Dor: https://dorl.net/dor/20.1001.1.28212606.1403.7.4.6.0

فصلنامهٔ آماد و فناوری دفاعی، سال هفتم، شماره ٤ (پیاپی ٢٤)، زمستان ١٤٠٣

چالش‌های بهره‌گیری از فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین
(رویکرد فراترکیب و تکنیک آنتروپی شانون)

علیرضا بخش‌میدانی[١]، مجید اسدی[٢]، حمیدرضا رضائی[٣]، عباس بیگدلی*[٤]

تاریخ دریافت: ١٤٠٣/٠٥/١٧ پذیرش مقاله: ١٤٠٣/٠٦/٢٥

چکیده

بلاک‌چین به‌عنوان یک فناوری نوظهور و مؤثر بر محرمانگی، امنیت، کیفیت خدمات و شفافیت زنجیره‌های تأمین شناخته شده است. زنجیره تأمین نیز شبکه‌ای متشکل از منابع مالی، انسانی، فناوری‌ها، تجهیزات و شرکت‌های متمرکز بر تولید، تأمین و توزیع مواد خام، محصولات و خدمات به مصرف‌کنندگان است. مشکلات زنجیره‌های تأمین سنتی را می‌توان از طریق فناوری بلاک‌چین به‌صورت کاملاً فناورانه مرتفع نمود. بهره‌گیری از این فناوری در زنجیره تأمین علی‌رغم مزایایی که برای این زنجیره دارد به علت عدم شناخت کافی از پیامدهای پیاده‌سازی با چالش‌ها و موانعی مواجه است. ازاین‌رو، قبل از بهره‌گیری سریع این فناوری در زنجیره تأمین ابتدا باید چالش‌ها و موانع پیش‌رو شناسایی گردد. پژوهش حاضر با روش توصیفی-تحلیلی (فراترکیب تحقیقات انجام‌شده پیشین) به بررسی و شناسایی ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های این چالش‌ها پرداخته است. با بهره‌گیری از تکنیک «آنتروپی شانون» و رتبه‌بندی شاخص‌های استخراج‌شده، شاخص‌های «مقاومت کارکنان و مدیران در برابر تغییرات»، «یکپارچگی اطلاعات» و «درخطر بودن اطلاعات شرکا و اعضاء زنجیره تأمین» در میان شاخص‌های به‌دست‌آمده از طریق فراترکیب مطالعات پیشین، بیشترین وزن را دارند.

واژگان کلیدی: آنتروپی شانون، بلاک‌چین، زنجیره تأمین، فراترکیب.

١. دکترای علوم دفاعی راهبردی دانشگاه و پژوهشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی، تهران، ایران. رایانامه: *Alireza.bakhsi.bm1@gmail.com*

٢. دکترای علوم دفاعی راهبردی دانشگاه و پژوهشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی، تهران، ایران. رایانامه: *M.tehran.94@gmail.com*

٣. دکترای علوم دفاعی راهبردی دانشگاه و پژوهشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی، تهران، ایران. رایانامه: *h.rezaee99@sndu.ac.ir*

٤. کارشناسی ارشد مهندسی مالی دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول). رایانامه: *Abbas.bigdeli76@ut.ac.ir*

۱. مقدمه

گسترش تعداد سطوح زنجیره تأمین و گستردگی جغرافیایی آن، زنجیره تأمین را با چالش‌های زیادی در فرایند راهبری آن مواجه کرده است. همچنین، جهانی‌شدن، سیاست‌های نظارتی متنوع، عدم قطعیت‌ها و نیز رفتارهای فرهنگی و انسانی متنوع در شبکه‌های زنجیره تأمین مشکلات زیادی در ارزیابی و مدیریت اطلاعات این زنجیره ایجاد کرده است. علاوه‌بر این، تراکنش‌های نادرست، جعل، کلاهبرداری و عملکرد ضعیف طرف‌های زنجیره تأمین موجب شده اعتماد بین آن‌ها کاهش‌یافته و درنتیجه نیاز به اشتراک‌گذاری بیشتر و اعتبارسنجی قوی‌تر اطلاعات مشهود باشد (فلاح و همکاران[1]، ۲۰۲۱).

باتوجه‌به افزایش روزافزون صنایع در سطح جهان برای پیوستن به زنجیره تأمین بین‌المللی و جهانی‌شدن عمودی و افقی صنایع و چالش‌های موجود در این راستا بر سر راه تجارت بین‌الملل و ارزش‌افزوده مطلوب ایجادشده توسط کاربرد فناوری اطلاعات در این زمینه، انگیزه زیادی جهت شناسایی جنبه‌های مختلف اشتراک دو حوزه فناوری جدید اطلاعاتی و مدیریت زنجیره تأمین و برداشتن گام‌هایی برای پاسخگویی به مسائل موجود در این زمینه فراهم شده است. یکی از برترین فناوری‌هایی که توجه اکثر فعالان در این حوزه را به خود جلب کرده، فناوری «بلاک‌چین» است. این فناوری باتوجه‌به ویژگی‌های منحصربه‌فرد خود اهمیت ویژه‌ای در نظر مدیران و محققان صنعت و زنجیره تأمین در جهان کسب کرده است. فناوری بلاک‌چین، می‌تواند ارتباط داده‌های بین طرفین در زنجیره تأمین را بدون واسطه یک سازمان مرکزی و به‌صورت قابل‌اعتماد امکان‌پذیر نموده و با تأیید و اضافه‌کردن داده‌ها در زمان واقعی، شفافیت را در سراسر زنجیره تأمین افزایش دهد (نهر و همکاران[2]، ۲۰۲۲).

در دنیای امروز که فناوری‌های دیجیتال به‌سرعت در حال تحول می‌باشند، امنیت و شفافیت در حوزه زنجیره تأمین اهمیت ویژه‌ای یافته است. عدم ردیابی به‌موقع مواد و

1. Fallah & et.al.
2. Nahr & et.al.

محصولات، آسیب‌های زیادی را به زنجیره تأمین وارد می‌کند. همچنین بر اثر جعل و تقلب، بسیاری از مواد اولیه، قطعات و محصولات تقلبی وارد زنجیره تأمین می‌شوند؛ این موضوع هزینه‌های هنگفتی را بر زنجیره تأمین سازمان‌ها تحمیل کرده است. بلاک‌چین به دلیل ساختار غیرمتمرکز و قابلیت‌های بی‌نظیرش در ارائه امنیت و شفافیت، به‌عنوان یک راه‌حل جدید و کارآمد در مدیریت زنجیره تأمین مطرح می‌شود و بسیاری از شرکت‌ها و نهادهای مالی بزرگ در سراسر جهان به دنبال راه‌حل‌های مبتنی بر بلاک‌چین برای بهبود کارایی و امنیت سامانه‌های زنجیره تأمین خود هستند (کیانی‌فر و همکاران، ١٤٠٣: ١٤)؛ بنابراین می‌توان گفت فرصت‌های مناسبی برای تحقیق و شناسایی کاربردهای عملیاتی این فناوری در زنجیره‌های تأمین فراهم شده است، ولی بااین‌حال قبل از به‌کارگیری و استقرار این فناوری در سطوح عملیاتی زنجیره تأمین، بایستی ضرورت زمینه‌های اجرای این فناوری، چالش‌ها و موانع به‌کارگیری آن در زنجیره تأمین مشخص شوند (چاندان و همکاران[1]، ٢٠٢٣).

ضرورت و اهمیت شناسایی این چالش‌ها در ابعاد مختلف عبارت‌اند از:

- ارائه اقدامات و راهبردهای مناسب جهت حل چالش‌ها؛
- اتخاذ تصمیمات درست و منطقی بر اساس اهمیت هرکدام از چالش‌ها؛
- فراهم کردن زمینه مناسب برای مطالعه بیشتر پیرامون استفاده از فناوری بلاک‌چین جهت ارتقای کارایی و اثربخشی زنجیره تأمین؛
- درک متقابل از این فرصت‌ها و تهدیدها، زمینه‌ساز همکاری و ترکیب مؤثر این فناوری در فرایندهای زنجیره‌های تأمین خواهد بود.

بنابراین فناوری بلاک‌چین از قابلیت‌های بسیاری برای مدیریت بهینه و بهبود عملکرد زنجیره تأمین برخوردار است؛ اما تحقق بازگشت سرمایه اولیه و استفاده درست از آن مستلزم ارزیابی دقیق و مناسب زیرساخت‌های این فناوری است، چراکه این فناوری نوپا، دارای محدودیت‌ها متعددی است که جنبه‌های مختلف آن به‌طور مداوم در حال کشف و

1. Chandan & et.al.

توسعه بوده و این موضوع سبب بروز چالش‌هایی ازجمله چالش‌های یکپارچه‌سازی، امنیت و حریم خصوصی و... در مورد به‌کارگیری آن می‌شود (ایرانمنش[1]، ۲۰۲۳).

با توجه به مطالب ذکرشده مسئله و هدف اصلی پژوهش حاضر، شناسایی چالش‌های بهره‌گیری از فناوری زنجیره‌بلوکی در زنجیره تأمین با درنظرگرفتن طیف گسترده‌ای از عوامل (نه‌فقط عوامل فنی) است؛ چرا که علی‌رغم مزایای به‌کارگیری این فناوری در زنجیره تأمین به علت عدم شناخت کافی از پیامدهای به‌کارگیری آن، چالش‌های و موانع متعددی در مسیر بهره‌گیری از بلاک‌چین در حوزه‌های مختلف زنجیره‌های تأمین مواجه است. ازاین‌رو، به شناسایی و دسته‌بندی این چالش‌ها و تبیین ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های آن‌ها می‌پردازیم؛ جهت دستیابی به این هدف از مطالعه عمیق پژوهش‌های گذشته با رویکرد فراترکیب و رتبه‌بندی آن‌ها با استفاده از روش‌های آماری مانند تکنیک آنتروپی شانون، استفاده شده است.

۲. مبانی نظری و پیشینه‌شناسی تحقیق

۲-۱. پیشینه‌شناسی تحقیق

در مورد به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین و چالش‌های مرتبط با آن مطالعات متعددی صورت‌گرفته است؛ هرکدام از این مطالعات نیز به بیان چالش و موانع متفاوتی پرداخته‌اند.

