقرار کانال‌های جانبی، مقررات و استانداردهای مطابق با آن و بسیاری موارد دیگر. خودگردانی سیستم‌های زنجیره‌بلوکی مانع ایجاد یک ساختار حاکمیتی قوی است، نیز چالش بزرگی است که امروزه توسعه‌دهندگان با آن روبرو هستند (باتوبارا و همکاران، ۲۰۱۸).

۵۰. گنجاندن اخلاق در آزمون عملکرد زنجیره‌بلوکی:

احتمال استفاده از روش زنجیره‌بلوکی برای موارد سود حاشیه‌ای وجود دارد. سرمایه‌گذاران کاملاً از فناوری زنجیره‌بلوکی آگاهی ندارند و پتانسیل زیادی برای جلب سرمایه‌گذاران توسط توسعه‌دهندگان وجود دارد (نشان دادن عملکرد خوب رویکرد زنجیره‌بلوکی آسان است اما آیا این روش برای کاربردی که مشتری لازم دارد مناسب است). تمام زوایای مثبت و منفی زنجیره‌بلوکی را به مشتری نشان بدهیم (حکاک و همکاران، ۲۰۲۰).

۵۱. پیچیدگی قوانین در تجارت:

اگر قوانین تجارت بیش از حد پیچیده باشد، ممکن است در طی روند استدلال تناقضاتی ایجاد شود و خطایی را در روند تصمیم‌گیری ایجاد کند (حکاک و همکاران، ۲۰۲۰).

۵۲. قوانین و پشتیبانی نظارتی و نبود دادگاه مشخص برای حل اختلافات در زنجیره‌بلوکی:

قوانین و پشتیبانی نظارتی برای حمایت از اطمینان کاربر از قانون در مورد تعیین حقوق و تعهدات طرفین، توافق‌نامه و دادگاه‌هایی که اختلافات را بر عهده‌دارند، قوانین و پشتیبانی نظارتی ضروری است، هنوز تدوین‌نشده اقامه دعوا در کدام دادگاه قابل پیگیری است (باتوبارا و همکاران، ۲۰۱۸).

۵۳. ارتباط با فعالیت‌های غیرقانونی:

استفاده از شبکه‌های مبتنی بر زنجیره‌بلوکی در اقتصادهای زیرزمینی (به‌عنوان مثال، استفاده در بازار، Silk Route برای فروش ماری‌جوانا، داروهای مضر (روان‌گردان)، اسلحه و کارت‌های اعتباری مسروقه، قمار و سایر فعالیت‌های پول‌شویی که از زنجیره‌بلوکی به‌عنوان روش پرداخت آن‌ها استفاده شده است.) می‌تواند پذیرش گسترده زنجیره‌بلوکی در صنایع و خدمات اصلی را به خطر بیندازد، اگرچه با بلوغ زنجیره‌بلوکی، این جنبه باگذشت زمان کمتر موردتوجه قرار می‌گیرد (آندونی و همکاران، ۲۰۱۹).

چالش‌های مالی عبارت‌اند از:

۵۴. افزایش قیمت انرژی:

رایانه‌ها انرژی زیادی را مصرف می‌کنند که با توجه به افزایش چشمگیر اخیر قیمت‌های انرژی این موضوع باید موردتوجه قرار گیرد (خلیفه، ۲۰۱۹).

۵۵. تعادل در مزایای استفاده زنجیره‌بلوکی در خدمات عمومی با هزینه توسعه و اجرا:

مزایای استفاده از زنجیره‌بلوکی در خدمات عمومی باید به‌دقت مشخص شود و باید بالاتر از هزینه توسعه و اجرای سیستم باشد، آیا می‌توان این تعادل را حفظ کرد؟ (باتوبارو همکاران، ۲۰۱۸).

۵۶. هزینه بالا برای زنجیره‌بلوکی مطابق با مشخصات مشتری:

توسعه برنامه زنجیره‌بلوکی مطابق با مشخصات مشتری، نیاز به تلاش‌های گران، تخصصی و پیچیده ادغام، به‌عنوان مثال هزینه تولید نرم‌افزار سفارشی در مقیاس بزرگ است (عمر و همکاران، ۲۰۲۰).

۵۷. هزینه توسعه بالا:

سیستم‌های زنجیره‌بلوکی در حال حاضر هزینه‌های توسعه بالایی دارند، اطلاعات در سیستم‌های زنجیره‌بلوکی با هزینه‌های بسیار پایین قابل‌انتقال است، اما اعتبار سنجی و تأیید داده‌ها با

سخت‌افزار و انرژی بالا همراه است (آندونی و همکاران، ۲۰۱۹).

۵۸. سایر هزینه‌ها:

مانند هزینه‌های ایجاد زیرساخت مناسب، هزینه آموزش کارکنان، هزینه خرید و اجرای این فناوری و هزینه یکپارچه‌سازی آن با سایر فناوری‌های جدید، هزینه بازیابی سیستم در صورت حملات سایبری و غیره (باتوبارا و همکاران، ۲۰۱۸).

۵۹. هزینه‌های بالا در نگهداری از زنجیره‌بلوکی:

برای نگهداری و ارتقا زنجیره‌بلوکی، به سخت‌افزارهای زیادی نیاز داریم که نتیجه آن پرداخت هزینه برای خرید، نگهداری و تعمیر و به‌روزرسانی آن‌ها است (باتوبارا و همکاران، ۲۰۱۸).

چالش‌های زیست‌محیطی عبارت‌اند از:

۶۰. اتلاف انرژی در اثر POW:

وقتی یکی از معدنچیان راه‌حل را پیدا کرد، معدنچیان دیگر عملاً وقت و انرژی خود را هدر داده‌اند (جیمو و همکاران، ۲۰۱۹).

۶۱. ذاتاً پرمصرف است:

پیدا کردن راه‌حل مقدار قابل‌توجهی انرژی مصرف می‌کند زیرا هر گره در زنجیره‌بلوکی برای رسیدن به اتفاق نظر یک کار را تکرار می‌کند و همچنین میزان قابل‌توجه انرژی برای پایداری زنجیره‌بلوکی لازم است، برای مثال بیت کوین سالانه ۱۰.۴ تراوات ساعت برق مصرف می‌کند تقریباً ۲ برابر مقدار مورد استفاده GOOGLE که عدد ۵.۷ تراوات ساعت است (روزپو، ۲۰۱۸).

۶۲. رعایت قوانین زیست‌محیطی:

در چارچوب محیط‌زیست، قوانین و پشتیبانی نظارتی به‌عنوان مهم‌ترین عوامل پیدا شدند (باتوبارا و همکاران، ۲۰۱۸). یافتن راه‌حل برای جایگزینی منابع انرژی مانند سوخت‌های فسیلی با منابع انرژی پاک و به طبع کاهش آلودگی محیط‌زیست در جهت تأمین انرژی قابل‌توجه موردنیاز این

فناوری یکی دیگر از مواردی است که باید به آن پرداخته شود.

۲-۴ روش‌های ارزیابی چالش‌های پیاده‌سازی یک فناوری نوین

در جهان امروز عدم پذیرش تغییر به‌منزله تسلیم در برابر شکست است. باوجود میلیاردها دلاری که شرکت‌ها صرف امور تحقیق و توسعه می‌کنند، هنوز شکاف مشکل‌سازی بین ارزش ذاتی آن فناوری که توسعه می‌دهند و توانایی عرضه مؤثر فناوری وجود دارد. در روزگاری که رقابت جهانی چنین تنگاتنگ است، فاصله بین نویدهای تبلیغ‌شده‌ی شرکت و موفقیت‌های نبوغ آمیز، یکی از دغدغه‌های اصلی محسوب می‌شود. ایجاد تغییر در فناوری‌های یک سازمان، مجموعه‌های مختلفی از چالش‌ها را برای مدیریت مطرح می‌کند که در ادامه به برخی از آن‌ها پرداخته شده است.

در این قسمت یافته‌ها، در نتیجه تحقیقات ترکیب‌شده با تجربیات مشاوره‌ای در بیش از ۲۰ شرکت چندملیتی و در طی همکاری با برخی از ۷۰ سازمان درون جنرال الکتریک حاصل شده است. تمرکز بر روی فناوری‌های توسعه‌یافته درون سازمان است. تولیدکنندگان تجهیزات پیشرفته دریافتند که تلاش‌های آن‌ها برای پیاده‌سازی دستگاه‌هایی که می‌فروشند و فناوری‌های جدید، صرف‌نظر از نوع آن‌ها، مدیران را با مجموعه چالش‌های مشخصی مواجه می‌کند.

۱. نقش دوگانه:

افرادی که به مدیریت تغییرات فناورانه می‌پردازند، باید هم به‌عنوان توسعه‌دهنده فناوری عمل کنند و هم بتوانند آن را پیاده‌سازی کنند. قاعده کار معمولاً چنین است که یک سازمان، فناوری را توسعه می‌دهد و سپس آن‌ها را تحویل کاربرانی می‌کند که ممکن است مهارت‌های فناوری پایینی داشته باشند، اما دانش کافی در مورد نحوه استفاده از فناوری دارند. باین‌حال در عمل، سازمان استفاده‌کننده از فناوری (سازمان کاربر) اغلب تمایل و یا شاید توانایی بر عهده گرفتن مسئولیت پذیرش فناوری در نقطه‌ای از تکامل آن که گروه توسعه می‌خواهد آن را تحویل بدهد، نداشته باشد.

فرد مسئول پیاده‌سازی در سازمان توسعه‌دهنده، سازمان استفاده‌کننده و یا حتی در یک موقعیت میانجی، باید این فرایند را چنان تحلیل و طراحی کند که تقریباً ناپیدا باشد؛ یعنی پیش از اینکه فرایند تغییر پایان یابد، اجراکنندگان فناوری باید به‌طور موازی مدت زیادی را به استفاده از فناوری پرداخته باشند. مدیر پیاده‌سازی باید چشم‌اندازها و نیازهای هر دو سمت توسعه‌دهنده و استفاده‌کننده را باهم ادغام کند.

شاید آسان‌ترین راه اجرای این وظیفه این است که این کار را، یک پیاده‌سازی بازاریابی درونی بدانیم نه فروش. این تمایز مهمی است، زیرا فروش به یک محصول تمام‌شده مربوط است، اما بازاریابی به تحقیق بر روی نیازها و خواسته‌های کاربر مرتبط است. مدیران بازاریابی در مورد نحوه جایگیری محصولاتشان در ارتباط با همه محصولات رقیب، دغدغه دارند و کانال‌های توزیع و زیرساخت‌های موردنیاز برای پشتیبانی استفاده از محصول را بررسی می‌کنند.

مدیران پیاده‌سازی فناوری با استفاده از چشم‌انداز بازاریابی می‌بایست درگیری کاربر با موارد زیر را بررسی کنند:

۱. شناسایی اولیه و بهبود تطبیق محصول و نیازهای کاربر

۲. آماده‌سازی سازمان کاربر فناوری برای پذیرش ابتکار

۳. تغییر مالکیت ابتکار به کاربران

• چشم‌انداز بازاریابی

درگیر کردن کاربران در فاز طراحی فناوری جدید، باعث افزایش رضایت کاربر می‌شود که نکته شناخته‌شده‌ای است؛ اما تدارک و تعیین نوع دخالت کاربر در هر شرکت، تفاوت زیادی با شرکت‌های دیگر دارد. برای مثال توسعه‌دهندگان نرم‌افزار در یک شرکت تولیدکننده تجهیزات الکترونیک، یک گروه طراحی در میان کاربران تشکیل دادند تا با توسعه‌دهندگان بر روی بخش مهمی از راهبرد نرم‌افزارهای کاربردی در زمانی که نرم‌افزار در مرحله پیش‌تولید و برنامه‌نویسی بود، همکاری نمایند. کاربران موردنظر می‌توانستند

نرم افزار را بر روی رایانه ای که برای توسعه برنامه استفاده می شد امتحان کنند. حلقه ارتباطی کاملاً تنگاتنگی که ایجاد شد، باعث ایجاد بازخورد روزانه از سوی کاربران به طراحان در مورد ترجیحات و مشکلاتشان شد. این میزان از صمیمیت ممکن است چندان معمول نباشد، اما مدیران می توانند تقریباً همیشه اطلاعات مفیدی از کاربران بالقوه دریافت کنند که به طراحی محصول کمک می کند.

چشم انداز بازاریابی به آماده سازی سازمان برای پذیرش فناوری جدید نیز کمک می کند. تلاش های پیاده سازی زیادی با شکست مواجه می شوند، زیرا درجایی، یک نفر میزان اهمیت چنین آماده سازی را نادیده گرفته است. درواقع سازمان ها مملو از مدیرانی هستند که اعتقاد دارند، برتری فنی نوآوری ها و اهمیت راهبردی آن ها باعث تضمین پذیرش خواهد شد. از این رو منابع زیادی را صرف خرید یا توسعه فناوری می کنند، اما توجه اندکی به مراحل پیاده سازی آن دارند. تجربه نشان می دهد که پیاده سازی موفق، نه تنها نیازمند سرمایه گذاری سنگین از سوی توسعه دهنده های پروژه است، بلکه باید سطح پایداری از سرمایه گذاری در منابع سازمان استفاده کننده فناوری نیز حفظ شود.

• مثالی از چشم انداز بازاریابی

تلاش بسیار نویدبخشی که برای پیاده سازی نوآوری در یک شرکت بزرگ ارتباطی و رایانه ای برای ماه های متوالی انجام شد پاسخگو نبود، چون زیرساخت های سازمان کاربر فناوری، ناکافی بودند. تجهیزات جدید کنترل پردازش رایانه ای، آماده ارسال به کاربرانی بودند که مشتاقانه منتظر رسیدن آن ها بودند، اما یک قطعه از نرم افزار پیونددهنده در جای خود نبود. بحث در مورد این که چه کسی باید هزینه این قطعه نرم افزاری کوچک اما حیاتی برای سیستم را پردازد بالا گرفت. همچنین مشکل مشابه دیگر عدم وجود منابع آموزشی بود چون توسعه دهندگان، این منابع آموزشی را به عنوان بخشی از مسئولیت های معمولشان، ارائه نداده بودند. هیچ کس در سازمان کاربر، مسیر پیاده سازی نوآوری را هموار نکرده بود، بنابراین هیچ کس نبود که توسعه دهندگان، نرم افزار را به او تحویل دهند.

• چارچوبی برای اطلاعات

دقیقاً همان گونه که مدیران تحقیقاتی که از طریق آن اطلاعات بسیار مهم محصول را جمع می کنند به دقت مورد توجه قرار می دهند، مدیران پیاده سازی نیز باید از یک چارچوب تکرارپذیر و آکاردئون-مانند برای هدایت تصمیم گیری ها در مورد زمان و چگونگی گردآوری اطلاعات مورد نیاز از همه گروه های تحت تأثیر نوآوری جدید استفاده کنند. به این دلیل این چارچوب آکاردئون-مانند نامیده می شود که فرایند کار شامل جستجوی اطلاعات، مکشی برای تحلیل آن و دوره بعدی جستجو به طور پشت سر هم است.

• چه اطلاعاتی مهم هستند و چه کسی آن ها را دارد؟

این ها سؤالاتی هستند که در مراحل مختلف فرایند پیاده سازی ممکن است متفاوت باشند، اما یک نفر باید کار تکراری گردآوری اطلاعات را هماهنگ سازی کند و آن یک نفر مدیر پیاده سازی است. برای مثال یک شرکت تولیدکننده توربین، یک سیستم CNC طراحی کرده بود که در یکی از عملیات مرتبط با اجزای کوچک تولید، ترتیب فرآیند تولید را کنترل می کرد. مدیر پروژه باید به موارد زیر توجه می کرد:

• مشاهده رویه های کارهای جاری

طراحان سیستم چند بار از سطح کارخانه بازدید به عمل می آورند و هر بار با ۸ تا ۱۰ اپراتور در مورد روش های کارشان مصاحبه می کنند. در طی این مصاحبه ها به آن بخش هایی از کار که نیازمند تصمیم گیری یا جستجوی اطلاعات در مورد انتخاب ابزار و مواد مورد استفاده، توالی مراحل که در ماشین کاری باید استفاده شود و کارهایی که باید در اولویت نخست انجام شود، می بایست توجه ویژه ای مبذول شود. در این مورد مشخص شد که کارگران مقداری انعطاف پذیری در توالی کارها را دوست داشتند و فکر می کردند که باید حق انتخاب مواد را داشته باشند و غالباً از دشواری یافتن ابزارها ناخشنود بودند.

• بررسی نحوه ارتباط فرایندهای تولید با فرایندهای دیگر

اپراتورهای دستگاه‌ها تا حد بسیار زیادی وابسته به بخش مواد، بخش تعمیر و نگهداری، اتاق ابزار و سفارش‌دهنده محصول هستند.

طراحان سیستم در بحث‌هایی که با اپراتورها داشتند، توانستند متغیرهای مهم را از دیدگاه اپراتورها درک کنند و از این‌رو توانستند سیستمی طراحی کنند که مشکلات اپراتورها را بدون ایجاد سیستم جدید رفع کند. این بحث‌ها همچنین از طریق آموزش و جلسه‌های تمرین عملی بین کاربران و ناظرانشان موجب تسهیل انتقال اطلاعات به کاربران شد.

• بازارهای داخلی چندگانه

هر چه سطح سازمانی که مدیران در آن سطح، مسئله یا نیازی را تعریف می‌کنند، بالاتر باشد، احتمال موفقیت پیاده‌سازی بیشتر است. باین‌حال این نکته هم وجود دارد که هرچه تعریف مشکلات و ارائه راه‌حل آن‌ها به کاربران نهایی نزدیک باشد، احتمال موفقیت بالاتر می‌رود. مدیران پیاده‌سازی باید برنامه‌های بازاریابی درونی خود را با توجه به این پارادوکس مشخص متعادل کنند.

از آنجاکه این مدیران افراد یا گروه‌هایی را که پذیرش فناوری از سوی آن‌ها برای موفقیت پیاده‌سازی ضروری است، شناسایی می‌کنند، باید تعیین کنند که راهکارشان باید به چه کسانی، در چه زمانی و با چه استدلال‌هایی ارائه شود. مدیریت ارشد سازمان و کاربران نهایی باید خریدار نوآوری باشند تا موفق شوند، اما بازاریابی یک ایده برای این دو گروه نیازمند رویکردهای بسیار دشواری است.

• پذیرش عمومی یک نوآوری در میان طیف وسیعی از کارکنان

ما بر این باور هستیم که این مدیر باید فناوری جدید را از دیدگاه هر گروه بنگرد، بر همین اساس برای هرکدام یک رویکرد برنامه‌ریزی کند. مدیریت ارشد باید به تأثیرات احتمالی نوآوری در سطوح پایین توجه

داشته باشد و مقدار بازگشت سرمایه‌گذاری و سودآوری را مشخص کند. با این حال بسیاری از فناوری‌های رایانه‌ای، امروزه بر اساس توجیه‌های مالی سنتی عمل نمی‌کنند، اما ممکن است وجود آن‌ها برای آینده شرکت ضروری باشد. برخی از شرکت‌ها در پس‌استخدام حسابداری هستند که بتوانند ارزش ربات‌ها، CAD و تولید یکپارچه رایانه‌ای را بهتر ارزیابی کنند تا بدین ترتیب محدودیت‌های مدل‌های بودجه‌ریزی سنتی سرمایه را کنار بزنند.

وقتی جنرال الکتریک، کارخانه ماشین ظرفشویی خودکار خود را به راه‌انداخت، در ابتدا، هزینه‌ها را بر اساس صرفه‌جویی در زمان توجیه می‌کرد، اما این کارخانه به روش پیش‌بینی‌نشده‌ای سرمایه را بازگرداند. کیفیت محصول افزایش یافت و هزینه‌های تولید کاهش یافت تا سهم بازار افزایش یابد و مشخص شد که مکان احداث‌شده کارخانه می‌تواند به‌عنوان یک سایت تولیدی برای محصولات دیگر نیز استفاده شود. هر همان‌که مدیران چنین مزیت‌های غیر سنتی را ثبت می‌کنند امکان سرمایه‌گذاری‌های مشابه بعدی را آسان‌تر می‌سازند.

• ملاحظات راهبردی

این امکان وجود دارد که مدیریت شرکت غرق در ملاحظات راهبردی شود. زمانی که خودکارسازی‌های بزرگ‌مقیاس در کسب‌وکار ژنراتورهای بزرگ توربین بخار در شرکت جنرال الکتریک وارد شدند، این نوآوری‌ها بر اساس تغییر نیازهای کسب‌وکار به مدیریت ارشد فروخته شدند. این بدین معنی بود که تولید محصولات بزرگ و تک‌عددی تبدیل به تولید قطعات کوچک می‌شد. این سیستم‌های جدید همچنین به اجرای بهبودهای کیفی مداوم برای حفظ عملیات رقابتی که در بازار اشباع مورد بازبینی قرار می‌گرفتند، کمک کرد.

فروش فناوری جدید به مدیریت ارشد شرکت بدون دخالت دادن همه‌مان سازمان‌های استفاده‌کننده از فناوری در فرایند تصمیم‌گیری، کافی نیست. همچنین ایجاد امکان مالکیت فناوری برای کاربران یک

نوآوری، ضروری است. معنی این جمله تا حد زیادی به موضوع پروژه مربوط است. باینکه درگیر کردن همه کاربران در فرایند انتخاب و/یا توسعه یک نوآوری عملاً ممکن نیست، اما این عذری برای استفاده نکردن از نظرات نماینده‌های کاربران محسوب نمی‌شود.

شاید حتی برنامه‌ریزی برای انتقال دانش از عملیات قدیمی که در آن افراد، مواد و محصولات را به‌خوبی می‌شناختند، به فرآیند جدید که افراد خارجی ممکن است از ابتدا آن را طراحی و اجرا کنند، از همه موارد، مهم‌تر باشد. توسعه‌دهندگان فرایند جدید (به‌خصوص زمانی که نرم‌افزار رایانه باشد) غالباً ابزار خود را به‌خوبی می‌شناسند اما به‌ندرت درکی از مواد و فرآیندهایی که نرم‌افزارشان در مورد آن‌ها به کار گرفته می‌شود، دارند. همچنین در مورد افرادی که در کارخانه با این مواد و فرایندها به مدت سال‌ها کار کرده‌اند، دانش اندکی دارند. مدیران باید دست‌کم سازوکار و زمان مناسبی برای انتقال چنین دانشی از کارگران باتجربه به توسعه‌دهندگان اختصاص دهند.

