

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

علیرضا بخش‌میدانی<sup>۱</sup>، مجید اسدی<sup>۲</sup>، حمیدرضا رضائی<sup>۳</sup>، عباس بیگدلی<sup>۴\*</sup>

پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۶/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۷

### 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 سستی 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. از این‌رو، 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.

۱. استادیار علوم دفاعی راهبردی، دانشکده دفاع ملی، دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران.

رایانامه: [Alireza.bakhsi.bml@gmail.com](mailto:Alireza.bakhsi.bml@gmail.com)

۲. دانش آموخته دکتری علوم دفاعی راهبردی، دانشکده دفاع ملی، دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران.

رایانامه: [M.tehran.94@gmail.com](mailto:M.tehran.94@gmail.com)

۳. دانش آموخته دکتری علوم دفاعی راهبردی، دانشکده دفاع ملی، دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران.

رایانامه: [h.rezaee99@sndu.ac.ir](mailto:h.rezaee99@sndu.ac.ir)

۴. کارشناسی ارشد مهندسی مالی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول).

رایانامه: [Abbas.bigdeli76@ut.ac.ir](mailto: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. علاوه بر این، تراکنش‌های نادرست، جعل، کلاهبرداری و عملکرد ضعیف طرف‌های زنجیره تأمین موجب شده اعتماد بین آن‌ها کاهش یافته و در نتیجه نیاز به اشتراک‌گذاری بیشتر و اعتبارسنجی قوی‌تر اطلاعات مشهود باشد (فلاح و همکاران؛ ۲۰۲۱).

باتوجه به 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 باتوجه به ویژگی‌های منحصر به فرد 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 به صورت قابل اعتماد امکان‌پذیر نموده و با تأیید و اضافه کردن داده‌ها در زمان واقعی، شفافیت را در سراسر زنجیره تأمین افزایش دهد (نهر و همکاران؛ ۲۰۲۲).

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

1. Allah & et.al.
2. Nhr & 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، ۱۴۰۳: ۱۴)؛ بنابراین می‌توان گفت فرصت‌های مناسبی برای تحقیق و شناسایی کاربردهای عملیاتی این فناوری در زنجیره‌های تأمین فراهم شده است، ولی باین‌حال 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، ۲۰۲۳).

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

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

با توجه به مطالب ذکر شده مسئله و هدف اصلی پژوهش حاضر، شناسایی چالش‌های بهره‌گیری از فناوری زنجیره‌بلوکی در زنجیره تأمین با در نظر گرفتن طیف گسترده‌ای از عوامل (نه فقط 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. از این رو، 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 صورت گرفته 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 از جمله 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 از جمله چالش‌های آن است.

«رجب‌زاده» و «اسماعیلی» در مقاله‌ای مشترک تحت عنوان «فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین: چالش‌های پیش‌روی اتخاذ بلاک‌چین در زنجیره تأمین» (۱۳۹۸) 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 از جمله 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 اولین بار شناسایی و دسته‌بندی شده است. دسته‌بندی چالش‌ها به ترتیب عبارت‌اند از: گروه چالش‌های سازمانی، گروه چالش‌های میان‌سازمانی، 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<sup>۱</sup> بیزین» (۱۴۰۰) 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 فناوری عبارت‌اند از: چالش‌های امنیت، فنی و سازمانی. علاوه بر 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» (۱۴۰۰) صنایع دفاعی فناوری بلاک‌چین را به‌عنوان یک دفتر دیجیتال توزیع‌شده که شفافیت، قابلیت ردیابی و امنیت را تضمین می‌کند، معرفی

---

۱. Best Work Method در این روش بهترین و بدترین شاخص توسط تصمیم‌گیرنده مشخص شده و مقایسه زوجی بین هر یک از این دو شاخص (بهترین و بدترین) و دیگر شاخص‌ها صورت می‌گیرد (آقاجانی و همکاران، ۱۴۰۰).