«حافظ‌رضا و همکاران» در مطالعه‌ای با عنوان «چالش‌های امنیتی سامانه‌های زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین» (۲۰۲۲) اذعان می‌دارند که چالش‌های امنیتی ازجمله مسائل مرتبط با هک و شفافیت تأثیر بسیاری در پذیرش یا رد بلاک‌چین در زنجیره دارند. به اعتقاد آن‌ها علی‌رغم این‌که امنیت زنجیره تأمین با استفاده از فناوری بلاک‌چین افزایش می‌یابد ولی به علت عدم اطمینان کامل از پیامدهای حاصل از به‌کارگیری آن در زنجیره تأمین، همچنان مشکلات امنیتی ازجمله چالش‌های آن است.

1. Iranmanesh & et.al.

«رجب‌زاده» و «اسماعیلی» در مقاله‌ای مشترک تحت عنوان «فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین: چالش‌های پیش‌روی اتخاذ بلاک‌چین در زنجیره تأمین» (١٣٩٨) به بررسی چالش‌های به‌کارگیری این فناوری در زنجیره تأمین پرداخته‌اند. در این مطالعه، بلاک‌چین به‌عنوان یک فناوری نوظهور که می‌تواند تأثیر چشمگیری بر زمینه‌های مختلف کسب و کارهای سازمان ازجمله زنجیره تأمین داشته باشد، مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌های این پژوهش بر توجه به روابط میان شرکای زنجیره تأمین و مدیریت تغییر در اتخاذ این فناوری تأکید می‌نماید و چالش‌های پیش‌روی اتخاذ فناوری بلاک‌چین را برای اولین‌بار شناسایی و دسته‌بندی شده است. دسته‌بندی چالش‌ها به ترتیب عبارت‌اند از: گروه چالش‌های سازمانی، گروه چالش‌های میان سازمانی، گروه چالش‌های بیرونی و گروه چالش‌های فناورانه.

«آقاجانی و همکاران» در مقاله‌ای تحت عنوان «شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌های پیاده‌سازی فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین: رویکرد گروهی BWM[1] بیزین» (١٤٠٠) به بررسی مخاطرات پیش‌روی پذیرش بلاک‌چین پرداختند. در این پژوهش جهت دستیابی به هدف از فن تصمیم‌گیری چند شاخصه گروهی بیزین و بررسی جامع و دقیق کلیه چالش‌های مطرح‌شده در کتاب‌ها و مقالات استفاده شده است. بر اساس نتایج پژوهش مهم‌ترین چالش‌های شرکت‌ها در پیاده‌سازی این فنّاوری عبارت‌اند از: چالش‌های امنیت، فنی و سازمانی. علاوه‌بر این، در بین شاخص‌های چالش‌های پژوهش، شاخص‌های مقیاس‌پذیری ضعیف، حریم خصوصی، محرمانه بودن اطلاعات و حملات سایبری به ترتیب از بالاترین اهمیت برخوردارند.

«رحیمی» و همکاران در مقاله مشترکشان تحت عنوان «بررسی نقش فناوری بلاک‌چین در بهبود عملکرد زنجیره تأمین» (١٤٠٠) صنایع دفاعی فناوری بلاک‌چین را به‌عنوان یک دفتر دیجیتال توزیع‌شده که شفافیت، قابلیت ردیابی و امنیت را تضمین می‌کند، معرفی

---

١. Best Work Method: در این روش بهترین و بدترین شاخص توسط تصمیم گیرنده مشخص شده و مقایسه زوجی بین هر یک از این دو شاخص (بهترین و بدترین) و دیگر شاخص‌ها صورت می‌گیرد (آقاجانی و همکاران، ١٤٠٠).

کردند و آن را نویدبخش کاهش برخی از مشکلات مدیریت زنجیره تأمین صنایع دفاعی می‌دانند. آن‌ها مهم‌ترین الزامات به‌کارگیری هر فناوری را شناسایی موانع پیش‌روی آن می‌دانند و با استفاده از مدل‌های ساختار تفسیری به بررسی و دسته‌بندی چالش‌ها پرداختند. بر اساس یافته‌های تحقیق موانع درون‌سازمانی، مهم‌ترین مانع به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین صنایع دفاعی است.

«کومار»[1] و همکاران در مطالعه‌ای با عنوان «بلاک‌چین در مدیریت زنجیره تأمین: ترکیبی از موانع و عوامل توانمند برای مدیران» (۲۰۲۳) به بررسی چالش‌ها در زمینه به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین پرداخته‌اند. رویکرد مطالعه، اکتشافی است و به کمک خبرگان و ارزیابی سایر شاخص‌ها به بررسی چالش‌های موجود می‌پردازند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد مهم‌ترین چالش موجود برای پذیرش بلاک‌چین در زنجیره تأمین، عدم درک صحیح و آشنایی درست با این فناوری توسط مدیران است. به‌عبارتی‌دیگر، بلاک‌چین ظرفیت تغییر مدیریت زنجیره تأمین را دارد؛ لذا این تغییرات احتمالاً برای برخی از مدیران سازمان‌ها و زنجیره تأمین خوشایند نیست و در مقابل آن مقاومت نشان خواهند داد. ازاین‌رو، از نظر آن‌ها مهم‌ترین چالش استفاده از بلاک‌چین در زنجیره تأمین عدم آشنایی مدیران با این فناوری و مقاومت در برابر تغییرات است.

«پرومال»[2] و همکارانش در کتابی با عنوان «رویکرد[3] ISM و MICMAC[4] برای ارزیابی چالش‌های اجرای فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین» (۲۰۲۳) به مخاطرات اساسی در این زمینه پرداخته‌اند. آن‌ها در راستای پذیرش و اجرای بلاک‌چین در زنجیره تأمین ده چالش را شناسایی کرده‌اند. این چالش‌ها عبارت‌اند از:

- شهرت ضعیف و نبود پیشینه قوی در مورد به‌کارگیری آن،
- ضعف مهارت توسعه‌دهندگان،
- مخاطرات مربوط به مقیاس‌پذیری،

1. Kumar
2. Perumal
3. Interpretive structural modeling
4. Cross-impact matrix multiplication applied to classification

- مخاطرات استانداردسازی،
- بحث‌های مرتبط با حریم خصوصی،
- عملکرد آهسته،
- عدم مقررات،
- مصرف انرژی نامشخص،
- عدم آگاهی کامل،
- عدم کار گروهی.

«رحمتی»[1] در مقاله‌ای تحت عنوان «ارزیابی چالش‌های زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین (یک نظرسنجی)» (۲۰۲۳) ضمن معرفی بلاک‌چین به‌عنوان یک فناوری نوظهور، آن را بسیار تأثیرگذار در زنجیره تأمین دانسته است. او استدلال می‌کند که بسیاری از مشکلات زنجیره‌های تأمین فعلی به کمک این فناوری قابل‌حل است؛ اما می‌تواند زنجیره تأمین را با چالش‌هایی مواجه کند. یافته تحقیق چالش‌های به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین را در قالب دو دسته با عناوین چالش‌های سازمانی (درون‌سازمانی و برون‌سازمانی) و چالش‌های فنّاوری، طبقه‌بندی کرده است.

تحقیقات انجام‌شده در این زمینه، بیشتر بر مزایای استقرار این فناوری تمرکز داشتند و کمتر به بررسی سایر عوامل چالش‌برانگیز برای زنجیره تأمین، پرداختند. همچنین در بیشتر مطالعات گذشته چالش‌های فنی به‌کارگیری این فناوری در زنجیره تأمین مورد توجه قرار گرفته و ابعاد دیگر در نظر گرفته نشده است. علاوه‌بر این، میزان اهمیت هرکدام از این چالش‌ها مشخص نگردیده و چالش‌ها رتبه‌بندی نشده‌اند.

۲-۲. مبانی نظری و مفهوم‌شناسی

۲-۲-۱. زنجیره تأمین

زنجیره تأمین، سامانه‌ای یکپارچه و متشکل از اعضاء مرتبط باهم جهت انجام عملیات مدیریت ایده، مدیریت تقاضا و مدیریت تأمین، ردیابی توزیع فیزیکی و کسب رضایتمندی

1. Rahmaty

مصرف‌کننده است که به‌صورت کاملاً هماهنگ موجب مدیریت صحیح منابع (تجهیزاتی، نیروی انسانی، مالی)، سرعت و شفافیت در فرایندها (مدیریت لجستیک، مدیریت روابط و مدیریت اطلاعات) و جریان‌های مواد، اطلاعات تخصصی و جریان‌های مالی می‌گردد. مدیریت زنجیره تأمین نیز دربرگیرنده مجموعه فعالیت‌های نظام‌مند درونی و بیرونی یک سازمان است که به‌صورت مدون و با دیدی کلی‌نگر در جهت بهینه‌سازی فرایندها با حداقل هزینه‌ها و حداکثر کارایی است (رضائی، ۱۴۰۳: ۳۳).

۱-۱-۲-۲. فرایندهای اصلی مدیریت زنجیره تأمین

الف) مدیریت اطلاعات

امروزه نقش، اهمیت و جایگاه اطلاعات برای همگان بدیهی است. گردش مناسب و انتقال صحیح اطلاعات باعث می‌شود تا فرایندها مؤثرتر و کاراتر گشته و مدیریت آن‌ها آسان‌تر گردد. در بحث زنجیره تأمین اهمیت موضوع هماهنگی در فعالیت‌ها، بسیار حائز اهمیت است. این نکته در بحث مدیریت اطلاعات در زنجیره، مدیریت سامانه‌های اطلاعاتی و انتقال اطلاعات نیز صحت دارد؛ لذا مدیریت اطلاعات هماهنگ و مناسب میان شرکا باعث خواهد شد تا تأثیرات فزاینده‌ای در سرعت، دقت، کیفیت و جنبه‌های دیگر داشته باشیم.

ب) مدیریت لجستیک

این بخش کلیه فعالیت‌های فیزیکی از مرحله تهیه ماده خام تا محصول نهایی شامل فعالیت‌های زنجیره تأمین را به خود اختصاص می‌دهد. درواقع، محدوده لجستیک تنها جریان مواد و کالا نبوده بلکه محور فعالیت‌های زنجیره تأمین است. این روابط و اطلاعات و ابزارهای پشتیبان آن جهت بهبود در فعالیت‌های آن هستند.

پ) مدیریت روابط

مهم‌ترین بخش «مدیریت زنجیره تأمین» به‌خاطر سازوکار آن، «مدیریت روابط در زنجیره تأمین» است که تأثیر شگرفی بر همه زمینه‌های این زنجیره و سطح عملکرد آن دارد. در بسیاری از موارد، سامانه‌های اطلاعاتی و فناوری موردنیاز برای فعالیت‌های مدیریت

زنجیره تأمین به سهولت در دسترس بوده و می‌توانند در یک دوره زمانی نسبتاً کوتاه تکمیل و به کار گمارده شوند (رضائی، ١٤٠٣: ٧٧).

