



## گستره فناوری بلاکچین: یک مرور نظام مند از کاربردها، مزایا، چالش‌ها و فناوری‌های مرتبط

پدیدآورنده (ها) : محمدی فاتح، اصغر؛ سالار نژاد، علی اصغر

کتابداری، آرشیو و نسخه پژوهی :: نشریه علوم و فنون مدیریت اطلاعات :: بهار ۱۴۰۱ - شماره ۲۶ (الف/ISC)

صفحات : از ۲۴۷ تا ۳۰۰

آدرس ثابت : <https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1863808>

دانلود شده توسط : عبدالحجت حقیقو

تاریخ دانلود : ۱۴۰۱/۱۰/۱۲

مرکز تحقیقات کامپیوتری علوم اسلامی (نور) جهت ارائه مجلات عرضه شده در پایگاه، مجوز لازم را از صاحبان مجلات، دریافت نموده است، بر این اساس همه حقوق مادی برآمده از ورود اطلاعات مقالات، مجلات و تألیفات موجود در پایگاه، متعلق به "مرکز نور" می باشد. بنابراین، هرگونه نشر و عرضه مقالات در قالب نوشتار و تصویر به صورت کاغذی و مانند آن، یا به صورت دیجیتالی که حاصل و برگرفته از این پایگاه باشد، نیازمند کسب مجوز لازم، از صاحبان مجلات و مرکز تحقیقات کامپیوتری علوم اسلامی (نور) می باشد و تخلف از آن موجب پیگرد قانونی است. به منظور کسب اطلاعات بیشتر به صفحه [قوانین و مقررات](#) استفاده از پایگاه مجلات تخصصی نور مراجعه فرمائید.



## مقالات مرتبط

- قواعد حاکم بر قراردادهای هوشمند در فقه امامیه و حقوق موضوعه
- بررسی فقهی پول مجازی
- قانونگذاری بلاکچین در ایران، چین و انگلستان
- کاربرد فرایند توصیه اجتماعی در تأمین مالی جمعی اسلامی (ارایه مدلی براساس فناوری بلاکچین)
- توازن و رویکردهای عدالت؛ کنکاشی در رویکرد شهید صدر و شهید مطهری به توازن
- تبیین خط مشی گذاری توسعه ی صادرات بنگاه های کوچک و متوسط با استفاده از راهبرد نظریه پردازی داده بنیاد
- سهم عدالت در تفسیر قانون
- مشروعیت درآمدزایی «ریسک و مخاطره» در بازارهای مالی از دیدگاه فقه امامیه
- میان کنش قاعده لاضرر و حریم خصوصی خانواده
- مدیریت اخلاق سازمانی
- بررسی رابطه بین حد نوسانات قیمت و عدم تقارن اطلاعاتی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران
- اثر عقد معلق پیش از تحقق معلق علیه

## عناوین مشابه

- مرور نظام مند و فراتحلیل پژوهش های ایرانی در قلمرو مطالعات اجتماعی علم و فناوری
- آزمایشگاه زنده، محیطی برای نوآوری های مشترک: یک مرور نظام مند
- موانع و تسهیل کننده های بهره مندی از خدمات سلامت سرپایی در سالمندان: یک مرور نظام مند
- چالش های اخلاقی در مراقبت از بیماری های نوپدید: یک مرور نظام مند
- بررسی تاثیر کلاس های آمادگی برای زایمان در توانمندی مادران باردار: یک مرور نظام مند
- کاربرد الگوها و تئوری های آموزش و ارتقاء سلامت در مداخلات فعالیت جسمانی برای زنان: یک مرور نظام مند
- نقش آموزش بهداشت در کاهش عوامل خطر بیماری های قلبی - عروقی: یک مرور نظام مند
- چالش های پیش رو نظام آموزشی در دوران پسا کرونا (یک مرور نظام مند)
- بررسی ابعاد اجتماعی معلولیت، یک مرور نظام مند
- مرور نظام مند پژوهش های مربوط به حمایت اجتماعی از والد/ والدین کودکان دارای معلولیت

## گستره فناوری بلاکچین: یک مطالعه فراترکیب از کاربردها، مزایا، چالش‌ها و فناوری‌های مرتبط<sup>۱</sup>

اصغر محمدی فاتح

استادیار، گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و علوم نظامی، دانشگاه امام علی (ع)، تهران، ایران (نویسنده مسئول).  
amohammadi1360@yahoo.com

علی اصغر سالارنژاد

دکتری مدیریت فناوری اطلاعات، گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و علوم نظامی، دانشگاه امام علی (ع)، تهران، ایران.  
alisalarnejad@gmail.com

### چکیده

**هدف:** بلاکچین در ابتدای ظهور مکانیزمی برای ارائه رمز ارز بیت کوین بود، ولی به زودی از هدف اولیه خود فاصله گرفت و اکنون صنایع گوناگونی را درنور دیده است. هدف پژوهش حاضر شناسایی کاربردها، مزایا، چالش‌ها و فناوری‌های مرتبط با بلاکچین است.

**روش:** این تحقیق از نوع مرور نظام‌مند است. ابتدا ۳۹۵ منبع شناسایی شد و سپس در چهار مرحله و با حذف منابع غیر مرتبط، تعداد ۹۰ منبع معتبر بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۱ تحلیل شده و محورهای مرتبط با بلاکچین استخراج گردید.

**نتایج:** حوزه‌های کاربرد بلاکچین در ۲۶ محور طبقه‌بندی شد که بیشترین فراوانی به ترتیب در حوزه قرارداد هوشمند، مدیریت زنجیره تأمین، بهداشت و سلامت، مالی، الزامات قانونی حاکمیت و دولت، انرژی، آموزش، شهر هوشمند، رمز ارزها، حمل و نقل عمومی و کشاورزی بوده است. همچنین فناوری‌های مرتبط با بلاکچین به ترتیب فراوانی شامل اینترنت اشیا، رایانش ابری، هوش مصنوعی و کلان داده است. مزایای بلاکچین در ۲۳ محور شناسایی شد که ایجاد شفافیت، محافظت از حریم خصوصی، ایجاد اعتماد، تغییرناپذیری، عدم تمرکزگرایی، صرفه‌جویی در هزینه، بیشترین فراوانی را دارند. همچنین چالش‌های استفاده از بلاکچین در ۱۸ مورد شناسایی شد که مقیاس‌پذیری، مصرف انرژی، فقدان مقررات و پیچیدگی در این عرصه بیشترین فراوانی را دارند.

**نتیجه‌گیری:** بلاکچین اصلی‌ترین فناوری صنعت ۴،۰ است. یافته‌ها نشان داد که بلاکچین یک فناوری چند بعدی، پیچیده و پرکاربرد است. مساعدت نظری پژوهش حاضر، کمک به شناخت جامع از گستره و حیطه بلاکچین است.

**کلیدواژه‌ها:** فناوری بلاکچین، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا.

۱. **استاد به این مقاله:** محمدی فاتح، اصغر؛ سالارنژاد، علی‌اصغر (۱۴۰۱). گستره فناوری بلاکچین: یک مطالعه فراترکیب از کاربردها، مزایا، چالش‌ها و فناوری‌های مرتبط. *علوم و فنون مدیریت/اطلاعات*، ۸(۱): ۳۴۵-۳۰۰. DOI: 10.22091/stim.2021.6534.1518

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۱؛ تاریخ اصلاح: ۱۳۹۹/۱۲/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۹

ناشر: دانشگاه قم

## ۱. مقدمه

فناوری بلاکچین یک دفتر کل توزیع شده است که بدون دخالت یک سیستم مرکزی (مثلاً دولت) به انجام تراکنش شخص به شخص به طور مستقیم، امن و با هزینه بسیار پایین می‌پردازد. این فناوری با ویژگی‌های بی‌نامی، پایایی، غیرمتمرکز و قابلیت ممیزی، ظرفیت شکل‌دهی مجدد تمامی جنبه‌های کاری و زندگی اجتماعی را دارد (بوکل، نوزوم و ویسبرود<sup>۱</sup>، ۲۰۲۱). در دو سال گذشته، حدود ۵۰ کمپانی بزرگ دنیا عملاً از اکوسیستم بلاکچین برای مبادلات مالی استفاده کردند که در بین آنها اپل، ای بی ام، ICBC، کمپانی موگان JP، به چشم می‌خورد. این شرکت‌ها توانستند فناوری بلاکچین را به خصوص پس از نهضت بیتکوین<sup>۲</sup> با فناوری‌های موجود خود ترکیب کنند. این فناوری در بازار رمزارزها، به کاربر کمک می‌کند تا در کسری از زمان و با کم‌ترین هزینه، پول خود را در مقیاس جهانی جابجا کند (جو، نیشیکاوا و دانداپانی<sup>۳</sup>، ۲۰۱۹). محرک اصلی استفاده از فناوری بلاکچین در حوزه مالی، حل مسئله هزینه دوبرابری<sup>۴</sup> است. این فناوری از طریق رمزنگاری و دفتر کل توزیع شده و با فراهم کردن کلید عمومی و خصوصی می‌تواند هزینه‌ها را کم کند. استارت‌آپ‌ها در دو سال گذشته به دنبال جایگزین کردن بخش عظیمی از بلاکچین به جای پایگاه‌های اطلاعاتی سنتی و نهادهای دولتی بوده‌اند.

جوشش فکری و چرخش علمی پیچیده به سمت بلاکچین باعث شد که امروزه هزاران کاربرد از این فناوری در تمامی حوزه‌ها متصور باشد. خدمات دولتی، همکاری‌های انسانی و قراردادهای حوزه‌هایی هستند که شرکت‌ها به دنبال یافتن ایده جهت اجرای طرح‌های خود از طریق استراتژی‌های هوشمند (دقیق، قابل سنجش، دست‌یافتنی، واقع‌گرا و به موقع) می‌باشند. برای مثال بلاکچین می‌تواند به تیم‌سازی در سازمان کمک کرده و سازمان و جامعه را به سمت دموکراسی واقعی پیش ببرد.

نکته قابل ذکر، ظهور بلاکچین همراه و هم‌زمان با فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و رایانش ابری است. بلاکچین به همراه فناوری‌های پیشرفته هوش مصنوعی (یادگیری عمیق) می‌تواند در مبادله داده‌ها، تأمین امنیت و تحلیل آنها کمک کند. بلاکچین با کمک اینترنت

1. Bockel, Nuzum & Weissbrod
2. Bitcoin
3. Joo, Nishikawa & Dandapani
4. Double spending problem

اشیاء می‌تواند در جمع‌آوری داده‌های تراکنش‌ها در بین کاربران، پلتفرم‌های دیجیتال، و در بین خود کاربران و از طریق تراکنش‌های بین شرکتی موثر واقع شود. همچنین بلاکچین عملاً به عنوان عامل ذخیره‌ابری عمل کرده و بواسطه شبکه غیر متمرکز خود باعث امنیت مضاعف و مبادلات کم هزینه می‌شود. نهایتاً بلاکچین به کمک فناوری هوش مصنوعی می‌تواند به مدیریت داده‌ها، شناسایی اسناد، تصدیق تراکنش‌ها در بین عملگرها، پتانسیل‌های لازم را ایجاد کند (مارکوپولوس و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۲۰).

با تمام مزایایی که بلاکچین به همراه دارد، تعیین گستره کاربرد آن و چالش‌های مرتبط می‌تواند به شناخت جامعی از این فناوری کمک کند. محققان معتقدند که دانش ضمنی بلاکچین را می‌توان در سازمان ضبط و ذخیره کرد و با فرآیندهای تولید و خدمات، یکپارچه نمود. سازمان‌هایی که تمایل به استفاده از بلاکچین دارند، باید ظرفیت مدیریت ریسک دانش را در فرآیند کسب و کار خود بهبود دهند. چرا که ممکن است آنها در مقایسه با رقبا، دارایی‌های دانشی خود را از دست بدهند. فناوری بلاکچین به عنوان رادیکال‌ترین فناوری انقلاب صنعتی چهارم معرفی شده است که کشورها ناچار به تعیین دستور کار برای آن هستند. این فناوری با ارائه جایگزین‌هایی برای ذخیره‌سازی متمرکز و مدیریت داده‌ها، پتانسیل ایجاد دگرگونی (به صورت رادیکالی) در اکوسیستم‌های دیجیتال را دارد (زوچی و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۲۱؛ کازینو و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۸). به خصوص سازمان‌ها، مجبور هستند در چرخه مدیریت ریسک دانش<sup>۴</sup> بلاکچین مشتمل بر اکتساب دانش، انتقال دانش و یکپارچه‌سازی دانش، تأمل و تفکر کنند (ایلبیز<sup>۵</sup>، ۲۰۲۰). پژوهش حاضر به دنبال تحلیل جامعی از فناوری بلاکچین در تحقیقات گذشته است. به همین دلیل با کمک روش فراترکیب، حوزه‌های کاربرد، مزایا، چالش‌ها و فناوری‌های مرتبط شناسایی و طبقه‌بندی شده است. جمع‌آوری و ادغام مجموعه‌ای از یافته‌ها در عرصه بلاکچین، این امکان را می‌دهد تا ضمن تحلیل حوزه‌های مهمی که به آنها پرداخته شده، بتوان اجزا و عناصر این فناوری را دسته‌بندی کرد. بلاکچین به عنوان یکی از معدود فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم، مانند منشوری است که ابعاد مختلفی دارد و به شرط

1. Markopoulos
2. Zutshi & et al.
3. Casino & et al.
4. knowledge risk management
5. Ilbiz

استفاده توأمان در کنار سایر فناوری‌ها می‌تواند مفید واقع شود. در بحث چند بُعدی بودن این فناوری، یکی از محققان معتقد است که اگر بلاکچین با اینترنت اشیاء ترکیب شود، می‌تواند به کارایی زنجیره تأمین در صنعت غذایی کمک کند (دوآن و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۲۰). از این رو در این جمله چهار بُعد بلاکچین (مزیت، فناوری، نوع صنعت و نوع روش تاثیرگذاری) در کنار یکدیگر باعث یک اثر مفید خواهد شد.