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»<sup>۱</sup> 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. به‌عبارتی دیگر، 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. از این‌رو، از نظر آن‌ها مهم‌ترین چالش استفاده از بلاک‌چین در زنجیره تأمین عدم آشنایی مدیران با این فناوری و مقاومت در برابر تغییرات است.

«پرومال»<sup>۲</sup> و همکارانش در کتابی با عنوان «رویکرد ISM و MICMAC 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. Prumal
3. Interpretive structural modeling
4. Goss-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»<sup>۱</sup> 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 قابل حل 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 فناوری، 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. علاوه بر 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

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).

#### ۱-۲-۲-۱. 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 کارتر 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 فرایندهای 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. در واقع، 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، ۱۴۰۳: ۷۷).

### ۲-۲-۱-۲. 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 شروع شده و به متقاضی نهایی ختم می‌شود؛

❖ **جریان اطلاعات:** در زنجیره تأمین به شکل کاملاً معکوس در طول شبکه جریان دارد. به عبارت دیگر، اطلاعات ابتدا از سمت مصرف‌کننده دریافت شده، و پس از تجمیع از خرده‌فروشان، به توزیع‌کننده منتقل شده 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 منتقل شده 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، ۱۴۰۳: ۵۴).

### ۲-۲-۲. 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 به صورت زنجیره‌های مرتبط می‌شوند (افشار و موحدی‌صفت، ۱۳۹۹: ۲۱). در جدول (۱) چند تعریف از بلاک‌چین

براساس منابع متنوع و نگرش محققان خارجی آورده شده است.

جدول شماره ۱. تعاریف زنجیره بلوکی	
منبع	تعریف
لای هوک <sup>۱</sup> (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 <sup>۲</sup> (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 قابل اعتماد در محیط‌های غیرقابل اعتماد را تضمین می‌کند.
ارس بوزکورت <sup>۳</sup> (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 به هم متصل می‌کند و ظرفیت یادگیری مادام‌العمر را از طریق سازگاری و ب <sup>۳</sup> افزایش می‌دهد.

### ۱-۲-۲-۲. ویژگی‌های زنجیره بلوکی

#### الف) غیر قابل تغییر 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 اعضا نیز در کل آن زنجیره مشارکت دارند. مدیریت این شبکه به صورت 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، ۱۴۰۱: ۲۸-۳۰-۲۹).

### ۲-۲-۲. بلاک‌چین در زنجیره تأمین

به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین نیازمند در نظر گرفتن 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، ۲۰۲۰).

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 (کیانی فر و همکاران، ۱۴۰۳: 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 برهم خوردن 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 تجزیه و تحلیل یافته‌های این مطالعات است (صدیقی و همکاران، ۱۳۹۸: ۲۱). 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 (۲۰۰۷) به شرح شکل (۱) استفاده شده است.



شکل شماره ۱. مراحل اجرای تحقیق

#### ۴. یافته‌های تحقیق و تجزیه و تحلیل داده‌ها

##### ۴-۱. 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	سؤالات پژوهش
چه چیزی	چالش‌ها و به‌کارگیری بلاک‌چین در زنجیره تأمین چیست؟
جامعه مورد مطالعه	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 کردن مطالعات استفاده شده است؟