٢-١-٢-٢. جریان‌های زنجیره تأمین

یک زنجیره تأمین معمولاً دارای پنج لایه تأمین‌کننده، تولیدکننده، توزیع‌کننده، خرده‌فروش و متقاضی نهایی است. بین سطوح زنجیره تأمین، سه جریان اصلی شامل جریان مواد، جریان اطلاعات و جریان مالی وجود دارد:

- **جریان مواد و کالا**: از تأمین‌کننده شروع‌شده و به متقاضی نهایی ختم می‌شود؛
- **جریان اطلاعات**: در زنجیره تأمین به شکل کاملاً معکوس در طول شبکه جریان دارد. به‌عبارت دیگر، اطلاعات ابتدا از سمت مصرف‌کننده دریافت شده، و پس از تجمیع از خرده‌فروشان، به توزیع‌کننده منتقل‌شده و با انتقال آن به تولیدکننده حجم تولید مشخص می‌شود. در انتها نیز پس از تعیین حجم تولید توسط تولیدکننده اطلاعات، مواد اولیه موردنیاز به تأمین‌کننده منتقل‌شده و حجم خرید مشخص می‌شود؛
- **جریان مالی و یا انتقال اعتبار مالی**: معمولاً در یک زنجیره تأمین از انتهای زنجیره به ابتدای زنجیره و بالعکس منتقل می‌شود.

توجه به این سه جریان جهت مدیریت زنجیره تأمین، ضروری است. جریان مواد از تأمین‌کننده شروع شده و به مشتری نهایی ختم می‌شود. جریان مالی و انتقال اعتبار مالی معمولاً در یک زنجیره تأمین مستقیم از انتهای زنجیره به ابتدای زنجیره، منتقل می‌شود (رضائی، ١٤٠٣: ٥٤).

٢-٢-٢. بلاک‌چین

واژه بلاک‌چین ترکیبی از دو کلمه بلوک و زنجیره است. در هر بلوک، اطلاعاتی نظیر مشخصات پرونده کاربران تا جزئیات تراکنش‌های یک شبکه پولی مانند بیت‌کوین می‌تواند ثبت شود. اطلاعات در بلوک‌ها ثبت می‌شوند و بلوک‌ها باهم به‌صورت زنجیرهای مرتبط می‌شوند (افشار و موحدی‌صفت، ١٣٩٩: ٢١). در جدول (١) چند تعریف از بلاک‌چین

براساس منابع متنوع و نگرش محققان خارجی آورده شده است.

جدول شماره ۱. تعاریف زنجیره بلوکی

منبع	تعریف
لای هوک[1] (۲۰۲۳)، «فناوری بلاک‌چین»، ص ۱۲۵.	بلاک‌چین یک شبکه نظیر به دیجیتال است که امکان مدیریت امن و غیرمتمرکز و پردازش تراکنش‌ها را فراهم می‌کند. همچنین روشی برای ضبط و مدیریت داده‌هاست که تغییر، هک‌شدن یا دستکاری آن توسط منابع غیرقانونی دشوار است.
کان ژو[2] (۲۰۲۳)، «مقدمه بر فناوری بلاک‌چین».	بلاک‌چین یک فناوری غیرمتمرکز است که برای به اشتراک‌گذاری، تکثیر و همگام‌سازی داده‌ها در مکان‌های مختلف استفاده می‌شود و تراکنش‌های قابل‌اعتماد در محیط‌های غیرقابل‌اعتماد را تضمین می‌کند.
ارس بوزکور[3] (۲۰۲۰)، «فناوری بلاک‌چین به‌عنوان یک زیرساخت پل ارتباطی بین فرایندهای یادگیری غیررسمی و رسمی»، صص ۱۵- ۱.	بلاک‌چین یک فناوری دفتر غیرمتمرکز است که ثبت سوابق ایمن و شفاف را تضمین می‌کند. فرایندهای یادگیری رسمی و غیررسمی را به‌هم متصل می‌کند و ظرفیت یادگیری مادام‌العمر را از طریق سازگاری وب[3] افزایش می‌دهد.

۱-۲-۲-۲. ویژگی‌های زنجیره‌بلوکی

الف) غیرقابل‌تغییر بودن

در یک زنجیره بلوک، اطلاعات بلوک‌ها قابل تغییر و حذف نیستند؛ یعنی اگر اطلاعاتی در قالب بلوک ثبت شود و این بلوک به زنجیره اضافه شود، همه اعضا می‌توانند آن را ببینند و دیگر قابلیت تغییر ندارد.

ب) عدم تمرکز

بلاک‌چین به گروهی که آن را ایجاد کرده، تعلق دارد؛ همه‌ی اعضاء نیز در کل آن زنجیره مشارکت دارند. مدیریت این شبکه به‌صورت اشتراکی است. در این روش، انجام محاسبات

1. Lai Hock
2. Kun Zhao
3 .Aras Bozkurt

و مدیریت شبکه توسط همه اجزای شبکه انجام می‌شود نه در یک نقطه. به‌عنوان مثال، دادوستدهای مربوط به پول فیزیکی در هر کشور از طریق بانک مرکزی نظارت می‌شود اما معاملات مربوط به ارزهای دیجیتال، توسط شبکه‌ای از رایانه‌ها و به‌صورت توزیع‌شده، تأیید می‌شود.

پ) امنیت

اطلاعات در بلاک‌چین ابتدا رمزنگاری شده و سپس ذخیره می‌شوند؛ این امر باعث افزایش امنیت اطلاعات می‌گردد. ایجاد یک نسخه کدگذاری شده از داده‌ها نمونه‌ای از اقدامات امنیتی است. برای ایجاد امنیت، بلاک‌چین داده‌ها را با استفاده از قوانین پیچیده ریاضی و نرم‌افزاری ذخیره می‌کند و بدین‌وسیله هکرها و مهاجمان کار راحتی برای دستکاری و یا هک داده‌ها نخواهند داشت.

ت) شفافیت

در زنجیره بلوکی، اطلاعات برای همه اعضای آن قابل مشاهده است؛ بنابراین شفافیت به طور کامل در شبکه وجود دارد. به‌خاطر این ویژگی قابلیت ردیابی اطلاعات، افزایش و جعل و تقلب کاهش یافته است (موحدی‌صفت، ١٤٠١: ٢٨- ٢٩-٣٠).

٢-٢-٢-٢. بلاک‌چین در زنجیره تأمین

به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین نیازمند درنظرگرفتن طیف گسترده‌ای از عوامل است و نمی‌توان فقط بر عوامل فنی اتکا کرد. درحالی‌که ادبیات موضوعی در مورد فناوری بلاک‌چین به‌تازگی ظهور کرده و بیشتر مطالعات بر ساختارهای فناوری متمرکز هستند و تمایل به نادیده گرفتن پیچیدگی‌های سازمانی و سایر عوامل در پذیرش این فناوری دارند (جانسن، ٢٠٢٠).

فناوری بلاک‌چین به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد، کاربردهای متعددی در مدیریت زنجیره تأمین دارد. این فناوری مزایای بسیاری برای زنجیره تأمین ایجاد می‌کند مانند:

- ❖ تسریع در فرایند تراکنش‌های مالی؛

❖ کاهش هزینه در اثر حذف واسطه‌ها (کیانی‌فر و همکاران، ۱٤۰۳: ۱۲).

در جدول ذیل برخی از مزایا و معایب بهره‌گیری از این فناوری قید گردیده است:

جدول شماره ۲. مزایا و معایب بهره‌گیری از زنجیره بلوکی	
استفاده از قراردادهای هوشمند کاهش خطای انسانی	**مزایا**
افزایش شفافیت	
جلوگیری از جعل و تقلب	
استفاده از الگوریتم‌های رمزنگاری پیشرفته	
بهبود قابلیت‌های حسابرسی، نظارت و ردیابی	
افزایش کارایی	
عدم هماهنگی لازم با سیستم‌های بانکی و مالی جاری	**معایب**
احتمال حملات ۵۱ درصدی و تضعیف امنیت	
زیرساخت‌های گران فناوری بلاک‌چین	
محرمانگی‌ها و نگرانی در مورد برهم‌خوردن حریم خصوصی	

۳. روش‌شناسی تحقیق

پژوهش حاضر بر اساس هدف از نوع توسعه‌ای-کاربردی و بر مبنای ماهیت داده، کیفی است. روش گردآوری داده‌ها، اسنادی است. روش انجام پژوهش، تحلیلی- توصیفی بوده و داده‌های کیفی با استفاده از روش فراترکیب جمع‌آوری می‌شوند؛ فراترکیب یک مطالعه کیفی است که اطلاعات و یافته‌های استخراج‌شده از مطالعات دیگر را با موضوع مرتبط و مشابه بررسی می‌کند. بنابراین نمونه موردنظر برای فراترکیب از مطالعات منتخب و بر اساس ارتباط آن‌ها با سؤال پژوهش تشکیل می‌شود.

روش فراترکیب مرور یکپارچه ادبیات کیفی موضوع موردنظر نیست؛ بلکه تجزیه‌وتحلیل یافته‌های این مطالعات است (صدیقی و همکاران، ١٣٩٨: ٢١). فراترکیب با ارائه نگرشی نظام‌مند برای پژوهشگران از طریق ترکیب پژوهش‌های کیفی مختلف به کشف موضوعات و استعاره‌های جدید و اساسی می‌پردازد. این روش معرف یک عصاره از تفسیر مطالعات مشابه نیست، بلکه یکپارچه‌سازی تفسیر یافته‌های اصلی مطالعات منتخب (به‌منظور ایجاد یافته‌های جامع و تفسیری) را در برمی‌گیرد که حاکی از فهم عمیق پژوهشگر در این زمینه است.

به‌کارگیری روش فراترکیب مستلزم این است که پژوهشگر بازنگری دقیق و عمیقی انجام دهد و یافته‌های پژوهش کیفی مرتبط را ترکیب کند. پژوهشگران از طریق یافته‌های مقالات اصلی پژوهش، واژه‌هایی را آشکار و ایجاد می‌کنند که نمایش جامع‌تری از پدیده‌های مورد بررسی نشان می‌دهد.در پژوهش حاضر جهت دستیابی به هدف تحقیق، از روش فراترکیب مطابق با الگوی هفت‌مرحله‌ای سندلوسکی و باروسو (٢٠٠٧) به شرح شکل (١) استفاده شده است.