پژوهش پیش‌رو، با هدف بررسی گستره موضوعات مرتبط با بلاکچین پس از معرفی مختصری از فناوری بلاکچین، اقدام به بررسی همه جانبه و جامع پیشینه مطالعات این حوزه با استفاده از روش فراترکیب نموده است. در روش فراترکیب، فرآیند پالایش و انتخاب مقالات به طور مختصر تشریح شده است. در ادامه یافته‌های تحقیق مشتمل بر حوزه‌های کاربرد بلاکچین، فناوری‌های مرتبط، مزایای استفاده از بلاکچین، به‌علاوه چالش‌های این فناوری ارائه گردیده و مدل منظومه‌ای ابعاد بلاکچین و تحلیل یافته‌های پژوهش تدوین گردیده است. بنابراین، اهداف تحقیق به شرح ذیل است:

- شناسایی و طبقه‌بندی حوزه‌های کاربرد بلاکچین.
- شناسایی و طبقه‌بندی مزایای استفاده از فناوری بلاکچین.
- شناسایی و طبقه‌بندی چالش‌های استفاده از بلاکچین.
- شناسایی و طبقه‌بندی فناوری‌های مرتبط با بلاکچین.

## ۲. مبانی نظری

قدرت محاسبات و توسعه رمزنگاری، همراه با کشف و استفاده از الگوریتم‌های جدید، موجب پدید آمدن مفهومی به نام دفتر کل توزیع شده گردیده است. دفتر کل توزیع شده، زیرساخت‌هایی راهبردی هستند که نهادهای کلان مانند نظام بانکی، بورس و اوراق بهادار، دفتر اسناد رسمی، زیرساخت‌های ارتباطی و ساختارهای صنایع مختلف را با توجه به اهداف، کارکردها و راهبردهای ایشان را دگرگون خواهد کرد. دفتر کل توزیع شده، پایگاه داده‌ای است که براساس الگوریتم‌های تفاهم و معماری داده مورد قبول مشارکت‌کنندگان شبکه، نگهداری و به‌روزرسانی می‌شود. فناوری بلاکچین یکی از مصادیق اصلی تحقق مدل‌های غیر متمرکز است

(منظور و نوروز، ۱۳۹۸).

بلاکچین با تاکید بر الگوی اینترنت اشیاء، همکاری الکترونیکی، هوش مصنوعی، تنش فناوریانه و نیمه تاریک نوآوری‌های دیجیتال، به عنوان جدیدترین فناوری، شناخته شده است. این فناوری زهر خود را در تمامی صنایع ریخته و فرصت پرهیاهویی برای ایجاد اعتماد در فرآیندهای کسب و کار ایجاد نموده است (جوواد و ساد، ۲۰۱۹).

از نظر حق دسترسی به مشارکت کنندگان شبکه، انواعی از بلاکچین وجود دارد (مجاز عمومی، غیر مجاز عمومی، کنسرسیوم و مجاز خصوصی). از آنجایی که نوع مجوز و حق دسترسی و تغییر اطلاعات در بلاکچین، تعیین کننده درجه مرکزیت و شفافیت است، تعیین نوع بلاکچین مورد استفاده در کاربردهای متفاوت از ضروریات می باشد. به عنوان مثال یک بلاکچین عمومی برای ذخیره داده‌های حساس یک شرکت مناسب نیست؛ یا یک بلاکچین کنسرسیوم برای موضوعات مربوط با عموم تناسب ندارد.

صرف نظر از نوع بلاکچین، کاربرد آن در حوزه‌های گوناگون در پنج سال گذشته به صورت نمایی رشد کرده و شرکت‌ها، سرمایه‌گذاری در اجرایی کردن آن را در دستور کار خود قرار داده‌اند. نتایج حاصل از استفاده از یک روش تحقیق سه مرحله‌ای نشان داد که این فناوری با توجه به تعداد آثار علمی منتشر شده در چند سال اخیر، به شدت در حال رشد است. با این حال، هنوز در مرحله طفولیت قرار دارد (میرابلی و سولینا<sup>۲</sup>، ۲۰۲۰). در اکتبر ۲۰۱۹ مقامات چین تصمیم گرفتند که فرصت‌های نهفته در بلاکچین را شکار کنند، لذا، از سال ۲۰۱۹ موجی از تحقیقات در این کشور آغاز شده است.

پیمایش جهانی موسسه دلویت<sup>۳</sup> (۲۰۲۰) نشان می‌دهد که افسانه‌ها در خصوص بلاکچین، به واقعیت تبدیل شده است و در سال ۲۰۲۰ بلاکچین با قدرت وارد سازمان‌ها شد و در بخش‌های مختلف صنعتی به یک تفکر استراتژیک تبدیل شده است. براساس این مطالعه، بیشترین سرمایه‌گذاری در بُعد فناوری و رسانه‌های مرتبط با بلاکچین بوده است. در سال ۲۰۲۰، حدود ۴۹ درصد سرمایه‌گذاری شرکت‌های جهان در بخش رسانه‌ای و فناوری بلاکچین بوده که نسبت

به سال ۲۰۱۹ چهار درصد افزایش داشته است. دومین رتبه سرمایه‌گذاری به بخش انرژی و تولید اختصاص دارد (۴۳ درصد). همچنین در حوزه بهداشت و سلامت (۴۱ درصد)، مالی (۳۸ درصد)، محصولات و سازه‌های صنعتی (۳۳ درصد) و خدمات حرفه‌ای (۳۳ درصد) سرمایه‌گذاری شده است.

از مهم‌ترین کاربردهای بلاکچین می‌توان به مدیریت زنجیره تأمین، نسل جدید پول‌ها، تسویه بین بانکی، پرداخت‌های همتا به همتا، انتقال مالکیت سهام، الگوهای نوین تأمین مالی، تأمین انرژی، حسابداری، حفاظت از مالکیت معنوی و... اشاره کرد. در پیمایش دلویت<sup>۱</sup> در سال ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹، اهمیت استراتژیک بلاکچین از ۴۳ درصد به ۵۳ درصد افزایش یافته است. در این مطالعه، پاسخگویان فناوری بلاکچین را به عنوان یکی از پنج اولویت استراتژیک دانسته‌اند.

### ۳. روش پژوهش

این تحقیق با استفاده از روش فراترکیب به مرور نظام‌مند ادبیات بلاکچین پرداخته است. مرور نظام‌مند روشی برای شناسایی، ارزیابی و تفسیر تحقیقات گذشته مربوط به یک سوال تحقیق، حوزه موضوعی، یا پدیده مورد علاقه است (آگبو و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹؛ آلی و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۲۰). این بررسی‌ها فرصتی را برای برگشت به عقب و مرور خرد جمعی مستتر در مجموعه‌ای از ادبیات اغلب التقاطی با استفاده از نمونه‌ها، روش‌ها و نظریه‌های مختلف فراهم می‌کنند (حنفی‌زاده و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۳). برای تسلط کامل بر تمامی ابعاد یک شاخه علمی، روش‌شناسی‌های جدیدی مانند فرامطالعه (فراروش، فراتحلیل و فراترکیب) پیشنهاد شده است. فرامطالعه به منظور بررسی و ترکیب و آسیب‌شناسی پژوهش‌های قبلی و تحلیل آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد. فراتحلیل نوعی روش کمی است که بر داده‌های کمی ادبیات موضوع و رویکردهای آماری تکیه دارد. در حالی که فراترکیب بر مطالعات کیفی متمرکز است. فراترکیب کیفی، نوعی مطالعه کیفی بوده که از اطلاعات و یافته‌های استخراج شده از مطالعات دیگر استفاده می‌کند. با توجه به گستردگی کاربردهای

1. Deloitte
2. Agbo
3. Ali
4. Hanafizadeh



بلاکچین در سطوح مختلف (فردی، سازمانی، شهری، کشوری و جهانی) و همچنین بهره‌گیری اکثر مقاله‌های موجود از روش‌های کیفی، فراترکیب به عنوان یک روش مناسب برای درک کامل از بلاکچین در دستور کار قرار گرفت.

به منظور اجرای فراترکیب بر مقاله‌های منتخب، روش‌های مختلفی وجود دارد که در این پژوهش از روش هفت مرحله‌ای سند لوسکی و باروسو<sup>۱</sup> (۲۰۰۷) استفاده شده است. در اولین گام از این روش، پس از شناسایی و تعیین موضوع (بلاکچین)، سوالات پژوهش مشخص شد و سپس مرور نظام‌مند ادبیات آغاز گردید. مقالات یافت شده از نظر عنوان، چکیده و متن بررسی شد و مقالات و گزارش‌های غیر مرتبط حذف گردیدند. به عنوان مثال در تعدادی از مقالات، هویت نویسنده (دانشگاه و کشور) مشخص نبود و تعداد زیادی از مقالات مربوط به سال ۲۰۱۴ و قبل از آن بودند. با توجه به اینکه پژوهش‌های بلاکچین در سه سال گذشته، شتاب گرفته و در جدیدترین مطالعات، تعامل بلاکچین با سایر فناوری‌ها (اینترنت اشیاء، رایانش ابری و کلان داده) بررسی شده است، بنابراین، می‌توان گفت که مقالات قبل از ۲۰۱۴ تکراری بوده و ارتباط بین فناوری‌های چهارگانه را بررسی نکرده‌اند. هرچند کاربرد مالی بلاکچین از سال ۲۰۱۵ آغاز شد، اما کاربردهای متنوع آن عملاً از سال ۲۰۱۹ آغاز شده است (جمیل و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۲۰).

به طور کلی بر اساس روش سندولوسکی، به منظور تفکیک بین مفاهیم مختلف در ادبیات بلاکچین، مرور دقیق چکیده مقالات منتخب در دستور کار قرار گرفت تا طبقات مناسب شناسایی شوند. پس از مرور عنوان و چکیده مقالات، لیستی از ۹۰ منبع کامل و جامع تهیه شد و متن این مقالات به عنوان یک داده برای پاسخگویی به سؤال تحقیق در نظر گرفته شد. بنابراین، اطلاعات موجود در ۹۰ مقاله، استخراج شد و پس از تجزیه و تحلیل و ترکیب، در چهار محور (کاربردهای بلاکچین، مزایای بلاکچین، چالش‌ها و پیش‌شرط‌های استفاده از بلاکچین، فناوری‌های مرتبط با بلاکچین) طبقه‌بندی شد. در جدول شماره ۱، شرایط انتخاب منابع و پایگاه‌های اطلاعاتی مرتبط با منابع ارائه شده است.

جدول ۱- نحوه انتخاب مقالات پژوهشی

تعداد مقالات	کلیدواژه‌های جستجو شده	معیارهای حذف مقالات شناسایی شده	معیار شناسایی مقالات	پایگاه‌های اطلاعاتی
۹۰	Blockchain application Blockchain Challenge Blockchain Benefits Blockchain advantages Blockchain/ technology Blockchain/ big data Blockchain/IOT Blockchain/ cloud computing Blockchain/ AI Blockchain and government Blockchain and governance Blockchain systematic review	عدم دسترسی به متن مقالات، مقالات قبل از ۲۰۱۸، مقالات ضعیف مجله‌های آسیایی، مقالاتی که هویت نویسنده آن مشخص نبود، گزارش‌های موسسات غیر معتبر، مقالاتی که عنوان آن با متن تناسب کافی نداشت، مقالات کمتر از ۱۰ صفحه	عنوان مقاله، چکیده مقاله، واژگان کلیدی، محتوای مقاله	امرالده <sup>۱</sup> پروکوئیست <sup>۲</sup> الزویر <sup>۳</sup> ریسرچ گیت <sup>۴</sup> آکادمیا <sup>۵</sup> اسپرینگر <sup>۶</sup> ساینس دایرکت <sup>۷</sup> اپلاید ساینس <sup>۸</sup> ای ای ای <sup>۹</sup> گوگل اسکالار <sup>۱۰</sup>

## ۳-۱. فرایند پالایش و انتخاب مقالات

تمامی مقالات این تحقیق از پایگاه‌های PubMed، Google Scholar، ACM، ScienceDirect، IEE، Emerald، Elsevier، Applied sciences و researchgate از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۱ شناسایی و جمع‌آوری شد. براساس مرور مقالات، مشخص است که در سال‌های آغازین ظهور بلاکچین، عمدتاً چارچوب‌ها بررسی شده است. در سال‌های ۲۰۱۸ تا اوایل ۲۰۱۹ عمدتاً چگونگی الگوسازی این فناوری و پیش شرط‌های آن بررسی شده است. اما پس از بازآفرینی این فناوری در اواخر ۲۰۱۹ و تشخیص کاربردهای فراتر از حوزه مالی، موجی از تحقیقات با عناوین اجرا و

1. Emerald
2. ProQuest
3. Elsevier
4. ResearchGate
5. Academia
6. Springer
7. ScienceDirect
8. Applied Sciences
9. IIEEE
10. Google Scholar

پایاده‌سازی به چشم می‌خورد. میر و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۰) مراحل پالایش را به شرح زیر معرفی کرده‌اند که در تحقیق حاضر نیز از این مراحل پیروی شده است:

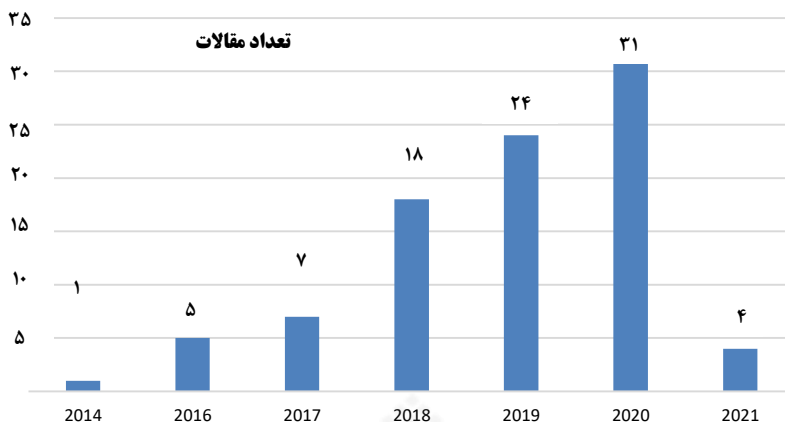
۱. پالایش اصطلاحی مقالاتی که حداقل شش صفحه دارند و به زبان انگلیسی نوشته شده‌اند،
۲. پالایش مقاله‌هایی که در مجلات یا کنفرانس‌ها منتشر شده‌اند،
۳. حذف نظرسنجی،
۴. حذف ناخالصی،
۵. فیلتر با عنوان و چکیده،
۶. حذف برخی نسخه‌های تکراری،
۷. فیلتر با متن کامل.