• مالکیت کاملاً توسعه‌یافته

یک نمونه از مالکیت کاملاً توسعه‌یافته، موردی از یک سازمان بازاریابی بود که در حال انتقال سیستم فایل‌های دستی به سیستم فایل‌ها، پیام‌رسانی و بازیابی داده‌های الکترونیک بود که هم از سوی مدیران و هم منشی‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفت. مدیران تصمیم گرفتند تا برای این کار زمان بگذارند و آن را از اول درست انجام دهند تا مجبور نباشند دوباره کاری کنند. مدیر پروژه کمیته‌ای از نمایندگان منتخب همه گروه‌های درگیر در این فرایند، تشکیل داد. این کمیته به‌طور منظم، جلساتی تشکیل می‌داد. این جلسات در ابتدا به انتخاب بسته نرم‌افزاری مناسب پرداخت و سپس مشخص شد که باید یک سیستم مخصوص خود بسازند تا همه امکاناتی که می‌خواهند را با توصیف ساختار و محتوای آن ایجاد کنند.

نتیجه کار، یک سیستم خلاقانه با پذیرش مناسب و استفاده گسترده بود. کاربران مشکلات کوچکی را که به‌صورت باگ‌هایی در نرم‌افزار ظاهر شده بودند، به‌مرور از سیستم حذف کردند. به گفته یکی از مدیران:

«کاربران این را می‌خواستند و بنابراین همین را ساختیم»

برای موفقیت این پروژه، مهم‌ترین بخش انتخاب افرادی از میان کاربران نرم‌افزار بود که نظرشان مهم‌تر است. مدیرانی که قصد پیاده‌سازی این نوآوری را داشتند از مدت‌ها پیش می‌دانستند که نظرات چند رهبر معهود، تأثیر عمیقی بر سرعت و میزان پذیرش این نوآوری دارد. پایه این رهبری، در هر سازمانی متفاوت است، اما شناسایی این رهبران، کار چندان دشواری نیست. این رهبران سازمانی معمولاً تأثیرگذاری خود را مدیون مسائل فنی هستند و نه جایگاه شغلی رسمی.

• رهبران سازمانی چه خصوصیتی دارند؟

بالاین‌حال، رهبران سازمانی لزوماً ماهرترین اپراتورها نیستند. مطالعات علوم رفتاری نشان داده‌اند که مردم معمولاً در چنین رهبرانی به دنبال دو نوع اعتبار می‌گردند: اعتبار «ایمنی» (به این معنی که فکر می‌کنند این فرد آن قدر مرا دوست دارد که می‌توانم به نظراتش اعتماد کنم) و اعتبار «فنی» (این فرد در مورد آن چیزی که صحبت می‌کند، اطلاع دارد). افرادی که مهارت‌های تکنیکی‌شان چنان بالاست که پیروان آن‌ها می‌توانند مطمئن باشند که هیچ‌کس به جز آن‌ها حتی با تقلید از آن‌ها نمی‌تواند یک رهبر سازمان بشود.

در سازمان بازاریابی که در بالا به آن اشاره کردیم، یک مدیر ارشد حسابداری از استفاده از سیستم الکترونیکی سرباز زد. مدیران پیاده‌سازی سیستم در ابتدا نگران شدند؛ اما در ادامه متوجه شدند که این فرد، یک رهبر سازمانی نیست و تلاش‌هایش محدود به اطرافیانش است و بدین ترتیب مورد توجه مخالفین واقع نشد. شش ماه پس از اینکه همه از این سیستم استفاده می‌کردند، او نیز تسلیم شد و متقاعد شد که در نهایت از این سیستم استفاده کند.

• تبلیغات در برابر هیاهو

بسیاری از توسعه‌دهندگان فناوری با ناخرسندی اعتراف می‌کنند که نوآوری به‌صورت خودکار پذیرفته نمی‌شود. شاید بسیار خوش‌بینانه باشد که باور کنیم، یک نوآوری می‌تواند به‌خودی‌خود به فروش برود، اما فروش بیش‌ازحد یک سیستم جدید نیز دقیقاً به همان میزان خطرناک است. به‌خصوص فناوری‌های جدید و هیجان‌انگیز در برابر هیاهو آسیب‌پذیر هستند.

برای مثال مقالاتی در رسانه‌ها در مورد ربات‌ها و هوش مصنوعی منتشر می‌شوند که انتظارات را در مورد عملکرد واقعی نسخه‌های کنونی از این فناوری‌ها بسیار بالا برده‌اند. کاربران بالقوه این فناوری‌ها زمانی که متوجه می‌شوند عملکرد این نوآوری‌ها، پایین‌تر از سطح انتظارشان است، به‌سرعت مأیوس می‌شوند. زمانی که یک تولیدکننده رایانه، نرم‌افزار هوش مصنوعی‌ای را برای استفاده در فرایند تولید، می‌نویسد، دنیای خارج بسیار قبل‌تر از آن‌که این نرم‌افزار از مرحله آزمایشی خارج شود، فکر می‌کند که یک محصول پایان‌یافته است. ماه‌ها پیش از آنکه این نرم‌افزار کامل شود، کاربران بالقوه از سوی مشتریان با سؤالاتی در مورد نحوه کارکرد آن مواجه می‌شوند.

شکاف بین ادراک و واقعیت برای یک مدیر پروژه فرصت خوبی برای موارد تبلیغاتی محسوب می‌شود. این مدیر پروژه با دانستن اهمیت فروش مفهوم به مدیریت، شروع به گسترش کمپین به هرکسی که علاقه‌مند به شنیدن این اخبار است می‌کند. از آنجایی که این موضوع جذاب است، سیستم هوش مصنوعی جدید، توجه بسیاری را در میان رسانه‌ها و همچنین خبرنامه‌های سازمانی جلب می‌کند. فروش بیش‌ازحد، مشکلاتی برای مدیران پیاده‌سازی ایجاد می‌کند، چراکه باید با این تصور که پروژه آن‌ها از زمان‌بندی عقب است و یا اینکه پروژه‌شان عملکرد پایین‌تر از آنچه نوید داده‌شده است، ارائه می‌دهد، مبارزه کنند.

• مکان پر ریسک، نوآوری ایمن

برای اجرای عملیات پایلوت، پیش از معرفی یک نوآوری گسترده در یک سازمان بزرگ دو راه وجود دارد: نخست این که طرح پایلوت به صورت آزمایش اجرا شود تا امکان فنی اجرا به مدیریت ارشد ثابت شود و دوم اینکه به عنوان یک مدل نمایش اعتبار، برای واحدهای دیگر سازمان عمل کند. ممکن است این دو منظور همواره باهم مطابقت نداشته باشد.

در صورتی که موفقیت یک نوآوری از نظر سیاسی منوط به اجرای موفق آن در مکان پایلوت باشد، مدیر پیاده سازی ممکن است مکانی را انتخاب کند که موفقیت تضمین شده باشد، اما در این حالت، مزیت واقعی این نوآوری برای سازمان مشخص نمی شود و همچنین به مدلی برای واحدهای دیگر تبدیل نخواهد شد. باین حال اگر این آزمون یک تست اعتبار سنجی باشد، نمی توان آن را در میان خلاق ترین افراد شاغل در شرکت، پیاده سازی کرد. موفقیت در چنین مکانی، ممکن است با این انتقاد مواجه شود که این کاربران از کاربران معمولی متفاوت هستند. گرچه آزمون فناوری جدید در واحدی که بدترین عملکرد را دارد و احتمالاً بیشترین نیاز را به نوآوری دارد ممکن است نتایج بسیار درخشانی ارائه دهد که این هم گزینه مطلوبی محسوب نمی شود. اگر پروژه شکست بخورد، مدیر پیاده سازی نخواهد دانست که چه مقدار از این شکست ناشی از مشکلات فوق العاده مربوط به مکان است و چه مقدار از آن به مشخصات ذاتی فناوری مربوط است. اگر پروژه موفق شود، منتقدین به سرعت یادآوری خواهند کرد که همه چیز برای اجرای موفق این عملیات در آن مکان مهیا شده بوده است.

باین حال راه حل این کار با توجه به منظور آزمون که آزمایش است یا نمایش، کاملاً روشن است. پس از انتخاب منظور باید مکانی را که بدین منظور کاملاً مناسب است، انتخاب نمود. در یک کسب و کار بزرگ تولید رایانه، هدف اختصاصی که انتخاب شده بود از یک مشکل رنج می برد. اگر مشتریان سفارش هایشان را کنسل می کردند، سیستم هایی که به صورت ناقص ساخته شده بودند یا باید به طور کامل پیاده می شدند،

یعنی باید اجزای اولیه جدا شده و به انبار فرستاده می‌شد و یا اینکه می‌بایست با سفارش‌های آتی تطبیق داده می‌شدند تا اطمینان حاصل شود که برای انجام عملکردهای سفارش داده شده به قدر کافی مناسب هستند. زمانی که این فرآیند تطبیق که به صورت دستی انجام می‌شد، رایانه‌ای شد، نخستین محل استفاده، عملیاتی بود که در آن هیچ فرد مشتاق حضور نداشت و پیاده‌سازی این نرم‌افزار رایانه‌ای ماه‌ها زمان برد. این مکان از نظر سیاسی عاری از ریسک بود، اما به جهت نمایش مفید بودن عملکرد نرم‌افزار نیز فایده‌ای نداشت. با این که کارکرد برنامه موفقیت‌آمیز بود اما این عملیات پیش از آنکه بتواند به عنوان نمایشی برای بخش‌های دیگر کارخانه استفاده شود، تعطیل شد و مدیر پیاده‌سازی مجبور شد مکان دیگری را برای آزمون پیاده‌سازی انتخاب کند و همه چیز را از صفر شروع کند.

یک نمونه دیگر را در نظر بگیرید: یک کارخانه تولید کاغذ قصد داشت در یکی از بخش‌های آسیاب کاغذ در کارخانه که محل شلوغی بود، سیستم کنترل رایانه‌ای گران قیمت و بزرگ مقیاس خود را مورد آزمون قرار دهد. با این که این سیستم برای افزایش حاشیه سود ضعیف کارخانه مورد نیاز بود، اما نه این مکان بهترین مکان شرکت برای آزمون بود و نه وظایف آن به مسائل مالی مرتبط بود. مدیریت این بخش مصمم بود که موفقیت سیستم را برای ثبت موفقیت بخش خود مشاهده کند و مدیریت کارخانه آن را به عنوان یک آزمایش می‌نگریست. این محل نویدبخش بود اما عاری از چالش نبود.

حتی اگر مدیران درک کنند که آزمون یک فناوری جدید یک نمایش ضروری است، همواره سؤال بعدی را که به طور منطقی مطرح می‌شود نمی‌پرسند: نمایش برای چه کسی است؟ موقعیت فیزیکی و سازمانی محل جدید تأثیر زیادی بر موج بعدی کاربرانی که از آن استفاده خواهند کرد، می‌گذارد.

در سال‌های اخیر مطالعات زیادی نشان داده‌اند که رابطه معکوس قوی بین فاصله از تجهیزات و استفاده از آن‌ها وجود دارد. این نتیجه در صورتی که فواصل برحسب کیلومتر اندازه‌گیری شده باشد، چندان شگفت‌انگیز نیست. آنچه جای شگفتی است این است که مطابق ضرب‌المثل «از دل برود، هر آنکه از دیده برفت»، هر

چه که از دید خارج شود (مهم نیست که چقدر دور رفته باشد)، از ذهن هم خارج می‌شود. تفاوت استفاده مهندسان از کتابخانه در یک دانشکده، تنها با در نظر گرفتن فاصله دانشجویان غیر عضو نسبت به دانشجویان عضو، از کتابخانه (بر اساس قدم و نه کیلومتر) قابل محاسبه است.

به‌طور مشابه پایانه‌های رایانه‌ای جدیدی در یک شرکت نفتی بزرگ، نخست توسط دفاتر که در جنب آن‌ها واقع شده بودند، استفاده شدند، اما افرادی که حتی چند قدم از آن‌ها فاصله داشتند، از این رایانه‌ها استفاده نمی‌کردند. فاصله امری نسبی است و نه مطلق و باید بر اساس وزن رویه کنونی اندازه‌گیری شود و نه هیچ استاندارد عینی.

بدیهی است که نمی‌توان، همواره تجهیزات جدید را طوری قرارداد که رفاه همه افراد تأمین شود. حتی اگر چنین نیز باشد، جایگیری یک نوآوری جدید می‌بایست بر اساس این محاسبه باشد که چه کسی نخستین بار و بیشتر از دیگران از این فناوری جدید استفاده می‌کند. اگر این تجهیزات از کاربران مسن‌تر یا به‌طور بالقوه مخالف نوآوری، دورتر نصب شوند، بهانه‌ای برای اجتناب از استفاده از این نوآوری به آن‌ها داده می‌شود. در نتیجه، مدیرانی که طرح فیزیکی راهبردهای پیاده‌سازی خود را در نظر نمی‌گیرند، ممکن است به‌طور پیش‌فرض آن‌ها را در نزدیکی کاربرانی قرار دهند که تأثیر اندکی در سازمان دارند. (لطفی، ۱۳۹۹)

۲-۵ تحلیل چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی

باتوبارا و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی به‌طور سیستماتیک استفاده از زنجیره‌بلوکی و استفاده از آن در متن دولت الکترونیکی برای یافتن چالش‌ها و مسیرهای آینده در موردپذیرش زنجیره‌بلوکی برای دولت الکترونیک را بررسی کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که پذیرش برنامه‌های مبتنی بر زنجیره‌بلوکی در دولت الکترونیکی هنوز بسیار محدود است و فقدان شواهد تجربی وجود دارد.

نتایج این بازبینی سامانمند ادبیات را در مورد وضعیت فعلی تحقیقات و چالش‌های پیش روی استفاده از فناوری‌های زنجیره‌بلوکی در حوزه دولت الکترونیکی یافته‌ها نشان می‌دهد که تحقیقات دانشگاهی در

این زمینه تازه آغاز شده است و موضوعات مورد بحث در ادبیات منتخب هنوز بسیار محدود است. به منظور دسته‌بندی چالش‌ها، از چارچوب فناوری - سازمان - محیط (TOE) استفاده کرده‌اند (تورناتزکی و همکاران). در نتیجه، تحقیقات پیشرفته‌تری در این زمینه برای پیشرفت بلوغ این زمینه از تحقیقات هنوز لازم است. به‌ویژه، مطالعات تجربی با استفاده از پروتکل‌های تحقیق دقیق باید در زمینه دولت برای بررسی مزایای مختلف بالقوه استفاده از زنجیره‌بلوکی اجرا شود. مطالعات تجربی قابلیت اطمینان را افزایش می‌دهد و اعتبار و محدودیت‌های مزایا و مزایای بالقوه فناوری زنجیره‌بلوکی را روشن می‌کند.

چالش‌های اصلی در پذیرش زنجیره‌بلوکی ریشه در جنبه‌های فناوری مانند امنیت، مقیاس‌پذیری و انعطاف‌پذیری دارد. در همین حال، نیاز به مدل‌های جدید حکمرانی و مقبولیت این فناوری از دیدگاه سازمانی چالش‌های اساسی است. علاوه بر این، از جنبه زیست‌محیطی، قوانین و حمایت‌های نظارتی بزرگ‌ترین مشکلی را که باید حل شود، ارائه می‌دهند. به‌منظور حل چالش‌های فناوری، در این تحقیق در مورد استانداردهای فناوری زنجیره‌بلوکی و یک معماری مرجع برای برنامه‌های دولت الکترونیکی را پیشنهاد کردند. همچنین، یک رویکرد دستگاهی برای مطالعه پیامدهای تحول‌آفرین با تأکید بیشتر بر زمینه‌سازمانی در توسعه برنامه‌های مبتنی بر زنجیره‌بلوکی مورد نیاز است. علاوه بر این، رویکردی برای یافتن تعادل بین چارچوب‌های نظارتی و قانونی و کاربردهای فن‌آوری‌های نوآورانه زنجیره‌بلوکی مورد نیاز است. سرانجام، یک زیرساخت مشترک، امن و مقیاس‌پذیر برای تحریک توسعه و انتشار فناوری جدید مبتنی بر زنجیره‌بلوکی برای پیشبرد تصویب در مقیاس بزرگ مهم است. محدودیت‌های بررسی ادبیات در این تحقیق به انتخاب اصطلاحات جستجو شده، ژورنال‌ها و مدت‌زمان انتشار مقالات انتخابی مرتبط است. تکرار سالانه مرور ادبیات به ما امکان می‌دهد تا تحولات این حوزه تحقیق را ردیابی و ترسیم کنیم.

برای نتیجه‌گیری، بررسی در این مطالعه یک نقطه شروع مفید برای موضوعات تحقیقاتی آینده برای توسعه سیستم‌های دولت الکترونیکی مبتنی بر زنجیره‌بلوکی برای پزشکان و محققان ارائه می‌دهد.

عبدالواحد و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی، حوادث علیه آسیب‌پذیری‌های امنیت سایبری در فناوری زنجیره‌بلوکی را طبقه‌بندی کرده و روش‌های اندازه‌گیری خطر را با توجه به مدل ارزیابی خطر اطلاعات (ISRA) توضیح می‌دهند. این مقاله در تلاش است تا تأثیر عملکرد امنیتی زنجیره‌بلوکی و همچنین سایر عملکردهایی را که منجر به تهدید می‌شوند برجسته کند. این مقاله حملات واقعی به سیستم‌های زنجیره‌بلوکی را بررسی می‌کند. همچنین، درک دامنه و تأثیر چالش‌های امنیت و حریم خصوصی در زنجیره‌بلوکی برای پیش‌بینی آسیب احتمالی بسیار مهم است. یکی از مباحث مهم تحقیق، بیت کوین است زیرا روزانه در معاملات ارزهای رمز پایه استفاده می‌شود. در نتیجه، این صنعت و دانشگاه را برای انجام تحقیقات بیشتر جذب خواهد کرد؛ اما دامنه‌های دیگری نیز وجود دارد که محققان می‌توانند از فناوری زنجیره‌بلوکی استفاده کنند (مانند اینترنت اشیا، بهداشت، مکانیسم رأی‌گیری) هنوز یک چالش باقی‌مانده و مسائل تحقیقاتی باز وجود دارد که باید حل شود.

تحقیقات پیشنهادی فناوری زنجیره‌بلوکی در آینده عبارت‌اند از: بهداشت و درمان، بخش عمومی، زنجیره‌بلوکی به‌عنوان یک سرویس (BaaS)، اینترنت اشیا، برنامه‌های کاربردی در مقیاس بزرگ بانرژي، قراردادهای هوشمند، سازوکارهای اجماع.

صبری و همکاران^۱ (۲۰۱۹) در این مقاله، هدف این است که توصیف کنیم که چگونه شبکه‌های ارز دیجیتال مانند بیت کوین یک بستر بدون اعتماد را برای کاربران فراهم می‌کند تا انتقال پول را انجام دهند بدون اینکه لزوماً به مراکز معتمد مرکزی مانند خدمات پرداخت یا مؤسسات مالی بستگی داشته باشد. علاوه بر این، این کار به‌طور جامع به‌مرور اساسی که اساس زنجیره‌بلوکی است، مانند معاملات، الگوریتم‌های اجماع و هش کردن. این مطالعه همچنین طبقه‌بندی جدیدی برای انواع زنجیره‌بلوکی با توجه به معماری سیستم و استراتژی اجماع آن‌ها ارائه داده است.

در این تحقیق، ابتدا مروری بر مفهوم زنجیره‌بلوکی، از جمله تراکنش، الگوریتم‌های اجماع و هش کردن

¹ Sabry et al

را ارائه داده‌اند. سپس، زنجیره بلوکی‌ها را بر اساس سیستم و کاربردهای کلی آن‌ها، به سه نوع جدید طبقه‌بندی کردیم (زنجیره‌بلوکی Cryptocurrency C2C، زنجیره‌بلوکی Business to Cryptocurrency B2C و تجارت با زنجیره‌بلوکی). B2B. ما همچنین مقایسه‌ای بین این انواع مختلف زنجیره‌بلوکی انجام داده‌ایم. علاوه بر این، سناریوهای مفصلی را برای معامله Bitcoin و Ethereum ارائه داده‌اند تا نمای کاملی از این موارد انواع زنجیره‌بلوکی را ارائه دهند.

سرانجام، تفاوت بین بیت کوین، Ethereum و Hyperledger Fabric را ارائه داده‌اند. هدف اصلی این مقاله ارائه یک نقشه راه به توسعه‌دهندگان و محققان زنجیره‌بلوکی در هنگام انتخاب نوع صحیح زنجیره‌بلوکی متناسب با نیازهای آن‌ها بوده است. یلی‌هومو و همکاران^۱ (۲۰۱۶) در این تحقیق، یک مطالعه نقشه‌برداری سامانمند را با هدف جمع‌آوری تمام تحقیقات مربوط به فناوری زنجیره‌بلوکی انجام داده‌اند. هدف درک موضوعات تحقیقاتی فعلی، چالش‌ها و جهت‌گیری‌های آینده در مورد فناوری زنجیره‌بلوکی از منظر فنی بوده است.

در این تحقیق ۴۱ مقاله اصلی را از پایگاه‌های علمی استخراج کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که تمرکز در بیش از ۸۰٪ مقالات بر روی سیستم بیت کوین است و کمتر از ۲۰٪ با سایر برنامه‌های زنجیره‌بلوکی از جمله قراردادهای هوشمند و صدور مجوز. بیشتر تحقیقات بر روی آشکارسازی و بهبود محدودیت‌های زنجیره‌بلوکی از نظر حریم خصوصی و امنیتی متمرکز است، اما بسیاری از راه‌حل‌های پیشنهادی فاقد ارزیابی مشخصی درباره اثربخشی آن‌ها هستند. بسیاری دیگر از چالش‌های مربوط به مقیاس‌پذیری زنجیره‌بلوکی از جمله توان عملیاتی و تأخیر، مطالعه نشده است.

فناوری زنجیره‌بلوکی ارز رمزنگاری‌شده بیت کوین را اجرا می‌کند. این یک محیط غیرمتمرکز برای معاملات است، جایی که تمام معاملات در یک دفتر عمومی ثبت می‌شود، برای همه قابل مشاهده است. هدف زنجیره‌بلوکی ارائه ناشناس بودن، امنیت، حفظ حریم خصوصی و شفافیت برای همه کاربران آن است.