شکل شماره ١. مراحل اجرای تحقیق

٤. یافته‌های تحقیق و تجزیه و تحلیل داده‌ها

١-٤. گام اول: تنظیم سؤال پژوهش

چنانچه سؤال پژوهش محدود و سخت‌گیرانه باشد، مطالعات معدودی شناسایی می‌گردد و احتمال تعمیم یافته‌ها را کاهش می‌دهد. در نقطه مقابل اگر سؤال پژوهش خیلی گسترده

باشد، ممکن است نتیجه‌گیری برای جامعه کاربردی نداشته باشد. بنابراین در راستای دستیابی به هدف مورد نظر با استفاده از روش فراترکیب سؤالات زیر تدوین شده است و سؤال اصلی عبارت است از: «چالش‌های بهره‌گیری از فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین کدام‌اند؟»

جدول شماره ۳. سؤالات پژوهش	
موارد	سؤال‌های پژوهش
چه چیزی	چالش‌ها و به‌کارگیری بلاک‌چین در زنجیره تأمین چیست؟
جامعه موردمطالعه	جامعه مورد مطالعه جهت دستیابی به این مؤلفه‌ها و شاخص‌ها چیست؟
چه زمانی	پژوهش در چه بازه زمانی مورد مطالعه قرار گرفته است؟
چگونگی گردآوری اطلاعات	چه روشی برای فراهم کرد مطالعات استفاده شده است؟

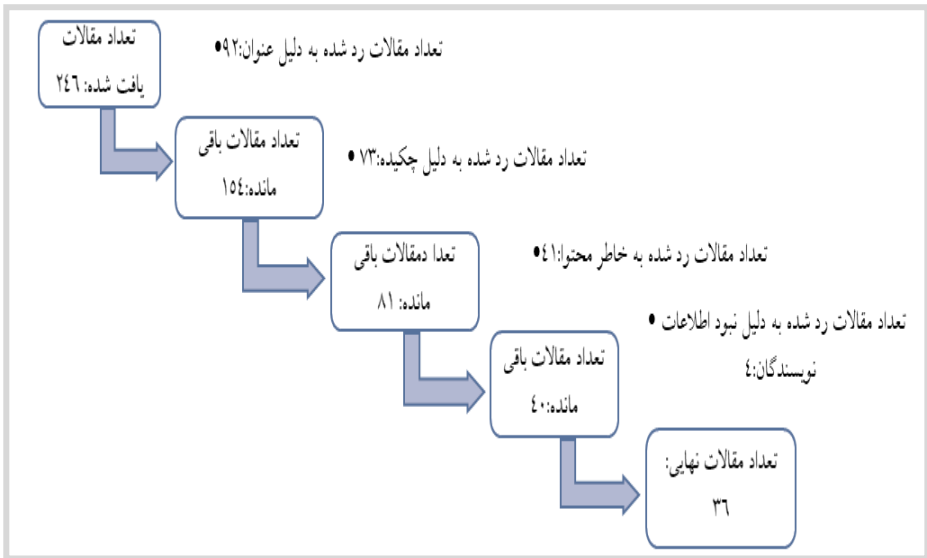
۲-٤. گام دوم: مرور نظام‌مند ادبیات

در این مرحله، جهت مرور نظام‌مند ادبیات از انواع موتورهای جستجو استفاده شده است. جامعه آماری این پژوهش شامل مقاله‌ها، گزارش‌های پژوهشی، کتاب‌ها، پایگاه‌های داده و نشریه‌های داخلی و خارجی (فارسی و انگلیسی) در بین سال‌های ۲۰۱۵.م الی ۲۰۲٤.م موجود در زمینه به‌کارگیری بلاک‌چین در زنجیره تأمین است.

واژه‌های کلیدی که برای جستجو در پایگاه داده‌های IEEE، ساینس دایرکت، گوگل اسکولار، وایلی، سیویلیکا، ایران‌داک و... استفاده شده، عبارت‌اند از: «بلاک‌چین در زنجیره تأمین، تهدیدات بلاک‌چین در زنجیره تأمین، چالش‌های بلاک‌چین در زنجیره تأمین، مزایای بلاک‌چین در زنجیره تأمین، موانع به‌کارگیری بلاک‌چین در زنجیره تأمین و...». درنتیجه‌ی این جستجو در پایگاه داده، ۲٤٦ مقاله در بازه زمانی موردنظر یافت شد.

۳-٤. گام سوم: کاوش و انتخاب متون

بعد از مرور ادبیات، بررسی مقالات به‌دست‌آمده انجام شد و از میان آن‌ها ۳٦ مقاله مناسب انتخاب گردید. در شکل (۳) خلاصه‌ای از چگونگی انتخاب مقالات نشان داده شده است.



شکل شماره ٢. نتایج جستجو

جهت تعیین روایی روش فراترکیب از ابزار ارزیابی «حیاتی کَسپ»[1] استفاده شده است. خروجی‌ها نشان می‌دهد ٣٣ مقاله از مقالات انتخاب‌شده امتیاز بالای ٢٥ را به خود اختصاص داده‌اند؛ این موضوع نشان‌دهنده روایی مناسب روش فراترکیب است.

٤-٤. گام چهارم: استخراج اطلاعات متون

مقالات انتخاب‌شده در مرحله قبل به‌منظور تشخیص چالش‌های به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین، چندین‌بار موردمطالعه قرار گرفته‌اند و شاخص‌های مرتبط با هدف و موضوع شناسایی گردید. سپس باتوجه‌به تناسب شاخص‌ها به گروه‌بندی آن‌ها در مؤلفه‌ها پرداخته شده است. در نهایت نیز هرکدام از مؤلفه‌ها با بهره‌گیری از مطالعات گذشته و نظرات خبرگان در ابعاد متعدد دسته‌بندی شدند. جدول (٣) مقالات دسته‌بندی شده به همراه نام نویسندگان و سال انتشار آن‌ها را نشان می‌دهد

١.CASP: اصلی‌ترین ابزارهای علمی برای بررسی اعتبار مقالات در تحلیل کیفی مانند فراترکیب است و با طرح چندین سؤال کمک می‌کند تا دقت، اعتبار و اهمیت مطالعات کیفی تحقیق مشخص گردد (صدیقی و همکاران، ١٣٩٩).

جدول شماره ٤. شاخص‌بندی متون پژوهش	
شاخص	**برخی منابع**
مقاومت کارکنان و مدیران در برابر تغییرات ناشی از بهره‌گیری فناوری	حمیده علی‌اکبرپور (۱٤۰۱)، سی چن[1] (۲۰۲۰)، خالید (۲۰۲۳)، جیگولی (۲۰۲۳)، سارتاک دهینجرا (۲۰۲٤)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲٤).
کمبود نیرو متخصص مرتبط با فناوری	حمیده علی‌اکبرپور (۱٤۰۱)، سوهایل جابار[2] (۲۰۲۱)، پیده لیو[3] (۲۰۲۱)، خالید (۲۰۲۳)، رحیمی و همکاران (۱٤۰۰)، پرومال و همکاران (۲۰۲۳).
ضعف آگاهی و اعتماد مدیران و کارکنان به فناوری	پیده لیو (۲۰۲۱)، سی چن (۲۰۲۰)، رحیمی و همکاران (۱٤۰۰)، مریم رحمتی (۲۰۲۳)
ضعف دانش مدیران و کارکنان درباره فناوری	حمیده علی‌اکبرپور (۱٤۰۱)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، شایک (۲۰۲۰)، خالید (۲۰۲۳)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲٤)
نامطلوب بودن برهم‌خوردن ساختارها و فرایندهای قدیم	سوهایل جابار (۲۰۲۱)، شایک (۲۰۲۰)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲٤)
نداشتن بخش مجزا در ساختار سازمانی جهت پیاده‌سازی و نظارت و کنترل	حمیده علی‌اکبرپور (۱٤۰۱)، جیگولی (۲۰۲۳)،

1. Chen, S.
2. Jabbar, S. Lloyd
3. Liu, P.

	شایک (۲۰۲۰)، پیده لیو (۲۰۲۱)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲٤).
عدم زیرساخت متناسب با استقرار فناوری	مریم رواقی (١٤٠٠)، ژانگ[1] (۲۰۲٤)، خالید (۲۰۲۳)، پیده لیو (۲۰۲۱).
چالش ادغام زیرساخت‌های فناوری جدید و زیرساخت‌های موجود	فاطمه سجادیان (١٤٠٢)، مریم رواقی (١٤٠٠)، حمیده علی‌اکبرپور (١٤٠١)، ژانگ (۲۰۲٤)، شایک (۲۰۲۰)، موهامد بن[2] (۲۰۲٤)، جیگولی (۲۰۲۳)، پیده لیو (۲۰۲۱)
عدم آیین‌نامه و قانون مشخص برای اجرا و کنترل	حمیده علی‌اکبرپور (١٤٠١)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، خالید (۲۰۲۳)، پیده لیو (۲۰۲۱)، پرومال و همکاران (۲۰۲۳)
عدم راهبردهای مشخص جهت پیاده‌سازی	حمیده علی‌اکبرپور (١٤٠١)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، خالید (۲۰۲۳)، کاتسیکوالی (۲۰۲۱)، پرومال و همکاران (۲۰۲۳)
عدم آیین‌نامه‌های مالی و مسائل مرتبط با جرائم مالی در سازمان	پیده لیو (۲۰۲۱)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲٤)، کاتسیکوالی (۲۰۲۱)
هک و آسیب به زیرساخت‌های نرم‌افزاری	مریم رواقی (١٤٠٠)،