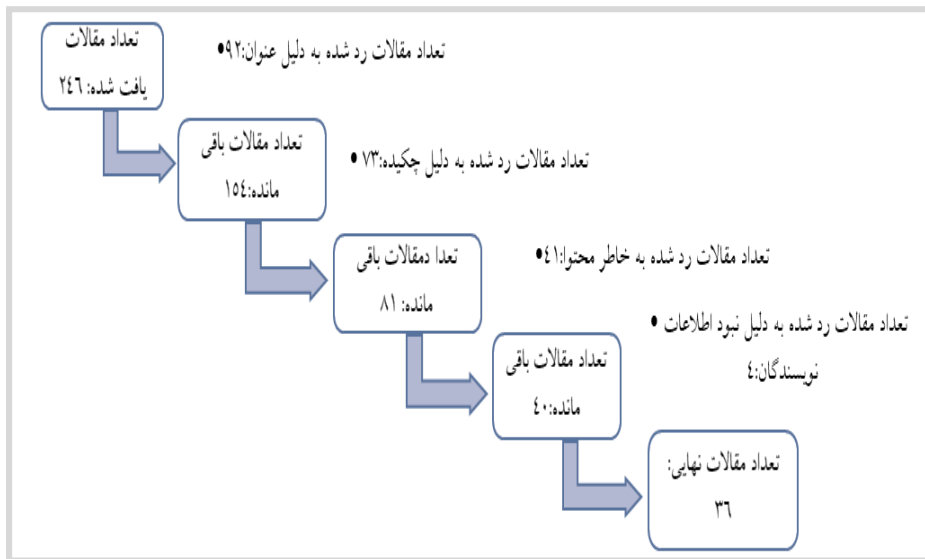
#### ۲-۴. گام دوم: مرور نظام‌مند ادبیات

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 ۲۰۲۴ 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...». در نتیجه‌ی این جستجو در پایگاه داده، ۲۴۶ مقاله در بازه زمانی مورد نظر یافت شد.

#### ۳-۴. گام سوم: کاوش و انتخاب متون

بعد از مرور ادبیات، بررسی مقالات به‌دست‌آمده انجام شد و از میان آن‌ها ۳۶ مقاله مناسب انتخاب گردید. در شکل (۳) خلاصه‌ای از چگونگی انتخاب مقالات نشان داده شده است.



شکل شماره ۲. نتایج جستجو

جهت تعیین روایی روش فراترکیب از ابزار ارزیابی «حیاتی کسپ» استفاده شده است. خروجی‌ها نشان می‌دهد ۳۳ مقاله از مقالات انتخاب‌شده امتیاز بالای ۲۵ را به خود اختصاص داده‌اند؛ این موضوع نشان‌دهنده روایی مناسب روش فراترکیب است.

#### ۴-۴. گام چهارم: استخراج اطلاعات متون

مقالات انتخاب‌شده در مرحله قبل به‌منظور تشخیص چالش‌های به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین، چندین بار مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و شاخص‌های مرتبط با هدف و موضوع شناسایی گردید. سپس با توجه به 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 (۳) مقالات دسته‌بندی شده به همراه نام نویسندگان و سال انتشار آن‌ها را نشان می‌دهد

۱. 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، ۱۳۹۹).

جدول شماره ۴. شاخص‌بندی متون پژوهش	
شاخص	برخی منابع
مقاومت کارکنان و مدیران در برابر تغییرات ناشی از بهره‌گیری فناوری	حمیده علی اکبرپور (۱۴۰۱)، سی چن (۲۰۲۰)، خالید (۲۰۲۳)، جیگولی (۲۰۲۳)، سارتاک دهینجرا (۲۰۲۴)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲۴).
کمبود نیرو متخصص مرتبط با فناوری	حمیده علی اکبرپور (۱۴۰۱)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، پیده لیو (۲۰۲۱)، خالید (۲۰۲۳)، رحیمی و همکاران (۱۴۰۰)، پرومال و همکاران (۲۰۲۳).
ضعف آگاهی و اعتماد مدیران و کارکنان به فناوری	پیده لیو (۲۰۲۱) سی چن (۲۰۲۰) رحیمی و همکاران (۱۴۰۰) مریم رحمتی (۲۰۲۳)
ضعف دانش مدیران و کارکنان درباره فناوری	حمیده علی اکبرپور (۱۴۰۱)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، شایک (۲۰۲۰)، خالید (۲۰۲۳)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲۴)
نامطلوب بودن برهم‌خوردن ساختارها و فرایندهای قدیم	سوهایل جابار (۲۰۲۱)، شایک (۲۰۲۰)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲۴)
نداشتن بخش مجزا در ساختار سازمانی جهت پیاده‌سازی و نظارت و کنترل	حمیده علی اکبرپور (۱۴۰۱)، جیگولی (۲۰۲۳).