¹ Yli-Huumo et al

باین‌حال، این ویژگی‌ها بسیاری از چالش‌ها و محدودیت‌های فنی را ایجاد می‌کند که باید برطرف شوند. برای درک این‌که تحقیقات فعلی در مورد فناوری زنجیره‌بلوکی در کجا قرار دارد، بنابراین با استفاده از فرایند مطالعه نقشه‌برداری سامانمند، کلیه تحقیقات مربوطه را ترسیم کردند. هدف از این مطالعه نقشه‌برداری سامانمند بررسی وضعیت فعلی و مباحث تحقیقاتی فناوری زنجیره‌بلوکی بوده است. چشم‌اندازهای اقتصادی، قانونی، تجاری و نظارتی را حذف شده است و فقط چشم‌انداز فنی را در بردارد. ۴۱ مقاله اصلی را از پایگاه‌های علمی استخراج و تحلیل کرده‌اند. توصیه‌هایی را در مورد مسیرهای تحقیقاتی آینده فناوری زنجیره‌بلوکی بر اساس وضعیت فعلی تحقیق ارائه می‌دهیم به شرح زیر:

- ادامه شناسایی موارد بیشتر و پیشنهاد راه‌حل برای غلبه بر چالش‌ها و محدودیت‌های فناوری زنجیره‌بلوکی. علاقه به فناوری زنجیره‌بلوکی از سال ۲۰۱۳ به شدت افزایش یافته است. تعداد تجمعی مقالات از ۲ در ۲۰۱۳ تا ۴۱ در سال ۲۰۱۵. بیشتر مطالعات بر روی رفع چالش‌ها و محدودیت‌ها متمرکز بوده است، اما هنوز بسیاری از مسائل بدون راه‌حل مناسب وجود دارد.

- انجام مطالعات بیشتر در مورد مقیاس‌پذیری زنجیره‌بلوکی. بیشتر تحقیقات فعلی در مورد فناوری زنجیره‌بلوکی بر روی مسائل امنیتی و حریم خصوصی متمرکز شده است. برای اینکه آماده استفاده گسترده از فناوری زنجیره‌بلوکی باشید، باید به مقیاس‌های مقیاس‌پذیری مانند عملکرد و تأخیر پرداخته شود.

- برنامه‌های بیشتر مبتنی بر زنجیره‌بلوکی را فراتر از بیت کوین و سایر سیستم‌های رمزنگاری توسعه دهید. تحقیقات فعلی بر روی سیستم بیت کوین متمرکز شده است. باین‌حال، تحقیقات همچنین نشان می‌دهد که فناوری زنجیره‌بلوکی برای سایر راه‌حل‌ها مانند قراردادهای هوشمند، صدور مجوز برای املاک، رأی دادن و غیره قابل استفاده است.

- اثربخشی راه‌حل‌های پیشنهادی را با معیارهای ارزیابی عینی ارزیابی کنید. اگرچه چندین راه‌حل برای چالش‌ها و محدودیت‌ها ارائه شده است، بسیاری از آن‌ها فقط ایده‌های مختصری هستند و ارزیابی مشخصی

از کار آیی آن‌ها ندارند.

گلووسوا و رمانوز^۱ (۲۰۱۸) در این مقاله شرح فناوری زنجیره‌بلوکی و مزایا و معایب آن مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. بسیاری از برنامه‌های کاربردی فناوری زنجیره‌بلوکی که قبلاً پیاده‌سازی شده بودند، مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و همچنین عوامل موفقیت یا مشکلات را در هنگام پیاده‌سازی تحت تأثیر قرار دادند. هدف این مقاله تجزیه و تحلیل راحتی و مشکلات مربوط به ادغام و پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در زمینه‌های مختلف صنعت مدرن است.

زنجیره‌بلوکی نوع جدیدی از پایگاه داده است که برخی از مشکلات موجود در سیستم متمرکز را حل می‌کند، مانند معاملات بدون واسطه، زمان صرف شده برای هر معامله، حذف یا تغییر داده‌های غیر عمدی یا خاص داده‌ها در زنجیره‌بلوکی.

نتیجه این تحقیق نشان می‌دهد که حملاتی که در این مقاله شرح داده شده بیشتر نظری هستند. فقط چند نمونه از هک‌های زنجیره‌بلوکی در عمل وجود دارد. فناوری زنجیره‌بلوکی برای دنیای ما مفید است، زیرا می‌تواند اکثر دستگاه‌ها را در صنایع مختلف تسهیل کند، اما جدید است و کاربرد آن در عمل چندان مورد مطالعه نبوده است.

مزایای فناوری زنجیره‌بلوکی، آینده درخشان و بدون ثقل و فریب را به ما نوید می‌دهد. توسعه‌دهندگان باید زمان بیشتری را به کاربردهای عملی اختصاص دهند و پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سیستم‌های موجود اصلی جهت‌های اصلی صنعتی، زیرا زنجیره‌بلوکی می‌تواند تجارت صادقانه و قابل اعتماد را در سیستم‌های دولتی و لجستیکی به ارمغان بیاورد.

چالش‌های زنجیره‌بلوکی بزرگ است، اما نتایج استفاده از زنجیره‌بلوکی نشان داده است که مزایای آن غلبه به معایب آن دارد.

آتلام و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی با توجه به مشکلات اینترنت اشیا مانند مدل متمرکز سرور / مشتری

¹ Golosova et al

که پذیرش اینترنت اشیا در دنیای واقعی با چالش‌های زیادی روبرو کرده است و همچنین مقیاس‌پذیری و مسائل امنیتی که به دلیل تعداد زیاد IoT object ها در شبکه به وجود می‌آیند و مدل سرور / سرویس‌گیرنده نیاز به اتصال و تأیید اعتبار همه دستگاه‌ها از طریق سرور دارد که باعث ایجاد یک نقطه خرابی می‌شود. به مطالعه انتقال سیستم اینترنت اشیا به مسیر غیرمتمرکز ممکن است تصمیم درستی باشد، رو آوردند و از آنجا که زنجیره‌بلوکی یکی از محبوب‌ترین سیستم‌های غیرمتمرکز است در این مقاله مروری بر ادغام زنجیره‌بلوکی با اینترنت اشیا با برجسته‌سازی مزایا و چالش‌های ادغام ارائه کرده‌اند.

نتیجه نشان می‌دهد که ترکیب زنجیره‌بلوکی و اینترنت اشیا می‌تواند یک رویکرد قدرتمند را فراهم کند که می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی راه را برای مدل‌های جدید تجاری و برنامه‌های توزیع‌شده هموار کند. ادغام زنجیره‌بلوکی با اینترنت اشیا می‌تواند مزایای بسیاری را به ارمغان می‌آورد که بسیاری از موضوعات اینترنت اشیا را بهبود می‌بخشد اما درعین‌حال چالش‌های جدیدی را به شما معرفی می‌کند که باید رفع شود هنوز برای تحقیق در مورد پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی با اینترنت اشیا با جزئیات بیشتر به تحقیقات بیشتری نیاز داریم.

گارسیا-ترول (۲۰۲۰) هدف این مقاله بررسی چالش‌های احتمالی، محدودیت‌ها و فرصت‌های موجود در بخش املاک و مستغلات و کشف چگونگی مواجهه واسطه‌های سنتی با اجرای احتمالی این فناوری است. طراحی / روش / رویکرد - در این مقاله واسطه‌های فعلی در بخش املاک و مستغلات در اتحادیه اروپا، عملکرد آن‌ها و چگونگی تقویت امنیت زنجیره‌بلوکی این‌ها تجزیه و تحلیل می‌شود در ضمن کاهش زمان معاملات. این مقاله یک مرور کلی ارزشمند از تمام واسطه‌هایی است که می‌توانند تحت تأثیر پروتکل‌های زنجیره‌بلوکی قرار بگیرند.

از یک‌طرف، ممکن است زنجیره‌بلوکی رویه‌ها را بهبود بخشد، امکان معاملات اتحادیه اروپا و ارتباط بین مدیریت دولتی را فراهم کند. با این‌حال، برای کاهش حقوق طرفین، این زنجیره‌بلوکی باید از برخی

ویژگی‌های خاص مانند امکان اصلاح برخوردار باشد.

اصالت / ارزش - این مورد توجه توسعه‌دهندگان زنجیره‌بلوکی، ادارات دولتی و محققانی که در زمینه زنجیره‌بلوکی و انتقال اموال کار می‌کنند است.

در نتیجه، هنگام طراحی زنجیره‌بلوکی برای انتقال املاک و مستغلات اتحادیه اروپا، باید توجه داشته باشید که چالش‌های ذکر شده در مورد اصلاحیه آن، ثبت حق مالکیت و سایر حقوق ازدست‌رفته، کنترل قانونی بودن قرارداد و شناسه طرفین را داشته باشید.

یک زنجیره‌بلوکی ممکن است مجاز یا بدون اجازه باشد، ممکن است انواع مختلف اجماع داشته باشد (به‌عنوان مثال اثبات کار، اثبات اجماع، اثبات اقتدار)، ممکن است ناشناس باشد یا با شناسه خاصی مرتبط باشد و غیره. با این حال، برای ارائه پروتکل اجازه یک معامله کامل املاک و مستغلات که می‌تواند حداقل تضمین‌های یکسان را برای هر دو ارائه دهد

امضاکنندگان و برای اشخاص ثالث به‌عنوان رویه‌های فعلی، این فناوری باید معیارهای زیر را داشته باشد: زنجیره‌بلوکی مجاز توسط مقامات دولتی کنترل می‌شود: ترجیحاً با این ویژگی، مقامات دولتی می‌توانند اطمینان حاصل کنند که انتقال املاک و مستغلات حداقل استانداردهای قانونی را برای طرفین فراهم می‌کند. اجماع باید توسط مقامات دولتی انجام شود، بنابراین نوع اجماع مورد استفاده اثبات مدل اقتدار است که در آن دولت عمومی هرگونه تغییر در زنجیره را تأیید می‌کند. دلیل این امر به دلیل نیاز به تضمین تأیید کلیه معاملات است فقط در صورت تحقق الزامات قانونی، کنترل هزینه‌ها، جلوگیری از ثبت نام از نظر اقتصادی برای شهروندان کم‌درآمد غیرممکن شده و همچنین بررسی قانونی بودن قرارداد و شرایط احتمالی ناعادلانه. بعلاوه، این مراجع باید در شرایط خاص، هنگامی که دادگاه از آن‌ها خواسته است، این زنجیره را اصلاح کنند؛ بنابراین، هر کشوری ممکن است تصمیم به ایجاد یک کشور بگیرد. زنجیره‌بلوکی رسمی که توسط مقامات دولتی کنترل می‌شود یا برای معاملات مسکن فقط آن دسته از زنجیره‌بلوکی‌ها را که برخی الزامات را دارند، به رسمیت می‌شناسد. مواردی که قیمت‌ها، شرایط ناعادلانه و غیره را کنترل می‌کنند.

زنجیره‌بلوکی باید به یک شناسه دیجیتال رسمی متصل شود و فقط با دسترسی قانونی امکان معامله را فراهم می‌کند.

در غیر این صورت، به‌عنوان مثال، افراد زیر سن قانونی می‌توانند بدون داشتن توانایی قانونی برای این کار، وام مسکن بخواهند یا خانه‌ای را بفروشند، چیزی که می‌تواند دادخواست را افزایش دهد؛ بنابراین، در مقابل پدیده فعلی که چندین زنجیره‌بلوکی در حال فعالیت هستند (بیش از ۸۰۰)، چیزی که حتی می‌تواند حقوق احزاب را کاهش دهد، قانون‌گذاران ملی باید از این فن‌آوری استفاده کنند. این می‌تواند فقط با تنظیم یک پروتکل رسمی زنجیره‌بلوکی موردنیاز، ازجمله سایر افراد، شناسه طرفین و امکان اتصال به سایر زنجیره‌های بلوکی ملی برای افزایش معاملات فرامرزی مورد استفاده قرار گیرد.

باین‌حال، حتی با اجرای این نوع زنجیره‌بلوکی، چالش‌های خاصی وجود دارد که باید حل شوند. به‌عنوان مثال، ایجاد مکانیسم بهتر برای کنترل رضایت واقعی طرفین با تجزیه و تحلیل بیومتریک یا ایجاد یک محیط زنجیره‌بلوکی مناسب که اطمینان از اطلاعات مربوط به یک معامله را از طریق «تأثیرگذاری در محاسبات» فراهم می‌کند به درستی درک می‌شود.

علاوه بر این، به نظر می‌رسد پتانسیل صرفه‌جویی در هزینه ارائه‌شده توسط زنجیره‌بلوکی کمتر از اجرای زنجیره‌بلوکی غیرمجاز و عمومی است، زیرا واسطه‌های فعلی همچنان نقش آن‌ها (به‌عنوان مثال تأیید معاملات یا عمل به‌عنوان سخنرانی برای تأیید اینکه یک دارایی خاص دارای بار قبلی نیست). بنابراین همه این چالش‌ها باید در پروژه‌های تحقیقاتی آینده برطرف شوند.

در هر صورت، این چالش‌ها باید همان‌طور که در بالا نشان داده شد، غلبه کنند، زیرا زنجیره‌بلوکی مکانیسمی در نظر گرفته می‌شود که می‌تواند سرعت را افزایش دهد و عملیات فراملی را تسهیل کند و حتی ممکن است راهی برای اجرای ثبت توافق‌نامه اجاره در هنگام اتصال آن‌ها به مقامات مالیاتی باشد، دفاتر ثبت، دادگاه‌ها و سایر ادارات.

۲-۶ پیشینه تحقیق

در این بخش اقدام به بررسی مطالعات انجام شده در حوزه زنجیره‌بلوکی از جنبه چالش‌های پیاده‌سازی از پنج جنبه موانع فناوری، فردی-سازمانی-اجتماعی، حقوقی، مالی و محیط زیستی در ادامه، روش‌های شناسایی و سپس ارزیابی پرداخته شده است.

یکی از حوزه‌های کارکردی زنجیره‌بلوکی که در طی سال‌های اخیر به شدت مورد توجه واقع شده است، ارتقای عملکرد اینترنت اشیا است. برای نمونه، حسن و همکاران (۲۰۱۹) در یک مطالعه اقدام به بررسی چالش‌های حفظ حریم خصوصی با بهره‌گیری از فناوری زنجیره‌بلوکی پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که چالش‌های ناشناس ماندن، رمزگذاری، قرارداد خصوصی، اختلاط و حریم خصوصی ناهمسان عمده‌ترین اهمیت را به خود اختصاص داده‌اند. ایشان از روش دیمتل^۱ جهت ارزیابی اهمیت چالش‌ها بهره گرفته‌اند.

همان‌طور که بیان گردید، مسائل مرتبط با امنیت به‌کارگیری زنجیره‌بلوکی، همواره دغدغه‌های جدی بسیاری را در ابیات موضوع به‌سوی خود جلب نموده است. برای نمونه، در یک مطالعه موهانتا و همکاران^۲ (۲۰۱۹) اقدام به بررسی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی از منظر بعد امنیتی دیگر شاخص‌های مرتبط با آن مبتنی بر اطلاعات حاصل از روش دیتمل نمونه‌های موردی پرداخته‌اند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که ابعاد مرتبط دیگر با مقوله امنیت شامل شبکه، مقیاس‌پذیری و سیستم فرآیند استخراج نیازمند بررسی بیشتر خواهد بود. در حوزه امنیت، تأیید هویت امری مهم و ضروری است؛ که در تحقیق موشین و همکاران (۲۰۱۹) اطلاعات مفید و طبقه‌بندی شده در خصوص نحوه ترکیب سیستم‌های مختلف تأیید هویت با فناوری زنجیره‌بلوکی انجام شده است. علاوه بر این مشکلات مرتبط با این فناوری و راه‌حل‌های پیشنهادی برای تحقق الزامات بررسی شده است. هم‌چنین این مقاله اهمیت، قابلیت‌ها، انگیزه‌ها و چالش‌های فناوری زنجیره‌بلوکی با برنامه‌های متمایز در زمینه‌های مختلف بررسی می‌کند. در آخر

¹ Decision Making Trial and Evaluation

² Mohanta et al.

توصیه‌هایی در مورد تحقیقات آینده مطرح شده است. در بالا به برخی از جنبه‌های فناوری زنجیره‌بلوکی اشاره شد که می‌تواند دغدغه اصلی برای کاربران باشد، این فناوری از لحاظ کاربرد متنوع و گسترده است که در تحقیق ژائو و همکاران^۱ (۲۰۱۹) به بررسی پیاده‌سازی موردی این فناوری و چالش‌های آن پرداخته شده است. در این مطالعه ارزش زنجیره غذایی با توجه به اهمیت فراوان آن مورد بررسی قرار گرفته است و همچنین اطمینان از این زنجیره‌های ارزش بسیار مهم است، بنابراین استفاده از فناوری‌های پیشرفته اینترنتی باعث اجرای روان و موفق آن می‌شود. در این مقاله به بهبود مدیریت زنجیره غذایی مبتنی بر زنجیره‌بلوکی و شناخت چالش‌های این فناوری پرداخته شده است. این یک مطالعه ده‌ساله از سال ۲۰۰۸ تا سال ۲۰۱۸ است و از سه جنبه به دانش موجود کمک می‌کند. ۱- این مقاله تصویری کلی از تکامل فناوری زنجیره‌بلوکی و کاربرد آن در زنجیره غذایی را ارائه می‌دهد. ۲- ارائه چالش‌های کلیدی و راه‌حل‌های اولیه برای استفاده از فناوری زنجیره‌بلوکی ۳- مشخص شدن شکاف‌های تحقیقاتی جهت استفاده در تحقیقات آینده.

با توجه به آنچه پیش‌تر گفته شد مبرهن است که شناخت چالش‌های پیاده‌سازی این فناوری از جنبه‌های گوناگون برای کاربردهای مختلف حائز اهمیت است. در مطالعه (اندونی و همکاران^۲، ۲۰۱۹) صد و چهل پروژه تحقیقاتی و استارت‌آپ در راستای راه‌حل‌های زنجیره‌بلوکی برای صنعت انرژی را بررسی می‌کند. ابتدا به شناسایی چالش‌های فنی که فناوری زنجیره‌بلوکی می‌تواند در آن‌ها کارآمد باشد می‌پردازد و در مرحله بعد به ارائه مختصر پژوهش‌ها و پروژه‌های صنعتی و راه‌اندازی‌هایی که اکنون از این فناوری استفاده می‌کنند، می‌پردازد. در آخر این مقاله به چالش‌ها و موانع موجود در بازار فناوری می‌پردازد که برای غلبه بر آن‌ها باید مراحل بزرگی پشت سر گذاشته شود و ثبات دوام تجاری آن و یک جریان اصلی تصویب شود. در جدول ۱، خلاصه‌ای از مطالعات انجام‌شده پیرامون شناسایی و تحلیل موانع پیاده‌سازی فناوری زنجیره‌بلوکی نمایش داده شده است. (بیس‌واس و گوپتا، ۲۰۱۹) نتایج جدول ۱ حاکی از آن است که در

¹ Zhao et al

² Andoni et al

عمده مطالعات انجام شده در حوزه پیاده سازی فناوری زنجیره بلوکی، تمرکز اصلی بر چالش های فنی بوده است و تنها در موارد معدودی به چالش های فردی و سازمانی پرداخته شده است. از این رو، بررسی جامع این چالش ها از سه منظر فناوری، فردی و سازمانی حائز اهمیت است. از سوی دیگر، نیاز به یک مطالعه بومی از منظر ابعاد یاد شده حائز اهمیت فراوان است.

در مطالعات مشابه دیگر انجام شده در حوزه پیاده سازی سیستم های مبتنی بر فناوری های نوین اطلاعات همچون مدیریت یکپارچه منابع سازمانی، طیف بسیار متنوعی از چالش ها شناسایی شده است که برخی از مهم ترین آن ها عبارت است از عوامل استراتژی شرکت، مدیریت دانش و دقت اطلاعات، ساختار سازمانی، تجربه، دانش و تخصص اعضای گروه پروژه و پشتیبانی و مشارکت مدیران ارشد در مرحله قبل از پیاده سازی و عوامل مدیریت تغییر، سیستم پذیرش / مقاومت، همکاری و ارتباط مابین بخش ها، مشارکت ذینفعان، استفاده از یک کمیته راهبری نیز مورد تأیید نمونه آماری در مرحله بعد از پیاده سازی (حسینی و همکاران، ۱۳۹۶). این در حالی است که انتظار می رود فضای حاکم بر پیاده سازی فناوری زنجیره بلوکی نیز در این چارچوب قرار گیرد. از این رو نیاز است تا این موارد نیز در بررسی چالش های پیاده سازی زنجیره بلوکی مدنظر قرار گیرند. در تحقیقی دیگر که به مطالعه علل شکست در پروژه های ناموفق پیاده سازی سیستم های یکپارچه سازی منابع سازمان در ایران پرداخته نتایج نشان می دهد که هر یک از عوامل مرتبط با حوزه نرم افزاری، موانع مرتبط با ساختار سازمان و پیش نیازهای پیاده سازی آن، چالش های مرتبط با فرهنگ منابع انسانی و مشکلات مربوط به پودمان مالی در پیاده سازی و اجرای ناموفق فناوری تأثیر معناداری دارد. همچنین می توان بیان نمود که میزان هم پوشانی مابین انتظارات نرم افزاری سازمان و قابلیت های سیستمی فناوری، نداشتن مشاور مجرب و معتبر در آن زمینه، عدم پشتیبانی مدیریت ارشد سازمان به صورت عملی، عدم شناخت مفهوم مهندسی مجدد سازمانی به عنوان یکی از پایه های اصلی پیاده سازی موفق، در نزد مدیریت ارشد سازمان، مقاومت کارکنان ناشی از ترس از دست دادن جایگاه های کلیدی عدم توجیه مطلوب اهداف و اعمال پیاده سازی و مراحل اجرا در نزد مدیریت و کارکنان سازمان، عدم آموزش صحیح به کاربران،

مبتنی بر فناوری اطلاعات، عدم تسلط به زبان تخصصی نرم‌افزارها در پودمان مربوطه، عدم وجود کارکنان متخصص ذی‌ربط و نبود فرهنگ تغییر و تحول مدیران ذی‌ربط هرکدام بر پیاده‌سازی و اجرای ناموفق فناوری موردنظر در سازمان‌ها نقش تأثیرگذاری دارند (همدانی، ۱۳۹۳).