1. Zhang, X.
2. Ben

	حمیده علی‌اکبرپور (۱٤۰۱)، کوپیاهاراج (۲۰۲۳)، جیگولی (۲۰۲۳)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲٤).
حملات سایبری و سرقت اطلاعات	مریم رواقی (۱٤۰۰)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، حافظ رضا و همکاران (۲۰۲۲)، آقاجانی و همکاران (۱٤۰۰).
ریسک‌های مرتبط با تقلب و جعل اطلاعات با حملات سایبری	موها جیگولی (۲۰۲۳)، مد بن (۲۰۲٤)، کوپیاهاراج (۲۰۲۳)، حافظرضا و همکاران (۲۰۲۲).
در معرض خطر بودن اطلاعات شرکا و اعضای زنجیره تأمین	مریم رواقی (۱٤۰۰)، حمیده علی‌اکبرپور (۱٤۰۱)، دوابی (۱٤۰۲)، ژانگ (۲۰۲٤)، موهامد بن (۲۰۲٤)، کوپیاهاراج (۲۰۲۳)، جیگولی (۲۰۲۳)، حافظرضا و همکاران (۲۰۲۲).
سوءاستفاده غیرقانونی از اطلاعات	حمیده علی‌اکبرپور (۱٤۰۱)، موهامد بن (۲۰۲٤)، کوپیاهاراج (۲۰۲۳)، جیگولی (۲۰۲۳)، آقاجانی و همکاران (۱٤۰۰).
ویژگی شفافیت فناوری بلاک‌چین و چالش‌های مرتبط با محرمانگی	اوساتو آیتوهان (۲۰۲٤)، موهامد بن (۲۰۲٤)، حافظرضا و همکاران (۲۰۲۲)، آقاجانی و همکاران (۱٤۰۰).
ادغام نرم‌افزاری و سیستم‌عامل‌های جدید و قدیم	اوساتو آیتوهان (۲۰۲٤)، موهامد بن (۲۰۲٤)، کاتسیکوالی (۲۰۲۱)،

	آقاجانی و همکاران (١٤٠٠).
یکپارچگی اطلاعات	سی چن (٢٠٢٠)، شایک (٢٠٢٠)، موهامد بن (٢٠٢٤)، جیگولی (٢٠٢٣)، اوساتو آیتوهان (٢٠٢٤)، پیده لیو (٢٠٢١).
پیچیدگی‌های پیاده‌سازی فناوری	علی‌اکبر فرخزادی (١٤٠٠)، حمیده علی‌اکبرپور (١٤٠١)، سی چن (٢٠٢٠)، شایک (٢٠٢٠)، موهامد بن (٢٠٢٤)، جیگولی (٢٠٢٣)
پیچیدگی‌های پیاده‌سازی قراردادهای هوشمند	سوهای کوپیاهاراج (٢٠٢٣)، سوهایل جابار (٢٠٢١)، سی چن (٢٠٢٠)، علی رستمی (١٤٠١)، شایک (٢٠٢٠)، جیگولی (٢٠٢٣).
معضل در ذخیره‌سازی اطلاعات	حمیده علی‌اکبرپور (١٤٠١)، شایک (٢٠٢٠)، جیگولی (٢٠٢٣)، کاتسیکوالی (٢٠٢١)، پرومال و همکاران (٢٠٢٣).
سرعت کم به علت حجم بالای اطلاعات	علی‌اکبر فرخزادی (١٤٠٠)، حمیده علی‌اکبرپور (١٤٠١)، سوهایل جابار (٢٠٢١)، کومار ری (٢٠٢٤)، موهامد بن (٢٠٢٤).
ناکارآمدی پروتکل اجماع	حمیده علی‌اکبرپور (١٤٠١)، سی چن (٢٠٢٠)،

	شایک (۲۰۲۰)، دوابی (۱٤۰۲)، موهامد بن (۲۰۲٤).
تغییرناپذیری اطلاعات	اوساتو آیتوهان (۲۰۲٤)، کاتسیکوالی (۲۰۲۱)، پرومال و همکاران (۲۰۲۳).
چالش‌های منبع‌یابی جهت پرداخت هزینه آموزش کارکنان	سوهایل جابار (۲۰۲۱)، خالید (۲۰۲۳)، شایک (۲۰۲۰)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲٤).
هزینه استخدام کارکنان متخصص فناوری	سوهایل جابار (۲۰۲۱)، خالید (۲۰۲۳)، کاتسیکوالی (۲۰۲۱).
هزینه نگهداری زیرساخت‌ها	خالید (۲۰۲۳)، سارتاک (۲۰۲٤)، لیم[1] (۲۰۲۱)، دانیانشوار (۲۰۲۳).
هزینه خرید زیرساخت‌های جدید	کاتسیکوالی (۲۰۲۱)، ال فارسی[2] (۲۰۲۱ و ۲۰۲۱)، لیم (۲۰۲۱)، دانیانشوار (۲۰۲۳).
چالش‌های منبع‌یابی جهت پرداخت هزینه‌های مرتبط با پیاده‌سازی و انرژی مورداستفاده	خالید (۲۰۲۳)، پرومال و همکاران (۲۰۲۳)، ال فارسی (۲۰۲۱).
کافی نبودن منابع مالی تمام شرکای زنجیره جهت به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین	کوپیاهاراج (۲۰۲۳)، جیگولی (۲۰۲۳)، سی چن (۲۰۲۰)، سارتاک (۲۰۲٤)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲٤).

1. Lim, M.
2. Al-Farsi

محدودیت در بودجه و اعتبارات	کاتسیکوالی (۲۰۲۱)، پرومال و همکاران (۲۰۲۳)، کاتسیکوالی (۲۰۲۱).
زیرساخت‌های گران فناوری	پیده لیو (۲۰۲۱)، پرومال و همکاران (۲۰۲۳)، سارتاک (۲۰۲٤).
نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه بالا	حمیده علی‌اکبرپور (١٤٠١)، خالید (۲۰۲۳)، پرومال و همکاران (۲۰۲۳).
سرمایه‌گذاری زیاد بدون مشخص بودن پیامدها (بازگشت سرمایه)	ژانگ (۲۰۲٤)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲٤).
چالش‌های مرتبط با قوانین مالیاتی	علی‌اکبر فرخزادی (١٤٠٠)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، شایک (۲۰۲۰)، موهامد بن (۲۰۲٤)، خالید (۲۰۲۳)، جیگولی (۲۰۲۳).
عدم اعتماد میان شرکا در استفاده از فناوری	مریم رواقی (١٤٠٠)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، سی چن (۲۰۲۰)، کوپیاهاراج (۲۰۲۳)، خالید (۲۰۲۳)، رجب‌زاده و اسماعیلی (١٣٩٨).
مقاومت شرکا و اعضای زنجیره تأمین در به‌کارگیری فناوری	سوهایل جابار (۲۰۲۱)، سی چن (۲۰۲۰)، کوپیاهاراج (۲۰۲۳)، خالید (۲۰۲۱)، خالید (۲۰۲۳)، رجب‌زاده و اسماعیلی (١٣٩٨).
	مریم رواقی (١٤٠٠)،

تفاوت فرهنگی میان شرکا و اعضای زنجیره تأمین	سوهایل جابار (۲۰۲۱)، سی چن (۲۰۲۰)، کوپیاهاراج (۲۰۲۳)، خالید (۲۰۲۳)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲٤).
عدم دستورالعمل نظارتی و موارد مرتبط با استانداردسازی	علی‌اکبر فرخزادی (۱٤۰۰)، فاطمه سجادیان (۱٤۰۲)، حمیده علی‌اکبرپور (۱٤۰۱)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، موهامد بن (۲۰۲٤)، کوپیاهاراج (۲۰۲۳)، خالید (۲۰۲۳)، جیگولی (۲۰۲۳).
عدم قوانین حقوقی مشخص برای جرائم مالی و فعالیت‌های غیرقانونی	علی‌اکبر فرخزادی (۱٤۰۰)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، شایک (۲۰۲۰)، موهامد بن (۲۰۲٤)، خالید (۲۰۲۳)، جیگولی (۲۰۲۳)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲٤).
چالش‌های مرتبط با پذیرش مقامات قانونی و دولتی	اوساتو آیتوهان (۲۰۲٤)، کوپیاهاراج (۲۰۲۳)، خالید (۲۰۲۳).

٥-٤. گام پنجم: تجزیه‌وتحلیل یافته‌ها

در این مرحله شاخص‌های استخراج‌شده در گام قبل به دقت مورد مطالعه قرار گرفته و مفهوم مشترک موجود در هر مقاله دسته‌بندی شده است.

بر اساس ادبیات استخرج‌شده از پیشینه پژوهش، شاخص‌های چالش‌ها و موانع به‌کارگیری بلاک‌چین در زنجیره تأمین در پنج بعد و ١٦ مؤلفه‌ها به شرح جدول (٥) دسته‌بندی شده است.

جدول شماره ۵. ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌ها		
بعد	**مؤلفه**	**شاخص**
سازمانی	نیروی انسانی	مقاومت کارکنان و مدیران در برابر تغییرات، کمبود نیروی متخصص مرتبط با فناوری، ضعف آگاهی و اعتماد مدیران و کارکنان به فناوری، عدم دانش کافی مدیران و کارکنان درباره فناوری.
	ساختارها و فرایندها	نامطلوب بودن برهم‌خوردن ساختارها و فرایندهای قدیم، نداشتن بخش مجزا در ساختار سازمانی جهت پیاده‌سازی، نظارت و کنترل.
	آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل	عدم آیین‌نامه و قانون مشخص برای اجرا و کنترل، عدم راهبردهای مشخص جهت پیاده‌سازی، عدم آیین‌نامه‌های مالی و مسائل مرتبط با جرائم مالی در سازمان.
امنیتی	چالش‌های سایبری	هک و آسیب به زیرساخت‌های نرم‌افزاری، حملات سایبری و سرقت اطلاعات، ریسک تقلب و جعل اطلاعات با حملات سایبری.
	محرمانگی و حریم خصوصی	در معرض خطر بودن اطلاعات شرکا، سوءاستفاده غیرقانونی از اطلاعات، ویژگی شفافیت فناوری بلاک‌چین و مغایرت آن با محرمانگی.
فنی و فناورانه	یکپارچگی و پیچیدگی	ادغام نرم‌افزاری و سیستم‌عامل‌های جدید و قدیم، یکپارچگی اطلاعات، پیچیدگی‌های پیاده‌سازی فناوری، پیچیدگی‌های پیاده‌سازی قراردادهای هوشمند.
	مقیاس‌پذیری	معضل در ذخیره‌سازی اطلاعات، سرعت کم به علت حجم بالای اطلاعات.
	اجماع	ناکارآمدی پروتکل اجماع
	تغییرناپذیری	تغییرناپذیری اطلاعات
	زیرساخت‌ها	عدم زیرساخت متناسب با فناوری، چالش ادغام زیرساخت‌های فناوری جدید و زیرساخت‌های موجود.
اقتصادی و مالی	هزینه‌ها مرتبط با منابع انسانی	هزینه آموزش کارکنان، هزینه استخدام کارکنان متخصص فناوری
	هزینه مرتبط با زیرساخت‌ها	هزینه نگهداری زیرساخت‌ها، هزینه خرید زیرساخت‌های جدید، هزینه‌های مرتبط با پیاده‌سازی و انرژی مورد استفاده.