براساس جستجوی انجام شده در پایگاه‌های مذکور، تعداد ۲۹۵ منبع (۲۹۰ مقاله و ۵ گزارش) به عنوان پایگاه داده جهت بررسی، گردآوری شد. تعداد ۶۰ مقاله به دلیل منطبق نبودن عنوان با موضوع پژوهش، رد شد، سپس چکیده ۲۳۵ مقاله با دقت مطالعه گردید. در این مرحله تعداد ۱۱۰ مقاله به دلیل منطبق نبودن چکیده با ابعاد بلاکچین، رد شدند. نهایتاً تعداد ۱۲۵ مقاله کامل جهت تحلیل گلچین شد. با مرور دقیق متون یاد شده، ۹۰ مقاله نهایی برای تحلیل انتخاب شد که فراوانی آنها براساس سال انتشار در نمودار شماره ۱ نشان داده شده است. با توجه به اینکه هدف از بررسی بلاکچین، کمک به استفاده عملی از آن است؛ علاوه بر مقالات، گزارش‌های عملی مؤسسه او ای سی دی<sup>۲</sup> (۲۰۲۰) و دلویت<sup>۳</sup> (۲۰۱۹-۲۰۲۰)، کنسول جهانی کسب و کار بلاکچین<sup>۴</sup> (۲۰۲۰) و شبکه نوآوری هلند<sup>۵</sup> (۲۰۲۰) نیز مرور شده است. مؤسسه دلویت در معرفی بلاکچین از واژه‌هایی مانند شگفت‌انگیز، فوق تصور و فرصت یاد کرده است. در نمودار شماره ۱، توزیع مقالات برحسب سال نشان داده شده است.

براساس این نمودار، تحقیقات بلاکچین از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۰ صعودی است. همچنین

1. Mayer & et al.
2. OECD
3. Deloitte
4. Global Blockchain Business Council
5. Netherlands Innovation Network

بیشترین مقالات استفاده شده در این تحقیق مربوط به سال ۲۰۲۰ می باشد.



نمودار ۱- توزیع مقالات برحسب سال

### ۳-۲. توزیع مقالات برحسب مجله

همان طور که در جدول شماره ۲ دیده می شود، مجله های مختلفی به مبحث بلاکچین پرداخته اند.

این تنوع نشان می دهد که مطالعات بلاکچین کاملاً بین رشته ای است. براساس مرور مقالات، حدود ۳۰ درصد مجله ها به حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات اختصاص دارد (تعداد ۲۷ مقاله). شش مقاله مرور شده در مجله های مالی چاپ شده است. همچنین سومین رتبه به طور مشترک به حوزه بهداشت، دولت، جامعه و مهندسی تعلق دارد. مجله های مدیریت تولید و زنجیره تأمین، در رتبه چهارم این تحقیق قرار می گیرند. همچنین دو مقاله در مجله انرژی و دو مقاله هم در مجله های جدیدی همانند پیشگامان بلاکچین<sup>۱</sup> و پروژه اتریوم<sup>۲</sup> چاپ شده است. نهایتاً تعداد ۱۱ مقاله مرور شده به مجله هایی مانند افق، پایداری، تقارن، علوم پایه و مطالعات محیطی تعلق دارد (جدول ۲).

1. Frontiers in Blockchain
2. Ethereum project

جدول ۲- توزیع مقالات برحسب مجله

نام مجله	حوزه مجله	تعداد مقالات
(Frontiers in Blockchain (4)) - (Ethereum project yellow paper) - (Blockchain Policy Series) - (Blockchain Research and Applications)	بلاکچین	۷
(Energy Policy) - (Renewable and Sustainable Energy Reviews) - (Int J Adv Sci Eng Inf Technol) - (Applied Energy)	انرژی	۴
(Sustainable Production and Consumption) - (Production Planning and Control) - (Int. J. Prod. Res) - (Procedia Manufacturing)	مدیریت تولید	۴
(Supply Chain Management (2)) - (International Journal OF Supply Chain Management) - (British Food Journal)	زنجیره تامین	۴
(Journal of Cyber Policy) - (Innovations Technology, Governance, Globalization) - (Journal of Economic and Administrative Sciences) - (MIT Sloan Manag Rev - Sustainable Cities and Society) - (law and Governance) - (Technology in Society)	دولت و جامعه	۷
(Global Health) - (Health Informatics Journal) - (Healthcare) - (J. Am. Med. Inform. Assoc) - (Int. J. Environ. Res.) - (Public Health)	بهداشت و سلامت	۶
(Advanced Engineering Informatics) - (Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering) - (Arabian journal for science and engineering) - (Procedia Engineering) - (Frontiers of Engineering Management)	مهندسی	۵
(Financial Innovation (4)) - (Managerial Finance) - (Intell Syst Account Finance Manage) - (Finance and Economics Discussion Series) - (St. Louis Review)	مالی	۸
(Symmetry) - (arXiv) - (Sustainability (3)) - (Applied Sciences) - (Earth Environ. Sci) - (Research and Applications) - (IEEE Access (4)) - (Journal of Educational Research) - (Business Horizons)	سایر حوزه‌ها	۱۴
(Journal of Systems and Software) - (Journal of Internet Technology) - (Int. J.Web and Grid Services) - (Digital Communications and Networks) - (IACSA) - (ACM Comput. Surv) - (International Journal of Information Management) - (Journal of the Association for Information Systems) - (Telematics and Informatics (2)) - (Digital Communications and Networks) - (Future Internet) - (Journal of Enterprise Information Management) - (IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS) - (International Journal of Web Portals) - (Veh. Commun) - (Journal of Cybersecurity (2)) - (Future Generation Computer Systems) - (Smart Learn. Environ) - (IEEE Eur. Symp. Secur) - (IEEE Transactions on Emerging Topics in Computational Intelligence) - (Biznes Informatika Business Inform) - (Int J Adv Sci Eng Inf Technol) - (Springer Nature Switzerland (2)) - (Sensors) - (Business & Information Systems Engineering) - (J. Am. Med. Inform. Assoc) - (IEEE Transactions on Emerging...) - (Service Oriented Computing and Applications)	فناوری اطلاعات و اینترنت	۳۱

<http://stim.gom.ac.ir>

#### ۴. یافته‌های تحقیق

پس از مرور نظام‌مند ادبیات تحقیق مرتبط با بلاکچین، یافته‌ها در قالب چهار محور اصلی تحت عنوان حوزه‌های کاربرد بلاکچین، فناوری‌های مرتبط با بلاکچین، مزایای بلاکچین و

چالش‌های استفاده از بلاکچین طبقه‌بندی شده‌اند. در ادامه یافته‌های هر بخش با استناد به متن مقالات، به طور مختصر تشریح شده و در قالب جدول و نمودار مناسب (جدول‌های شماره ۳ الی ۶ و نمودارهای ۳ الی ۶)، به همراه فراوانی تعداد منابع هر حوزه ارائه شده است.

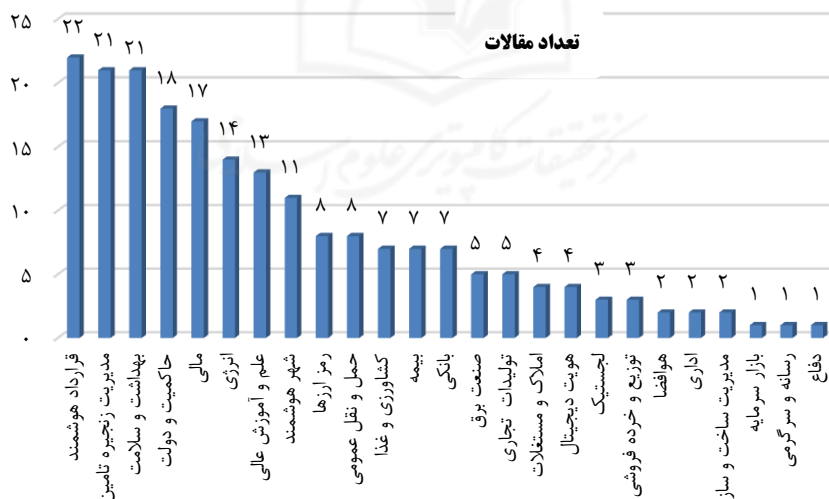
#### ۴-۱. حوزه‌های کاربرد بلاکچین

براساس یافته‌ها، حوزه‌های کاربرد بلاکچین در ۲۶ محور طبقه‌بندی شده است. در جدول شماره ۳ و نمودار شماره ۲، حوزه‌های کاربرد بلاکچین به تصویر کشیده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشترین کاربرد بلاکچین در حوزه قراردادهای هوشمند، زنجیره تأمین، بهداشت، حوزه مالی، دولتی، حوزه انرژی و آموزش است. همچنین کم‌ترین کاربرد مربوط به حوزه دفاعی می‌باشد. این بدان معنا است که حوزه دفاعی محافظه‌کار بوده و منتظر اعتباریابی بلاکچین توسط بخش تجاری است. سایر حوزه‌ها هم در نمودار دیده می‌شود. در ادامه یافته‌های این بخش تشریح شده است.

جدول ۳- کاربرهای بلاکچین (یافته‌های تحقیق)

منبع	تکرار	حوزه‌های کاربرد
[36]; [11]; [56]; [74]; [28]; [32]; [69]; [89]; [69]; [37]; [88]; [80]; [19]; [53]; [96]; [66]; [98]; [92]; [49]; [79]; [5]; [10]	۲۲	قرارداد هوشمند
[36]; [11]; [39]; [56]; [35]; [18]; [25]; [61]; [58]; [89]; [80]; [96]; [95]; [74]; [42]; [70]; [15]; [23]; [91]; [97]; [31]	۲۱	مدیریت زنجیره تأمین
[36]; [39]; [62]; [53]; [21]; [31]; [32]; [64]; [99]; [37]; [80]; [16]; [52]; [33]; [43]; [80]; [44]; [15]; [4]; [97]; [21]	۲۱	بهداشت و سلامت
[36]; [11]; [60]; [18]; [7]; [25]; [61]; [22]; [70]; [23]; [68]; [89]; [88]; [53]; [62]; [97]; [102]; [10]	۱۸	حاکمیت و دولت
[36]; [76]; [81]; [78]; [35]; [7]; [25]; [61]; [13]; [32]; [89]; [98]; [80]; [45]; [62]; [79]; [5]	۱۷	مالی
[36]; [28]; [23]; [10]; [7]; [60]; [35]; [23]; [89]; [69]; [80]; [98]; [59]; [4]	۱۴	انرژی
[7]; [69]; [80]; [98]; [45]; [97]; [36]; [7]; [62]; [89]; [15]; [8]	۱۴	علم و آموزش عالی
[10]; [81]; [62]; [21]; [35]; [88]; [80]; [63]; [6]; [78]; [21]	۱۱	شهر هوشمند
[36]; [38]; [10]; [78]; [68]; [89]; [28]; [70]	۸	رمز ارزها
[36]; [62]; [21]; [25]; [32]; [80]; [91]; [27]	۸	حمل و نقل عمومی
[10]; [81]; [60]; [32]; [68]; [74]; [23]	۷	کشاورزی و غذا
[36]; [35]; [39]; [68]; [69]; [80]; [70]	۷	بیمه

منبع	تکرار	حوزه‌های کاربرد
[36]; [10]; [35]; [32]; [28]; [62]; [97]	۷	بانکی
[36]; [10]; [23]; [21]; [7]	۵	صنعت برق
[10]; [62]; [45]; [15]; [63]	۵	تولیدات تجاری
[10]; [81]; [69]; [98]	۴	املاک و مستغلات
[90]; [32]; [68]; [5]	۴	هویت دیجیتال
[10]; [25]; [60]; [42]	۳	لجستیک
[36]; [10]; [19]	۳	توزیع و خرده‌فروشی
[36]; [6]	۲	هوافضا
[13]; [32]; [89]	۲	اداری
[87]; [91]	۲	مدیریت ساخت و ساز
[52]	۱	بازار سرمایه
[80]	۱	رسانه و سرگرمی
[97]	۱	دفاع



نمودار ۲- فراوانی حوزه‌های کاربرد بلاکچین از نظر تعداد مقالات

براساس یافته‌های تحقیق، اصلی‌ترین محور در خصوص مطالعات بلاکچین به حوزه قراردادهای هوشمند تعلق دارد و در بین ۹۰ مقاله مرور شده، تعداد ۲۲ مقاله به قراردادهای هوشمند پرداخته‌اند. قرارداد جایی است که توافقات به جای دعاوی قضایی، از طریق پروتکل اجرا

می‌شود. قرارداد هوشمند امکان ایجاد تراکنش‌های معتبر بدون واسطه را فراهم می‌کند. این تراکنش‌ها قابل پیگیری و غیرقابل برگشت هستند. قرارداد هوشمند می‌تواند بدون نیاز به فرد یا نهادی اجرا و اعمال شود. از این‌رو می‌تواند امنیت بیشتر و هزینه کم‌تری داشته باشد. وقتی موضوع پاسخ‌گویی و حساب‌پس‌دهی مطرح شود، قراردادهای هوشمند می‌توانند ویژگی‌های فناوری بلاکچین را به سطح بالاتری برسانند. یکی از اصلی‌ترین کاربردهای قرارداد هوشمند، در سرمایه‌گذاری جمعی است. یک پلتفرم سرمایه‌گذاری مشترک هنگامی مورد استفاده قرار می‌گیرد که گروهی از افراد در پروژه مشترک خود نیازمند تأمین پول از سرمایه‌گذاران چندگانه هستند. در کلیه مقالات مرور شده، یک قرارداد هوشمند، گزینه‌ای امن و دقیق برای واسطه‌های مالی شناخته شده است. در برخی مقالات مرور شده، پروژه‌های مبتنی بر قرارداد هوشمند در زمینه‌های املاک و مستغلات، خدمات مالی، بازارهای پیش‌بینی، حریم خصوصی و هویت، بیمه، سرگرمی و زیرساخت‌ها اجرا شده است (کومینگ<sup>۱</sup>، ۲۰۱۶).

براساس یافته‌های تحقیق، شرکت آی. بی. ام.<sup>۲</sup> و برخی شرکت‌های ایتالیایی از این کاربرد بلاکچین استفاده می‌کنند. قراردادهای هوشمند در قالب اتریوم به عنوان بخشی از راه‌حل بلاکچین شرکت آی. بی. ام است. با فناوری بلاکچین، موضوع مشروعیت قراردادها و اسناد با ذخیره‌سازی و تأمین امنیت برطرف می‌شود. براساس مرور مقالات، یکی از کاربردهای موفق قرارداد هوشمند، در بین ذی‌نفعان چندگانه، حوزه انرژی است. توسعه یک بلاکچین با فناوری قرارداد هوشمند، مطلوبیت در حوزه انرژی را افزایش داده و باعث بهینه‌سازی هوشمند در این بخش شده است (جو و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۹؛ لوین و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۲۰). کول و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۹) در پژوهشی به کاربرد قرارداد هوشمند در سازمان‌های خیریه اشاره کرده‌اند. بزرگ‌ترین دغدغه مردم این است که آیا صدقه به دست فرد واقعی می‌رسد یا خیر؟ این سازمان‌ها از طریق قراردادهای هوشمند و سیستم مدیریت شهرت آنلاین، می‌توانند اعتماد لازم را بوجود آورند.