در سال‌های اخیر فناوری زنجیره‌بلوکی موردتوجه مطبوعات اصلی قرار گرفته است که به‌عنوان موج چهارم فناوری رایانه اعلام شده است. در ساده‌ترین شکل زنجیره‌بلوکی چیزی بیش‌تر از یک نوع جدید ساختار داده‌ها نیست که با گرد هم آوردن تعدادی از فناوری‌های موجود درروش جدید، فناوری زنجیره‌بلوکی تمامیت یک شبکه را خصوصاً رمزگذاری «حقیقت» و حذف نیاز «اعتماد» تضمین می‌کند. پیامدهای این فناوری گسترده هستند، شاید مهم‌ترین آن‌ها توانایی مبادله هر چیزی بین دو طرف بدون نیاز به واسطه باشد و همچنین دارای این امتیاز است که از هر شکلی می‌تواند استفاده کند حتی موارد نامشهود مانند اطلاع حساس یا حالتی که طرفین درگیر حتی ممکن است یکدیگر را نشناسند. زنجیره‌بلوکی امکان تبادل تقریباً بدون اصطکاک را فراهم می‌کند، درست مانند اینترنت که تبادل تقریباً بدون اصطکاک اطلاعات را فعال کرده است. با استفاده از فناوری زنجیره‌بلوکی تغییرات فناوری شتاب می‌گیرد و به‌احتمال زیاد مسیری مشابه آنچه برای اینترنت در اواسط دهه ۱۹۹۰ رخ داد، طی خواهد کرد. اما برای دستیابی به پتانسیل کامل زنجیره‌بلوکی دهه‌ها طول خواهد کشید. ارزش زنجیره‌بلوکی بسیار وابسته به تصویب گسترده است، بنابراین تحولات گسترده برای اکثر مردم تا رسیدن به یک نقطه اوج قابل‌مشاهده نخواهد بود. با توجه به گسترده بودن موارد استفاده از زنجیره‌بلوکی، تقریباً در تمامی زمینه‌ها به‌خصوص در آینده نزدیک بسیار مهم است که ابتدا با این فناوری آشنا شده، چالش‌های آن را بشناسیم و سپس از این فناوری استفاده کنیم. آنچه در اینجا به آن پرداخته خواهد شد معرفی چالش‌های پیش روی پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی و اولویت‌بندی آن‌ها است.

تلاش می‌شود تا در مطالعه حاضر از جنبه‌های ذیل نسبت به دیگر مطالعات مشابه نوآوری ایجاد شود:

- ارائه یک مدل جامع پیرامون شناسایی و ارزیابی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی

- بومی‌سازی مدل پیشنهادی با توجه به فضای مدیریت فناوری در نمونه موردی تحت بررسی
- بهره‌گیری از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره جهت اولویت‌بندی چالش‌ها و ارائه پیشنهادهای

کاربردی با توجه به بررسی نمونه موردی

جدول ۲-۳. مروری بر چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سازمان

منابع	معیارها/معیارهای فرعی
Beer and Weber (2014); Zohar (2015); Abramova and Böhme (2016); Yli-Huumo et al. (2016); Fairley (2017); 4-Industry experts; 2-Academic experts	چالش‌ها در مقیاس‌پذیری • سرعت پردازش کند (توان عملیاتی) تراکنش‌ها • حداکثر سایز هر بلوک ۱ مگابایت است • ذخیره تکراری اطلاعات • تکرار تأیید هویت در هر گره • پروتکل اثبات کار
Brezo and Bringas (2012); Glaser et al. (2014); Van Alstyne (2014); Grant and Hogan (2015); Böhme et al. (2015); Gao et al. (2015); Abramova and Böhme (2016); Li and Wang (2017); 2-Academic experts	خطرات مبتنی بر بازار • نوسانات قیمت و نوسانات نرخ ارز • اندوخته زنجیره‌بلوکی • وابستگی سؤال‌برانگیز برای پذیرش زنجیره‌بلوکی • پذیرش ریسک‌های آتی توسط بازرگانان
Karame, Androulaki, and Capkun (2012); Meiklejohn et al. (2013); Möser, Böhme, and Breuker (2013); Beer & Weber, 2014; Eyal and Sirer (2014); Sapirshstein et al. (2016); 3-Industry experts	عدم اطمینان در سطح تراکنش‌ها • برگشت‌ناپذیری تراکنش‌ها • امکان لغو تراکنش‌های تأییدشده • نبود لیست سیاه برای زنجیره‌های بلوکی مشابه
Barber et al. (2012); Böhme et al. (2015); Zohar (2015); Telegraph (2015); 5-Industry experts; 2-Academic experts	ریسک‌های فناوریانه • مشکلات در به‌روزرسانی نرم‌افزارهای پروتکل • کلیدهایی غیرقابل‌دسترس/گمشده
Zohar (2015); Yli-Huumo et al. (2016); Fairley (2017); Huberman et al. (2017); Vranken (2017); 8 – Industry experts; 2 – Academic experts	هزینه‌های پایداری بالا • توان محاسباتی زیاد موردنیاز • هزینه‌های بالای مصرف برق • هزینه تأخیر زیاد در انتقال
Böhme et al. (2015); Vukolić (2015); Huberman et al. (2017); 5 – Industry experts, Babaioff, Dobzinski, Oren, and Zohar (2012); Croman et al. (2016); MacDonald, Allen, and Potts (2016); Urquhart (2016)	رفتار اقتصادی ضعیف در درازمدت • کم/بدون هزینه بودن تراکنش‌ها • مدل درآمد نامشخص برای استخراج‌کنندگان • تبانی بین گروه‌ها
Androulaki et al. (2013); Meiklejohn et al. (2013); Reid and Harrigan (2013); Bohr and Bashir (2014); Decker and Wattenhofer (2014); Andrychowicz et al. (2015); Krombholz et al. (2016); 1 – Industry expert	خطرات حریم خصوصی • ناشناس بودن • پیوند دادن آدرس‌های زنجیره‌بلوکی به شناسه‌های واقعی • حریم خصوصی داده‌ها با سوابق شخصی
Böhme et al. (2015); Zohar (2015); Vukolić (2015); 9 – Industry experts; 2 – Academic experts	موارد استفاده در اقتصاد زیرزمینی • پول‌شویی • معامله کالاهای غیرقانونی و تقلبی • بودجه سازمان‌های تروریستی
Decker and Wattenhofer (2014); Eyal and Sirer (2014); Gervais et al. (2014); Rosenfeld (2014); Heilman, Kendler, Zohar, and Goldberg (2015); Karame (2016); Sapirshstein et al. (2016); Laszka, Johnson, and Grossklags (2015); Apostolaki, Zohar, and Vanbever (2017); New York Times (2014); 4 – Industry experts; 2-Academic experts	خطرات حملات سایبری • حملات مبتنی بر شبکه • حملات استخراج خودخواهانه • CRYPTO-JACKING • انعطاف‌پذیری تراکنش‌ها
Akins et al. (2014); Zohar (2015); Grant and Hogan (2015); Beck et al. (2018); 6 – Industry experts	عدم قطعیت‌های قانونی و نظارتی • مسئله مالیات‌بندی نامشخص • عدم وجود الزام مقررات جهانی در هر کشور

۷-۲ جمع‌بندی ادبیات موضوع

با توجه به پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه زنجیره‌بلوکی، دیده می‌شود که پژوهش‌ها به‌صورت گزینشی یا موردی به بررسی چالش‌ها و ریسک‌های زنجیره‌بلوکی پرداخته‌اند و بیشتر تمرکز آن‌ها روی امنیت و محدودیت‌های زنجیره‌بلوکی است. از این‌رو، جامعیت موردنظر و مطلوب با هدف پوشش تمامی ریسک‌ها علی‌رغم گستردگی دامنه آن‌ها و درنهایت تحلیل جایگاه آن‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار است. در جدول ۲-۱، خلاصه‌ای از مطالعات انجام‌شده پیرامون شناسایی و تحلیل موانع پیاده‌سازی فناوری زنجیره‌بلوکی نمایش داده‌شده است.

با توجه به مطالعات انجام‌شده می‌توان جمع‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده مبتنی بر یافته‌های ادبیات موضوع را در جداول شماره ۱-۲ الی ۱۲-۲ مشاهده نمود.

جدول ۲-۴ چالش‌های شناسایی‌شده برای پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی (فنی)

عنوان چالش	منابع
مهارت‌های برنامه‌نویسی	Skiba(2020)
مهارت‌های توسعه وب و دانش موردنیاز برای توسعه-دهندگان زنجیره‌بلوکی	Skiba(2020)
محاسبات کوانتومی	Salah et al(2019)
آسیب‌پذیری قراردادهای هوشمند و اجرای قطعی آن	Salah et al(2019), Lu et al(2019), Syed et al(2019), Omar et al(2020), Golosova, Romansovs(2018), Atlam et al(2018), Garcia-Teruel(2020), Jimoh et al(2019), Gough et al(2020), Skiba(2020), Reyna et al(2018), Hussain et al(2019), Zheng et al(2018)
محدودیت‌های امنیتی	Kontt(2020), Lin,Liao(2017), Salah et al(2019), Mendling et al(2018), Reyna et al(2018), Andoni et al(2019), Yli-Hummo et al(2016), Abdelwahed et al(2020), Jimoh et al(2019), Gough et al(2020), Hakak et al(2020), Batubara et al(2018), Yu et al (2019), Patil,Puranik(2019), Biswas,Gupta(2019), Akram(2017), Bulsara,Vaghela(2020), Shahzad,Crowcroft(2019), Shaikh, Mohamad(2020)
ارگونومی (قابلیت استفاده)	Yli-Hummo et al(2016), Koteska et al(2017), Jimoh et al(2019), Patil,Puranik(2019), Batubara et al(2018)
سلامت زنجیره‌بلوکی به تعداد گره‌های شبکه بستگی دارد	Golosova, Romansovs(2018), Gough et al(2020), Sarmah(2018)
تعادل بین مقدار گره‌ها و هزینه‌های مطلوب برای کاربران	Golosova, Romansovs(2018)
نسخه سازی، زنجیره‌های متعدد	Golosova, Romansovs(2018), Lin,Liao(2017), Mendling et al(2018), Andoni et al(2019), Yli-Hummo et al(2016), Abdelwahed et al(2020), Jimoh et al(2019), Hakak et al(2020), Salah et al(2019)

Jimoh et al(2019), Kontt(2020), Gough et al(2020), Skiba(2020), Batubara et al(2018)	نبود یا کمبود زیرساخت پشتیبانی مناسب
Kontt(2020), Kumar,Malik(2018), Hussain et al(2019), Atlam et al(2018), Lin,Liao(2017), Salah et al(2019), Andoni et al(2019), Zheng et al(2018), Farah(2018), Yli-Huumo et al(2016), Koteska et al(2017), Omar et al(2020), Batubara et al(2018), Yu et al (2019), Mahmood et al (2018), Shaikh, Mohamad(2020)	مقیاس پذیری
Kontt(2020), Golosova, Romansovs(2018), Koteska et al(2017), Lin,Liao(2017)	سازمان دهی مجدد توسط یک یا چند شرکت کننده
Kontt(2020), Hussain et al(2019), Lin,Liao(2017), Salah et al(2019), Zheng et al(2018), Farah(2018), Yli-Huumo et al(2016), Koteska et al(2017), Akib et al(2019), Omar et al(2020), Yu et al (2019), Mahmood et al (2018), Shahzad,Crowcroft(2019), Shaikh, Mohamad(2020)	نشت حریم خصوصی
Hussain et al(2019), Mendling et al(2018), Andoni et al(2019)	فقدان معماری استاندارد شده
Hussain et al(2019), Batubara et al(2018)	مانع استفاده کنندگان انبوه
Batubara et al(2018), Yu et al (2019), Koteska et al(2017), Abdelwahed et al(2020),	وضعیت استاندارد سازی در نسخه های زنجیره بلوکی
Salah et al(2019)	اوراکل های مورد اعتماد
Farah(2018)	وجوه قفل شده
Rousseau(2018)	از دست دادن کلید خصوصی (در زمینه بیت کوین)
Salah et al(2019)	پارادایم محاسبات ابری
Gough et al(2020), Hakak et al(2020)	نیاز به ذخیره سازی کپی کامل تمام معاملات در زنجیره بلوکی
Batubara et al(2018)	عامل دسترسی
Hakak et al(2020)	نیاز به رویکردهای طبقه بندی بیشتر انواع زنجیره بلوکی
Salah et al(2019), Batubara et al(2018)	قابلیت همکاری پایین
Batubara et al(2018), Omar et al(2020)	نابالغ بودن فناوری
Gough et al(2020)	مقیاس پذیری سه گانه (در زنجیره بلوکی عمومی بدون اجازه)
Omar et al(2020)	محدودیت پردازش داده های کلان
Batubara et al(2018)	نامشخص بودن سطح بهبود در فناوری
Salah et al(2019)	پروتکل های اجماع در حال ظهور مخصوص AI

Akib et al(2019), Kumar,Malik(2018)	مشکلات ادغام با سایر فناوری‌های جدید
Kumar,Malik(2018)	تنوع در قابلیت محاسبات در دستگاه‌های مختلف IOT
Atlam et al(2018)	عدم توانایی دستگاه‌های IOT برای ذخیره‌سازی کامل زنجیره‌بلوکی
Garcia-Teruel(2020)	قابلیت ردیابی (توپولوژی) در ادغام زنجیره‌بلوکی با IOT

جدول ۲-۵ چالش‌های شناسایی شده برای پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی (فردی-اجتماعی و سازمانی)

عنوان چالش	منابع
اعتماد به فناوری‌های نوین اطلاعاتی	Khalifa(2019), Batubara et al(2018), Akib et al(2019)
آمادگی سازمانی برای پذیرش زنجیره‌بلوکی	Batubara et al(2018), Akib et al(2019)
مشکلات مربوط به جایگزینی سیستم‌های سنتی قدیمی با سیستم‌های جدید	Khalifa(2019)
پیچیدگی و عارضه درک زنجیره‌بلوکی برای یک انسان عادی	Sarmah(2018)
مخالفت واسطه‌ها	Rousseau(2018)
طراحی متغیرهای زنجیره‌بلوکی مطابق با نیاز سازمان	Batubara et al(2018)
کمبود مهارت در این زمینه	Atlam et al(2018), Kumar,Malik(2018)
کمبود نیروی کار (ماهر)	Kumar,Malik(2018)
عدم تمایل افراد به اشتراک‌گذاری کامل اطلاعات در زنجیره‌بلوکی	Omar et al(2020), Gough et al(2020)
چالش مقبولیت (محبوبیت)	Khalifa(2019), Batubara et al(2018)
نیاز به مدل‌های جدید حکمرانی (اداره کردن) مبتنی بر الزامات سازمانی	Batubara et al(2018)
مشارکت همه شرکت‌کنندگان و ذینفعان	Batubara et al(2018)

جدول ۲-۶ چالش‌های شناسایی شده برای پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی (حقوقی)

عنوان چالش	منابع
قانون و انطباق	Garcia-Teruel(2020), Biswas,Gupta(2019)
مسائلی که با مسئولیت‌پذیری ارتباط دارند	Khalifa(2019)
محدودیت‌های قانون‌گذاری و نبود و/یا کمبود چارچوب قانونی مناسب	Hussain et al(2019), Salah et al(2019), Farah(2018), Jimoh et al(2019), Batubara et al(2018)
حکمرانی (طرز اداره کردن) شبکه	Batubara et al(2018), Kontt(2020), Gough et al(2020), Salah et al(2019)
گنجاندن اخلاق در آزمون عملکرد زنجیره‌بلوکی	Hakak et al(2020), Bulsara,Vaghela(2020)
پیچیدگی قوانین در تجارت	Hakak et al(2020)
قوانین و پشتیبانی نظارتی و نبود دادگاه مشخص برای حل اختلافات در زنجیره‌بلوکی	Batubara et al(2018)
ارتباط با فعالیت‌های غیرقانونی	Andoni et al(2019), Biswas,Gupta(2019)

جدول ۲-۷ چالش‌های شناسایی شده برای پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی (مالی)

عنوان چالش	منابع
افزایش قیمت انرژی	Khalifa(2019)
تعداد در مزایای استفاده زنجیره‌بلوکی در خدمت عمومی با هزینه توسعه و اجرا	Batubara et al(2018)
هزینه بالا برای زنجیره‌بلوکی مطابق با مشخصات مشتری	Omar et al(2020), Hussain et al(2019)
هزینه توسعه بالا	Andoni et al(2019)
سایر هزینه‌ها	Batubara et al(2018), Golosova, Romansovs(2018), Lin,Liao(2017), Sarmah(2018)
هزینه‌های بالا در نگهداری از زنجیره‌بلوکی	Batubara et al(2018), Akram(2017)

جدول ۲-۸ چالش‌های شناسایی شده برای پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی (محیط زیستی)

عنوان چالش	منابع
اتلاف انرژی در اثر POW	Jimoh et al(2019), Mendling et al(2018), Kontt(2020), Yli-Huumo et al(2016), Koteska et al(2017), Patil,puranik(2019)
ذاتاً پرمصرف است	Rousseau(2018), Farah(2018), Sarmah(2018), Golosova, Romansovs(2018), Shaikh, Mohamad(2020)
رعایت قوانین زیست‌محیطی	Batubara et al(2018)

جدول ۲-۹ مرور ادبیات موضوع ارزیابی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سازمان

مطالعه	چالش					روش ارزیابی	مورد مطالعه	نتایج
	مالی	فنی	سازمانی	محیط زیست	قانونی			
باتوبارا و همکاران (۲۰۱۸)		*	*	*	*	روش بررسی منظم ادبیات و در دسته‌بندی چالش‌ها TOE (تکنولوژی-سازمانی-محیطی)	چالش‌های اصلی اتخاذ زنجیره‌بلوکی برای دولت الکترونیک	چالش‌های اصلی در پذیرش زنجیره‌بلوکی امنیت، مقیاس‌پذیری و انعطاف‌پذیری. نیاز به مدل‌های جدید حکمرانی و مقبولیت این فناوری هستند از جنبه محیطی، قوانین و مقررات نظارتی پشتیبانی بزرگ‌ترین مشکلی است که باید برطرف شود. رویکردی برای یافتن تعادل بین چارچوب‌های نظارتی و قانونی و کاربردهای فن‌آوری‌های نوآورانه زنجیره‌بلوکی موردنیاز است.
صلاح و همکاران (۲۰۱۹)		*	*		*	تحقیق باز	زنجیره‌بلوکی برای هوش مصنوعی	استفاده زنجیره‌بلوکی برای برنامه‌های هوش مصنوعی هنوز در مراحل مقدماتی است.
عمر و همکاران (۲۰۲۰)		*	*			تحقیق باز	اپلیکیشن‌های زنجیره‌بلوکی در آزمایش‌ها بالینی	ویژگی‌های متمایز زنجیره‌بلوکی به بهبود مدیریت داده‌های آزمایش‌ها بالینی کمک می‌کند که با چالش‌هایی همراه است از جمله حریم خصوصی بیماران و اطمینان از انطباق آزمایش‌ها بالینی با سیاست‌های نظارتی
اسکیبا (۲۰۲۰)		*			*	مطالعه توصیفی	فناوری زنجیره‌بلوکی به عنوان یک مشارکت‌کننده بهداشت و ایمنی در صنعت حمل‌ونقل و تدارکات - نیازمندی‌های منابع انسانی	علاوه بر مهارت‌های طراحی و توسعه فنی موردنیاز توسعه‌دهندگان زنجیره‌بلوکی، نیاز گسترده‌ای به متخصصان در زمینه قانونی و الزامات انطباق و افرادی که تأثیر رویکرد غیرمتمرکز مدیریت و تجزیه و تحلیل داده‌ها را درک می‌کنند به منظور اجرای رویکردهای زنجیره‌بلوکی در صنعت حمل‌ونقل و تدارکات، وجود دارد.
عبدالواحد و همکاران (۲۰۲۰)		*				MCDA/MCDM	خطرات امنیت سایبری فناوری زنجیره‌بلوکی	این مقاله تأثیر عملکرد امنیتی زنجیره‌بلوکی و همچنین سایر عملکردهایی را که ممکن است به تهدیدها منجر شود برجسته کرده، به بررسی حملات واقعی به سیستم‌های زنجیره‌بلوکی می‌پردازد و تأثیر امنیت و چالش‌های حفظ حریم خصوصی در زنجیره‌بلوکی به آسیب احتمالی را پیش‌بینی کرده است.

ادامه جدول ۲-۹. مرور ادبیات موضوع ارزیابی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سازمان

مطالعه	چالش					روش ارزیابی	مورد مطالعه	نتایج
	مالی	فنی	سازمانی	محیط زیست	قانونی			
آتلام و همکاران (۲۰۱۸)		*	*			مطالعه توصیفی	زنجیره‌بلوکی با اینترنت اشیا : مزایا، چالش‌ها و مسیرهای آینده	معماری اینترنت اشیا فعلی که بر اساس مدل سرور / سرویس‌گیرنده است. دارای بسیاری از موضوعات است که باید به آن‌ها پرداخته شود به‌ویژه مقیاس‌پذیری و امنیت.
گارسیا-ترول (۲۰۲۰)					*	مطالعه توصیفی	چالش‌های حقوقی و فرصت‌های فناوری زنجیره‌بلوکی در بخش املاک و مستغلات	هنگام طراحی زنجیره‌بلوکی برای نقل‌وانتقال املاک و مستغلات در اتحادیه اروپا باید به چالش‌های کنترل قانونی بودن قرارداد و شناسه طرفین توجه داشت
لین و لیائو (۲۰۱۷)	*	*			*	مطالعه توصیفی	بررسی مسائل امنیتی زنجیره‌بلوکی و چالش‌ها	دولت باید قوانین مربوطه را برای این فناوری وضع کند و شرکت باید آماده پذیرش فناوری‌های زنجیره‌بلوکی باشد.
جیمو و همکاران (۲۰۱۹)	*	*		*	*	مطالعه توصیفی	مروری بر تصویب فناوری زنجیره‌بلوکی	زنجیره‌بلوکی یک فناوری محل است، از این رو ضروری است که قبل از استفاده از برنامه‌ریزی و تحقیق مؤثر انجام شود. دولت‌های اقتصادهای نوظهور نیز باید از طریق آموزش و ارتقا آگاهی کارآفرینی از فناوری نوظهور زنجیره‌بلوکی را برای تسهیل آمادگی برای سرمایه‌گذاری تحریک کنند. مشابه هر فناوری در حال ظهور، پذیرش زنجیره‌بلوکی به تمام پتانسیل آن به حدی بستگی دارد که دولت و ذینفعان مربوطه در حمایت و رونمایی از نوآوری‌های ایجاد بازار در سیستم‌عامل‌های زنجیره‌بلوکی پیشگام باشند.