	منابع مالی	کافی‌نبودن منابع مالی تمام شرکای زنجیره جهت به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین، محدودیت در بودجه و اعتبارات، زیرساخت‌های گران فناوری.
	سرمایه‌گذاری و مالیات	نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه بالا، سرمایه‌گذاری زیاد بدون مشخص‌بودن پیامدها (بازگشت سرمایه)، قوانین مالیاتی نامشخص.
فرهنگی و نظارتی	شرکای زنجیره تأمین	عدم اعتماد میان شرکا در استفاده از فناوری، مقاومت شرکا و اعضای زنجیره تأمین در به‌کارگیری فناوری، تفاوت فرهنگی میان شرکا و اعضای زنجیره تأمین
	قوانین نظارتی	عدم دستورالعمل نظارتی و موارد مرتبط با استانداردسازی، عدم قوانین حقوقی مشخص برای جرائم مالی و فعالیت‌های غیرقانونی، عدم پذیرش مقامات قانونی و دولتی.

٦-٤. گام ششم: کنترل کیفیت

همان‌گونه که پیشتر اشاره شد، جهت تعیین روایی از ابزار ارزیابی حیاتی «کَسپ» استفاده شده است و بر اساس نتایج بیش از ۸۵ درصد مقالات امتیاز بالای ۲۵ دارند. این مورد روایی مناسب مقالات انتخابی را نشان می‌دهد. جهت ارزیابی پایایی تحقیق نیز از شاخص «کاپا»[1] استفاده شده است؛ به این ترتیب که جدول نهایی در اختیار یکی از خبرگان قرار گرفت و ایشان بدون اطلاع از نحوه ترکیب شاخص‌ها و مؤلفه‌ها، به دسته‌بندی پرداخت. از این طریق شاخص «کاپا» محاسبه گردید.

شاخص کاپا، معیار ارزیابی پایایی تحقیق است و اگر مقدار آن از ضریب ۰.٦ بیشتر باشد، نشان از پایایی مناسب پژوهش است. درواقع هرچه این مقدار به عدد یک نزدیک باشد، نشان از توافق بالای دو کدگذار است. در مطالعه حاضر این عدد ۰.۷۱۲ است؛ بر

۱. Kappa Index شاخص آماری جهت به‌دست آورن ضریب توافق بین دو کد گذار در مطالعات کیفی است. این ضریب عددی بین ۱- تا ۱+ است. هرچه این عدد به ۱+ نزدیک‌تر باشد، بیانگر وجود توافق بیشتر بین مقیاس‌ها یا ارزیاب‌ها است و هرچه به ۱- نزدیک‌تر باشد، توافق کمتر بین آن‌ها را نشان می‌دهد (صدیقی و همکاران، ۱۳۹۹).

این اساس پژوهش از پایایی مناسبی برخوردار است.

٧-٤. گام هفتم: ارائه یافته‌ها

در این مرحله ابتدا محتوای مطالب به‌دست‌آمده تحلیل شد؛ سپس یافته‌های حاصل از تحلیل محتوا در قالب یک مدل مفهومی نشان داده شده است. در تحلیل محتوا با به‌کارگیری مجموعه‌ای از قوانین طبقه‌بندی‌شده و نظام‌دار، محتوای اطلاعاتی به‌صورت داده‌های خلاصه‌شده و قابل‌مقایسه درمی‌آید. یکی از متداول‌ترین روش‌های موجود در مطالعات فراترکیب جهت تحلیل محتوا، تکنیک «آنتروپی شانون»[1] است. آنتروپی در نظریه اطلاعات، شاخصی است برای اندازه‌گیری عدم اطمینان که از طریق یک توزیع احتمال بیان می‌شود. در تکنیک آنتروپی شانون جهت محاسبه وزن هر مفهوم ابتدا فراوانی آن شمارش‌شده و سپس درجه اهمیت هر یک محاسبه می‌شود. جهت محاسبه بار اطلاعاتی عدم اطمینان و وزن شاخص از روابط ذیل استفاده شده است.

$$K = \frac{1}{\ln(N)} \,.\; E_j = -K \sum_{i.j}^{n} P_{ij} \ln(P_{ij})$$ رابطه (١)

$$W_j = \frac{E_j}{\sum E_j}$$ رابطه (٢)

در جدول (٥)، اطلاعات شاخص‌ها و مؤلفه‌های مرتبط قرار داده شده است؛ بر اساس وزن به‌دست‌آمده از تکنیک آنتروپی شانون، رتبه هرکدام از شاخص‌ها در مؤلفه مربوطه و در کل مشخص گردید.

جدول شماره ٦. رتبه‌بندی و وزن شاخص‌ها

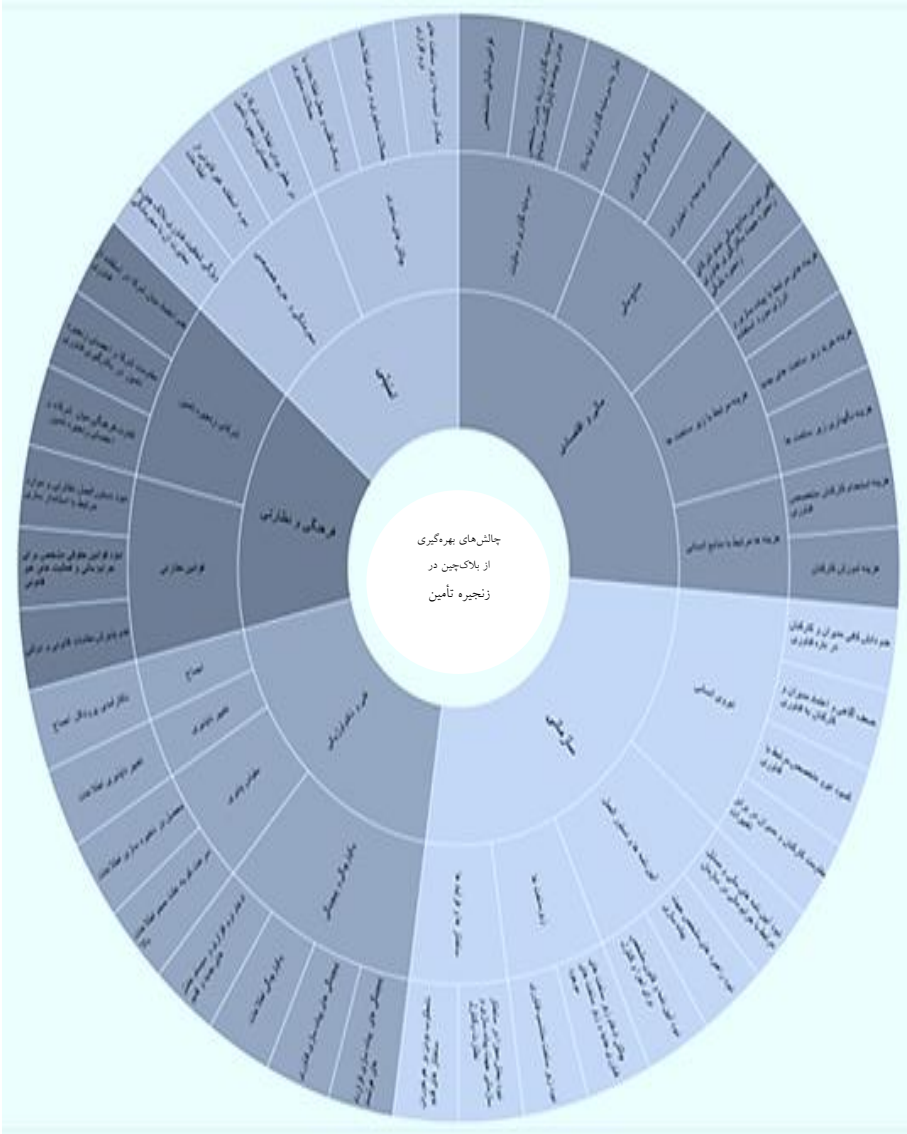
مؤلفه	شاخص	فراوانی	$\sum_{j=1}^{m} P_{ij} Ln(P_{ij})$	عدم اطمینان	وزن شاخص	رتبه در مفهوم	رتبه در کل
نیروی انسانی	مقاومت کارکنان و مدیران در برابر تغییرات	18	-2.813	0.785	0.030	1	1

١. Shannon Entropy روش وزن‌دهی بر اساس معیار فراوانی از میزان اطلاعات یا میزان تصادفی بودن یک متغیر است. این روش وزن‌دهی در دسته تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره قرار دارد (کشاورز و همکاران، ١٣٩٨).