1. Gen, S.
2. Jabbar, S. Lloyd
3. Iiu, P.



شایک (۲۰۲۰)، پیده لیو (۲۰۲۱)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲۴).	
مریم رواقی (۱۴۰۰)، ژانگ <sup>۱</sup> (۲۰۲۴)، خالید (۲۰۲۳)، پیده لیو (۲۰۲۱).	عدم زیرساخت متناسب با استقرار فناوری
فاطمه سجادیان (۱۴۰۲)، مریم رواقی (۱۴۰۰)، حمیده علی اکبرپور (۱۴۰۱)، ژانگ (۲۰۲۴)، شایک (۲۰۲۰)، موهامد بن <sup>۲</sup> (۲۰۲۴)، جیگولی (۲۰۲۳)، پیده لیو (۲۰۲۱)	چالش ادغام زیرساخت‌های فناوری جدید و زیرساخت‌های موجود
حمیده علی اکبرپور (۱۴۰۱)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، خالید (۲۰۲۳)، پیده لیو (۲۰۲۱)، پرومال و همکاران (۲۰۲۳)	عدم آیین‌نامه و قانون مشخص برای اجرا و کنترل
حمیده علی اکبرپور (۱۴۰۱)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، خالید (۲۰۲۳)، کاتسیکوالی (۲۰۲۱)، پرومال و همکاران (۲۰۲۳)	عدم راهبردهای مشخص جهت پیاده‌سازی
پیده لیو (۲۰۲۱)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲۴)، کاتسیکوالی (۲۰۲۱)	عدم آیین‌نامه‌های مالی و مسائل مرتبط با جرائم مالی در سازمان
مریم رواقی (۱۴۰۰)	هک و آسیب به زیرساخت‌های نرم‌افزاری

1. Zhang, X.

2. Ben

حمیده علی اکبرپور (۱۴۰۱)، کویپاهاراج (۲۰۲۳)، جیگولی (۲۰۲۳)، اوسانو آیتوهان (۲۰۲۴).	
مریم روافی (۱۴۰۰)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، حافظ رضا و همکاران (۲۰۲۲)، آقاجانی و همکاران (۱۴۰۰).	حملات سایبری و سرقت اطلاعات
موها جیگولی (۲۰۲۳)، مد بن (۲۰۲۴)، کویپاهاراج (۲۰۲۳)، حافظرضا و همکاران (۲۰۲۲).	ریسک‌های مرتبط با تقلب و جعل اطلاعات با حملات سایبری
مریم روافی (۱۴۰۰)، حمیده علی اکبرپور (۱۴۰۱)، دوابی (۱۴۰۲)، زانگ (۲۰۲۴)، موهامد بن (۲۰۲۴)، کویپاهاراج (۲۰۲۳)، جیگولی (۲۰۲۳)، حافظرضا و همکاران (۲۰۲۲).	در معرض خطر بودن اطلاعات شرکا و اعضای زنجیره تأمین
حمیده علی اکبرپور (۱۴۰۱)، موهامد بن (۲۰۲۴)، کویپاهاراج (۲۰۲۳)، جیگولی (۲۰۲۳) آقاجانی و همکاران (۱۴۰۰).	سوءاستفاده غیرقانونی از اطلاعات
اوسانو آیتوهان (۲۰۲۴)، موهامد بن (۲۰۲۴)، حافظرضا و همکاران (۲۰۲۲)، آقاجانی و همکاران (۱۴۰۰).	ویژگی شفافیت فناوری بلاک‌چین و چالش‌های مرتبط با محرمانگی
اوسانو آیتوهان (۲۰۲۴)، موهامد بن (۲۰۲۴)، کاتسیکوالی (۲۰۲۱).	ادغام نرم‌افزاری و سیستم‌عامل‌های جدید و قدیم