ادامه جدول ۲-۹. مرور ادبیات موضوع ارزیابی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سازمان

مطالعه	چالش				روش ارزیابی	مورد مطالعه	نتایج
	مالی	فنی	سازمانی	محیط زیست	قانونی		
گاف و همکاران (۲۰۲۰)		*	*	*		چشم‌اندازی از کاربردهای فناوری زنجیره‌بلوکی در انرژی	برخی از این چالش‌ها مربوط می‌شود به جنبه‌های نظارتی استقرار آن در بخش انرژی و سایر چالش‌ها مستقیماً به ماهیت سیستم انرژی مرتبط است.
حکاک و همکاران (۲۰۲۰)		*	*			پیشرفت‌های اخیر در فناوری زنجیره‌بلوکی: یک نظرسنجی درباره برنامه‌ها و چالش‌ها	این تحقیق نتیجه‌گیری می‌کند که بیشتر کارها در زمینه فناوری زنجیره‌بلوکی فقط به PoC منتقل می‌شود و تاکنون کارهای اجرایی بسیار کمی انجام شده است. دامنه برنامه موردنظر کجا در فناوری زنجیره‌بلوکی اعمال شده است که عمده‌تأثیر بر IoT / هوشمند شهر و برنامه‌های مبتنی بر زنجیره تأمین متمرکز شده است. این مقاله همچنین چندین چالش را در زمینه امنیت سایبری، امور مالی، بهداشت و درمان، انرژی و شهرهای هوشمند برجسته کرده است.
خلیفه (۲۰۱۹)	*		*		*	زنجیره‌بلوکی: انقلاب فناوری در تجارت و مدیریت	زنجیره‌بلوکی تأثیر بسزایی در سطوح متفاوتی خواهد داشت، روشی را که همه مردم برای مقابله با آن در طول دهه‌ها اتخاذ می‌کنند و احزاب واسطه سنتی را تهدید می‌کند، تغییر می‌دهد، در طرف دیگر با موانع بسیاری مواجه می‌شود تا در زمینه‌های مختلف به‌طور کامل فعالیت کند.
مطالعه حاضر	*	*	*	*	*	دلفی فازی - بهترین بدترین	چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سازمان *

علیرغم اهمیت این موضوع، دیده می‌شود که در مطالعات اندکی مجموع معیارها به صورت جامع بررسی شده است و هنوز پژوهشی که تمام این چالش‌ها را باهدف شناسایی برای تحلیل آن‌ها به جهت به حداقل رساندن چالش‌های پیش روی پیاده‌سازی این فناوری، شناسایی کند انجام نشده است از این رو، جامعیت موردنظر و مطلوب باهدف پوشش تمامی چالش‌ها علی‌رغم گستردگی دامنه آن‌ها و درنهایت تحلیل جایگاه آن‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار است و همچنین نیاز است که این مطالعات با توجه به الزامات خاص هر سازمان توسعه پیدا کند. به همین خاطر در این مطالعه در کشور ایران در شرکت فناوری اطلاعات و ارتباطات پاسارگاد آریان (فناپ) این بررسی انجام گرفته است.

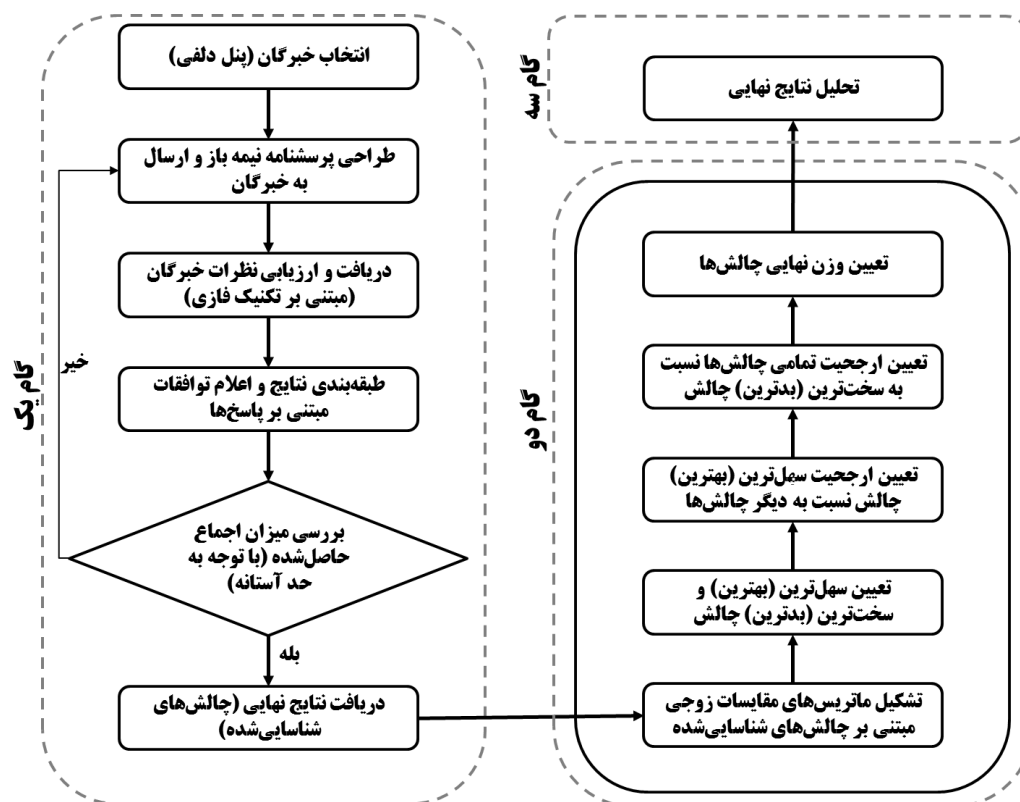
فصل ۳: روش پژوهش

۱-۳ مقدمه

در این فصل به معرفی روش تحقیق به کار گرفته شده جهت پاسخ به سؤالات کلیدی تحقیق پرداخته خواهد شد. تحقیق حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر شناسایی و تحلیل چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سازمان توصیفی و کمی است. در روش تحقیق به کار گرفته شده ترکیبی از ابزارها نظیر پیمایش جهت شناسایی چالش‌ها و رویکردهای تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر نظرات خبرگان به کار گرفته شده است. با توجه به ماهیت کیفی اطلاعات در فرایند ارزیابی و مواجهه با داده‌های ناقص، از رویکرد فازی در ارزیابی نهایی چالش‌ها بهره گرفته شده است. در نهایت، اعتبار نتایج حاصل از این مطالعه نیز مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۲-۳ فرایند اجرای پژوهش

فرایند کلی اجرای پژوهش در سه گام اصلی در شکل ۱.۳ نمایش داده شده است.



شکل ۱-۳ فرایند کلی پژوهش

۳-۳ جامعه آماری

با توجه به ماهیت نوظهور فناوری زنجیره‌بلوکی و آشنایی محدود سازمان‌ها با این پدیده فناورانه (قرار داشتن زنجیره‌بلوکی در مرحله معرفی از چرخه عمر فناوری)، شناسایی و انتخاب خبرگان جهت دریافت نظرات از درجه اعتبار مناسب از اهمیت بسزایی برخوردار است. از این‌رو تلاش شده است تا جامعه آماری مطالعه از میان خبرگان دانشگاهی و فعالان حوزه توسعه زنجیره‌بلوکی مورد انتخاب قرار گیرند. مشخصات جامعه آماری مورد بررسی در جدول ۱.۳ نمایش داده شده است.

جدول ۳-۱ معرفی خبرگان حاضر در مطالعه

ردیف	تحصیلات دانشگاهی	حوزه کاری تخصصی خبره	پست سازمانی خبره	حوزه کاری سازمان	سابقه کاری	کشور
۱						ایران
۲	دکتری علوم کامپیوتر	برنامه‌نویسی	رئیس هیئت مدیره نوآوری‌های دیجیتال و زنجیره‌بلوکی	مرکز دانشگاه	۲۰۰۱	ایتالیا
۳	متخصص تحلیل داده و برنامه‌نویسی	علم داده و برنامه‌نویسی	محقق	مدرسه مدیریت	۲۰۱۴	آلمان
۴	لیسانس اقتصاد و روابط بین‌الملل	قراردادهای هوشمند و زنجیره‌بلوکی	مدیرعامل	اقتصاد پایدار	۲۰۰۰	انگلستان
۵	دکتری مهندسی الکترونیک	فناوری مالی و نوآوری	استادیار	دانشگاه	۱۹۹۴	آلمان
۶	حقوق بین‌الملل – اخلاق	آژانس امنیت بین‌الملل بازرگانی	عضو ناظران زنجیره‌بلوکی اتحادیه اروپا	مالی – حقوقی	۲۰۰۶	اسپانیا
۷	دکتری MBA	زنجیره‌بلوکی	مدیرعامل	ارائه طرح‌های مالی به سازمان‌ها برای رسیدن به اهداف مدنظر بر اساس زنجیره‌بلوکی	۲۰۰۲	آلمان
۸	فوق لیسانس سیستم‌های اطلاعاتی	MBA- مشاوره کسب‌وکار	مؤسس	مشاوره برای عملکرد تکنولوژی	۱۹۸۹	انگلستان
۹	دکتری شبکه ارتباطات سیاسی	مشاور استراتژی و زنجیره‌بلوکی	رئیس بخش امنیت فنی تکنولوژی	امنیت فنی تکنولوژی	۱۹۹۸	آلمان
۱۰	فوق لیسانس علوم سیاسی و حکمرانی	امنیت سایبری	مدیر عملیاتی	توسعه همکاری نوین بین شرکت‌ها	۲۰۱۱	ایتالیا
۱۱	متخصص توسعه نرم‌افزار	توسعه نرم‌افزار	مشاور فناوری‌های دیجیتال	مشاوره در حوزه دیجیتال	۱۱۹۵	آلمان
۱۲	دکتری MBA	مشاور در زمینه زنجیره‌بلوکی	مدیر بخش زنجیره‌بلوکی	فناوری اطلاعات توزیع‌شده	۲۰۰۸	آلمان

۳-۴ روش گردآوری اطلاعات

گردآوری اطلاعات در مطالعه حاضر در سه مرحله به شرح ذیل انجام خواهد شد:

- شناسایی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی مبتنی بر یافته‌های ادبیات موضوع: برای این منظور، با بررسی مطالعات انجام‌شده در حوزه پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی اقدام به شناسایی چالش‌ها شده است. یافته‌های حاصل از این مرحله، به‌عنوان ورودی در فرایند دلفی فازی به کار گرفته شده است.
- ارزیابی اعتبار و جامعیت چالش‌های شناسایی‌شده مبتنی بر دریافت نظرات خبرگان با استفاده از فرایند دلفی فازی دومرحله‌ای. با توجه به ماهیت کیفی ارزیابی چالش‌ها در روش دلفی به کار گرفته‌شده، از تکنیک فازی جهت کمی‌سازی ارزیابی‌های توصیفی استفاده شده است. پرسشنامه روش دلی فازی در پیوست شماره ۱ ارائه شده است.
- ارزیابی اولویت چالش‌ها مبتنی بر مقایسات زوجی با استفاده از روش بهترین-بدترین فازی: برای این منظور، ابتدا بهترین (سهل‌ترین) و بدترین (سخت‌ترین) چالش‌ها بر اساس نظرات خبرگان شناسایی خواهند شد. سپس ارزیابی بهترین چالش نسبت به دیگر چالش‌ها و تمامی چالش‌ها نسبت به بدترین چالش با توجه به نظرات خبرگان انجام خواهد شد. پرسشنامه روش بهترین-بدترین فازی در پیوست شماره ۲ ارائه شده است.

۳-۵ روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

در این مطالعه از دو روش تحلیل کمی به‌صورت ترکیبی شامل دلفی فازی و بهترین-بدترین فازی جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده شده است. جزییات اجرایی روش‌های یادشده در ذیل معرفی شده است.

۳-۵-۱ تکنیک دلفی فازی

تکنیک دلفی برای نخستین بار توسط دالکی و هلمر در سال ۱۹۶۳ ارائه شده است. این تکنیک روشی پیمایشی مبتنی بر نظرهای متخصصان است و سه خصوصیت اصلی دارد که عبارت است از: پاسخ بی‌نام، تکرار و بازخورد کنترل شده و درنهایت پاسخ گروهی آماری. تکنیک دلفی روشی نظام‌مند به‌منظور جمع‌آوری و هماهنگی قضاوت‌های آگاهانه گروهی از متخصصان درباره سؤال یا موضوعی خاصی است. در بسیاری از موقعیت‌های واقعی، قضاوت متخصصان نمی‌تواند به‌صورت اعداد کمی قطعی بیان و تفسیر شود؛ به عبارت دیگر داده‌ها و اعداد قطعی به‌منظور مدل کردن سیستم‌های دنیای واقعی به علت ابهام و عدم قطعیت موجود در قضاوت تصمیم‌گیرندگان ناکافی است. در این راستا به‌منظور غلبه بر این مشکل که به‌وسیله لطفی زاده در سال ۱۹۶۵ «نظریه مجموعه‌های فازی» ارائه شد، ابزار مناسبی برای مقابله با ابهام و عدم قطعیت موجود در فرآیند تصمیم‌گیری است؛ بنابراین در این پژوهش از روش دلفی فازی به‌منظور تأیید و غربالگری شاخص‌های شناسایی شده استفاده شده است. در روش دلفی، از آنجایی که پیش‌بینی‌های ارائه شده توسط افراد خبره در قالب اعداد قطعی بیان می‌گردند و آن را از دنیای واقعی دور می‌سازد؛ و همچنین افراد خبره از توانایی‌های ذهنی خود برای پیش‌بینی استفاده می‌نمایند و این نشان می‌دهد که عدم قطعیت حاکم بر این شرایط از نوع امکانی است و نه احتمالی. امکانی بودن عدم قطعیت سازگاری با مجموعه‌های فازی دارد. گام‌های کلی روش دلفی فازی پیشنهادی عبارت است از (بوزون و همکاران، ۲۰۱۶):

- دریافت اولیه نظرات خبرگان: در این گام بعد از شناسایی چالش‌های مدنظر، گروه تصمیم‌گیری متشکل از خبرگان مرتبط با موضوع پژوهش تشکیل شده و پرسشنامه‌ها به‌منظور تعیین مرتبط بودن چالش‌های شناسایی شده با موضوع اصلی پژوهش و غربالگری برای آن‌ها ارسال می‌شود که در آن متغیرهای زبانی نمایش داده شده در جدول ۲.۳، برای بیان اهمیت هر شاخص به کار می‌روند. در این مطالعه از اعداد فازی مثلثی استفاده شده است.

جدول ۳-۲ عبارات زبانی و اعداد دلفی فازی (مارتینز و کایل، ۲۰۱۱)

عبارات زبانی	اعداد فازی مثلثی
خیلی کم	$(0, 0, 0/25)$
کم	$(0, 0/25, 0/5)$
متوسط	$(0/25, 0/5, 0/75)$
زیاد	$(0/5, 0/75, 1)$
خیلی زیاد	$(0/75, 1, 1)$

- تائید و غربالگری چالش‌ها: این کار از طریق مقایسه مقدار ارزش اکتسابی هر شاخص با مقدار آستانه صورت می‌پذیرد. مقدار آستانه از چند طریق محاسبه می‌شود که اصولاً مقدار $0/7$ به‌عنوان مقدار آستانه در نظر گرفته‌شده است. برای این کار ابتدا باید مقادیر فازی مثلثی نظرهای خبرگان محاسبه‌شده سپس برای محاسبه میانگین نظرات تمامی پاسخ‌دهندگان (n نفر)، میانگین فازی آن‌ها محاسبه شود. محاسبه عدد فازی برای هر یک از شاخص‌ها با استفاده از روابط زیر صورت می‌گیرد.

$$\tilde{a}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \quad \text{رابطه ۱}$$

$$a_j = \min(a_{ij}) \quad \text{رابطه ۲}$$

$$b_j = \left(\prod_{i=1}^n b_{ij} \right)^{1/n} \quad \text{رابطه ۳}$$

$$c_j = \max(c_{ij}) \quad \text{رابطه ۴}$$

- در روابط بالا اندیس i به فرد خبره و اندیس j به شاخص تصمیم‌گیری (چالش‌های شناسایی‌شده) اشاره دارد. همچنین مقدار فازی زدایی شده میانگین عدد فازی از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$Crisp = \frac{(a + 2 \times b + c)}{4} \quad (3-5)$$

- مرحله اجماع و اتمام دلفی فازی (مرحله دوم روش دلفی): منظور از اجماع به این معنا است که پاسخ‌دهندگان به یک تصمیم‌گیری کلی در مورد عوامل رسیده باشند. چنانچه اختلاف

میانگین دو راند متوالی دلفی فازی از $0/1$ کمتر باشد، فرایند ارزیابی دلفی به پایان خواهد رسید.

۳-۵-۲ روش بهترین-بدترین فازی

در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره تعدادی گزینه وجود دارد که با توجه به معیارها باید بهترین آن‌ها را انتخاب کنیم. روش بهترین-بدترین یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که توسط رضایی (۲۰۱۵) ارائه شد. در این روش دو شاخص بهترین و بدترین انتخاب‌شده و بقیه گزینه در یک مقایسه زوجی با آن‌ها مقایسه می‌شوند. سپس برای به دست آمدن وزن شاخص‌ها یک مسئله حداکثر-حداقل فرموله و حل می‌شود. در این روش می‌توان میزان ناسازگاری تصمیمات را با یک فرمول مشخص شده محاسبه کرد. از مزایای استفاده از روش بهترین-بدترین می‌توان موارد زیر را نام برد:

- به داده‌های مقایسه‌ای کمتری نیاز دارد.
- دارای جواب‌های قابل‌اعتمادتری است و به مقایسه استوارتری می‌انجامد.

گام‌های روش بهترین-بدترین فازی به شرح ذیل است:

گام ۱: مشخص کردن معیارهای تصمیم‌گیری: در این گام شاخص‌های موردنیاز تصمیم‌گیری به صورت $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ تعریف می‌شود.

گام ۲: مشخص کردن بهترین (مهم‌تر، مطلوب‌تر) و بدترین (دارای کمترین اهمیت و کمترین مطلوبیت) شاخص: بهترین و بدترین شاخص در این مرحله انتخاب می‌شود. در این مرحله مقایسه صورت نمی‌گیرد.

گام ۳: در این مرحله ارجحیت بهترین شاخص نسبت به بقیه شاخص‌ها با اعداد ۱ تا ۹ مشخص شده و به صورت $A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$ نمایش داده می‌شود که در آن a_{Bj} میزان ارجحیت بهترین شاخص را نسبت به شاخص j ام نشان می‌دهد و $a_{BB} = 1$ است.

گام ۴: در این مرحله ارجحیت همه شاخص‌ها نسبت به بدترین شاخص با اعداد ۱ تا ۹ مشخص شده و به صورت $A_W = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})$ نمایش داده می‌شود که در آن a_{jW} میزان ارجحیت شاخص j ام نسبت به شاخص w است و $a_{wW} = 1$ است.

گام ۵: به دست آوردن وزن بهینه شاخص‌ها $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$: برای به دست آوردن وزن بهینه هر یک از شاخص‌ها، زوج‌های $\frac{w_B}{w_j} = a_{Bj}$ و $\frac{w_j}{w_w} = a_{jw}$ تشکیل می‌شود؛ سپس برای برآورده کردن این شرایط در همه j ها، باید راه‌حلی پیدا شود تا عبارات $\left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|$ و $\left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right|$ را برای همه j هایی که حداقل شده است، حداکثر کند. با توجه به غیر منفی بودن وزن‌ها و مجموع اوزان می‌توان مدل را به صورت مدل (۳-۶) نوشت:

$$\begin{aligned} \min \max_j & \left\{ \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|, \left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right| \right\} \\ \text{s.t.} & \\ \sum_j w_j &= 1 \\ w_j &\geq 0, \text{ for all } j \end{aligned} \quad (3-6)$$

همچنین می‌توان مدل بالا را به صورت مدل (۷-۳) زیر نوشت:

$$\min \xi$$

s.t.

$$\left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right| \leq \xi, \text{ for all } j$$

$$\left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right| \leq \xi, \text{ for all } j \quad (3-7)$$

$$\sum_j w_j = 1$$

$$w_j \geq 0, \text{ for all } j$$

مدل خطی روش بهترین-بدترین در مقاله رضایی (۲۰۱۶) ارائه شده است که به صورت مدل (۳-۸) هست:

$$\min \xi$$

s.t.

$$\left| w_B - a_{Bj} w_j \right| \leq \xi, \text{ for all } j$$

$$\left| w_j - a_{jw} w_w \right| \leq \xi, \text{ for all } j \quad (3-8)$$

$$\sum_j w_j = 1$$

$$w_j \geq 0, \text{ for all } j$$

به دست آوردن نرخ ناسازگاری در روش بهترین-بدترین: با استفاده از ξ^* به دست آمده در مرحله قبل و

شاخص ناسازگاری ارائه شده در جدول (۳.۳) که به ازای تعداد معیارهای مقایسه شده ارائه شده است به

دست می آید و میزان بیشتر ξ^* ، باعث بیشتر شدن نرخ ناسازگاری می شود.

جدول ۳-۳ شاخص های ناسازگاری با استفاده از روش بهترین-بدترین

۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	a_{BW}
۵/۲۳	۴/۴۷	۳/۷۳	۳/۰۰	۲/۳۰	۱/۶۳	۱/۰۰	۰/۴۴	۰/۰۰	شاخص ناسازگاری
ξ^*									
نرخ ناسازگاری = $\frac{\xi^*}{\text{شاخص ناسازگاری}}$									

جهت انتخاب بهترین و بدترین چالش از نظرات خبرگان و تجميع نظرات آنها استفاده خواهد شد. سپس، جهت ارزیابی بهترین چالش نسبت به دیگر چالش‌ها و تمامی چالش‌ها نسبت به بدترین چالش از نمونه پرسشنامه ذیل استفاده خواهد شد.