	کمبود نیروی متخصص مرتبط با فناوری	10	**-2.303**	**0.643**	**0.024**	2	6
	ضعف آگاهی و اعتماد مدیران و کارکنان به فناوری	9	**-2.197**	**0.613**	**0.023**	3	7
	عدم دانش کافی مدیران و کارکنان درباره فناوری	8	**-2.079**	**0.580**	**0.022**	4	8
ساختارها و فرایندها	نامطلوب بودن برهم‌خوردن ساختارهای قدیم	12	**-2.485**	**0.693**	**0.026**	1	4
	نداشتن بخش مجزا در ساختار سازمانی جهت پیاده‌سازی و نظارت و کنترل	11	**-2.398**	**0.669**	**0.025**	2	5
آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل	عدم آیین‌نامه و قانون مشخص برای اجرا و کنترل	12	**-2.485**	**0.693**	**0.026**	1	4
	عدم راهبردهای مشخص جهت پیاده‌سازی	12	**-2.485**	**0.693**	**0.026**	1	4
	عدم آیین‌نامه‌های مالی و مسائل مرتبط با جرائم مالی در سازمان	11	**-2.398**	**0.669**	**0.025**	2	5
چالش‌های سایبری	هک و آسیب به زیرساخت‌های نرم‌افزاری	11	**-2.398**	**0.669**	**0.025**	2	5
	حملات سایبری و سرقت اطلاعات	12	**-2.485**	**0.693**	**0.026**	1	4
	ریسک تقلب و جعل اطلاعات با حملات سایبری	9	**-2.197**	**0.613**	**0.023**	3	7
محرمانگی و حریم خصوصی	در معرض خطر بودن اطلاعات شرکا و اعضای زنجیره تأمین	14	**-2.639**	**0.736**	**0.028**	1	3
	سوءاستفاده غیرقانونی از اطلاعات	8	**-2.079**	**0.580**	**0.022**	3	8
	ویژگی شفافیت فناوری بلاک‌چین و مغایرت آن با محرمانگی	10	**-2.303**	**0.643**	**0.024**	2	6
یکپارچگی و پیچیدگی	ادغام نرم‌افزاری و سیستم‌عامل‌های جدید و قدیم	11	**-2.398**	**0.669**	**0.025**	2	5
	یکپارچگی اطلاعات	15	**-2.708**	**0.756**	**0.029**	1	2
	پیچیدگی‌های پیاده‌سازی فناوری	11	**-2.398**	**0.669**	**0.025**	2	5
	پیچیدگی‌های پیاده‌سازی قراردادهای هوشمند	10	**-2.303**	**0.643**	**0.024**	3	6
مقیاس‌پذیری	معضل در ذخیره‌سازی اطلاعات	11	**-2.398**	**0.669**	**0.025**	1	5
	سرعت کم به علت حجم بالای اطلاعات	9	**-2.197**	**0.613**	**0.023**	2	7
اجماع	ناکارآمدی پروتکل اجماع	9	**-2.197**	**0.613**	**0.023**	1	7
تغییرناپذیری	تغییرناپذیری اطلاعات	10	**-2.303**	**0.643**	**0.024**	1	6
زیرساخت‌ها	عدم زیرساخت متناسب فناوری	8	**-2.079**	**0.580**	**0.022**	2	8
	چالش ادغام زیرساخت‌های فناوری جدید و زیرساخت‌های موجود	10	**-2.303**	**0.643**	**0.024**	1	6
هزینه‌های مرتبط با منابع انسانی	هزینه آموزش کارکنان	9	**-2.197**	**0.613**	**0.023**	2	7
	هزینه استخدام کارکنان متخصص فناوری	10	**-2.303**	**0.643**	**0.024**	1	6
هزینه‌های	هزینه نگهداری زیرساخت‌ها	7	**-1.946**	**0.543**	**0.021**	1	9

مرتبط با زیرساخت‌ها	هزینه خرید زیرساخت‌های جدید	7	**-1.946**	**0.543**	**0.021**	1	10
	هزینه‌های مرتبط با پیاده‌سازی و انرژی مورداستفاده	7	**-1.946**	**0.543**	**0.021**	1	9
منابع مالی	کافی‌نبودن منابع مالی تمام شرکای زنجیره جهت به‌کارگیری فناوری زنجیره‌بلوکی	9	**-2.197**	**0.613**	**0.023**	1	7
	محدودیت در بودجه و اعتبارات	8	**-2.079**	**0.580**	**0.022**	2	8
	زیرساخت‌های گران فناوری	9	**-2.197**	**0.613**	**0.023**	1	7
سرمایه‌گذاری و مالیات	نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه بالا	10	**-2.303**	**0.643**	**0.024**	1	6
	سرمایه‌گذاری زیاد بدون مشخص‌بودن پیامدها (بازگشت سرمایه)	7	**-1.946**	**0.543**	**0.021**	2	9
	قوانین مالیاتی نامشخص	7	**-1.946**	**0.543**	**0.021**	2	9
شرکای زنجیره تأمین	عدم اعتماد میان شرکا در استفاده از فناوری	8	**-2.079**	**0.580**	**0.022**	1	8
	مقاومت شرکا و اعضای زنجیره تأمین در به‌کارگیری فناوری	7	**-1.946**	**0.543**	**0.021**	2	9
	تفاوت فرهنگی میان شرکا و اعضای زنجیره تأمین	8	**-2.079**	**0.580**	**0.022**	1	8
قوانین نظارتی	عدم دستورالعمل نظارتی و موارد مرتبط با استانداردسازی	10	**-2.303**	**0.643**	**0.024**	1	6
	عدم قوانین حقوقی مشخص برای جرائم مالی و فعالیت‌های غیرقانونی	8	**-2.079**	**0.580**	**0.022**	2	8
	عدم پذیرش مقامات قانونی و دولتی	6	**-1.792**	**0.500**	**0.019**	3	10

بر اساس مطالعه مقالات انتخابی، شاخص‌های متناسب با هدف پژوهش احصاء شد. سپس در جدول (٤) ابعاد و مؤلفه‌های اصلی با توجه به شاخص‌های به‌دست‌آمده مورد دسته‌بندی قرار گرفت. در ادامه با بهره‌گیری از تکنیک آنتروپی شانون به وزن‌دهی و رتبه‌بندی این شاخص‌ها پرداخته شد و رتبه هرکدام از این شاخص‌ها مشخص گردید. با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده، ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های شناسایی‌شده در مدل مفهومی ذیل نشان داده شده است.



۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۵-۱.نتیجه‌گیری

بلاک‌چین، یکی از فناوری‌های جدید و متحول‌کننده است. استفاده از این فناوری در زنجیره‌های تأمین مزایای بسیاری ازجمله امنیت، ناشناس بودن (محرمانگی)، کیفیت

خدمات، شفافیت و... را به همراه خواهد داشت. تکامل و توسعه زنجیره‌های تأمین مبتنی بر بلاک‌چین که از ویژگی‌هایی همچون «دفترکل مشترک» و «قراردادهای هوشمند (دیجیتال)» بهره می‌برند، می‌تواند اعتماد را در بین شرکای زنجیره تأمین افزایش داده و فرایندهای این زنجیره را تسهیل کنند. با وجود مزایای فناوری بلاک‌چین، پذیرش آن نیازمند بررسی چالش‌های مترتب، در صورت به‌کارگیری از آن در زنجیره تأمین است.

تحقیق حاضر به طبقه‌بندی چالش‌های پذیرش بلاک‌چین در زنجیره‌های تأمین از جنبه‌های مختلف و متفاوت از پژوهش‌های گذشته پرداخته است. در این پژوهش ضمن شناسایی چالش‌های پذیرش بلاک‌چین در این زنجیره به کمک روش تحلیل فراترکیب، این چالش‌ها در پنج بعد زیر دسته‌بندی شدند:

- ❖ چالش‌های سازمانی،
- ❖ چالش‌های امنیتی،
- ❖ چالش‌های اقتصادی–مالی،
- ❖ چالش‌های فنی و فناورانه،
- ❖ چالش‌های فرهنگی و نظارتی.

در ادامه با بهره‌گیری از «تکنیک آنتروپی شانون» شاخص‌های به‌دست‌آمده، رتبه‌بندی شده و در جدول (٤) رتبه هرکدام از آن‌ها نشان داده شده است. سه شاخص زیر بر اساس رتبه‌بندی آنتروپی شانون بیشترین وزن را دارند:

(١) «مقاومت کارکنان و مدیران در برابر تغییرات»،

(٢) «یکپارچگی اطلاعات»،

(٣) «در معرض خطر بودن اطلاعات شرکا و اعضای زنجیره تأمین».

با توجه به اینکه بلاک‌چین یک فناوری تحول‌آفرین محسوب می‌شود و پذیرش آن در زنجیره تأمین تغییرات بسیاری را به همراه خواهد داشت احتمالاً این تغییرات برای مدیران و کارکنان در سازمان‌ها خوشایند نیست و موجب مقاومت آن‌ها در برابر این تغییرات می‌گردد؛ درنتیجه به‌کارگیری این فناوری را در زنجیره تأمین با چالش مواجه می‌کند.

دومین چالش اساسی مرتبط با پیچیدگی یکپارچه‌سازی ازجمله یکپارچه‌سازی اطلاعات است؛ چراکه ادغام بلاک‌چین در سامانه‌های موجود در زنجیره تأمین فعلی می‌تواند بسیار پیچیده باشد و سامانه‌های قدیمی ممکن است برای سازگاری این تغییرات و اطلاعات، ظرفیت لازم را نداشته باشند.

مورد سوم، بحث محرمانگی و حریم خصوصی و شاخص در معرض خطر بودن اطلاعات شرکا و اعضای زنجیره تأمین است. از آنجایی که اشتراک‌گذاری داده‌های زنجیره تأمین حساس در یک بلاک‌چین نگرانی‌هایی را در مورد حفظ حریم خصوصی و محرمانه بودن داده‌ها ایجاد می‌کند و از طرفی دیگر مباحث امنیتی جز مباحث کلیدی در تمامی سازمان‌ها محسوب می‌شوند؛ لذا رعایت نکات امنیتی و ارائه اطمینان به سازمان‌ها و مدیران زنجیره تأمین از رعایت پروتکل‌های امنیتی، یکی از اساسی‌ترین چالش‌ها در این حوزه است.

۲-۵. پیشنهادهای اجرایی

- تدوین راهبردها و دستورالعمل‌های داخلی در سازمان‌ها و برگزاری جلسات توانمندسازی برای کارکنان و مدیران توسط مسئولان اجرایی طرح جهت تقویت فرهنگی و آشنایی بیشتر با مزایای پذیرش فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین و راهکارهای رفع موانع استقرار و به‌کارگیری این فناوری؛
- تدوین آیین‌نامه‌ها و پروتکل‌های امنیتی در نوع و میزان دسترسی به کارکنان و مدیران راهبردی، میانی و اجرایی سازمان توسط افراد خبره و متخصص در حوزه فناوری و امنیت اطلاعات جهت کاهش چالش‌های امنیتی و مشکلات مرتبط با حریم خصوصی اعضاء زنجیره تأمین؛
- بهره‌گیری از متخصصان و خبرگان این حوزه برای ارائه راه‌حل‌های یکپارچه‌سازی قوی جهت ادغام یکپارچه فناوری بلاک‌چین با سامانه‌های فعلی زنجیره‌های تأمین سازمان‌ها؛

- ❖ پیاده‌سازی فناوری در سطح پایین‌دست زنجیره‌های تأمین صنایع مختلف توسط کارگروه‌های متشکل از مدیران سازمان و خبرگان فناوری به‌صورت آزمایشی و ارزیابی عملکرد به روش میدانی و بررسی چالش‌ها به‌صورت عملی و سپس تعمیم آن به‌کل زنجیره تأمین.

تقدیر و تشکر

از استادان محترم راهنما و مشاور و خبرگان متعهد این حوزه در دانشگاه عالی دفاع ملی که با نظرات ارزنده خود موجب غنی‌سازی پژوهش حاضر گردیدند، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌کنیم.

منابع

الف-فارسی

- اسماعیلی، هاشم؛ رجب‌زاده قطرمی، علی (۱۳۹۸). «فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین: چالش‌های پیش‌روی اتخاذ بلاک‌چین در زنجیره تأمین»، ***شانزدهمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت تهران***. تهران: انجمن علوم مدیریت ایران و دانشگاه الزهرا.
- آقاجانی میر، سیده فاطمه؛ رجبی کنشگر، زهرا؛ و عرب، علیرضا (۱٤۰۰). «شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌های پیاده‌سازی فنّاوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین: رویکرد گروهی BWM بیزین»، ***تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات***، ٦ (٤)، ٤٦٤-٤٨٣.
- رحیمی، اکبر؛ بوشهری، علیرضا (۱۳۹۸). «بررسی نقش فناوری بلاک‌چین در بهبود عملکرد زنجیره تأمین صنایع دفاعی»، ***اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت دانش، بلاک‌چین و اقتصاد***. تهران: انجمن مدیریت دانش ایران.
- رحیمی، اکبر؛ تقی‌زاده، قاسم؛ و محمودآبادی، سمیرا (۱٤۰۱). «ارائهٔ مدل ساختاری تفسیری موانع به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین در زنجیرهٔ تأمین صنایع غذایی»، ***مدیریت تولید و عملیات***، ۱۳ (۱)، ۷۹-۱۰٤.
- رحیمی، اکبر؛ عباسی، لیلا (۱٤۰۰). «بررسی موانع پیشروی به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین صنایع دفاعی»، ***دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت دانش، اقتصاد و بلاک‌چین***. تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر و انجمن مدیریت دانش ایران.
- رضائی، حمیدرضا (۱٤۰۳). ***الگوی زنجیره تأمین اقلام دفاعی نیروهای مسلح ج.ا.ایران مبتنی بر فناوری اطلاعات***، رساله دکتری، دانشگاه عالی دفاع ملی.
- شیخ آقاجانی، مصطفی؛ رمضانیان، محمدرحیم (۱۳۹۸). «بررسی تأثیر قابلیت‌های پویایی زنجیره تأمین بر عملکرد آن با میانجی‌گری تاب‌آوری زنجیره تأمین»، ***مجله مدیریت توسعه و تحول***، ۱۱ (۳٦)، ۵۵-٦۵.

- صدیقی گاریز، سیما؛ زارع، حمید؛ عرب سرخی، ابوذر؛ و محمودی، سید محمد (١٣٩٩). «ارائه چهارچوبی مفهومی جهت ایمن‌سازی سامانه‌های اطلاعاتی در سازمان‌های مبتنی بر رویکرد فراترکیب»، ***فصلنامه علمی امنیت ملی***، ١٠ (٣٦)، ١٤٨-١٨٢.
- طاهرخانی، لیلا؛ عموزاده خلیلی، حسین (١٤٠١). «پذیرش فناوری بلاک‌چین در زنجیره‌های تأمین»، ***فصلنامه رویکردهای پژوهشی نوین در مدیریت و حسابداری***، ٦ (٥٨)، ٥١٢-٤٨٨.
- کشاورز، سهیلا؛ تقوا، محمدرضا؛ و کرد، حامد (١٣٩٨). «شناسایی پیشران‌های موفقیت کارآفرینی دیجیتالی با رویکرد فراترکیب»، ***فصلنامه مدیریت توسعه فناوری***، ٧ (٣)، ١٧٢-١٤٩.
- کیانی‌فر، علی؛ ربیعی، مهناز (١٤٠٣). «مبانی و کاربردهای فناوری بلاک‌چین در مدیریت مالی: امکانات و چالش‌ها»، ***هشتمین همایش بین‌المللی مدیریت، حسابداری، بانکداری و اقتصاد ایران***. خراسان رضوی-مشهد: دانش‌بنیان داده‌پرداز آرین.
- موحدی‌صفت، محمدرضا (١٤٠١). «ارتقا امنیت در زنجیره تأمین دفاعی با به‌کارگیری فناوری زنجیره بلوکی»، ***فصلنامه علمی آماد و فناوری دفاعی***، ٥ (١٦)، ١٠٦-٧٥.

ب-انگلیسی

- Al-Farsi, S, Rathore, M, Bakiras, S. (2021). ecurity of Blockchain-Based Supply Chain Management Systems: Challenges and Opportunities.
- Al-Farsi, S. Rathore, M, Bakiras, S. (2021). “Security of Blockchain-Based Supply Chain Management Systems: Challenges and Opportunities, ***Applied Sciences***, 11(12), 5585–5585.
- Ben Farah, M, Ahmed, Y, Mahmoud, H. (2024). A survey on blockchain technology in the maritime industry: Challenges and future

perspectives. Future Generation Computer Systems Volume 157, 618-637.
- Bozkurt, A. Ucar, H (2020). Blockchain technology as a bridging infrastructure among formal non formal and informal learning processes. Anadolu University.
- Chandan, A. John, M. & Potdar, V. (2023). Achieving UN SDGs in Food Supply Chain Using Blockchain Technology. Sustainability, 15(3).
- Chen, S. Liu, X. Yan, J. Hu, G (2020). Processes, benefits, and challenges for adoption of blockchain technologies in food supply chains: a thematic analysis. Information Systems and E-Business Management, 19(3), 909–935.
- Dhingra, S. Raut, R. D. Gunasekaran, A. (2023). Analysis of the challenges for blockchain technology adoption in the Indian health-care sector. ResearchGate Emerald.
- Dutta, P, Choi, T, Somani, S, Butala, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review.
- Fallah, M. Sadeghi, M. E. & Nozari, H. (2021). Quantitative analysis of the applied parts of Internet of Things technology in Iran: an opportunity for economic leapfrogging through technological development. Science and technology policy Letters, 11(4), 45-61.
- Friedman, N, Ormistone, J. (2022). Blockchain as a sustainability-oriented innovation? Opportunities for and resistance to Blockchain technology as a driver of sustainability in global food supply chains. Technological Forecasting & Social Change 175 – 121403
- Ghode, D, Yadav, V, Jain, R. (2022). Exploring the integration of blockchain technology into supply chain: challenges and performance. Business Process Management Journal.
- Huzaifa Kafeel, Vikas Kumar, Linh Nguyen Khanh Duong (2023). Blockchain in Supply Chain Management: A Synthesis of Barriers and Enablers for Managers.International Journal of Mathematical, Engineering and Management SciencesVol. 8, No. 1, 15-42.
- Iranmanesh, M. Maroufkhani, P. Asadi, S. Ghobakhloo, M. Dwivedi, Y. K. & Tseng, M. L. (2023). Effects of supply chain transparency, alignment, adaptability, and agility on blockchain adoption in supply chain among SMEs. Computers & industrial engineering, 176, 108931.
- Jabbar, S. Lloyd, H. Hammoudeh. (2021). Blockchain-enabled supply chain: analysis, challenges, and future directions. ResearchGate; Springer Nature.
- Joshi, S. Sharma, M. Barve, A. (2023). Implementation challenges of blockchain technology in closed-loop supply chain: a Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) management perspective in developing countries | London Met Repository. Londonmet.ac.uk.
- Karuppiah, K, Sankaranarayanan, B, Mithun, A. (2021). A decision-aid model for evaluating challenges to blockchain adoption in supply

chains, International Journal of Logistics Research andApplications, DOI: 10.1080/13675567.2021.1947999
- Kumar, R, Chowdhury, F, Hasan, H. (2024). Blockchain Applications in Retail Cybersecurity: Enhancing Supply Chain Integrity, Secure Transactions, and Data Protection. Journal of Business and Management Studies.
- Kun Zhao, J (2023). Introduction to Blockchain Technology. Blockchain and its Applications in Industry 4.0
- Lai Hock, T (2023). Blockchain Technology. Emerging ICT Technologies and Cybersecurity.
- Lim, M. Li, Y, Wang, C, Tseng, M. (2021). A literature review of blockchain technology Applications in supply chains: A comprehensive analysis of themes, methodologies and Industries. Computers & Industrial Engineering, vol. 154, 107133.
- Liu, J, Zhang, H, Zhen, L. (2021).Blockchain Technology In Maritime Supply Chains: Applications, Architecture And Challenges, International Journal Of Production Research.
- Liu, P, Hendalianpour, A, Hamzehlou, M. (2021). identify and rank the challenges of Implementing Sustainable Supply Chain Blockchain Technology Using The Bayesian Best Worst Method. Technological and Economic Development Of Economy.
- Mirabelli, G. Solina, V. (2020). Blockchain and agricultural supply chains traceability: research trends and future challenges. Procedia Manufacturing, 42, 414–421.
- Nozari, H. & Szmelter-Jarosz, A. (2022). IoT-based Supply Chain For Smart Business (Vol. 1). ISNET.
- Oriekhoe, S, Omotoye, G, Oyeyemi, O. (2024). blockchain in supply chain management: asystematic review: evaluating theimplementation, challenges, and futureprospects of blockchain technology in supply chains. Engineering Science & Technology Journal.
- Pankaj Dutta, Tsan-Ming Choi, Surabhi Somani, Richa Butala (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. Transportation Research Part E-logistics and Transportation Review
- Rahmaty, Maryam (2023). Evaluating Blockchain-Based Supply Chain Challenges (A Survey). International journal of innovation in Engineering, Vol 3, No 1, 23-34
- Rauniyar, K. Wu, X. Gupta, S. Modgil, S. (2023). Risk management of supply chains in the digital transformation era: contribution and challenges of blockchain technology. Industrial Management &Data Systems, Vol. 253-277.
- Sasikumar Perumal, Hamda Alhameli, Anood Mohammed Alhosani (2023).Chapter 15 - An ISM and MICMAC approach for evaluating the barriers hindering the implementation of blockchain technology in supply chains.
- Shereen Ismail, Hassan Reza (2022). Security Challenges of Blockchain-Based Supply Chain Systems., Electronics & Mobile Communication Conference

- Wamba, S, Maciel, M. (2020). blockchain in the operations and supply chain management: Benefits, challenges and future research opportunities. International Journal of Information Management.
- Yonta, E (2023). Challenges, threats and advantages of using blockchain technology in the framework of sustainability of the logistics sector. Turkish Journal of Engineering.
- Zhang, X. (2024). Blockchain Technology Adoption in the Food Supply Chain: Challenges and Recommendations for Modern Businesses. Highlights in Business, Economics and Management.

COPYRIGHTS

© 2024 by the authors. Published by The National Defense University. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) https://creativecommons.org/licenses/by/4.0