آقاجانی و همکاران (۱۴۰۰).	
سی چن (۲۰۲۰)، شایک (۲۰۲۰)، موهامد بن (۲۰۲۴)، جیگولی (۲۰۲۳)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲۴)، پیده لیو (۲۰۲۱).	یکپارچگی اطلاعات
علی اکبر فرخزادی (۱۴۰۰)، حمیده علی اکبرپور (۱۴۰۱)، سی چن (۲۰۲۰)، شایک (۲۰۲۰)، موهامد بن (۲۰۲۴)، جیگولی (۲۰۲۳)	پیچیدگی‌های پیاده‌سازی فناوری
سوهای کوپپاهاراج (۲۰۲۳)، سوهایل جنابار (۲۰۲۱)، سی چن (۲۰۲۰)، علی رستمی (۱۴۰۱)، شایک (۲۰۲۰)، جیگولی (۲۰۲۳).	پیچیدگی‌های پیاده‌سازی قراردادهای هوشمند
حمیده علی اکبرپور (۱۴۰۱)، شایک (۲۰۲۰)، جیگولی (۲۰۲۳)، کاتسیکوالی (۲۰۲۱)، پرومال و همکاران (۲۰۲۳).	معضل در ذخیره‌سازی اطلاعات
علی اکبر فرخزادی (۱۴۰۰)، حمیده علی اکبرپور (۱۴۰۱)، سوهایل جنابار (۲۰۲۱)، کومار ری (۲۰۲۴)، موهامد بن (۲۰۲۴).	سرعت کم به علت حجم بالای اطلاعات
حمیده علی اکبرپور (۱۴۰۱)، سی چن (۲۰۲۰).	ناکارآمدی پروتکل اجماع

شایک (۲۰۲۰)، دوایی (۱۴۰۲)، موهامد بن (۲۰۲۴).	
اوساتو آیتوهان (۲۰۲۴)، کاتسیکوالی (۲۰۲۱)، پرومال و همکاران (۲۰۲۳).	تغییرناپذیری اطلاعات
سوهایل جابار (۲۰۲۱)، خالید (۲۰۲۳)، شایک (۲۰۲۰)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲۴).	چالش‌های منبع‌یابی جهت پرداخت هزینه آموزش کارکنان
سوهایل جابار (۲۰۲۱)، خالید (۲۰۲۳)، کاتسیکوالی (۲۰۲۱).	هزینه استخدام کارکنان متخصص فناوری
خالید (۲۰۲۳)، سارتاک (۲۰۲۴)، لیم (۲۰۲۱)، دانیانشوار (۲۰۲۳).	هزینه نگهداری زیرساخت‌ها
کاتسیکوالی (۲۰۲۱)، ال فارسی <sup>۲</sup> (۲۰۲۱ و ۲۰۲۱)، لیم (۲۰۲۱)، دانیانشوار (۲۰۲۳).	هزینه خرید زیرساخت‌های جدید
خالید (۲۰۲۳)، پرومال و همکاران (۲۰۲۳)، ال فارسی (۲۰۲۱).	چالش‌های منبع‌یابی جهت پرداخت هزینه‌های مرتبط با پیاده‌سازی و انرژی مورد استفاده
کویپهاراج (۲۰۲۳)، جیگولی (۲۰۲۳)، سی چن (۲۰۲۰)، سارتاک (۲۰۲۴)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲۴).	کافی نبودن منابع مالی تمام شرکای زنجیره جهت به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین

1. Iim, M.
2. AFarsi

کاتسیکوالی (۲۰۲۱)، پرومال و همکاران (۲۰۲۳)، کاتسیکوالی (۲۰۲۱).	محدودیت در بودجه و اعتبارات
پیده لیو (۲۰۲۱)، پرومال و همکاران (۲۰۲۳)، سارتاک (۲۰۲۴).	زیرساخت‌های گران فناوری
حمیده علی اکبرپور (۱۴۰۱)، خالید (۲۰۲۳) پرومال و همکاران (۲۰۲۳).	نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه بالا
ژانگ (۲۰۲۴)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲۴).	سرمایه‌گذاری زیاد بدون مشخص بودن پیامدها (بازگشت سرمایه)
علی اکبر فرخزادی (۱۴۰۰)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، شایک (۲۰۲۰)، موهامد بن (۲۰۲۴)، خالید (۲۰۲۳)، جیگولی (۲۰۲۳).	چالش‌های مرتبط با قوانین مالیاتی
مریم رواقی (۱۴۰۰)، سوهایل جابار (۲۰۲۱)، سی چن (۲۰۲۰)، کویپهاراج (۲۰۲۳)، خالید (۲۰۲۳) رجب‌زاده و اسماعیلی (۱۳۹۸).	عدم اعتماد میان شرکا در استفاده از فناوری
سوهایل جابار (۲۰۲۱)، سی چن (۲۰۲۰)، کویپهاراج (۲۰۲۳)، خالید (۲۰۲۱)، خالید (۲۰۲۳) رجب‌زاده و اسماعیلی (۱۳۹۸).	مقاومت شرکا و اعضای زنجیره تأمین در به‌کارگیری فناوری
مریم رواقی (۱۴۰۰)،	