جدول ۳-۴ مقایسات زوجی کارشناسان برای ورودی‌ها

شماره خبره	بهترین چالش	بدترین چالش	چالش‌های ورودی				
			۱	۲	۳	۴	۵
۱		---					

۲		---					

۳		---					

۴		---					

فصل ۴: تجزیہ و تحلیل داده‌ها

۴-۱ مقدمه

این بخش نتایج مطالعه مبتنی بر روش تحقیق به کار گرفته شده، ارائه گردیده است. در ابتدا، نتایج ارزیابی خبرگان پیرامون شناسایی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سازمان ارائه شده است. سپس به اولویت‌بندی چالش‌ها مبتنی بر روش فازی بهترین-بدترین پرداخته شده است. در نهایت، پیشنهادهای کاربردی مبتنی بر نتایج تحقیق ارائه شده است.

۴-۲ شناسایی چالش‌ها مبتنی بر روش دلفی فازی

با بررسی چالش‌های موجود در پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در مطالعات انجام شده در ادبیات موضوع به‌عنوان عوامل ورودی، این چالش‌ها را در ۵ دسته کلی شامل فنی، فردی-اجتماعی-سازمانی، مالی، حقوقی و محیط‌زیست قابل تفکیک خواهند بود. سپس، این چالش‌ها در طی اجرای دو مرحله روش دلفی مورد ارزیابی و اعتبارسنجی توسط خبرگان تحقیق قرار خواهند گرفت.

• مرحله اول روش دلفی فازی - طراحی پرسشنامه دور اول

در مرحله نخست از روش دلفی فازی، در قالب یک پرسشنامه نیمه‌باز، مجموعه چالش‌های شناسایی شده به مجموعه خبرگان تحقیق ارائه خواهد شد. در این پرسشنامه خبرگان تحقیق نظرات خود را پیرامون چالش‌های شناسایی شده از جنبه تا تأیید چالش، تأیید تعریف، تأیید دسته‌بندی چالش و میزان اهمیت مربوطه ارائه خواهند نمود. همچنین، علاوه بر مجموعه چالش‌های معرفی شده، خبرگان می‌توانند اقدام به معرفی چالش جدید به همراه تعریف، دسته‌بندی و اهمیت آن نمایند.

• مرحله دوم روش دلفی فازی - تجزیه و تحلیل پاسخ‌های دریافت شده در دور اول

با دریافت نظرات خبرگان در مرحله اولی دلفی، یک لیست اولیه از چالش‌های ارزیابی شده دریافت خواهد شد. مبتنی بر نظرات خبرگان، برخی از چالش‌ها از نظر تعریف و دسته‌بندی مورد اصلاح قرار گرفته‌اند و اولویت آن‌ها نیز دریافت شده است. در جدول ۴-۱ می‌توان دسته‌بندی و عناوین چالش‌ها را مشاهده نمود.

جدول ۴-۱ چالش‌های نهایی شناسایی شده مستخرج از روش دلفی (چالش فنی)

نوع چالش	عنوان چالش	علامت
فنی (A)	مهارت برنامه‌نویسی	A1
	مهارت توسعه وب و دانش مورد نیاز برای توسعه دهندگان زنجیره بلوکی	A2
	محاسبات کوانتومی	A3
	آسیب پذیری قرارداد هوشمند و اجرای قطعی آن	A4
	محدودیت‌های امنیتی	A5
	ارگونومی (قابلیت استفاده)	A6
	سلامت زنجیره بلوکی به تعداد گره‌ها در شبکه بستگی دارد	A7
	تعادل بین مقدار گره‌ها و هزینه‌های مطلوب برای کاربران	A8
	نسخه سازی، زنجیره‌های متعدد	A9
	نبود یا کمبود زیرساخت پشتیبانی مناسب	A10
	مقیاس پذیری	A11
	سازمان‌دهی مجدد توسط یک یا چند شرکت کننده	A12
	نشت حریم خصوصی	A13
	فقدان معماری استاندارد شده	A14
	مانع استفاده کنندگان انبوه	A15
	وضعیت استاندارد سازی در نسخه‌های زنجیره بلوکی	A16
	اوراکل‌های مورد اعتماد	A17
	وجوه قفل شده	A18
	از دست دادن کلید خصوصی	A19
	پارادایم محاسبات ابری	A20
	نیاز به ذخیره سازی کپی کامل تمام معاملات در زنجیره بلوکی	A21
	عامل دسترسی	A22
	نیاز به رویکردهای طبقه بندی بیشتر انواع زنجیره بلوکی	A23
	قابلیت همکاری پایین	A24
	نابالغ بودن فناوری	A25
	مقیاس پذیری سه گانه در زنجیره بلوکی عمومی بدون اجازه	A26
	محدودیت پردازش داده‌های کلان	A27
	نامشخص بودن سطح بهبود در فناوری	A28
	پروتکل‌های اجماع در حال ظهور مخصوص AI	A29
	مشکلات ادغام با سایر فناوری‌های جدید	A30
	تنوع در قابلیت محاسبات در دستگاه‌های مختلف IOT	A31
	عدم توانایی دستگاه‌های IOT برای ذخیره سازی کپی کامل زنجیره بلوکی	A32
	قابلیت ردیابی (توپولوژی)	A33

جدول ۴-۲ چالش‌های نهایی شناسایی شده مستخرج از روش دلفی (چالش فردی-اجتماعی-سازمانی)

نوع چالش	عنوان چالش	علامت
فردی-اجتماعی-سازمانی (B)	اعتماد به فناوری‌های نوین اطلاعاتی	B1
	آمادگی سازمانی برای پذیرش زنجیره‌بلوکی	B2
	مشکلات مربوط به جایگزینی سیستم‌های سنتی قدیمی با سیستم‌های جدید	B3
	پیچیدگی و عارضه درک زنجیره‌بلوکی برای یک انسان عادی	B4
	مخالفت واسطه‌ها	B5
	طراحی متغیرهای زنجیره‌بلوکی مطابق با نیاز سازمان	B6
	کمبود مهارت در این زمینه	B7
	کمبود نیروی کار ماهر	B8
	عدم تمایل افراد به اشتراک‌گذاری کامل اطلاعات در زنجیره‌بلوکی	B9
	چالش مقبولیت (محبوبیت)	B10
	نیاز به مدل‌های جدید حکمرانی (اداره کردن) مبتنی بر الزامات سازمانی	B11
	مشارکت همه شرکت‌کنندگان و ذی‌نفعان	B12

جدول ۴-۳ چالش‌های نهایی شناسایی شده مستخرج از روش دلفی (حقوقی)

نوع چالش	عنوان چالش	علامت
حقوقی (C)	قانون و انطباق	C1
	مسائلی که با مسئولیت‌پذیری ارتباط دارند	C2
	محدودیت‌های قانون‌گذاری و نبود/یا کمبود چارچوب قانونی مناسب	C3
	حکمرانی (طرز اداره کردن) شبکه	C4
	گنجاندن اخلاق در آزمون عملکرد زنجیره‌بلوکی	C5
	پیچیدگی قوانین در تجارت	C6
	قوانین پشتیبانی نظارتی و نبود دادگاه مشخص برای حل اختلافات در زنجیره‌بلوکی	C7
	ارتباط با فعالیت‌های غیرقانونی	C8

جدول ۴-۴ چالش‌های نهایی شناسایی شده مستخرج از روش دلفی (مالی)

نوع چالش	عنوان چالش	علامت
مالی (D)	افزایش قیمت انرژی	D1
	تعادل در مزایای استفاده زنجیره‌بلوکی در خدمات عمومی با هزینه توسعه و اجرا	D2
	هزینه بالا برای زنجیره‌بلوکی مطابق با مشخصات مشتری	D3
	هزینه توسعه بالا	D4
	سایر هزینه‌ها	D5
	هزینه‌های بالا در نگهداری از زنجیره‌بلوکی	D6

جدول ۴-۵ چالش‌های نهایی شناسایی شده مستخرج از روش دلفی (محیط‌زیست)

نوع چالش	عنوان چالش	علامت
محیط‌زیست (E)	اتلاف انرژی در اثر POW	E1
	ذاتاً پرمصرف است	E2
	رعایت قوانین محیط‌زیست	E3

۴-۳ ارزیابی معیارها با روش دلفی فازی

- تعیین درجه اهمیت معیارها - مرحله اول

نتایج حاصل از دریافت نظرات خبرگان در مرحله اول دلفی فازی در جداول ذیل ارائه شده است. نظرات

دریافت شده با توجه به مقادیر نظیر فازی در جدول ۴-۶ فازی سازی خواهد شد.

جدول ۴-۶ فازی سازی طیف لیکرت در ارزیابی روش دلفی

مقیاس فازی	طیف لیکرت		
1	0.8	0.6	5
0.8	0.6	0.4	4
0.6	0.4	0.2	3
0.4	0.2	0	2
0.2	0	0	1

جدول ۴-۷ نظرات خبرگان پیرامون چالش‌های فنی-مرحله اول

خب ره	چالش																																			
	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8	A 9	A1 0	A1 1	A1 2	A1 3	A1 4	A1 5	A1 6	A1 7	A1 8	A1 9	A2 0	A2 1	A2 2	A2 3	A2 4	A2 5	A2 6	A2 7	A2 8	A2 9	A3 0	A3 1	A3 2	A3 3			
۱	۳	۲	۴	۵	۵	۳	۴	۲	۳	۳	۵	۳	۴	۳	۴	۳	۴	۳	۴	۳	۵	۴	۱	۴	۴	۵	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴		
۲	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱		
۳	۴	۴	۳	۴	۲	۳	۱	۱	۴	۱	۵	۲	۲	۵	۱	۴	۴	۳	۵	۳	۵	۴	۳	۵	۴	۳	۱	۴	۳	۴	۴	۴	۴	۴		
۴	۱	۱	۲	۲	۱	۱	۲	۲	۳	۱	۴	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۴	۱	۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱		
۵	۵	۴	۴	۴	۵	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۴	۳	۴	۲	۵	۲	۳	۴	۲	۴	۳	۴	۴	۲	۲	۴	۳	۴	۴	۲		
۶	۲	۲	۲	۴	۳	۱	۳	۳	۳	۱	۴	۲	۲	۳	۲	۳	۲	۴	۴	۲	۴	۴	۱	۵	۴	۲	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۳	
۷	۱	۲	۴	۵	۴	۳	۴	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۴	۱	۴	۳	۱	۲	۳	۴	۴	۲	۳	۱	۱	۳	۲	۲		
۸	۴	۵	۵	۳	۲	۴	۲	۲	۲	۳	۲	۴	۴	۵	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۴	۲	۵	۵	۵	۵	۵	۳	۴	۵	۳	۳	۵	۵		
۹	۳	۱	۳	۴	۴	۵	۳	۱	۱	۲	۳	۲	۱	۲	۳	۳	۳	۴	۵	۱	۴	۴	۲	۲	۲	۴	۴	۳	۳	۵	۲	۳	۳	۳		
۱۰	۵	۵	۳	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۳	۵	۳	۵	۵	۳	۵	۴	۵	۴	۱	۵	۳	۳	۵	۳	۵	۵	۴	۵	۵	۵		
۱۱	۳	۳	۴	۴	۴	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۵	۲	۲	۳	۳	۱	۲	۴	۴	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱		
۱۲	۳	۳	۴	۴	۴	۳	۴	۳	۳	۳	۱	۲	۴	۳	۳	۳	۲	۲	۳	۲	۳	۴	۲	۳	۴	۲	۳	۱	۲	۱	۱	۴	۲	۲		

جدول ۴-۸ نظرات خبرگان پیرامون چالش‌های فردی/اجتماعی/سازمانی -مرحله اول

خبره	چالش											
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
۱	۳	۴	۳	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۱	۴	۴
۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۳	۳	۱	۴	۵	۴	۴	۴	۴	۵	۳	۴	۴
۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۵	۳	۴	۳	۴	۴	۴	۳	۳	۳	۴	۳	۴
۶	۲	۲	۲	۴	۳	۴	۴	۳	۳	۱	۲	۵
۷	۲	۳	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۸	۴	۳	۴	۴	۵	۴	۵	۵	۲	۳	۵	۴
۹	۳	۴	۱	۲	۳	۴	۳	۳	۲	۱	۱	۱
۱۰	۵	۵	۳	۴	۵	۴	۳	۵	۵	۱	۵	۱
۱۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۴	۴	۴	۲	۱

جدول ۴-۹ نظرات خبرگان پیرامون چالش‌های حقوقی -مرحله اول

خبره	چالش							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
۱	۲	۴	۱	۱	۱	۱	۴	۳
۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۳	۴	۲	۱	۱	۱	۱	۳	۲
۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۵	۵	۵	۴	۴	۳	۳	۵	۳
۶	۳	۳	۴	۲	۲	۳	۴	۲
۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۸	۵	۳	۱	۱	۱	۱	۵	۵
۹	۱	۴	۱	۱	۱	۱	۴	۳
۱۰	۵	۵	۱	۱	۱	۱	۵	۴
۱۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۲	۳	۳	۲	۲	۳	۳	۳	۲

جدول ۴-۱۰ نظرات خبرگان پیرامون چالش‌های مالی -مرحله اول

خبره	چالش					
	D۱	D2	D3	D4	D5	D6
۱	۴	۳	۱	۱	۱	۱
۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۳	۱	۲	۴	۴	۴	۱
۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۵	۴	۳	۴	۴	۴	۳
۶	۱	۱	۱	۱	۳	۲
۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۸	۵	۱	۱	۱	۵	۵
۹	۵	۳	۳	۳	۱	۱
۱۰	۳	۱	۱	۱	۵	۳
۱۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۲	۳	۳	۱	۱	۲	۳

جدول ۴-۱۱ نظرات خبرگان پیرامون چالش‌های محیط‌زیست -مرحله اول

خبره	چالش		
	E1	E2	E3
۱	۴	۴	۳
۲	۱	۱	۱
۳	۳	۱	۱
۴	۱	۱	۱
۵	۴	۴	۴
۶	۴	۲	۴
۷	۱	۱	۱
۸	۵	۱	۳
۹	۴	۴	۳
۱۰	۴	۱	۳
۱۱	۱	۱	۱
۱۲	۲	۱	۳

جدول ۴-۱۲ اولویت و رتبه‌بندی نهایی چالش‌ها

رتبه	ارزش امتیاز		چالش	رتبه	ارزش امتیاز		چالش
	ارزیابی فازی	میانگین اعداد فازی			ارزیابی فازی	میانگین اعداد فازی	
۱۶	۰/۴۳۳	۵/۲۰۰	A32	۱۷	۰/۴۲۸	۵/۱۳۳	A1
۲۹	۰/۳۶۷	۴/۴۰۰	A33	۲۰	۰/۴۱۱	۴/۹۳۳	A2
۴۴	۰/۳۱۷	۳/۸۰۰	B1	۶	۰/۵۰۰	۶	A3
۳۸	۰/۳۳۹	۴/۰۶۷	B2	۱	۰/۶۰۰	۷/۲۰۰	A4
۵۰	۰/۲۷۸	۳/۳۳۳	B3	۴	۰/۵۲۲	۶/۲۶۷	A5
۲۷	۰/۳۸۳	۴/۶۰۰	B4	۱۰	۰/۴۴۴	۵/۳۳۳	A6
۲۳	۰/۳۸۹	۴/۶۶۷	B5	۱۲	۰/۴۳۹	۵/۲۶۷	A7
۲۶	۰/۳۸۹	۴/۶۶۷	B6	۴۲	۰/۳۲۸	۳/۹۳۳	A8
۳۳	۰/۳۵۶	۴/۲۶۷	B7	۲۳	۰/۳۸۹	۴/۶۶۷	A9
۲۲	۰/۴۰۶	۴/۸۶۷	B8	۴۴	۰/۳۱۷	۳/۸۰۰	A10
۳۳	۰/۳۵۶	۴/۲۶۷	B9	۷	۰/۴۷۸	۵/۷۳۳	A11
۵۲	۰/۲۱۱	۲/۵۳۳	B10	۳۷	۰/۳۴۴	۴/۱۳۳	A12
۴۱	۰/۳۲۸	۳/۹۳۳	B11	۳۸	۰/۳۳۹	۴/۰۶۷	A13
۴۷	۰/۳۰۶	۳/۶۶۷	B12	۵	۰/۵۱۱	۶/۱۳۳	A14
۳۱	۰/۳۶۱	۴/۳۳۳	C1	۳۵	۰/۳۵۰	۴/۲۰۰	A15
۲۸	۰/۳۷۲	۴/۴۶۷	C2	۲۰	۰/۴۱۱	۴/۹۳۳	A16
۵۸	۰/۱۶۷	۲	C3	۱۲	۰/۴۳۹	۵/۲۶۷	A17
۶۰	۰/۱۳۳	۱/۶۰۰	C4	۳۲	۰/۳۶۱	۴/۳۳۳	A18
۶۰	۰/۱۳۳	۱/۶۰۰	C5	۲	۰/۵۶۱	۶/۷۳۳	A19
۵۹	۰/۱۵۰	۱/۸۰۰	C6	۴۸	۰/۳۰۰	۳/۶۰۰	A20
۱۲	۰/۴۳۹	۵/۲۶۷	C7	۳	۰/۵۲۸	۶/۳۳۳	A21
۴۹	۰/۲۸۹	۳/۴۶۷	C8	۸	۰/۴۶۱	۵/۵۳۳	A22
۴۰	۰/۳۳۳	۴	D1	۵۴	۰/۲۰۰	۲/۴۰۰	A23
۵۵	۰/۱۸۹	۲/۲۶۷	D2	۹	۰/۴۵۰	۵/۴۰۰	A24
۵۶	۰/۱۸۳	۲/۲۰۰	D3	۱۷	۰/۴۲۸	۵/۱۳۳	A25
۵۶	۰/۱۸۳	۲/۲۰۰	D4	۱۰	۰/۴۴۴	۵/۳۳۳	A26
۴۳	۰/۳۱۷	۳/۸۰۰	D5	۱۲	۰/۴۳۹	۵/۲۶۷	A27
۵۱	۰/۲۲۲	۲/۶۶۷	D6	۳۵	۰/۳۵	۴/۲۰۰	A28
۲۳	۰/۳۸۹	۴/۶۶۷	E1	۲۹	۰/۳۶۷	۴/۴۰۰	A29
۵۲	۰/۲۱۱	۲/۵۳۳	E2	۱۷	۰/۴۲۸	۵/۱۳۳	A30
۵۲	۰/۴۳۳	۵/۲۰۰	E3	۴۶	۰/۳۱۱	۳/۷۳۳	A31

• تعیین درجه اهمیت معیارها - مرحله دوم

بر اساس مجموعه نظرات دریافت شده از خبرگان مبتنی بر مرحله اول دلفی فازی، پرسشنامه دوم تهیه و به همراه جمع‌بندی پرسشنامه اول برای خبرگان ارسال شده است. در مرحله دوم از ایشان درخواست شده است تا درجه اهمیت چالش‌های تحت ارزیابی به صورت مجدد تعیین نمایند. سپس این عبارات کلامی به اعداد فازی تبدیل شدند. با توجه به نتایج حاصل در این مرحله، حصول اجماع قابل مشاهده است. منظور از

اجماع به این معنا است که پاسخ‌دهندگان به یک تصمیم‌گیری کلی در مورد عوامل رسیده باشند. در این حالت اختلاف میانگین دو راند متوالی دلفی فازی از ۰/۱ کمتر محاسبه شده است. در نتیجه، فرایند ارزیابی دلفی به پایان رسیده است.

۴-۴ اولویت‌بندی نهایی چالش‌ها با استفاده از روش بهترین-بدترین فازی

بدترین فازی

در این بخش مبتنی بر روش دلفی فازی و با بهره‌گیری از نظرات خبرگان، چالش حکمرانی به‌عنوان بهترین (سهل‌ترین) و چالش آسیب‌پذیری قراردادهای هوشمند و اجرای قطعی آن نیز به‌عنوان بدترین (سخت‌ترین) تعیین شده‌اند. بر این اساس، ارزیابی سایر چالش‌ها انجام شده است. در نهایت، اولویت‌بندی نهایی چالش‌ها ارائه شده است. لازم به ذکر است که ارزیابی‌های انجام شده در فرایند بهترین-بدترین فازی بر اساس تابع عضویت نمایش داده شده در جدول ۴-۱۳ انجام خواهد شد. در جداول ۴-۱۴ الی ۴-۱۵، نتایج تجمیع یافته از نظرات مجموعه خبرگان در فرایند ارزیابی ارائه شده است. برای این منظور، از روش میانگین هندسی در تجمیع نظرات در طیف لیکرت ۱ (اهمیت برابر) الی ۵ (کاملاً مهم) استفاده شده است.

جدول ۴-۱۳ نمایش متغیرهای زبانی برحسب اعداد فازی مثلثی در روش بهترین-بدترین فازی

متغیرهای زبان‌شناختی	تابع عضویت
اهمیت برابر (EI)	(۱، ۱، ۱)
اهمیت ضعیف (WI)	(۲/۳، ۱، ۳/۲)
نسبتاً مهم (FI)	(۳/۲، ۲، ۵/۲)
خیلی مهم (VI)	(۵/۲، ۳، ۷/۲)
کاملاً مهم (AI)	(۷/۲، ۴، ۹/۲)

جدول ۴-۱۴ ارزیابی بهترین چالش نسبت به دیگر چالش‌ها

	چالش																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
L	2.5	1.5	1.5	3.5	3.5	2.5	0.66	1.5	2.5	3.5	2.5	1.5	1.5	0.66	2.5	1.5	0.66	2.5	3.5	2.5	3.5	3.5	0.66	2.5	0.66	1.5	2.5	0.66	1.5	1.5	0.66
M	3	2	2	4	4	3	1	2	3	4	3	2	2	1	3	2	1	3	4	3	4	4	1	3	1	2	3	1	2	2	1
U	3.5	2.5	2.5	4.5	4.5	3.5	1.5	2.5	3.5	4.5	3.5	2.5	2.5	1.5	3.5	2.5	1.5	3.5	4.5	3.5	4.5	4.5	1.5	3.5	1.5	2.5	3.5	1.5	2.5	2.5	1.5
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
L	0.66	1.5	1.5	3.5	2.5	2.5	1.5	1.5	2.5	3.5	1.5	1.5	0.66	1.5	2.5	3.5	1.5	1	0.66	1.5	1.5	1.5	3.5	0.66	1.5	1.5	2.5	1.5	3.5	1.5	1.5
M	1	2	2	4	3	3	2	2	3	4	2	2	1	2	3	4	2	1	1	2	2	2	4	1	2	2	3	2	4	2	2
U	1.5	2.5	2.5	4.5	3.5	3.5	2.5	2.5	3.5	4.5	2.5	2.5	1.5	2.5	3.5	4.5	2.5	1	1.5	2.5	2.5	2.5	4.5	1.5	2.5	2.5	3.5	2.5	4.5	2.5	2.5

در جدول ۴-۱۴ نتایج ارزیابی اولویت (ترجیح) بهترین چالش (سهل‌ترین)، تحت عنوان حکمرانی-نحوه اداره کردن (نمایش داده‌شده با شماره ۴۹)، نسبت به دیگر چالش‌ها ارائه‌شده است. لازم به ذکر است که اولویت بهترین چالش نسبت به خود برابر است. علاوه بر آن، اولویت بهترین چالش نسبت به بدترین چالش از بالاترین درجه اولویت برخوردار خواهد بود. این در حالی است که با توجه به ارزیابی انجام‌شده، اولویت چالش حکمرانی به‌عنوان یکی از عناوین چالش حقوقی نسبت به موارد دیگر همچون چالش فنی اهمیت پایین‌تری را به خود اختصاص داده است.