براساس یافته‌های تحقیق، دومین محور از مطالعات بلاکچین، مربوط به مدیریت زنجیره تأمین

1. Cummings
2. IBM
3. Joo & et al.
4. Leeuwen & et al.
5. Cole & et al.



بوده که تعداد ۲۱ منبع به این حوزه پرداخته است. در اکثر مقالات، به نقش موثر بلاکچین در ارتقای زنجیره تأمین اشاره شده است. بلاکچین در حوزه زنجیره تأمین، می‌تواند وضعیت کالاها و مبدأ و مقصد آنها را برای تأمین‌کنندگان و مشتریان مشخص کند. امروزه با ظهور بلاکچین، وضعیت زنجیره تأمین در برخی حوزه‌ها مانند انرژی الکتریکی متحول شده است. به عبارت دیگر، بلاکچین با توانمندسازی مصرف‌کنندگان و دادن حق انتخاب به آنها، ساختار حاکمیتی بالا به پایین در حوزه برق را به چالش کشیده است. بنابراین، تمامی مراحل زنجیره تأمین، در اختیار حاکمیت نیست (دیستلمر<sup>۱</sup>، ۲۰۱۹). موضوع ردیابی محموله‌ها در زنجیره تأمین بسیاری از صنایع، به عنوان یک مساله مهم تلقی می‌شود. شرکت فدکس<sup>۲</sup> در ردیابی کالاهای با ارزش خود، از بلاکچین استفاده می‌کند و والمارت<sup>۳</sup> هم اقدام مشابهی را در ردیابی میوه‌جات و سبزیجات خود انجام می‌دهد. کاربرد بلاکچین در عرصه زنجیره تأمین، شامل ارتقای امنیت تولید، ارتقای مدیریت کیفیت، کاهش اقدامات جعلی غیر قانونی، کنترل دقیق موجودی و مدیریت آن، کاستن از واسطه‌ها، توسعه و طراحی محصول جدید، و کاهش هزینه تراکنش‌ها بوده است (کول، استونستون و ایتکن<sup>۴</sup>، ۲۰۱۹).

براساس یافته‌های تحقیق، بزرگ‌ترین صنعتی که دارای زنجیره تأمین جهانی است، صنعت پزشکی و سلامت می‌باشد. در اکثر مقالات مرور شده، مثالی از حوزه بهداشت و سلامت ارائه شده است. براساس یافته‌ها، بلاکچین‌ها می‌توانند به مبارزه با شیوع داروهای تقلبی کمک کنند. این فناوری برای جلوگیری از کلاهبرداری دارویی، می‌تواند به تشخیص محصولات تقلبی در داروخانه‌هایی که مجهز به نرم‌افزار ارتباط هوشمند هستند، کمک کند. در واقع، بلاکچین یک تصویر منحصر به فرد از تمام تراکنش‌های انجام شده در زنجیره‌های تأمین پیچیده محصولات پزشکی ارائه می‌دهد (سقاف و سیدلر<sup>۵</sup>، ۲۰۱۸).

بخش بهداشت و سلامت به عنوان سومین محوری بوده که بلاکچین را در اختیار گرفته است (۲۱ مقاله). براساس یافته‌ها، در سال ۲۰۱۸ تعداد ۱۱ نشریه با موضوع بلاکچین در بهداشت و

1. Diestelmeier
2. FedEx
3. Walmart
4. Cole, Stevenson & Aitken
5. SAQAF & SEIDLER

درمان منتشر شده است. این در حالی است که در سال ۲۰۱۵، تعداد دو مقاله و در سال ۲۰۱۸ تعداد ۱۶ مقاله منتشر شده است. بنابراین، یافته‌ها نشان می‌دهد که استفاده از بلاکچین در بخش بهداشت در حال افزایش بوده و هیچ نشانه‌ای از کاهش آن وجود ندارد. همچنین تحقیقات مربوط به اجرای بلاکچین در حوزه بهداشت و سلامت از سال ۲۰۱۹ کلید خورده است و به نقش این فناوری در ایجاد تحول در زنجیره تأمین بهداشت اشاره شده است. بلاکچین در بخش بهداشت، برای ردیابی بیماران پس از ترخیص از بیمارستان مورد استفاده قرار می‌گیرد و سوابق پزشکی الکترونیکی در بلاکچین برای افزایش احراز هویت، رازداری و به اشتراک‌گذاری داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بلاکچین با ویژگی‌های غیر قابل تغییر، پایدار و قابل اعتماد بالا می‌تواند با به اشتراک گذاشتن اطلاعات بهداشتی در اکوسیستم‌های ابری، با چالش‌های موجود مقابله کند (چین و همکاران، ۲۰۱۹). به طور خاص، قراردادهای هوشمند می‌تواند کنترل و احراز هویت هر ورودی در بلاکچین را به صورت خودکار انجام دهد و از امنیت تراکنش‌های بهداشتی اطمینان حاصل کند. به طور کلی، بلاکچین همکاری بین بیماران و سازمان‌های بهداشتی را ارتقاء داده و حفظ حریم خصوصی و امنیت بالای داده‌های بیمار را تضمین خواهد کرد. براساس یافته‌های تحقیق، بلاکچین به پزشک جهت دسترسی امن و آسان به سوابق بیمار کمک می‌کند. همچنین سوابق بیمار را می‌توان در هزاران سیستم مختلف ایجاد و ذخیره کرد و با مسافرت بیمار، امکان بازیابی کامل از تولد تا مرگ وجود دارد. بلاکچین، پتانسیل لازم را برای انقلابی کردن حوزه سلامت از طریق فناوری اینترنت اشیا و کلان داده را دارد (مار<sup>۱</sup>، ۲۰۱۹؛ آدلک<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹؛ خزر و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۹).

چهارمین طبقه پژوهش حاضر به نقش دولت و حاکمیت در عرصه بلاکچین پرداخته‌اند و در این راستا تعداد ۱۸ مقاله مرور شده است. اهمیت حاکمیت در این عرصه در هدایت منابع مختلف و توسعه کاربرد این فناوری در تمامی مقالات مشهود بوده است. دولت‌ها هنوز در اجرای کامل بلاکچین مردد هستند، با این وجود در حال تحقیق در این عرصه می‌باشند. از جمله حوزه‌های ورود دولت‌ها به حوزه بلاکچین، عرصه انرژی و به خصوص صنعت برق است.

1. Marr
2. Adeleke
3. Khezr & et al.

کشورهایی مانند هلند به دنبال پیاده‌سازی کامل بلاکچین در صنعت برق مصرفی هستند. براساس یافته‌های تحقیق، بلاکچین به کاهش کاغذبازی، بوروکراسی و فساد در دولت کمک می‌کند. امنیت، ایجاد کارایی و شفافیت در کارویژه‌های دولتی از دیگر مزایای بلاکچین است. همچنین دولت‌ها در دسترسی به سوابق دارایی‌ها، ثبت ازدواج‌ها، تولدها و مرگ‌ومیرها، ارائه سوبسید و دسترسی به اطلاعات مجبور هستند داده‌ها را در بخش‌های مختلف ادارات دولتی نگهداری نمایند، این امر پیچ و خم‌های اداری را برای شهروندان زیاد می‌کند. در اینجا بلاکچین می‌تواند داده‌ها را یکپارچه و در دسترس قرار دهد (گروه امرالد<sup>۱</sup>، ۲۰۲۰؛ ادلک، ۲۰۱۹). براساس مقالات مرور شده، بزرگ‌ترین مزیت بلاکچین در بخش دولتی، کمک به امنیت رأی‌گیری و جلوگیری از هک شدن آن توسط سازمان‌های تروریستی و دولت‌های رقیب است (مار<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹). دولت‌های انگلیس، چین، هند، استرالیا و سیرالئون در حال بررسی استفاده از فناوری بلاکچین هستند.

براساس یافته‌های تحقیق، پنجمین کاربرد بلاکچین در صنعت مالی است و تعداد ۱۸ مقاله به این حوزه اختصاص دارد. می‌توان گفت کاری که اینترنت با رسانه‌ها کرد، بلاکچین با بانک‌ها و موسسات مالی خواهد کرد. اولین استفاده از بلاکچین در سال ۲۰۱۵ برای انتقال پول صورت گرفت و در سال ۲۰۱۶ اولین کاربرد آن در قراردادهای هوشمند، معرفی شد. بلاکچین امن‌ترین روش برای ذخیره سوابق بانکی و سریع‌ترین و ارزن‌ترین راه انتقال پول به روش غیر متمرکز است. براساس یافته‌ها، بلاکچین می‌تواند انقلابی در اکوسیستم ابزارهای مالی ایجاد کند. این فناوری می‌تواند به تأیید اعتبار کاربر، رمزگذاری خودکار داده‌ها و ضبط تاریخچه دسترسی به داده‌ها کمک کند.

کاربرد مالی بلاکچین در بسیاری از صنایع وجود دارد. در عمده مقالات مرور شده، تأمین مالی بخش سلامت در عرصه جهانی و توسط بلاکچین شایان توجه است. بلاکچین و ارزهای رمزنگاری شده می‌توانند تأمین مالی بهداشت جهانی را بازمهندسی کنند و یک عصر عدالت جهانی در عرصه بهداشت جهانی را رقم بزنند. دسترسی جهانی به بودجه از طریق معاملات مستقیم بدون اشخاص ثالث، مکانیزم جدید تأمین مالی چند جانبه، افزایش امنیت و کاهش تقلب

و فساد و ایجاد فرصت برای بازارهای آزاد مراقبت‌های بهداشتی از کارکردهای بلاکچین است. به همین دلیل، تعدادی از مقالات تاکید داشتند که سازمان بهداشت جهانی می‌تواند در تراکنش‌های مالی با شرکای خود از بلاکچین استفاده کند. بلاکچین می‌تواند پرداخت‌های جهانی را در کم‌ترین زمان ممکن و با امنیت بالا انجام دهد و به انتقال پول، ذخیره حساب‌ها، وام‌ها و سایر ابعاد بانکداری کمک کند (جوواد و ساد<sup>۱</sup>، ۲۰۱۹؛ ادلک، ۲۰۱۹). در حال حاضر بانک سانتاندر<sup>۲</sup>، شرکت میتسوبیسی<sup>۳</sup>، بانک انگلستان و بانک مرکزی سنگاپور از پلتفرم بلاکچین استفاده می‌کنند (ادلک، ۲۰۱۹).

ششمین محور کاربرد بلاکچین، بخش انرژی و به خصوص صنعت برق است (۱۴مقاله). کاربرد بلاکچین در حوزه انرژی توجه محافل علمی را به خود جلب کرده است. این فناوری از طریق تجارت نظیر به نظیر و مدیریت غیرمتمرکز انرژی، مزایای زیادی در بازار انرژی ایجاد می‌کند. به خصوص بازارهای محلی صنعت برق، از این فناوری استفاده کرده‌اند. بلاکچین می‌تواند صورت‌حساب خودکار را برای مصرف‌کنندگان شبکه برق و همچنین تولیدکنندگان ارسال کند (لوین و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۲۰؛ دیستلمیر<sup>۵</sup>، ۲۰۱۹؛ اندونی و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۱۹). به طور کلی بلاکچین در تجارت انرژی، حرکت به سمت انرژی سبز و تأمین امنیت شبکه انرژی، نقش‌آفرین است (جوواد و همکاران، ۲۰۱۹).

در رویکرد سنتی زنجیره تأمین، اشکالاتی از جمله دوباره‌کاری در ثبت کالا وجود داشت که با ظهور بلاکچین شکاف بین شرکتی در ثبت تراکنش‌های دوباره از بین رفته است (گروه امرالد، ۲۰۲۰). تحقیقات این حوزه بسیار تخصصی بوده و عمدتاً به وضعیت عرضه‌کنندگان و مصرف‌کنندگان انرژی پس از پیاده‌سازی بلاکچین پرداخته‌اند. برنامه‌های بلاکچین در صنعت برق این سوال را به ذهن متبادر می‌کند که چگونه مسئولیت‌های تأمین و توزیع برق را سازماندهی کنیم تا جریان انرژی در خرده شبکه‌ها بهینه شود. چه کسانی تأمین‌کننده و اپراتور سیستم در برنامه‌های

1. JAOUDE & SAADE
2. Santander
3. Mitsubishi
4. Leeuwen & et al.
5. Diestelmeier
6. Andoni & et al.

زنجیره بلوک در بخش برق هستند؟ صنعت برق مبتنی بر بلاکچین نه تنها نقش تولیدکنندگان را تغییر می‌دهد، بلکه نیاز به ایجاد راه‌حل‌هایی برای مسئولیت‌های غیرمتمرکز تأمین و عملکرد سیستم دارد (دیستلمیر، ۲۰۱۹).

هفتمین محور مطالعاتی این تحقیق با ۱۳ مقاله، به نقش بلاکچین در دانشگاه‌ها و آموزش اختصاص دارد. سیستم‌های بلاکچین می‌توانند سوابق تحصیلی غیرقابل تغییر ایجاد کرده و به دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی کمک کند. این فناوری با ویژگی‌هایی مانند محافظت از مالکیت فکری، شواهد شفاف، به اشتراک‌گذاری منابع و زیرساخت منعطف و قابل سفارشی شدن می‌تواند به علم باز<sup>۱</sup> کمک کند. موسسات آموزشی می‌توانند با اطمینان به سوابق و مدارک دسترسی پیدا کنند. هنگام انتقال دانشجو به دانشگاه دیگر، امکان ارسال سوابق به روش امن وجود دارد (ادلک، ۲۰۱۹). تحقیقات بلاکچین پتانسیل این فناوری را برای تأثیر بر ثبت سوابق دانشجویان یا ایجاد آموزش جدید در موسسات آموزش عالی مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است.

براساس مقالات مرور شده، بلاکچین در حال تبدیل شدن به یکی از روش‌های تأیید سوابق آموزشی و مدرک تحصیلی است (خزر و همکاران، ۲۰۱۹؛ ادلک، ۲۰۱۹). دانشگاه پاهنگ مالزی اولین دانشگاهی است که از بلاکچین برای تأیید اعتبار مدرک برای ۲۷۷۳ فارغ‌التحصیل خود استفاده کرده است. دانشگاه ماساچوست و استنفورد، از بلاکچین در موضوعات آموزشی استفاده می‌کنند. این فناوری، می‌تواند مجموعه کاملی از فعالیت‌های آموزشی شامل فرایندها و نتایج در محیط‌های یادگیری رسمی و غیر رسمی را ذخیره کرده و انگیزه یادگیری را تقویت کند. ثبت رفتارها و عملکردهای تدریس معلمان و ایجاد مرجعی برای ارزیابی آموزش، از کارکردهای بلاکچین است. به طور کلی بلاکچین، کاربردهای زیادی در طراحی آموزش، ضبط رفتارها و تجزیه و تحلیل و ارزیابی دارد.