سوهایل جبار (۲۰۲۱)، سی چن (۲۰۲۰)، کویپاهاراج (۲۰۲۳)، خالید (۲۰۲۳)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲۴).	تفاوت فرهنگی میان شرکا و اعضای زنجیره تأمین
علی‌اکبر فرخزادی (۱۴۰۰)، فاطمه سجادیان (۱۴۰۲)، حمیده علی‌اکبرپور (۱۴۰۱)، سوهایل جبار (۲۰۲۱)، موهامد بن (۲۰۲۴)، کویپاهاراج (۲۰۲۳)، خالید (۲۰۲۳)، جیگولی (۲۰۲۳).	عدم دستورالعمل نظارتی و موارد مرتبط با استاندارسازی
علی‌اکبر فرخزادی (۱۴۰۰)، سوهایل جبار (۲۰۲۱)، شایک (۲۰۲۰)، موهامد بن (۲۰۲۴)، خالید (۲۰۲۳)، جیگولی (۲۰۲۳)، اوساتو آیتوهان (۲۰۲۴).	عدم قوانین حقوقی مشخص برای جرائم مالی و فعالیت‌های غیرقانونی
اوساتو آیتوهان (۲۰۲۴)، کویپاهاراج (۲۰۲۳)، خالید (۲۰۲۳).	چالش‌های مرتبط با پذیرش مقامات قانونی و دولتی

#### ۵-۴. گام پنجم: تجزیه و تحلیل یافته‌ها

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

بر اساس ادبیات استخراج شده از پیشینه پژوهش، شاخص‌های چالش‌ها و موانع به‌کارگیری بلاک‌چین در زنجیره تأمین در پنج بعد و ۱۶ مؤلفه‌ها به شرح جدول (۵) دسته‌بندی شده است.

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

کافی نبودن منابع مالی تمام شرکای زنجیره جهت به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین، محدودیت در بودجه و اعتبارات، زیرساخت‌های گران فناوری.	منابع مالی	
نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه بالا، سرمایه‌گذاری زیاد بدون مشخص بودن پیامدها (بازگشت سرمایه)، قوانین مالیاتی نامشخص.	سرمایه‌گذاری و مالیات	
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	شرکای زنجیره تأمین	فرهنگی و 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.	قوانین نظارتی	

#### ۴-۶. گام ششم: کنترل کیفیت

همان‌گونه که پیشتر اشاره شد، جهت تعیین روایی از ابزار ارزیابی حیاتی «کسپ» 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»<sup>۱</sup> 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 ۰,۶ بیشتر باشد، نشان از پایایی مناسب پژوهش است. در واقع 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 آوردن ضریب توافق بین دو کدگذار 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.

#### ۷-۴. گام هفتم: ارائه یافته‌ها

در این مرحله ابتدا محتوای مطالب به دست آمده تحلیل شد؛ سپس یافته‌های حاصل از تحلیل محتوا در قالب یک مدل مفهومی نشان داده شده است. در تحلیل محتوا با به کارگیری مجموعه‌ای از قوانین طبقه‌بندی شده و نظام‌دار، محتوای اطلاعاتی به صورت داده‌های خلاصه شده و قابل مقایسه درمی‌آید. یکی از متداول‌ترین روش‌های موجود در مطالعات فراترکیب جهت تحلیل محتوا، تکنیک «آنتروپی شانون» 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 شمارش شده و سپس درجه اهمیت هر یک محاسبه می‌شود. جهت محاسبه بار اطلاعاتی عدم اطمینان و وزن شاخص از روابط ذیل استفاده شده است.