جدول ۴-۱۵ ارزیابی هر چالش نسبت به بدترین چالش

	چالش																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
L	0.66	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.5	1	0.66	1	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
U	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2.5	1	1.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	
L	0.66	1	1	1	1.5	0.66	1	1	1	1	0.66	0.66	1	1.5	0.66	1	1	1	1.5	1	0.66	0.66	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.66
M	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
U	1.5	1	1	1	2.5	1.5	1	1	1	1	1.5	1.5	1	2.5	1.5	1	1	1	2.5	1	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.5

در جدول ۴-۱۵ نتایج هر چالش نسبت به بدترین چالش (سخت‌ترین)، تحت عنوان آسیب‌پذیری قراردادهای هوشمند و اجرای قطعی آن (نمایش داده‌شده با شماره ۴)، نسبت به دیگر چالش‌ها ارائه‌شده است. لازم به ذکر است که اولویت بدترین چالش نسبت به خود برابر است. به‌طور کلی، مجموعه چالش‌های فنی بررسی‌شده با توجه به پیچیدگی‌های ذاتی مخصوص به خود، دارای اهمیت تقریباً برابر با سخت‌ترین چالش شناسایی‌شده‌اند. از این‌رو شاهد اولویت ضعیف‌تر مجموعه چالش‌های فنی نسبت به دیگر چالش‌ها هستیم.

جدول ۴-۱۶ اولویت‌بندی نهایی چالش‌ها

چالش	رتبه	وزن
مهارت‌های برنامه‌نویسی	۲	۰/۰۱۵۹۲۰۹۲
مهارت‌های توسعه وب و دانش موردنیاز برای توسعه‌دهندگان زنجیره‌بلوکی	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
محاسبات کوانتومی	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
آسیب‌پذیری قراردادهای هوشمند و اجرای قطعی آن	۱	۰/۰۱۵۸۶۴۷۹
محدودیت‌های امنیتی	۱	۰/۰۱۵۸۶۴۷۹
ارگونومی (قابلیت استفاده)	۲	۰/۰۱۵۹۲۰۹۲
سلامت زنجیره‌بلوکی به تعداد گره‌های شبکه بستگی دارد	۴	۰/۰۱۶۰۳۴۳۸
تعادل بین مقدار گره‌ها و هزینه‌های مطلوب برای کاربران	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
نسخه‌سازی، زنجیره‌های متعدد	۲	۰/۰۱۵۹۲۰۹۲
نبود یا کمبود زیرساخت پشتیبانی مناسب	۱	۰/۰۱۵۸۶۴۷۹
مقیاس‌پذیری	۲	۰/۰۱۵۹۲۰۹۲
سازمان‌دهی مجدد توسط ۱ یا چند شرکت‌کننده	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
نشت حریم خصوصی	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
فقدان معماری استانداردشده	۴	۰/۰۱۶۰۳۴۳۸
مانع استفاده‌کنندگان انبوه	۲	۰/۰۱۵۹۲۰۹۲
وضعیت استانداردسازی در نسخه‌های زنجیره‌بلوکی	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
اوراکل‌های مورد اعتماد	۴	۰/۰۱۶۰۳۴۳۸
وجه قفل‌شده	۲	۰/۰۱۵۹۲۰۹۲
از دست دادن کلید خصوصی (در زمینه بیت کوین)	۱	۰/۰۱۵۸۶۴۷۹
پارادایم محاسبات ابری	۲	۰/۰۱۵۹۲۰۹۲
نیاز به ذخیره‌سازی کپی کامل تمام معاملات در زنجیره‌بلوکی	۱	۰/۰۱۵۸۶۴۷۹
عامل دسترسی	۱	۰/۰۱۵۸۶۴۷۹
نیاز به رویکردهای طبقه‌بندی بیشتر انواع زنجیره‌بلوکی	۴	۰/۰۱۶۰۳۴۳۸
قابلیت همکاری پایین	۲	۰/۰۱۵۹۲۰۹۲
نابالغ بودن فناوری	۴	۰/۰۱۶۰۳۴۳۸
مقیاس‌پذیری سه‌گانه (در زنجیره‌بلوکی عمومی بدون اجازه)	۵	۰/۰۱۶۱۱۲۰۵
محدودیت پردازش داده‌های کلان	۲	۰/۰۱۵۹۲۰۹۲
نامشخص بودن سطح بهبود در فناوری	۴	۰/۰۱۶۰۳۴۳۸
پروتکل‌های اجماع در حال ظهور مخصوص AI	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
مشکلات ادغام با سایر فناوری‌های جدید	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
تنوع در قابلیت محاسبات در دستگاه‌های مختلف IOT	۴	۰/۰۱۶۰۳۴۳۸
عدم توانایی دستگاه‌های IOT برای ذخیره‌سازی کامل زنجیره‌بلوکی	۴	۰/۰۱۶۰۳۴۳۸

جدول ۴-۱۷ اولویت‌بندی نهایی چالش‌ها (ادامه جدول ۴-۱۶)

چالش	رتبه	وزن
قابلیت ردیابی (توپولوژی) در ادغام زنجیره‌بلوکی با IOT	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
اعتماد به فناوری‌های نوین اطلاعاتی	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
آمادگی سازمانی برای پذیرش زنجیره‌بلوکی	۱	۰/۰۱۵۸۶۴۷۹
مشکلات مربوط به جایگزینی سیستم‌های سنتی قدیمی با سیستم‌های جدید	۲	۰/۰۱۵۹۲۰۹۲
پسچیدگی و عارضه درک زنجیره‌بلوکی برای یک انسان عادی	۲	۰/۰۱۵۹۲۰۹۲
مخالفت واسطه‌ها	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
طراحی متغیرهای زنجیره‌بلوکی مطابق با نیاز سازمان	۵	۰/۰۲۶۵۵۹۹۸
کمبود مهارت در این زمینه	۲	۰/۰۱۵۹۲۰۹۲
کمبود نیروی کار (ماهر)	۱	۰/۰۱۵۸۶۴۷۹
عدم تمایل افراد به اشتراک‌گذاری کامل اطلاعات در زنجیره‌بلوکی	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
چالش مقبولیت (محبوبیت)	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
نیاز به مدل‌های جدید حکمرانی (اداره کردن) مبتنی بر الزامات سازمانی	۴	۰/۰۱۶۰۳۴۳۸
مشارکت همه شرکت‌کنندگان و ذینفعان	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
قانون و انطباق	۲	۰/۰۱۵۹۲۰۹۲
مسائلی که با مسئولیت‌پذیری ارتباط دارند	۱	۰/۰۱۵۸۶۴۷۹
محدودیت‌های قانون‌گذاری و نبود و/یا کمبود چارچوب قانونی مناسب	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
حکمرانی (طرز اداره کردن) شبکه	۵	۰/۰۱۶۰۶۳
گنجاندن اخلاق در آزمون عملکرد زنجیره‌بلوکی	۴	۰/۰۱۶۰۳۴۳۸
پسچیدگی قوانین در تجارت	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
قوانین و پشتیبانی نظارتی و نبود دادگاه مشخص برای حل اختلافات در زنجیره‌بلوکی	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
ارتباط با فعالیت‌های غیرقانونی	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
افزایش قیمت انرژی	۱	۰/۰۱۵۸۶۴۷۹
تعادل در مزایای استفاده زنجیره‌بلوکی در خدمت عمومی با هزینه توسعه و اجرا	۴	۰/۰۱۶۰۳۴۳۸
هزینه بالا برای زنجیره‌بلوکی مطابق با مشخصات مشتری	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
هزینه توسعه بالا	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
سایر هزینه‌ها	۲	۰/۰۱۵۹۲۰۹۲
هزینه‌های بالا در نگهداری از زنجیره‌بلوکی	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
اتلاف انرژی در اثر POW	۱	۰/۰۱۵۸۶۴۷۹
ذاتاً پرمصرف است	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵
رعایت قوانین زیست‌محیطی	۳	۰/۰۱۵۹۷۷۴۵

نتایج جداول ۴-۱۶ و ۴-۱۷ در ستون وزن بر اساس وزن‌های نهایی محاسبه‌شده توسط روش بهترین-بدترین و سپس فازی زدایی از اوزان محاسبه‌شده ارائه‌شده است (رابطه ۳-۵). شایان به ذکر است که با توجه به ماهیت منفی چالش‌ها، وزن نهایی هر چالش که نشان‌دهنده اولویت نهایی آن در میان دیگر چالش‌ها بوده دارای ماهیت منفی است. بدین معنا که چالش با وزن پایین‌تر از مطلوبیت بالاتری درنهایت برخوردار خواهد بود. با توجه به دامنه مقادیر اوزان محاسبه‌شده، مجموعه چالش‌ها به ۵ دسته متمایز دارای اهمیت بسیار زیاد (رتبه ۱)، دارای اهمیت زیاد (رتبه ۲)، دارای اهمیت متوسط (رتبه ۳)، دارای اهمیت ضعیف (رتبه ۴) و دارای اهمیت خیلی ضعیف (رتبه ۵) تقسیم‌بندی شده‌اند.

چالش‌های قرار گرفته‌شده در دسته بااهمیت بسیار زیاد عبارت‌اند از آسیب‌پذیری قراردادهای هوشمند و اجرای قطعی آن، محدودیت‌های امنیتی، نبود یا کمبود زیرساخت پشتیبانی مناسب، از دست دادن کلید خصوصی (در زمینه بیت کوین)، نیاز به ذخیره‌سازی کپی کامل تمام معاملات در زنجیره‌بلوکی، عامل دسترسی، آمادگی سازمانی در پذیرش زنجیره‌بلوکی، کمبود نیروی کار ماهر، مسائلی که با مسئولیت‌پذیری ارتباط دارند، افزایش قیمت انرژی و ائتلاف انرژی در اثر POW. این ۱۲ چالش منتخب که عمدتاً نیز فنی هستند به‌عنوان سخت‌ترین چالش‌ها در فرایند پیاده‌سازی فناوری زنجیره‌بلوکی شناسایی شده‌اند. برخی از این ۱۲ چالش در مطالعات پیشین نیز به‌عنوان سد راه توسعه فناوری زنجیره‌بلوکی معرفی شده‌اند که خود دلیلی بر تائید نتایج مطالعه حاضر است.

چالش‌های قرار گرفته‌شده در دسته بااهمیت زیاد عبارت‌اند از مهارت‌های برنامه‌نویسی، ارگونومی (قابلیت استفاده)، نسخه سازی و زنجیره‌های متعدد، مقیاس‌پذیری، مانع استفاده‌کنندگان انبوه، وجوه قفل‌شده، پارادایم محاسبات ابری، قابلیت همکاری پایین، محدودیت پردازش داده‌های کلان، مشکلات مربوط به جایگزینی سیستم‌های قدیمی با سیستم‌های جدید، پیچیدگی و عارضه درک آن برای انسان عادی، کمبود مهارت در این زمینه، قانون و انطباق و سایر هزینه‌ها. همچنان حضور چالش‌های فنی در دسته چالش‌های بااهمیت زیاد نیز مشهود است.

چالش‌های قرار گرفته‌شده در دسته بااهمیت متوسط عبارت‌اند از مهارت‌های توسعه وب و دانش موردنیاز برای

توسعه‌دهندگان زنجیره‌بلوکی، محاسبات کوانتومی، تعادل بین مقدار گره‌ها و هزینه‌های مطلوب برای کاربران، سازمان‌دهی مجدد توسط یک یا چند شرکت‌کننده، نشت حریم خصوصی، وضعیت استانداردسازی در نسخه‌های زنجیره‌بلوکی، پروتکل‌های اجماع مخصوص AI، مشکلات ادغام با سایر فناوری‌های جدید، قابلیت ردیابی (توپولوژی)، اعتماد به فناوری‌های نوین اطلاعاتی، مخالفت واسطه‌ها، عدم تمایل افراد به اشتراک‌گذاری کامل اطلاعات در زنجیره‌بلوکی، چالش مقبولیت (محبوبیت)، مشارکت همه شرکت‌کنندگان و ذی‌نفعان، محدودیت‌های قانون‌گذاری و نبود یا کمبود چارچوب قانونی مناسب، پیچیدگی قوانین در تجارت، قوانین و پشتیبانی نظارتی و نبود دادگاه مشخص برای حل اختلافات در زنجیره‌بلوکی، ارتباط با فعالیت‌های غیرقانونی، هزینه بالا برای زنجیره‌بلوکی مطابق با مشخصات مشتری، هزینه توسعه بالا، هزینه‌های بالا در نگهداری از زنجیره‌بلوکی، ذاتاً پرمصرف است و رعایت قوانین محیط زیستی. در این دسته شاهد قرار گرفتن چالش‌های مالی در کنار چالش‌های فنی پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی هستیم.

چالش‌های قرار گرفته‌شده در دسته بااهمیت ضعیف عبارت‌اند از سلامت زنجیره‌بلوکی به تعداد گره‌های شبکه بستگی دارد، فقدان معماری استانداردشده، نیاز به رویکردهای طبقه‌بندی بیشتر انواع زنجیره‌بلوکی، نابالغ بودن فناوری، نامشخص بودن سطح بهبود در فناوری، تنوع در قابلیت محاسبات در دستگاه‌های مختلف IOT، عدم توانایی دستگاه‌های IOT برای ذخیره‌سازی کپی کامل زنجیره‌بلوکی، تعادل در مزایای استفاده زنجیره‌بلوکی در خدمات عمومی با هزینه توسعه و اجرا، گنجاندن اخلاق در آزمون عملکرد زنجیره‌بلوکی و نیاز به مدل‌های جدید حکمرانی مبتنی بر الزامات سازمانی. حضور چالش‌های سازمانی در این دسته‌بندی پررنگ‌تر شده است.

درنهایت، در دسته‌بندی بااهمیت بسیار ضعیف مجموعه چالش‌های طراحی متغیرهای زنجیره‌بلوکی

مطابق با نیاز سازمان، حکمرانی شبکه و مقیاس‌پذیری سه‌گانه مشاهده می‌گردد.

۴-۵ جمع‌بندی

در این فصل به شناسایی و ارزیابی چالش‌ها و همچنین رتبه‌بندی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی پرداخته‌شده است. ابتدا با استفاده از ادبیات موضوع مجموعه‌ای از چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی شناسایی‌شده و سپس با بهره‌گیری از نظرات خبرگان، مورد ارزیابی و تأیید قرار گرفته‌اند. در ادامه، با استفاده از روش بهترین-بدترین فازی اقدام به شناسایی سخت‌ترین و سهل‌ترین چالش شده است. درنهایت، اولویت‌بندی نهایی چالش‌ها و دسته‌بندی آن‌ها ارائه‌شده است. این نتایج می‌تواند مبنایی برای مواجهه کارآمد با چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی در سطح سازمان باشد و ریسک فرایند یادشده را تا حد بسیار مؤثری کاهش دهد.

فصل ۵: نتیجه گیری و پیشنهادها

۵-۱ مقدمه

در این فصل مروری کلی بر نتایج کلیدی، پیشنهادهای کاربردی حاصل از آن و محدودیت‌های مطالعه پرداخته خواهد شد. در پایان جهت انجام مطالعات آتی، پیشنهادهای تحقیقاتی ارائه شده است.

۵-۲ نتایج کلیدی پژوهش

چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی مبتنی بر ادبیات موضوع و نظرات خبرگان در ۵ دسته کلی حقوقی، فنی، سازمانی، محیط زیستی و مالی قرار گرفته‌اند. عناوین چالش‌ها در هر دسته به تأیید خبرگان رسیده است. اگرچه بر اساس یافته‌های حاصل از ادبیات موضوع برخی از چالش‌ها بیش از موارد دیگر مورد تأکید قرار گرفته‌اند، نیاز است تا تمام چالش‌های یادشده در یک نگاه جامع و سیستمی مدنظر برنامه‌ریزان قرار گیرند. نکته حائز اهمیت، اولویت‌بندی چالش‌ها باهدف اطلاع و کسب آمادگی سازمان برای پیاده‌سازی فناوری زنجیره‌بلوکی با کمترین ریسک ممکن است. ازاین‌رو، اقدام به ارزیابی اولویت چالش‌ها نسبت به یکدیگر شده است. با توجه به تعداد بالای چالش‌ها و دشواری مقایسات زوجی ممکن در فرایند ارزیابی، از روش بهترین-بدترین باهدف کاهش تعداد مقایسات زوجی موردنیاز استفاده شده است. علاوه بر آن، به دلیل ماهیت کیفی ارزیابی چالش‌ها و نامعینی حاضر در فرایند ارزیابی تحت تأثیر عدم قطعیت در فرایند ارزیابی، از تکنیک فازی جهت نمایش عدم قطعیت استفاده شده است. نتایج پیاده‌سازی تکنیک بهترین-بدترین فازی حاکی از آن است که چالش آسیب‌پذیری قراردادهای هوشمند و اجرای قطعی آن از دسته چالش‌های فنی به‌عنوان سخت‌ترین چالش و چالش حکمرانی از دسته چالش‌های حقوقی به‌عنوان سهل‌ترین چالش شناسایی شده‌اند. این در حالی است که عمده چالش‌های فنی از اولویت (دشواری) بالاتری نسبت به دیگر چالش‌ها برخوردار شده‌اند. با توجه به اولویت‌بندی نهایی چالش‌ها، می‌توان مجموعه چالش‌ها را بر اساس وزن (اولویت) نهایی محاسبه شده در ۵ دسته بااهمیت بسیار زیاد، زیاد، متوسط، ضعیف و بسیار ضعیف دسته‌بندی نمود. چالش‌های فنی عمدتاً در دسته‌های بااهمیت متوسط به بالا قرار گرفته‌اند و حضور آن‌ها در دسته با اهمیت بسیار زیاد کاملاً نمایان است. در ادامه چالش‌های مالی، محیط زیستی، حقوقی

و فردی-سازمانی در مراتب پایین‌تر اولویت قرار گرفته‌اند. از این‌رو، جهت پیاده‌سازی موفق زنجیره‌بلوکی در سطح سازمان با کمترین ریسک ممکن نیاز است تا توجه ویژه‌ای به اولویت‌بندی تعیین‌شده مدنظر مدیران و برنامه‌ریزان قرار گیرد. به عبارت دیگر، در فرایند مدیریت تغییر انتقال سازمان از فناوری پیشین به فناوری نوین زنجیره‌بلوکی، تمامی برنامه‌های عملیاتی می‌بایست با توجه به اولویت‌بندی تعیین‌شده در مواجهه با چالش‌های مدنظر تنظیم شوند.

۵-۳ پیشنهادهای کاربردی

با توجه به دسته‌بندی چالش‌ها از نظر اولویت (اهمیت)، مجموعه پیشنهادهای کاربردی ذیل جهت پیاده‌سازی فناوری زنجیره‌بلوکی در سطح سازمان ارائه خواهد شد:

• چالش‌های فنی

با توجه به اهمیت بسیار بالای چالش‌های فنی در میان چالش‌های ارزیابی‌شده، سازمان می‌بایست توجه ویژه‌ای بر توسعه و فراهم نمودن زیرساخت‌های فنی لازم برای استقرار فناوری زنجیره‌بلوکی داشته باشد. برای این منظور، فراهم ساختن تجهیزات سخت‌افزاری لازم برای بهره‌برداری از فناوری زنجیره‌بلوکی، کیفیت و دسترسی به شبکه اینترنت به عنوان یک زیرساخت کلیدی، توسعه هم‌زمان و متناسب دیگر فناوری‌های هم‌خانواده نظیر اینترنت اشیا، یارانش ابری و موارد مشابه دیگر از جمله الزامات کلیدی خواهند بود. به عبارت دیگر، سازمان در صورت تمایل به بهره‌برداری از فناوری زنجیره‌بلوکی می‌بایست ابتدا توانمندی‌های فنی خود را در حوزه‌های یادشده به عنوان بستر پیاده‌سازی فناوری زنجیره‌بلوکی ارتقا دهد. در غیر این صورت، شاهد افزایش ریسک پیاده‌سازی موفق زنجیره‌بلوکی و درنهایت کاهش معنادار کارایی آن در مقایسه با توانمندی‌های بالقوه ترسیم‌شده خواهیم بود. از سوی دیگر، افزایش تعداد استفاده‌کنندگان از فناوری زنجیره‌بلوکی خود یک عامل مهم در ارتقای چالش‌های امنیتی این فناوری خواهد بود. از این‌رو، با توجه به نوپا و نوظهور بودن فناوری زنجیره‌بلوکی، مواجهه با این چالش مستلزم گذر زمان و پذیرش این فناوری توسط دیگر کاربران خواهد بود. همکاری و تعامل مابین سازمان‌ها باهدف استقرار

همهانگ فناوری زنجیره‌بلوکی درنهایت می‌تواند امنیت مجموعه این بازیگران را در برابر حملات سایبری ممکن تا حد بسیار زیادی کاهش دهد.

- چالش‌های مالی

با توجه به اولویت (اهمیت) بالای چالش‌های فنی که عمدتاً بر پایه نیازمندی‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مرتبط با فناوری زنجیره‌بلوکی هستند، تأمین موارد یادشده باز هزینه‌ای معناداری را برای سازمان به همراه خواهد داشت. به عبارت دیگر، با توسعه زیرساخت‌های لازم جهت برطرف نمودن چالش‌های فنی شاهد افزایش هزینه‌های مدیریت زیرساخت خواهیم بود. از سوی دیگر، تأمین منابع انرژی نیز یکی دیگر از مؤلفه‌های مهم هزینه‌ای جهت بهره‌برداری از فناوری زنجیره‌بلوکی است. دلیل این اهمیت در مصرف بالای انرژی زنجیره‌بلوکی به صورت ذاتی است. از این رو مدیریت هزینه‌ها در قلب مجموعه چالش‌های مالی می‌تواند نقش مهمی در پیاده‌سازی موفق و درعین حال کارای زنجیره‌بلوکی داشته باشد.