هشتمین محور این تحقیق به کاربرد بلاکچین در ایجاد شهر هوشمند تعلق دارد. شهر دیجیتال، شهری است که حاکمیت سعی می‌کند با ابزار دیجیتال به مردم خدمات ارائه کند. شهر هوشمند هم شهری است که مردم و حاکمیت از طریق ابزارهای دیجیتال مانند بلاکچین با هم به تعامل می‌رسند. یافته‌ها نشان می‌دهد که سه فناوری هوش مصنوعی، اینترنت اشیاء و بلاکچین به

توسعه شهر هوشمند کمک می‌کنند. همگرایی هوش مصنوعی و بلاکچین، انقلابی در معماری شهر هوشمند برای ساخت اکوسیستم‌های پایدار ایجاد می‌کند (سندر، گراس و ریچتر<sup>۱</sup>، ۲۰۲۰). محور نهم از یافته‌های تحقیق حاضر به کاربرد بلاکچین در رمز ارزها تعلق دارد. نخستین کارکرد بلاکچین در عرصه رمز ارزها بوده و این مسیر تحقیقاتی با معرفی رمز ارزهای جدید ادامه دارد. تکامل تحقیقات بلاکچین در سال ۲۰۱۶ و ۲۰۱۸ از بیت‌کوین پیشی گرفت. علاوه بر این علاقه به تحقیقات رمزارزها در سال ۲۰۱۸ افزایش یافته و حدود ۳۰٪ از تحقیقات را به خود اختصاص داده است. در حال حاضر میتسویشی، آمازون، گوگل و فیسبوک از رمز ارزها استفاده می‌کنند (جوواد و همکاران، ۲۰۱۹). فیسبوک، کیکو و سیگنال<sup>۲</sup>، در تولید رمزارزهای خود از بلاکچین استفاده می‌کنند.

محور دهم به کاربرد بلاکچین در عرصه حمل و نقل تعلق دارد. بلاکچین در برنامه‌ریزی و مدیریت حمل و نقل از طریق ایجاد سیستم حمل و نقل هوشمند غیرمتمرکز و خودکفا، پتانسیل بالایی دارد. بلاکچین به همراه اینترنت اشیا، باعث مدیریت ترافیک و کاهش تصادفات می‌شود. انسان یادگرفته است که به ماه سفر کند، ولی در آن واحد مجبور است در ترافیک‌های طولانی جاده‌های زمین باقی بماند. ابزارهای حمل و نقل توزیع شده، گامی در این مسیر است. یک سیستم حمل و نقل مبتنی بر بلاکچین، شامل ابزارهای اینترنت اشیا و وسایل حمل و نقل است که از طریق بلاکچین اشیا<sup>۳</sup> به شکل دیجیتال درآمده و به صورت آنلاین در بلاکچین ثبت می‌شوند (ارمینا، مامیکو و بینگ‌زنگ<sup>۴</sup>، ۲۰۱۹؛ سینق و همکاران، ۲۰۲۰).

محور یازدهم این مطالعه به کاربرد بلاکچین در کشاورزی اشاره دارد. با مرور مقالات مشخص شد که امروزه بسیاری از استارت‌آپ‌ها در سراسر جهان از بلاکچین در زمینه کشاورزی استفاده می‌کنند. بلاکچین مشتریان را قادر می‌سازد که مسیر طی شده محصول از مزرعه تا میز غذا را ردیابی کنند.

نهایتاً، حوزه‌هایی مانند املاک و مستغلات، بیمه، لجستیک، اقتصاد، هویت دیجیتال و... از

1. Sander, Gross & Richter
2. CAKE & SIGNAL
3. Blockchain of things
4. Eremina, Mamoiko & Bingzhang

بلاکچین استفاده می‌کنند. در خرید املاک به روش سنتی نیاز به اسناد کاغذی متعددی بود. بلاکچین در اینجا باعث تسهیل فرآیند شده و تمامی اسناد به روش امن قابل ذخیره‌سازی است. یک استارت‌آپ به نام دیدکوین<sup>۱</sup>، رمز ارزی را ارائه می‌کند که حق کمیسیون را به یک درصد کاهش می‌دهد (مار، ۲۰۱۹). بلاکچین با ایجاد شبکه نظیر به نظیر برای اجاره‌نامه‌ها می‌تواند باعث به اشتراک‌گذاری کالا و خدمات شده و شرکت واسطه‌ای را حذف کند. هیچ دلیلی ندارد که شبکه‌های نظیر به نظیر نتوانند به حوزه اجاره و استقراض هر چیزی از کتاب تا مبلمان و... توسعه یابند. در حال حاضر سوئد و بریتانیا از این کاربرد بلاکچین استفاده می‌کنند. کاربرد بلاکچین در لجستیک هم قابل توجه است. لجستیک سنتی نیازمند واسطه‌هایی برای نگهداری، تایید و ارسال سوابق بود. وجود این واسطه‌ها نیازمند هزینه و تاخیر در پردازش اسناد کاغذی بود. بلاکچین می‌تواند تمامی واسطه‌ها را حذف کند. صنعت کشتی‌رانی در این خصوص قابل ذکر است. در این صنعت پردازش اسناد برای کشتی‌های کانتینری بین‌المللی چندین روز طول می‌کشد. بنابراین، فناوری دفتر توزیع شده مبتنی بر بلاکچین سرعت پردازش کل لجستیک را افزایش خواهد داد (گروه ام‌رالد، ۲۰۲۰).

به طور کلی، بلاکچین می‌تواند اقتصاد کشورها را دگرگون کند. در این خصوص کمک بلاکچین به توسعه پایدار از طریق اجرای اقتصاد چرخشی<sup>۲</sup> شایان ذکر است. اقتصاد چرخشی، به مفهوم این است که هیچ چیزی (مثلاً پسماند) از چرخه اقتصادی خارج نخواهد شد و به درون آن برخواهد گشت. بنابراین، مهم‌ترین زیرساخت برای اقتصاد چرخشی به منظور اشتراک‌گذاری اطلاعات و ایجاد پلتفرم همکاری، بهره‌گیری از بلاکچین است (بوکل، نوزوم و ویسبرود، ۲۰۲۱). بلاکچین باعث منبع‌یابی چرخشی از ورودی‌های تجدیدپذیر شده و به این ترتیب کارایی منابع را ارتقاء می‌دهد. همچنین فناوری در بازیابی مواد از طریق ردیابی آنها و جریان منابع در زنجیره تأمین نقش‌آفرین است.

#### ۴-۲. فناوری‌های همراه با بلاکچین

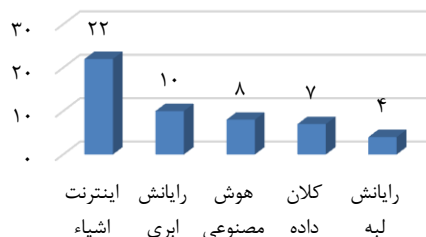
در تعدادی از مقالات به اهمیت ارتباط و همگرایی فناوری‌های اطلاعاتی نوظهور (اینترنت

1. DidCoin  
2. Circular economy

اشیاء، رایانش ابری، هوش مصنوعی، کلان داده) با بلاکچین پرداخته‌اند. قدرت اثرگذاری بلاکچین، بدون کمک فناوری‌های جدید، ناچیز است. در جدول شماره ۴ و نمودار شماره ۳ فناوری‌های مرتبط با بلاکچین آمده و در ادامه تشریح شده است.

جدول ۴- فناوری‌های همراه بلاکچین (یافته‌های تحقیق)

فناوری	تکرار	ارتباط بین بلاکچین و فناوری مربوطه	منبع مطالعه شده
اینترنت اشیا	۲۲	کمک بلاکچین به ارتقای امنیت ابزارهای متصل به هم، حفظ بی‌نامی، کمک به قراردادهای هوشمند، مدیریت ابزارهای شبکه، روزآمد کردن نرم‌افزارها، کمک به مدیریت هویت در اینترنت اشیا، پشتیبانی توأمان بلاکچین و اینترنت اشیا از زنجیره تأمین.	[36]; [10]; [11]; [50]; [35]; [81]; [68]; [62]; [62]; [25]; [89]; [69]; [37]; [98]; [40]; [98]; [79]; [15]; [23]; [6]; [97]; [78]
رایانش ابری	۱۰	حل چالش‌های تمرکززدایی، حریم خصوصی و امنیت شبکه ابری توسط بلاکچین. کمک ابر اشیا در خصوص مقیاس‌پذیری بلاکچین و بهبود کارایی عملیات آن.	[50]; [45]; [81]; [62]; [78]; [68]; [69]; [37]; [6]; [21]
هوش مصنوعی	۸	کمک به شناسایی الگوی مصرف انرژی در صنعت برق، حل مشکل مقیاس‌پذیری بلاکچین، کمک به محرمانگی از طریق الگوریتم‌های جستجوی هوشمند.	[50]; [7]; [81]; [68]; [39]; [98]; [15]; [۶]
کلان داده	۷	کمک بلاکچین به ارتقای کیفیت تحلیل داده‌های بزرگ، مدیریت و یکپارچه‌سازی آنها و رعایت حریم خصوصی و امنیت.	[81]; [21]; [69]; [88]; [15]; [6]; [23]
رایانش لبه	۴	ادغام بلاکچین و رایانش لبه می‌تواند دسترسی و کنترل شبکه، ذخیره‌سازی و محاسبات توزیع شده در لبه‌ها را امکان‌پذیر کند.	[45]; [81]; [62]; [6]



نمودار ۳- فراوانی فناوری‌های مرتبط با بلاکچین در مقالات

مقالات مرور شده نشان می‌دهد که همگرایی هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و بلاکچین به هم‌افزایی منجر خواهد شد. به خصوص این همگرایی در توسعه شهر هوشمند کمک می‌کند.



همچنین، در مقالات مربوط به کاربرد بلاکچین در برنامه‌ریزی حمل و نقل عمومی، به نقش اینترنت اشیا هم اشاره شده است. براساس یافته‌ها، تعداد ۲۲ مقاله مربوط به ارتباط اینترنت اشیا و بلاکچین بوده است. مقالات مرور شده، نشان می‌دهد که بلاکچین می‌تواند پارادایم اینترنت اشیا را از طریق تغییر برخی راهکارهای اینترنت اشیا، ارتقاء دهد. بلاکچین، اینترنت اشیا و هوش مصنوعی به عنوان نوآوری‌هایی شناخته می‌شوند که توانایی بهبود فرآیندهای کسب و کار، ایجاد مدل‌های جدید و برهم زدن کل صنایع را دارند (سندر، گراس و ریچتر، ۲۰۲۰). براساس یافته‌ها، بلاکچین می‌تواند امنیت ابزارها و وسایل متصل به هم را ارتقاء داده، و بی‌نامی را حفظ کرده و امنیت شبکه را تضمین کند (جوواد و ساد، ۲۰۱۹).

در برخی حوزه‌ها، با ترکیب اینترنت اشیا و بلاکچین، یکپارچگی بیشتری حاصل می‌شود. برای مثال، داده‌های مربوط به مواد اولیه کالاهای نیمه‌ساخته و محصول نهایی از زمان وقوع رخداد در بلاکچین ثبت شده و همراه با زندگی واقعی، زندگی دیجیتال آنها شروع می‌شود. بنابراین، محصول با انتقال از یک مالک به دیگری، یک نهاده متمایز بلاکچین تلقی می‌شود. برخی محققان معتقدند که استفاده توأمان از اینترنت اشیا و بلاکچین، از زنجیره تأمین بهتر پشتیبانی می‌کند (کیم و لاسکوفسکی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۸). هنگامی که محصول از تولیدکننده به سمت مشتری ارسال می‌شود، داده‌های مهم در بلاکچین ثبت می‌شود. بنابراین، شرکت‌ها می‌توانند محصولات را ردیابی کنند.

در اینترنت اشیا مبتنی بر بلاکچین، امکان نگهداری اطلاعات محصول، اصلاحات انجام شده، سابقه آن و پایان عمر و اطلاعات مربوط به ضمانت وجود دارد. استفاده از بلاکچین به عنوان مکانیزمی برای ساخت و مدیریت شبکه اینترنت اشیا و همچنین دستگاه‌های مرتبط به آن، برای همگام‌سازی سیستم‌های ارتباطی آنها است. بلاکچین امکان مدیریت دستورالعمل‌های دستگاه و کلیدهای مرتبط را فراهم می‌کند. بلاکچین در خصوص روزآمد کردن نرم‌افزارهای موجود در اینترنت اشیا، یک چارچوب بروز رسانی را ارائه می‌دهد که در آن سیستم مبتنی بر بلاکچین اجازه می‌دهد تا بررسی‌های بدون اجازه در مورد اعتبار سیستم عامل فعلی در دستگاه‌های مختلف اینترنت اشیا صورت گیرد. روش به‌روزرسانی از طریق فرآیندهای خودکار گره‌های موجود در خود شبکه اتفاق می‌افتد (بودگویگا<sup>۲</sup>، ۲۰۱۸). بدون بلاکچین، دستگاه‌های اینترنت اشیا باید همزمان

باشند و صرفاً می‌توانند ویژگی‌ها را بین روش‌های انشعاب در برنامه‌های محلی جایگزین کنند. امروزه، داده‌های اینترنت اشیا مستقیماً از دستگاه به پایگاه داده ابری، ارسال می‌شوند. با این حال، این داده‌ها رمزگذاری نشده و بنابراین، حریم خصوصی را تضمین نمی‌کند. در اینجا فناوری بلاکچین می‌تواند مزایای فوق‌العاده‌ای از جمله محرمانگی و امنیت اطلاعات جمع‌آوری شده را تضمین کند.