$$K = \frac{1}{\ln(N)} \cdot E_j = -K \sum_{i,j} P_{ij} \ln(P_{ij}) \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$W_j = \frac{E_j}{\sum E_j} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در جدول (۵)، اطلاعات شاخص‌ها و مؤلفه‌های مرتبط قرار داده شده است؛ بر اساس وزن به دست آمده از تکنیک آنتروپی شانون، رتبه هر کدام از شاخص‌ها در مؤلفه مربوطه و در کل مشخص گردید.

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

۱. 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، ۱۳۹۸).

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

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

بر اساس مطالعه مقالات انتخابی، شاخص‌های متناسب با هدف پژوهش احصاء شد. سپس در جدول (۴) 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 شناسایی شده در مدل مفهومی ذیل نشان داده شده است.



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 فناوریانه،
- ❖ چالش‌های فرهنگی و نظارتی.

در ادامه با بهره‌گیری از «تکنیک آنتروپی شانون» شاخص‌های به‌دست‌آمده، رتبه‌بندی شده و در جدول (۴) رتبه هرکدام از آن‌ها نشان داده شده است. سه شاخص زیر بر اساس رتبه‌بندی آنتروپی شانون بیشترین وزن را دارند:

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

(۲) «یکپارچگی اطلاعات»،

(۳) «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؛ در نتیجه به‌کارگیری این فناوری را در زنجیره تأمین با چالش مواجه می‌کند.

دومین چالش اساسی مرتبط با پیچیدگی یکپارچه‌سازی از جمله 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 اعضا 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 (۱۴۰۰). «شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌های پیاده‌سازی فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین: رویکرد گروهی BWM بی‌زین»، *تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات*، ۶ (۴)، ۴۸۳-۴۶۴.
- 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 (۱۴۰۱). «ارائه مدل ساختاری تفسیری موانع به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین صنایع غذایی»، *مدیریت تولید و عملیات*، ۱۳ (۱)، ۱۰۴-۷۹.
- رحیمی، اکبر؛ عباسی، لیلا (۱۴۰۰). «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 (۱۴۰۳). *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 (۳۶)، ۵۵-۶۵.



- صدیقی گاریز، سیما؛ زارع، حمید؛ عرب سرخی، ابوذر؛ و محمودی، سید محمد (۱۳۹۹). «ارائه چهارچوبی مفهومی جهت ایمن‌سازی سامانه‌های اطلاعاتی در سازمان‌های مبتنی بر رویکرد فراترکیب»، *فصلنامه علمی امنیت ملی*، ۱۰ (۳۶)، ۱۸۲-۱۴۸.
- طاهرخانی، لیلیا؛ عموزاده خلیلی، حسین (۱۴۰۱). «پذیرش فناوری بلاک‌چین در زنجیره‌های تأمین»، *فصلنامه رویکردهای پژوهشی نوین در مدیریت و حسابداری*، ۶ (۵۸)، ۵۱۲-۴۸۸.
- کشاورز، سهیلا؛ تقوا، محمدرضا؛ و کرد، حامد (۱۳۹۸). «شناسایی پیشران‌های موفقیت کارآفرینی دیجیتالی با رویکرد فراترکیب»، *فصلنامه مدیریت توسعه فناوری*، ۷ (۳)، ۱۷۲-۱۴۹.
- کیانی‌فر، علی؛ ربیعی، مهناز (۱۴۰۳). «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 آراین.
- موحدی‌صفت، محمدرضا (۱۴۰۱). «ارتقا امنیت در زنجیره تأمین دفاعی با به‌کارگیری فناوری زنجیره بلوکی»، *فصلنامه علمی آماد و فناوری دفاعی*، ۵ (۱۶)، ۱۰۶-۷۵.

## 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, Ormiston, 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 Sciences* Vol. 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](https://www.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 and Applications*, 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 the implementation, 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>