- چالش‌های محیط زیستی

مدیریت بخشی از چالش‌های محیط زیستی به چگونگی تأمین منابع انرژی موردنیاز برای بهره‌برداری از فناوری زنجیره‌بلوکی بازمی‌گردد. این فناوری به طور کلی سطح بالای از انرژی را جهت انجام واحد پردازش و استمرار فعالیت سیستم نیاز دارد. از این رو، در صورت افزایش ضریب نفوذ این فناوری و بالا رفتن تعداد گره‌ها در شبکه در پی توسعه آن، نیاز به دسترسی به منابع انرژی پایدار به نحو چشمگیری افزایش خواهد یافت. در صورت عدم دسترسی سازمان به منابع انرژی پاک شاهد افزایش آثار نامطلوب زیست‌محیطی حاصل از مصرف بالای انرژی خواهیم بود. این مسئله می‌تواند در صورت ادامه محدودیت‌های فرا سازمانی را برای توسعه و بهره‌برداری از زنجیره‌بلوکی ایجاد نماید. برای نمونه می‌توان به مواردی همچون الزامات قانونی، اقدامات گروه‌های حامی محیط‌زیست و موارد مشابه دیگر اشاره نمود. این در حالی است که بخشی از منابع انرژی مورد استفاده توسط فناوری زنجیره‌بلوکی به دلیل ماهیت فرایند اثبات کار دچار اتلاف خواهد شد. در این حالت، در صورت موفق شدن یک استخراج‌کننده به یافتن راه‌حل که خود مبتنی بر دسترسی به سطح بالاتری از توان انرژی و پردازش است،

تلاش دیگر استخراج‌کنندگان بی‌فایده خواهد بود. مقابله با این چالش نیازمند به‌کارگیری رویکردهای فنی و تخصصی مربوطه همچون اثبات سهام انجام خواهد شد.

- چالش‌های حقوقی

فناوری بلوکی نیز همچون دیگر فناوری‌های مبتنی بر فناوری اطلاعات با مسئله چالش تدوین قوانین و نظارت و بر اجرای قوانین مواجه است. اگرچه در ابتدا استفاده از فناوری زنجیره‌بلوکی به‌عنوان یک زیرساخت آزاد جهت انجام امور غیرقانونی مطرح‌شده است، اما این چالش با توسعه شبکه به‌تدریج قابل کنترل و مدیریت خواهد بود. این در حالی است که عمده دغدغه مربوطه در این فضا در شناسایی و تأیید هویت کاربران و نظارت بر تراکنش‌های آن‌ها است. اهمیت این مسئله در استفاده از رمز ارزها به‌عنوان یکی از کاربرهای زنجیره‌بلوکی دوچندان خواهد شد. در این چنین فضایی، نیازمند توسعه زیرساخت‌های قانونی در محیط کسب‌وکار توسط حاکمیت و نهادهای نظارتی مربوطه خواهیم بود. علاوه بر آن، نقش گروه‌ها و انجمن‌های قانونی با مشارکت کاربران (سازمان‌های) بهره‌بردار از این فناوری در توسعه زیرساخت‌های قانونی می‌تواند حائز اهمیت باشد.

- چالش‌های فردی-اجتماعی و سازمانی

در پایین‌ترین سطح از اولویت، مجموعه چالش‌های فردی-اجتماعی و سازمانی قرار می‌گیرند. عمده این چالش‌ها بر سطح تخصص و مهارت کاربران جهت بهره‌برداری از فناوری زنجیره‌بلوکی متمرکز است. برای این منظور، سازمان‌ها می‌توانند با به‌کارگیری برنامه‌های آموزشی و مهارت‌افزایی مناسب اقدام به تربیت نیروی انسانی متخصصی و ارتقای سطح دانش موردنیاز در راستای استقرار و بهره‌برداری زنجیره‌بلوکی نمایند. در کنار آن، پیچیدگی ذاتی زنجیره‌بلوکی برای درک کاربران به‌عنوان یک چالش نیز می‌تواند تحت تأثیر برنامه‌های آموزشی یادشده تا حد بسیاری برطرف شود. درنهایت، مدیریت تغییر در سطح سازمان برای استقرار موفق زنجیره‌بلوکی و برطرف کردن موانع اجرای آن نیز دارای اهمیت است. به‌کارگیری رویکردهای موفق مدیریت تغییر می‌تواند راهگشای این مسئله برای سازمان‌ها باشد.

۴-۵ پیشنهادها برای مطالعات آتی

همان‌طور که بیان گردید، فناوری زنجیره‌بلوکی به‌عنوان یک پدیده فناورانه نوظهور در طی سال‌های اخیر به‌شدت موردتوجه محققان و فعالان حوزه فناوری اطلاعات قرار گرفته است. با توجه به ماهیت پیچیده این فناوری و تحت تأثیر قرار گرفتن آن از ابعاد مختلف فنی، قانونی، حقوقی، سازمانی و زیست‌محیطی، نگاه سیستمی و تحلیل یکپارچه در مواجهه با این فناوری حائز اهمیت است. در این مطالعه، اقدام به ارزیابی و اولویت‌بندی چالش‌های یادشده با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی شده است. این در حالی است که با توجه به تأثیرگذاری عوامل بسیار متنوع در قالب دسته‌بندی چالش‌های یادشده بر استقرار موفق زنجیره‌بلوکی همچنان نیاز به توسعه مدل‌های ارزیابی چالش مبتنی بر الزامات فضای تصمیم‌گیری در محیط واقعی و کاربردی سازمان در مطالعات آتی مشاهده می‌گردد. این در حالی است که در نظر گرفتن تعامل (اثرگذاری و اثرپذیری) مابین چالش‌ها می‌تواند جنبه‌های مهمی از اهمیت و نقش‌آفرینی چالش‌ها در فرایند پیاده‌سازی زنجیره‌بلوکی را نمایان سازد. از این‌رو استفاده از روش‌های تحلیل مناسب همچون نقشه نگاشت جهت تحلیل روابط مابین چالش‌ها در مطالعات آتی پیشنهاد می‌گردد. علاوه بر آن، در قالب یک فرایند یکپارچه، مدیریت تغییر در سازمان با در نظر گرفتن چالش‌های یادشده نیز می‌تواند در مطالعات آتی مدنظر قرار گیرند.

۵-۵ محدودیت‌های پژوهش

اگرچه تلاش شده است تا جامعیت چالش‌های لحاظ شده با بررسی ادبیات موضوع و دریافت نظرات خبرگان تا حد بسیار زیادی مدنظر قرار گیرد، اما با این‌وجود همچنان جنبه‌های متعدد دیگر می‌توانند در مجموعه چالش‌ها با توجه به الزامات فضای تصمیم‌گیری در دنیای واقعی اضافه گردند همچون فرهنگ دیجیتال شدن جامعه مدنظر قرار گیرند. در مطالعه حاضر اثرات مابین چالش‌ها نادیده گرفته شده است درحالی‌که برخی از موارد بررسی شده می‌توانند بر یکدیگر تأثیرگذار و یا تأثیرپذیر باشند. درنهایت، دامنه مطالعه حاضر بر شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌ها متمرکز شده است، درحالی‌که راه‌حل‌های اجرایی جهت مقابله با چالش‌ها و چگونگی مدیریت تغییر در سطح سازمان نیز از اهمیت بالایی در پیاده‌سازی موفق زنجیره‌بلوکی برخوردار خواهند بود.

- Abdelwahed, I. M., Ramadan, N., & Hefny, H. A. (2020). 'Cybersecurity risks of blockchain technology. *International Journal of Computer Applications* (0975-8887), 177(42), 8-14.
- Abramova, S., & Böhme, R. (2016). *Perceived benefit and risk as multidimensional determinants of bitcoin use: A quantitative exploratory study*. In Thirty Seventh International Conference on Information Systems, Dublin.
- Akib, A. A. S., Ferdous, M. F., Biswas, M., & Khondokar, H. M. (2019). *Artificial Intelligence Humanoid BONGO Robot in Bangladesh*. First International Conference on Advances in Science, Engineering and Robotics Technology (ICASERT) (pp. 1-6), IEEE.
- Akram, W. (2017). Blockchain technology: Challenges and future prospects. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 8(9), 642-644.
- Andoni, M., Robu, V., Flynn, D., Abram, S., Geach, D., Jenkins, D., ... & Peacock, A. (2019). Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 100, 143-174.
- Ateniese, G., Faonio, A., Magri, B., & De Medeiros, B. (2014, June). *Certified bitcoins*. In International Conference on Applied Cryptography and Network Security. Springer, Cham.
- Atlam, H. F., Alenezi, A., Alassafi, M. O., & Wills, G. (2018). Blockchain with internet of things: Benefits, challenges, and future directions. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, 10(6), 40-48.
- Bahga, A., & Madiseti, V. K. (2016). Blockchain platform for industrial internet of things. *Journal of Software Engineering and Applications*, 9(10), 533-546.
- Batubara, F. R., Ubacht, J., & Janssen, M. (2018, May). *Challenges of blockchain technology adoption for e-government: a systematic literature review*. In Proceedings of the 19th Annual International Conference on Digital Government Research: Governance in the Data Age (pp. 1-9).
- Bayer, D., Haber, S., & Stornetta, W. S. (1993). *Improving the efficiency and reliability of digital time-stamping*. In Sequences Ii (pp. 329-334). Springer, New York, NY.

- Biswas, B., & Gupta, R. (2019). Analysis of barriers to implement blockchain in industry and service sectors. *Computers & Industrial Engineering*, 136, 225-241.
- Brito, J., & Castillo, A. (2013). *Bitcoin: A primer for policymakers*. Mercatus Center at George Mason University.
- Bulsara, H. P., & Vaghela, P. S. (2020). Blockchain Technology for E-commerce Industry. *International journal of advanced science and technology*, 29 (5), 3793 – 3798.
- Dalkey, N., & Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management Science*, 9, 458–467.
- Farah, N. A. A. (2018). Blockchain Technology: Classification, Opportunities, and Challenges. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(5), 3423-3426.
- Fernández-Caramés, T. M., & Fraga-Lamas, P. (2018). A Review on the Use of Blockchain for the Internet of Things. *Ieee Access*, 6, 32979-33001.
- Garcia-Teruel, R. M. (2020). Legal challenges and opportunities of blockchain technology in the real estate sector. *Journal of Property, Planning and Environmental Law*, 12(2), 129-145.
- Garzik, J. (2015). Public versus private blockchains. *BitFury Group, San Francisco, USA, White Paper*, 1.
- Gervais, A., Ritzdorf, H., Karame, G. O., & Capkun, S. (2015, October). Tampering with the delivery of blocks and transactions in bitcoin. In *Proceedings of the 22nd ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security*, (pp. 692-705).
- Golosova, J., & Romanovs, A. (2018, November). *The advantages and disadvantages of the blockchain technology*. In *IEEE 6th workshop on advances in information, electronic and electrical engineering (AIEEE)* (pp. 1-6). IEEE.
- Gough, M., Castro, R., Santos, S. F., Shafie-khah, M., & Catalão, J. P. (2020). *A panorama of applications of blockchain technology to energy*. In *Blockchain-based Smart Grids* (pp. 5-41). Academic Press.
- Guo, S., & Zhao, H. (2017). Fuzzy best-worst multi- criteria decision-making method and its applications. *Knowledge-Besaed Systems*, 121, 23-31.
- Gupta, V. (2017). A brief history of blockchain. *Harvard Business Review*, 28.

- Haber, S., & Stornetta, W. S. (1990, August). *How to time-stamp a digital document*. In Conference on the Theory and Application of Cryptography (pp. 437-455). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hakak, S., Khan, W. Z., Gilkar, G. A., Assiri, B., Alazab, M., Bhattacharya, S., & Reddy, G. T. (2020). Recent advances in Blockchain Technology: A survey on Applications and Challenges. *ArXiv preprint arXiv:2009.05718*.
- Hasselgren, A., Krlevska, K., Gligoroski, D., Pedersen, S. A., & Faxvaag, A. (2020). *Blockchain in healthcare and health sciences—A scoping review*. International Journal of Medical Informatics, 134, 104040.
- Hussain, M. A., Abd Latiff, M. S., Madni, S. H. H., Rasi, R. Z. R. M., & Othman, M. F. I. (2019). Concept of Blockchain Technology. *International Journal of Innovative Computing*, 9(2).
- Iqbal, R., Butt, T. A., Afzaal, M., & Salah, K. (2019). Trust management in social internet of vehicles: factors, challenges, blockchain, and fog solutions. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 15(1), 1550147719825820.
- Jimoh, F. O., Abdullahi, U. G., & Ibrahim, I. A. (2019). An Overview of Blockchain Technology Adoption. *Journal of Computer Science*, 7(2), 26-36.
- Joshi, A. P., Han, M., & Wang, Y. (2018). A survey on security and privacy issues of blockchain technology. *Mathematical foundations of computing*, 1(2), 121.
- Khalifa, E. (2019). Blockchain: Technological Revolution in Business and Administration. *American Journal of Management*, 19(2), 40-46.
- Koteska, B., Karafiloski, E., & Mishev, A. (2017). *Blockchain implementation quality challenges: a literature*. In SQAMIA 2017: 6th Workshop of Software Quality, Analysis, Monitoring, Improvement, and Applications (pp. 11-13).
- Kumar, N. M., & Mallick, P. K. (2018). Blockchain technology for security issues and challenges in IoT. *Procedia Computer Science*, 132, 1815-1823.
- Lin, I. C., & Liao, T. C. (2017). A survey of blockchain security issues and challenges. *IJ Network Security*, 19(5), 653-659.
- Lovejoy, A. O. (2011). *The great chain of being: A study of the history of an idea*. Transaction Publishers.
- Lu, H., Huang, K., Azimi, M., & Guo, L. (2019). Blockchain technology in the oil and gas industry: A review of applications, opportunities, challenges, and risks. *Ieee Access*, 7, 41426-41444.

- Maghsoodi, A. I., Mosavat, M., Hafezalkotob, A., & Hafezalkotob, A. (2019). Hybrid hierarchical fuzzy group decision-making based on information axioms and BWM: Prototype design selection. *Computers & Industrial Engineering*, 127, 788-804.
- Mahmood, Z., Arun, K. C., Rana, E., & Iftikhar, W. (2018). *A Study on Issues and Challenges of Blockchain Technology in Malaysian Higher Education Institutes* (Doctoral dissertation, Asia Pacific University).
- Mendling, J., Weber, I., Aalst, W. V. D., Brocke, J. V., Cabanillas, C., Daniel, F., ... & Zhu, L. (2018). Blockchains for business process management-challenges and opportunities. *ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)*, 9(1), 1-16.
- Meva, D. D. (2018). Issues and challenges with blockchain: A survey. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 6(12), 2018.
- Mistry, I., Tanwar, S., Tyagi, S., & Kumar, N. (2020). Blockchain for 5G-enabled IoT for industrial automation: A systematic review, solutions, and challenges. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 135, 106382.
- Mohanta, B. K., Jena, D., Panda, S. S., & Sobhanayak, S. (2019). Blockchain technology: A survey on applications and security privacy challenges. *Internet of Things*, 8, 100-107.
- Mohsin, A. H., Zaidan, A. A., Zaidan, B. B., Albahri, O. S., Albahri, A. S., Alsalem, M. A., & Mohammed, K. I. (2019). Blockchain authentication of network applications: Taxonomy, classification, capabilities, open challenges, motivations, recommendations and future directions. *Computer Standards & Interfaces*, 64, 41-60.
- Morkunas, V. J., Paschen, J., & Boon, E. (2019). How blockchain technologies impact your business model. *Business Horizons*, 62(3), 295-306.
- Mselmi, A. (2020). Blockchain Technology and Systemic Risk. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 10(2), 53-60.
- Nakamoto, S. (2008) Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. [Online]. Available: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). *Bitcoin and cryptocurrency technologies: a comprehensive introduction*. Princeton University Press.

- Omar, I. A., Jayaraman, R., Salah, K., Yaqoob, I., & Ellahham, S. (2020). Applications of blockchain technology in clinical trials: Review and open challenges. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 1-15.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., Oliveira, M. A. Y., & Ferreira, J. J. P. (2011). Business Model Generation: A handbook for visionaries, game changers and challengers. *African journal of business management*, 5(7), 22-30.
- Patil, S., & Puranik, P. (2019). Blockchain Technology. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, 3, 573-574.
- Popper, Nathan (2016, 21-May). "A Venture Fund with Plenty of Virtual Capital, but No Capitalist". New York Times. Retrieved 2016-05-23.
- Reyna, A., Martín, C., Chen, J., Soler, E., & Díaz, M. (2018). On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities. *Future generation computer systems*, 88, 173-190.
- Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57.
- Sabry, S. S., Kaittan, N. M., & Majeed, I. (2019). The road to the blockchain technology: Concept and types. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences (PEN)*, 7(4), 1821-1832.
- Salah, K., Rehman, M. H. U., Nizamuddin, N., & Al-Fuqaha, A. (2019). Blockchain for AI: Review and open research challenges. *IEEE Access*, 7, 10127-10149.
- Sarmah, S. S. (2018). Understanding blockchain technology. *Computer Science and Engineering*, 8(2), 23-29.
- Shahzad, B., & Crowcroft, J. (2019). Trustworthy electronic voting using adjusted blockchain technology. *IEEE Access*, 7, 24477-24488.
- Shaikh, Z. A., & Lashari, I. A. (2017). Blockchain technology: The new internet. *International Journal of Management Sciences and Business Research*, 6(4), 167-177.
- Skiba, R. (2020). Blockchain Technology as a Health and Safety Contributor in the Transport and Logistics Industry—Human Resource Requirements.
- Spagnuolo, M., Maggi, F., & Zanero, S. (2014, March). *Bitiodine: Extracting intelligence from the bitcoin network*. In International conference on financial cryptography and data security (pp. 457-468). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Syed, T. A., Alzahrani, A., Jan, S., Siddiqui, M. S., Nadeem, A.,

- & Alghamdi, T. (2019). A comparative analysis of blockchain architect and its applications: problems and recommendations. *IEEE access*, 7, 176838-176869.
- Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., & Smolander, K. (2016). Where is current research on blockchain technology? —a systematic review. *PloS one*, 11(10), e0163477.
- Yu, T., Wang, X., & Zhu, Y. (2019). Blockchain Technology for the 5G-Enabled Internet of Things Systems: Principle, Applications and Challenges. *5G-Enabled Internet of Things*.
- Zadeh, L. A. (1996). Fuzzy sets. In *Fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy systems. Information and Control*, pp. 394-432.
- Zhao, G., Liu, S., Lopez, C., Lu, H., Elgueta, S., Chen, H., & Boshkoska, B. M. (2019). Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions. *Computers in Industry*, 109, 83-99.
- Zhao, G., Zhang, G., Liu, M., Yu, S., Liu, Y., & Zhang, X. (2018, April). *Research on manufacturing service behavior modeling based on blockchain theory*. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1955, No. 1, p. 030035). AIP Publishing LLC.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International Journal of Web and Grid Services*, 14(4), 352-375.

پیوست ۱

پرسشنامه به کار گرفته شده در روش دلفی فازی به تفکیک هر یک از دسته بندی چالش ها شامل فنی، فردی-اجتماعی-سازمانی، مالی، حقوقی و محیط زیستی در ذیل ارائه شده است.

جدول پ ۱-۱ پرسشنامه ۱

عنوان چالش	تعریف	آیا این یک چالش است؟	آیا این چالش درست تعریف شده است؟	آیا در گروه بندی درستی قرار دارد؟	میزان اهمیت از ۱ تا ۵
اتلاف انرژی در اثر POW	وقتی یکی از ماینرها راه حل را پیدا کرد عملاً بقیه ماینرها زمان و انرژی شان تلف شده				
ذاتاً پرمصرف است	پیدا کردن راه حل مقدار قابل توجهی انرژی مصرف می کند و همچنین میزان قابل توجه انرژی برای نگهداشتن زنجیره بلوکی برای مثال بیت کوین سالانه ۱۰.۴ تراوات ساعت برق مصرف می کند تقریباً ۲ برابر مقدار مورد استفاده GOOGLE که عدد ۵.۷ تراوات ساعت است				
رعایت قوانین مربوط به محیط زیست	در چارچوب محیط زیست، قوانین و پشتیبانی نظارتی به عنوان مهم ترین عوامل پیدا شدند.				

پیوست ۲.

پرسشنامه به کار گرفته شده در روش بهترین-بدترین فازی به صورت ذیل خواهد بود.

جدول پ ۲-۲ پرسشنامه ۲

شماره کارشناس	بهترین معیار	بدترین معیار	معیارهای ورودی				
			C_{51}	C_{41}	C_{31}	C_{21}	C_{11}
۱							
۲							
۳							
۴							
....							
۱۲							

Abstract

In recent years, blockchain as emerging information technology has transformed the software development industry. Therefore, many organizations have adopted blockchain-based technology in software development at different organizational levels. However, the blockchain implementation at the organization levels can be associated with several technical, organizational, legal, financial, and environmental challenges which consist of intra-organizational and inter-organizational. Analysis of these challenges will play a significant role in organizational performance. This study has been investigating the challenges of blockchain implementation for the software development industry in Iran. Based on the experts' opinions, challenges identification has been conducted via the two-phase fuzzy Delphi method for medium and large-sized organizations. Extensive quantitative and qualitative obtained challenges are evaluated via the best-worst fuzzy method. Obtained results indicate that smart contracts vulnerabilities and deterministic execution of the technical challenge group have the most critical importance and governance of the legal challenge group has the least critical importance. It is mentionable that most technical challenges have higher priority than other considered challenges.

Keywords: Blockchain, Implementation Challenge, Software Development Industry, Fuzzy Delphi Method, Fuzzy Best-Worst Method.



Shahrood University of
Technology

Faculty of Industry and Management

M.Sc Thesis in MBA

**Identification and Evaluation of Challenges of
Blockchain Technology Implementation
(Multi-criteria decision Making Approach)**

By: Fatemeh Esmaeilnezhadtanha

Supervisor:
Dr. Aliakbar Hasani

September 2021