در عمده مقالات مرور شده، دو عامل تأمین امنیت و محرمانگی، مهم‌ترین کارکرد بلاکچین در کمک به رایانش ابری و اینترنت اشیا است. بلاکچین با ویژگی‌هایی مانند عدم تمرکز، بی‌نامی و رمزنگاری، امنیت را در عرصه اینترنت اشیا به ارمغان آورده است. برتری بلاکچین به موفقیت مکانیسم اجماع<sup>۱</sup> آن بستگی دارد. با سازوکارهای اجماع سنتی، هزینه به اشتراک‌گذاری مقیاس وسیع داده‌های سنجش خام در اینترنت اشیا به شدت افزایش می‌یابد. لذا، برای کاهش هزینه‌ها در شبکه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، باید از تسهیم داده مبتنی بر بلاکچین<sup>۲</sup> و یا زنجیره لبه<sup>۳</sup> استفاده کرد (لی و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین، بلاکچین می‌تواند به حفظ و تداوم تسهیم دانش لبه<sup>۴</sup> در خدمات اینترنت اشیا کمک کند. به طور کلی، فناوری بلاکچین برای کمک به تحقق عینی چهارمین انقلاب صنعتی، با شبکه‌های صنعتی اینترنت اشیا ادغام شده است (جمیل و همکاران، ۲۰۲۰). همبستگی سامانه بازشناسی با امواج رادیویی<sup>۵</sup> و بلاکچین برای تجهیز زنجیره تأمین صنایع غذایی مفید است. در اینجا، سیستم ردیابی فوری غذا براساس قوانین کنترل نقاط بحرانی<sup>۶</sup> می‌تواند وقایع زنجیره تأمین در بخش کشاورزی را ثبت کند (میرابلی و سولینو، ۲۰۲۰).

دومین فناوری که بیشترین ارتباط را با بلاکچین دارد، رایانش ابری است. به دلیل منابع محدود دستگاه‌های اینترنت اشیا، همیشه وظایف اینترنت اشیا به رایانش ابری واگذار می‌شود و در این راستا، الگویی به نام ابر اشیا<sup>۷</sup> به وجود آمده است. ابر اشیا یک محیط رایانش ابری انعطاف‌پذیر

1. Consensus mechanism
2. Blockchain-based data sharing
3. EdgeChain
4. Edge Knowledge Sharing
5. RFID
6. HACCP
7. Mirabelli & Solina
8. Cloud of Things

برای پردازش و مدیریت سرویس‌های اینترنت اشیا فراهم می‌کند و باعث بهبود عملکرد و کارایی سیستم ارائه خدمات می‌شود. از طرفی راه‌حل‌های سنتی ابر اشیا به مدل‌های ارتباطی ابر متمرکز متکی است و زمانی که شبکه‌های اینترنت اشیا بزرگ‌تر می‌شود، مشکلاتی مانند تاخیر در ارتباط و مصرف انرژی بوجود می‌آید. بنابراین، در اینجا، بلاکچین به عنوان یک سیستم غیرمتمرکز به کمک خواهد آمد.

یک راه‌حل واضح در خصوص یکپارچه‌سازی بلاکچین با اینترنت اشیا، ادغام این فناوری با رایانش ابری است. این عمل برای غلبه بر محدودیت‌های اینترنت اشیا (پردازش، ذخیره‌سازی و دسترسی) انجام می‌شود. با این حال، رایانش ابری معمولاً معماری متمرکز ایجاد می‌نماید که برخلاف بلاکچین، اعتماد بسیاری بین شرکت کنندگان ایجاد می‌کند. ادغام بین بلاکچین و اینترنت اشیا برای رفع محدودیت‌های قبلی و همچنین حفظ داده‌های قابل اطمینان است. بدون استثناء، در تمامی مقالات مرور شده مشخص شد که اینترنت اشیا، امنیت و محرمانگی خود را مدیون بلاکچین است.

در خصوص ارتباط بلاکچین و رایانش لبه<sup>۱</sup> می‌توان گفت که رایانش لبه برای گسترش منابع ابری و خدمات توزیع شده بوجود آمده است، اما در حال حاضر با چالش‌هایی در زمینه مدیریت و امنیت غیرمتمرکز مواجه است. ادغام بلاکچین و محاسبات لبه در یک سیستم می‌تواند دسترسی و کنترل قابل اعتماد شبکه، ذخیره‌سازی و محاسبات توزیع شده در لبه‌ها را امکان‌پذیر کند (نگوین و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۲۰). براساس مقالات مرور شده، استفاده همزمان از این دو فناوری، هوشمندی را در بخش سلامت، حمل و نقل، صنعت و شهر به ارمغان می‌آورد.

در خصوص ارتباط هوش مصنوعی و بلاکچین می‌توان گفت که این دو فناوری، مکمل یکدیگر هستند و مزیت‌های زیادی در حوزه‌های مختلف مثل سلامت و اقتصاد دارند. این دو فناوری تا به امروز جداگانه عمل می‌کردند، اما اخیراً کاربردهای متنوعی از آنها مشاهده شده است. برخی از نقایص بلاکچین مانند مقیاس‌پذیری، امنیت و کارایی، در ترکیب با هوش مصنوعی از بین خواهد رفت. هوش مصنوعی سهم مناسبی از مسائل مربوط به حریم خصوصی و اعتماد را دارد. ترکیبی از این دو فناوری، مکمل یکدیگر خواهند بود تا انقلابی در یکدیگر ایجاد کنند.

1. Edge computing  
2. Nguyen & et al.

بلاکچین می‌تواند حریم خصوصی و قابلیت اطمینان را فراهم کند و هوش مصنوعی هم الگوریتم‌های یادگیری ماشین را در بلاکچین ایجاد می‌کند تا به امنیت، مقیاس‌پذیری و اثربخشی برسد. موضوعات کلیدی که باید در همگرایی بلاکچین و هوش مصنوعی مورد توجه قرار گیرند، شامل امنیت و حریم خصوصی، تهدیدها و حملات، زیرساخت‌های هوشمند، چالش‌های فنی و تجاری، فقدان استاندارد، مقررات سازگار با یکدیگر، آسیب‌پذیری قراردادهای هوشمند و همچنین حکمرانی خوب است. بلاکچین و قرارداد هوشمند می‌توانند در محدود کردن رفتارهای نادرست انجام شده توسط محصولات هوش مصنوعی کمک کند. به عنوان مثال، قوانینی که در قرارداد هوشمند نوشته شده‌اند، می‌توانند رفتارهای نادرست انجام شده توسط اتومبیل‌های بدون راننده را محدود کنند. یکی از ایده‌هایی که از ادغام این دو فناوری مشاهده می‌شود، کمک به تحلیل داده‌ها است. بلاکچین نیز مانند پایگاه داده‌های متمرکز، منابع اطلاعاتی زیادی دارد که می‌تواند با استفاده از هوش مصنوعی تحلیل شوند و روندهای پنهان را آشکار کنند. همگرایی هوش مصنوعی و بلاکچین انقلابی در معماری شبکه شهر هوشمند برای ساخت اکوسیستم‌های پایدار ایجاد کرده است. بلاکچین مبتنی بر هوش مصنوعی را می‌توان در سیستم اتومبیل بدون راننده، وسایل نقلیه خودآموز و در سیستم حمل و نقل هوشمند شهری پیاده کرد (سینق و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۲۰).

یکی از مسائل مهم هوش مصنوعی، دسترسی به قدرت محاسباتی است. موتورهای هوش مصنوعی، به قدرت محاسباتی زیادی نیاز دارند و روش‌های فعلی نمی‌توانند پاسخگوی نیازهای آن‌ها باشند. استفاده از فناوری بلاکچین به این معنی است که هوش مصنوعی می‌تواند به منابع محاسباتی تقریباً بی‌نهایتی در کل شبکه دسترسی داشته باشد و هر وقت نیاز بود، از توان محاسباتی لازم استفاده کند. از سوی دیگر، هوش مصنوعی می‌تواند میزان برقی که برای استخراج ارزهای مختلف مصرف می‌شود را کاهش دهد. بلاکچین در ترکیب با فنون هوش مصنوعی (مانند یادگیری ماشین) می‌تواند الگوهای مصرف انرژی را شناسایی کند و به این ترتیب هم‌افزایی و ارزش افزوده ایجاد کند (اندونی و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹). به طور کلی، اطلاعات با ارزش هستند و نه تنها نیاز به ذخیره مطمئن و امن آنها وجود دارد، بلکه نیاز به مبادله امن هست. در این شرایط، بلاکچین می‌تواند با ذخیره‌سازی قدرتمند و قابل اطمینان خود، اطلاعات را به شکلی امن به هوش

مصنوعی برساند. آموزش هوش مصنوعی نیازمند قدرت محاسباتی بسیار بالا است. همان طور که می توان اطلاعات را در شبکه بلاکچین به اشتراک گذاشت، قدرت محاسباتی را هم می توان به اشتراک گذاشت.

آخرین یافته های این بخش از تحقیق در خصوص ارتباط بلاکچین با کلان داده است. این فناوری را می توان به خوبی با حجم عظیمی از داده ها ترکیب کرد. این ترکیب را می توان به دو نوع طبقه بندی کرد. مدیریت داده ها و تجزیه و تحلیل داده ها. در مورد مدیریت داده ها، بلاکچین می تواند برای ذخیره داده های مهم به دلیل توزیع و امنیت داده ها مورد استفاده قرار گیرد. همچنین بلاکچین می تواند از اصالت داده اطمینان حاصل کند. به عنوان مثال، اگر از زنجیره بلوک برای ذخیره اطلاعات بهداشتی بیماران استفاده شود، اطلاعات قابل دستکاری نخواهد بود و سرقت این اطلاعات خصوصی دشوار خواهد بود. وقتی نوبت به تجزیه و تحلیل داده می رسد، از تراکنش روی بلاکچین می توان برای تجزیه و تحلیل داده های بزرگ استفاده کرد. به عنوان مثال، ممکن است الگوهای تراکنش کاربر استخراج شود. کاربران می توانند با تجزیه و تحلیل، رفتارهای شرکای احتمالی خود را پیش بینی کنند. در این راستا، بلاکچین ها نباید دستکاری شوند تا اینکه سرقت اطلاعات حساس دشوار شود. بنابراین، با استخراج الگوهای تراکنش می توان رفتار بالقوه تجاری یک شریک را پیش بینی کرد (سینق و همکاران، ۲۰۲۰).

برای ارتقای کیفیت کسب، ذخیره و تحلیل داده های بزرگ و مدیریت آنها و تضمین امنیت این نوع داده ها می توان از بلاکچین استفاده کرد. بلاکچین با تمرکززدایی و ماهیت امنیتی خود توانایی بالایی در بهبود خدمات و برنامه های کلان داده دارد (دیپا و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۲۰). براساس یافته ها، خدمات بلاکچین در اکتساب امن کلان داده، ذخیره امن، تحلیل و نگهداری امن داده ها کاربرد دارد.

<http://stlm.gom.ac.ir>

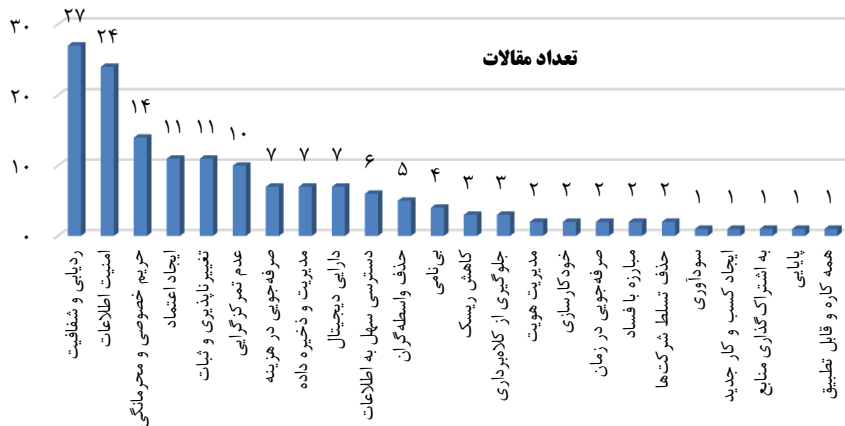
#### ۳-۴. مزایای بلاکچین

در عمده مقالات مرور شده، بخشی به عنوان مزایای بلاکچین وجود داشته است. مزایای بلاکچین در ۲۴ مورد خلاصه شده است. همان طور که در جدول شماره ۵ و نمودار شماره ۴ قابل مشاهده است، بیشترین مزایای بلاکچین در ایجاد شفافیت و ردیابی، به علاوه امنیت اطلاعات و

محافظت از حریم خصوصی و محرمانگی است. این مزایا باعث ایجاد اعتماد بیشتر سازمان‌ها و افراد به این فناوری می‌شود. همچنین تغییرناپذیری تراکنش‌ها و ماهیت غیرمتمرکز این فناوری هم از مزیت‌های اصلی آن محسوب می‌شود.

جدول ۵- مزایای بلاکچین (یافته‌های تحقیق)

منبع	عنوان	مزایا و کاربردهای بلاکچین
[41]; [99]; [10]; [81]; [68]; [60]; [21]; [35]; [22]; [81]; [69]; [88]; [80]; [73]; [74]; [83]; [98]; [70]; [2]; [23]; [63]; [91]; [97]; [49]; [15]; [5]	۲۷	ردیابی و شفافیت
[36]; [81]; [68]; [21]; [35]; [22]; [5]; [88]; [16]; [53]; [98]; [79]; [2]; [23]; [91]; [97]; [49]; [7]; [81]; [68]; [79]; [21]; [21]; [6]	۲۴	امنیت اطلاعات
[38]; [36]; [68]; [21]; [89]; [5]; [69]; [88]; [80]; [16]; [53]; [15]; [3]; [5]	۱۴	حریم خصوصی و محرمانگی
[1]; [38]; [10]; [68]; [35]; [5]; [69]; [16]; [70]; [2]; [5]	۱۱	ایجاد اعتماد
[36]; [10]; [7]; [60]; [21]; [88]; [23]; [63]; [97]; [15]; [5]	۱۱	تغییرناپذیری و ثبات
[36]; [10]; [5]; [88]; [73]; [98]; [2]; [23]; [5]; [70]	۱۰	عدم تمرکزگرایی
[1]; [38]; [10]; [81]; [81]; [5]; [88]	۷	صرفه‌جویی در هزینه
[89]; [5]; [51]; [60]; [15]; [5]; [70]	۷	مدیریت و ذخیره داده
[10]; [91]; [68]; [73]; [23]; [28]; [88]	۷	دارایی دیجیتال
[1]; [81]; [81]; [5]; [5]	۶	دسترسی سهل به اطلاعات
[1]; [10]; [70]; [91]; [97]; [81]	۵	حذف واسطه‌گران
[36]; [69]; [80]; [98]	۴	بی‌نامی
[1]; [81]; [98]	۳	کاهش ریسک
[36]; [73]; [97]	۳	جلوگیری از کلاهبرداری
[102]; [69]; [80]	۲	مدیریت هویت
[10]; [7]	۲	خودکارسازی
[81]; [22]	۲	صرفه‌جویی در زمان
[1]; [38]	۲	مبارزه با فساد
[1]; [7]	۲	حذف تسلط شرکت‌ها
[10]	۱	ایجاد کسب و کار جدید
[7]	۱	به اشتراک گذاری منابع
[5]	۱	پایایی
[5]	۱	همه کاره و قابل تطبیق



#### نمودار ۴- مزایای مختلف بلاکچین

عمده مقالات مرور شده به ردیابی و شفافیت به عنوان مزیت‌های اصلی استفاده از بلاکچین اشاره کرده‌اند (۲۷ مقاله). مهم‌ترین مزیت بلاکچین در نظریه (مقالات) و عمل (گزارش موسسات)، ردیابی و شفافیت است. به خصوص توانایی ذخیره و فراهم کردن دسترسی به اطلاعات را در یک فرآیند زنجیره تأمین ایجاد می‌نماید (بوکل، نوزوم و ویسبرود، ۲۰۲۱). مقالات مرور شده مشخص می‌کند که دولت‌ها وظیفه دارند قابلیت ردیابی و شفافیت را در شبکه‌ها ارتقاء دهند. به خصوص ردیابی محصولات دارویی و مواد غذایی از جمله گوشت را می‌توان از طریق بلاکچین در سرتاسر زنجیره تأمین دنبال کرد تا اینکه تقلب در این عرصه‌ها صورت نگیرد. زنجیره تأمین مبتنی بر بلاکچین تضمین بهتری از حقوق انسانی و اقدامات منصفانه فراهم می‌کند. برای مثال، یک رکورد شفاف از تاریخ محصول تضمین می‌کند که اجناس خریداری شده، از منابعی تأمین و تولید می‌شوند که از نظر اخلاقی سالم هستند. شفافیت ناشی از بلاکچین می‌تواند ارتباطات بین بازیگران در زنجیره تأمین را فراهم کند (کاربن و همکاران، ۲۰۱۸). ردیابی شرایط زیست محیطی و اجتماعی بالقوه که ممکن است نگرانی‌های سلامتی و ایمنی را تحمیل کند، یک کاربرد مهم بلاکچین است.

مقالات مرور شده نشان می‌دهد که قبل از ظهور بلاکچین، چالش جمع‌آوری داده‌های مربوطه

برای تسهیل شفافیت و ردیابی کامل در سیستم‌ها وجود داشته است و محققان در این مسیر به دنبال یک سیستم استاندارد، جامع، دیجیتال و آنلاین بوده‌اند. ترینکس و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۱) ادعا کردند که برای ردیابی و شفافیت در زنجیره‌های تأمین مواد غذایی، برنامه‌های شبکه تحت وب و پایگاه داده‌های یکپارچه کاملاً مناسب هستند. امروزه این کارکرد بسیار ضروری، به نحو احسن از طریق بلاکچین قابل انجام است. براساس مرور مقالات، سه مزیت شفافیت، اعتماد و واسطه‌زدایی ناشی از بلاکچین به عنوان عوامل توانساز زنجیره تأمین شناخته شده‌اند. در بیشتر مقالات مرور شده، دارایی‌هایی مانند خانه، زمین، اتومبیل، سهام و غیره می‌توانند در بلاکچین ثبت شوند. هنگامی که اسناد این دارایی‌ها در بلاکچین ثبت شوند، این اسناد با تمام طرف‌های مربوط یا شرکت‌کننده به اشتراک گذاشته می‌شوند و مورد تایید قرار می‌گیرند.

محور دوم و سوم از یافته‌های تحقیق حاضر به امنیت اطلاعات (۲۴ مقاله)، محرمانگی و رعایت حریم خصوصی (۱۴) اختصاص دارد. بلاکچین در این خصوص می‌تواند امنیت سایبری را در عرصه شبکه‌های مختلف اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی تضمین کند. ماهیت شبکه بلاکچین به کاربران امکان می‌دهد از بالاترین سطح حریم خصوصی برخوردار شوند. سینق و همکاران (۲۰۲۰) چالش اصلی اینترنت اشیاء را حریم خصوصی داده‌ها دانسته و معتقدند که بلاکچین به کاهش مشکلات مدیریت هویت کمک می‌کند. امنیت مبنایی بلاکچین ایجاد روشی امن و غیرمتمرکز برای ذخیره‌سازی، تایید و رمزنگاری داده‌ها است. بنابراین، حوزه‌های امنیتی می‌توانند از توان این فناوری نوظهور بهره بگیرند. ذخیره‌سازی غیرمتمرکز داده‌ها در ابر، مشکلات هک کردن را بر طرف کرده و در این راستا رمزنگاری مبتنی بر بلاکچین مفید است (ادلک، ۲۰۱۹). مرور مقالات کاربرد بلاکچین در صنعت برق نشان داد که این فناوری از طریق تأمین امنیت، به مدیریت هویت و به اشتراک‌گذاری منابع داده‌ای و زیرساختی بین کاربران چندگانه کمک می‌کند.

ایجاد اعتماد یکی از مزایای بلاکچین است. فیلیپی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۰) معتقدند که سیستم‌های بلاکچین برای ایجاد اعتماد ایجاد شده‌اند، نه برای از بین بردن آن. بلاکچین می‌تواند با ایجاد اعتماد، همکاری‌ها را افزایش دهد. در ساختار بلاکچین رخدادهای چهارگانه اصلی داده

1. Trienekens
2. Filippi & et al.



یعنی تولد، روزآمدی، مشاهده و حذف در نقاط محلی ثبت و روی بانک‌های اطلاعاتی توزیع شده نگهداری می‌شود. بنابراین، از حملات و دستکاری در امان بوده و اعتماد عمومی بیشتری در شبکه ایجاد خواهد شد. در این ساختار، داده‌ها در دوره حیات خود در بانک‌های اطلاعاتی توزیع شده زیست می‌کنند که متعلق به یک نهاد و حکمران واحد نیست، در نتیجه اعتماد تجاری در شبکه بالا می‌رود. در این شرایط اعتبارسنجی‌ها و وظایف کنترلی توسط فناوری انجام شده و نیاز به دخالت عوامل انسانی در مبدأ و مقصد داده‌ها نیست.

یکی از محورهای یافت شده، تغییرناپذیری تراکنش‌ها در بستر این فناوری است. بنابراین، اگر یکی از نودهای شبکه با اختلال مواجه شود، تا زمانی که الگوریتم توافق شبکه کار خود را به درستی انجام دهد، داده‌های موجود در شبکه نیز امن هستند و هیچ نگرانی وجود نخواهد داشت. ثبات و تغییرناپذیری داده‌های<sup>۱</sup> ذخیره شده در بلاکچین باعث می‌شود که اعضای شبکه اطمینان پیدا کنند که اطلاعات همانی است که پروتکل شبکه آن را تایید کرده است (وی، سی یو و اچ یو<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹). اما تعدادی از مقالات از این ویژگی بلاکچین به عنوان چالش یاد کرده‌اند؛ چرا که اگر یک قرارداد اشتباه ثبت شود، اصلاح زنجیره ممکن نیست. بلاکچین از طریق فرآیندهای شفاف و سوابق تغییرناپذیر به بهبود کنترل در صنعت برق کمک کرده و رقابت‌پذیری را افزایش می‌دهد. یکی دیگر از مزایای بلاکچین، کمک به عدم تمرکزگرایی است. بخش‌هایی مانند بهداشت که دارای ذی‌نفعان مختلفی است، نیاز به یک سیستم مدیریت غیر متمرکز دارد تا همه بتوانند بدون اجازه یک مرجع متمرکز به داده‌های دسترسی داشته باشند. در زنجیره بلوک، عدم تمرکز به انتقال کنترل از یک نهاد متمرکز (فرد، سازمان یا گروه) به یک شبکه توزیع شده اشاره دارد. با تمرکززدایی در مدیریت و دستیابی به منابع در یک برنامه، می‌توان به خدمات بیشتر و منصفانه‌تری دست یافت (زنگ و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۸).

<http://stlm.gom.ac.ir>

محور دیگر یافته‌های پژوهش حاضر در خصوص مزیت بلاکچین و نقش این فناوری در کاستن از هزینه‌هاست. عمده مقالات مرور شده حاکی از آن است که بلاکچین باعث کاهش هزینه می‌شود. کاهش هزینه‌ها همیشه نقشی تأثیرگذار در پذیرش فناوری بلاکچین ایفا کرده است.

1. Immutability of the data
2. Wu, Su & Hu
3. Zheng & et al.

بلاکچین با محدود کردن رفتار فرصت طلبانه و همچنین کاهش عدم اطمینان به کاهش هزینه‌های تراکنش و تعدیل ساختار حاکمیتی بازار محور کمک می‌کند. به همین ترتیب تعدادی از مقالات، پتانسیل فناوری بلاکچین را برای کاهش یا حتی جلوگیری از هزینه بررسی کرده‌اند. پذیرش بلاکچین توسط بخش مالی در نهایت منجر به صرفه‌جویی در هزینه‌های گزارش مالی مرکزی شده است (کازینو و همکاران، ۲۰۱۸). برای مثال، بلاکچین می‌تواند هزینه‌های زیرساختی بانک‌ها را ۳۰٪ کاهش دهد و باعث صرفه‌جویی هشت تا دوازده میلیارد دلاری در سال شود. کارآمدتر کردن تراکنش بانکی با حذف واسطه‌ها، منجر به کاهش بیشتر هزینه‌ها می‌شود.

یکی دیگر از مزایای بلاکچین، کمک به ذخیره و مدیریت داده‌ها است. بلاکچین یک محل ذخیره‌سازی قابل اعتماد و استفاده کارآمد از داده‌ها را فراهم می‌کند. بنابراین، پلتفرمی برای مدیریت دارایی‌های دیجیتال تلقی می‌شود. پیاده‌سازی برنامه‌های کاربردی مبتنی بر این فناوری نه تنها باعث بهبود مدیریت داده‌ها می‌شود، بلکه کنترل خطاها نیز تسهیل می‌شود. مقالات مرور شده نشان می‌دهد که علاوه بر ذخیره داده‌ها، می‌توان داده‌ها را مدیریت کرد (میلز و همکاران، ۲۰۱۶). بنابراین، می‌توان در مواقع نیاز، نسخه شخصی خود از داده‌ها و تراکنش‌ها را حفظ کند، زیرا فناوری بلاکچین ماهیت غیر متمرکز دارد. این شکل از انعطاف‌پذیری و امنیت، فرصتی را برای ایجاد سیستم‌های جدید هویتی فراهم می‌کند که در آن کاربران داده‌هایی را در اختیار داشته باشند که در مقیاس جهانی سازگار بوده و از بین نمی‌رود.

یکی دیگر از مزایای بلاکچین، محافظت از دارایی‌های دیجیتال است. مزایای برنامه‌های کاربردی بلاکچین در حال حاضر با افزایش کارایی هزینه در انتقال از مدارک کاغذی به دیجیتال، قابل مشاهده می‌باشد. کاربران می‌توانند مالک کالاهای دیجیتال خود در پلتفرم بلاکچین باشند. برای مثال در صنعت فیلم و موسیقی که حفاظت از مالکیت معنوی تولیدکنندگان به عنوان یک اولویت مهم تلقی می‌شود، بلاکچین می‌تواند نقش آفرینی کند. بنابراین، براساس یافته‌های تحقیق، از بلاکچین در ثبت عنوان برای مالکیت دارایی تا رصد خالقان موزیک یا عکس جهت اطمینان از پرداخت هزینه آنها استفاده به عمل می‌آید. بنابراین، در این عرصه، استارت‌آپ‌های زیادی برای ایجاد سوابق مالکیت عمومی و تغییرناپذیر به منظور حفظ حقوق صاحبان آثار بوجود آمده‌اند. کریپوکیتیز و اسکای‌ویر<sup>۱</sup> مثالی از بازی‌هاست که از بلاکچین برای امضای مالکیت دارایی‌های

دیجیتال استفاده می‌کنند (استودیو<sup>۱</sup>، ۲۰۲۰؛ ماین و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹).

به طور کلی، کلیه صنایع می‌توانند با بلاکچین هزینه‌های تراکنش را کاهش داده و مالکیت معنوی و پرداخت‌های خود را شفاف و خودکار کنند. دفاتر کل توزیع شده، می‌توانند از قدرت گرفتن شرکت‌های غول و انحصارطلبی جلوگیری کنند و بدین طریق جلوی فساد گرفته شود (آرویک، ۲۰۲۰). در مطالعه‌ای که دلویت در سال ۲۰۲۰ انجام داد، مشخص شد که ۸۳٪ مدیران معتقد بودند که عدم استفاده از بلاکچین منجر به از دست دادن مزیت رقابتی خواهد شد. بلاکچین می‌تواند در شناسایی تأمین‌کنندگان محصولات تقلبی کمک کند. به خصوص تقلب و کلاهبرداری در صنعت غذایی به دلیل فقدان شفافیت و حساب پس‌دهی باعث شد تا شرکت‌هایی مانند ای. بی. ام، بلاکچین اعتماد غذایی طراحی کنند. براساس این بلاکچین، می‌توان انتقال میگو از هندوستان و کاهو از آریزونا را ردیابی کرد. تاکنون بیش از ۸۰ برند غذایی، محموله خود را در بلاکچین ثبت کرده‌اند که مهم‌ترین آنها والمارت است (آرویک، ۲۰۲۰).

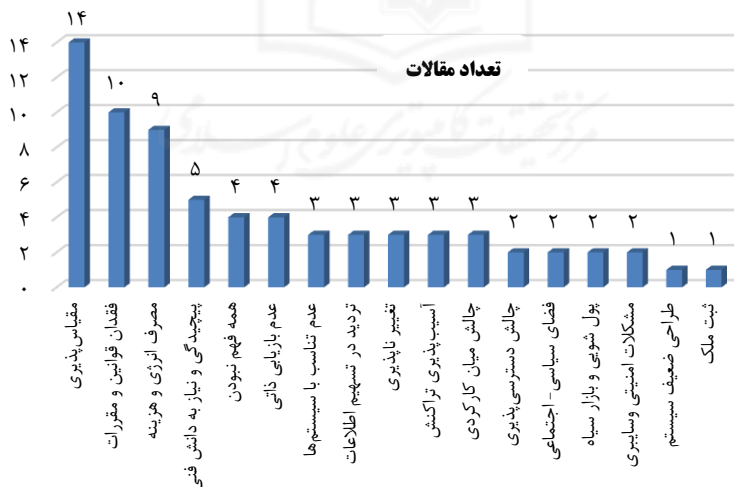
#### ۴-۴. چالش‌های بلاکچین

در این تحقیق، چالش‌های استفاده از بلاکچین طبقه‌بندی، و به طور مختصر شرح داده شده است. براساس جدول شماره ۶ و نمودار شماره ۵، بزرگ‌ترین چالش بلاکچین مقیاس‌پذیری است. همچنین دومین چالش این عرصه هزینه‌بر بودن اجرای آن در سازمان‌ها، به علاوه مصرف انرژی است. سومین چالش در این عرصه، فقدان مقررات دولتی و حقوقی به دلیل جدید بودن فناوری است. سایر چالش‌ها و پیش‌شرط‌ها در جدول شماره ۶ و نمودار شماره ۵ مشخص شده است.

جدول ۶ - چالش‌ها و پیش‌شرط‌های بلاکچین (یافته‌های تحقیق)

چالش‌ها و پیش‌شرط‌های بلاکچین	تعداد	منبع
مقیاس‌پذیری	۱۴	[1]; [10]; [81]; [7]; [35]; [39]; [89]; [5]; [98]; [53]; [91]; [15]; [63]; [62]
فقدان قوانین و مقررات کافی	۱۰	[38]; [10]; [81]; [91]; [5]; [53]; [23]; [39]; [62]; [102]
مصرف انرژی، هزینه، نیاز به منابع محاسباتی	۹	[1]; [10]; [22]; [7]; [39]; [68]; [5]; [88]; [62]
پیچیدگی و نیاز به دانش فنی بالا	۵	[38]; [10]; [6]; [1]; [62]

چالش‌ها و پیش شرط‌های بلاکچین	تعداد	منبع
همه فهم نبودن	۴	[38]; [10]; [23]; [62]
عدم بازیابی ذاتی	۴	[38]; [81]; [22]; [62]
یکپارچه‌سازی با سیستم‌های موجود	۳	[89]; [53]; [62]
تردید در تسهیم اطلاعات	۳	[10]; [53]; [62]
تغییرناپذیری	۳	[89]; [99]; [102]
آسیب‌پذیری تراکنش	۳	[5]; [102]; [99]
چالش میان کارکردی	۳	[53]; [62]; [5]
چالش دسترس‌پذیری	۲	[10]; [81]
فضای سیاسی و اجتماعی	۲	[1]; [29]
پول شویی و بازار سیاه	۲	[38]; [96]
مشکلات امنیت و حملات سایبری	۲	[98]; [62]
طراحی ضعیف سیستم	۱	[7]
ثبت ملک (زمین)	۱	[1]



#### نمودار ۵- چالش‌های بلاکچین

بدیهی است که فناوری بلاکچین در آینده نزدیک توانایی تغییر شگفت‌انگیز جهان، به ویژه جهان مالی را خواهد داشت. با این حال این فناوری پیشرفته در تبدیل شدن به اکوسیستم اصلی شبکه مالی جهان با موانع مختلفی مواجه است. در حالی که اشتیاق پیرامون کاربردهای بالقوه

بلاکچین وجود دارد، همه حوزه‌ها شرایط مناسبی برای آن ندارند. موفقیت یا شکست پروژه‌های مبتنی بر بلاکچین نه به خود فناوری، بلکه به زیرساخت‌های آن، فضای سیاسی و اجتماعی حاکم بر کشور بستگی دارد. علی‌رغم گستردگی کاربرد آن، توافق کامل و استانداردهای دقیق در این حوزه وجود ندارد.

براساس یافته‌ها، مهم‌ترین چالش بلاکچین مربوط به مقیاس‌پذیری<sup>۱</sup> است که با افزایش کاربران نامتجانس، این مشکل تشدید می‌شود. فناوری بلاکچین در سه سال گذشته رشد نمایی داشته است، اما هنوز در مراحل اولیه توسعه بوده و از نظر مقیاس‌پذیری و مدیریت تعداد زیادی از تراکنش‌ها، یک فناوری نابالغ محسوب می‌شود. مقیاس‌پذیری به عنوان مشکل ذاتی بلاکچین، یکی از حوزه‌های اصلی تحقیق در شبکه‌های بلاکچین بوده است. این موضوع به دلیل تحقق شبکه‌های گسترده اینترنت اشیا مجهز به بلاکچین برای شهرهای هوشمند، بسیار مورد توجه قرار گرفته است (جمیل و همکاران، ۲۰۲۰). در این راستا، محققان افزایش اندازه بلوک را پیشنهاد کرده‌اند، اما بلوک‌های بزرگ‌تر، برای استخراج داده‌ها، به قدرت محاسباتی بیشتری نیاز دارند. این حالت می‌تواند بر خصوصیات توزیع سیستم بلاکچین تأثیر منفی بگذارد، زیرا تعداد کل گره‌ها همچنان کاهش خواهد یافت. از طرفی، افزایش اندازه و تعداد بلوک‌ها یک معضل ذخیره‌سازی برای مدیریت داده‌های بزرگ برای استفاده در زمان واقعی است، این مسأله در بیت‌کوین، نفخ نامیده می‌شود. اندازه محدود بلاکچین و فاصله زمانی در ایجاد بلوک‌های جدید، توانایی پردازش همزمان میلیون‌ها تراکنش را در سناریوهای فوری، محدود می‌کند (سینق و همکاران، ۲۰۲۰). به طور کلی، محدودیت تراکنش‌های نردبانی، اندازه کوچک داده‌ها در بلوک، تأخیر زمانی در دریافت پاسخ و هزینه‌های بالای ماینرها، به عنوان چالش‌های اصلی مرتبط با مقیاس‌پذیری است. سیستم عامل‌های بلاکچین فعلی دارای گلوگاه‌هایی هستند که منجر به مقیاس‌پذیری ضعیف با محدودیت توان، کارایی و هزینه محاسباتی بالا می‌شوند. اگر تمام تراکنش‌ها در زنجیره ذخیره شوند، دفتر با گذشت زمان بسیار بزرگ می‌شود.

دومین محور یافت شده مربوط به عدم وجود قوانین و مقررات کافی در این عرصه است. بلاکچین و برنامه‌های مرتبط با آن می‌تواند منشاء مشکلات قانونی و هزینه‌هایی باشد که می‌تواند

مانع نوآوری شود. شرکت‌هایی که از فناوری‌های اختراع شده بلاکچین استفاده می‌کنند، در برابر مشکلات حقوقی آسیب‌پذیر هستند. این مسأله می‌تواند از ورود شرکت‌های جدید به بازار جلوگیری کند. فقدان مقررات ممکن است موجب نگرانی سرمایه‌گذاران و کاربران در مورد امنیت و حریم خصوصی شود. بنابراین، دغدغه‌هایی در خصوص استفاده از این سیستم برای مردم وجود دارد. برای مثال، فقدان مقررات در استفاده از رمز ارز منجر به پولشویی و جرایم مالی و استفاده آن در بازار سیاه خواهد شد. قوانین و تصمیمات سیاسی می‌تواند فرایند دیجیتال‌سازی را متأثر کند. بلاکچین به این دلیل غیر معمول جلوه می‌کند که یک فناوری اجتماعی است، ولی برای نظارت بر رفتار مردم و گروه‌ها از طریق ایجاد مشوق‌های مالی طراحی شده است. لذا، ذاتاً یک فناوری سیاسی است (گراگلیا و ملون، ۲۰۱۸).

مصرف انرژی زیاد، هزینه بر بودن و نیاز به منابع محاسباتی بلاکچین عمومی به عنوان سومین محور از چالش‌های بلاکچین است. وود و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۴) هزینه تکمیل تراکنش را به عنوان هزینه محاسباتی بلاکچین گزارش کرده‌اند. پردازش یک تراکنش شامل مراحل مختلفی از جمله تعریف امنیت، استخراج، اعتبارسنجی و ذخیره آن در بین چندین شرکت‌کننده است. این مراحل نیاز به قدرت و هزینه محاسباتی بالایی دارد. بنابراین، توسعه بلاکچین پیشرفته به منابع فنی و انسانی سنگینی نیاز دارد. این سیستم‌ها ممکن است به زیرساخت‌های جدید و پرهزینه‌ای مانند تجهیزات و نرم‌افزارهای سفارشی نیاز داشته باشند (اندونی و همکاران، ۲۰۱۹). به خصوص در صنعت برق، کنتورهای هوشمند، قابلیت‌های محاسباتی ندارند، بنابراین، ادغام زیرساخت‌های اندازه‌گیری هوشمند و شبکه موجود با دفاتر کل توزیع شده می‌تواند هزینه‌های قابل توجهی داشته باشد. براساس یافته‌های تحقیق، هزینه‌های عملیاتی استفاده از بلاکچین برای بانک‌ها را می‌توان در سه عامل طبقه‌بندی کرد: هزینه‌های تراکنش، هزینه‌های انرژی و هزینه‌های ذخیره‌سازی. هزینه ذخیره‌سازی، نگرانی فزاینده بلاکچین در بانکداری است. به عنوان مثال انتظار می‌رود در بلند مدت هزینه ذخیره‌سازی برای هر گیگابایت برای یک گره بیت‌کوین از ۲۲ میلیون دلار بیشتر خواهد شد. افزایش میزان انرژی مورد نیاز برای کمک به الگوریتم‌های بلاکچین یکی دیگر از چالش‌های مهم بخش بانکی است.

1. Graglia & Mellon

2. Wood & et al.

چهارمین محور از چالش‌های بلاکچین، پیچیدگی آن و نیاز به دانش فنی بالا برای پیاده‌سازی این فناوری در سطوح مختلف است. به دلیل کمبود تجربه در عرصه زنجیره‌های بلوکی ممکن است در کاربردهای مقیاس وسیع دچار سوء کارکرد شود. چون اکوسیستم‌های بلاکچین بسیار به کدگذاری الگوریتم‌های جدید متکی هستند، زمینه‌های ایجاد خطا وجود خواهد داشت. بنابراین، تصمیم‌گیرندگان باید درک عمیقی از امکان بکارگیری این فناوری نوظهور در حوزه‌های مختلف را داشته باشند. به خصوص در کشورهای در حال توسعه، قبل از اجرای پروژه‌های مبتنی بر بلاکچین، باید الزامات اتصال‌گرایی، داده‌های دیجیتال و به خصوص سواد دیجیتال وجود داشته باشد. براساس مطالعات انجام شده، سواد دیجیتال به عنوان پیش‌شرطی برای تسلط بر پتانسیل‌های بلاکچین است (آرویک، ۲۰۲۰).

پنجمین محور یافت شده مربوط به عدم بازیابی ذاتی بلاکچین است. این فناوری باعث ثبت سوابق غیرقابل دستکاری می‌شود که در این مسیر فساد مدیران و کارمندان دولتی، قابل اصلاح نخواهد بود. بنابراین، عدم بازیابی ذاتی فناوری بلاکچین (مانند رمز ارزها) را می‌توان به عنوان یک ویژگی منفی در نظر گرفت (جو، نیشیکاوا و دانداپانی، ۲۰۱۹). این مشکل بلاکچین در قراردادهای هوشمند دیده می‌شود. در این خصوص کدگذاری نامناسب، منجر به مشکلاتی می‌شود و اگر در قرارداد اساسی اشتباهی رخ داده باشد، ممکن است بلاکچین تغییرناپذیر باشد (کول و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین، امکان آزمایش قراردادهای هوشمند قبل از استقرار واقعی، در شبکه با مشکل مواجه خواهد شد (واکا و همکاران، ۲۰۲۱). در پنج سال گذشته، ثبت‌های دیجیتال زمین به عنوان یک زمینه محبوب در بلاکچین مورد استفاده قرار گرفته است. در اینجا برای برقراری ارتباط قوی بین شخص و دارایی‌های او باید یک هویت دیجیتال امن وجود داشته باشد. لذا، باید تا آنجا که ممکن است، ثبت اطلاعات در بلاکچین صحیح باشد.

چالش دیگر در استفاده از بلاکچین، احتمال هک شدن و انجام حملات سایبری است. اگر رمزارزها هک شوند، هیچ راهی برای بازیابی سکه‌های سرقتی وجود ندارد. در اکثر مقالات، نو بودن بلاکچین باعث خطرات امنیتی می‌شود که عمدتاً ناشی از طراحی ضعیف سیستم است. چون این فناوری از نظر بلوغ در مراحل اولیه بوده و احتمال سوء استفاده امنیتی وجود دارد که

می‌تواند منجر به تبلیغات بد و تأخیر در پذیرش شود. آسیب‌پذیری عمدتاً از بُعد امنیت سایبری در استفاده از پول‌های دیجیتال یا قراردادهای هوشمند ناشی می‌شود. هرچند مقیاس‌پذیری راه‌حل‌های بلاکچین، به عنوان یک چالش باقی مانده است، اما بلاکچین به عنوان امیدوارکننده‌ترین فناوری در مبارزه با فساد است. این ویژگی با تأمین هویت، ردیابی وجوه، ثبت دارایی و خرید قراردادها می‌تواند به یکپارچگی بوروکراسی‌ها کمک کند (سانتیسو<sup>۱</sup>، ۲۰۱۹).

میان‌کارکردی<sup>۲</sup> بودن داده‌های بلاکچین، چالش دیگری است که در تعدادی از مقالات مشاهده شد. بسیاری از مطالعات، نگرانی‌های مربوط به قابلیت میان‌کارکردی داده‌ها و ناهمگنی داده‌ها را برجسته کرده و در این راستا اتخاذ استانداردهای باز و انطباق با نهادهای نظارتی را به عنوان راه‌حل‌های ممکن برای رفع این نگرانی‌ها، مطرح کرده‌اند. عواملی مانند فقدان اعتماد بین طرفین، فقدان استانداردهای باز و فقدان یکپارچگی داده‌ها به عنوان چالش‌های میان‌کارکردی در نظر گرفته شده است (میر و همکاران، ۲۰۲۰).

در تعدادی از مقالات از جنبه تاریک فناوری بلاکچین در حوزه رمزارزها یاد شده است. امروزه چندین هک سایبری، امنیت ارزهای رمزپایه محبوب را هدف قرار داده‌اند. استفاده مجرمانه از رمزارزها به همان اندازه نگران‌کننده است که از خواص خودکار و خودمختار بلاکچین استفاده شود: پولشویی، بازارهای غیرقانونی و باج‌افزار. افزایش جرایم اینترنتی منجر به نقض داده‌ها، جرایم مالی، دستکاری در بازار، سرقت IP و خطرات امنیتی می‌شود. این امر امنیت سایبری را در اولویت اصلی زنجیره‌های تأمین مبتنی بر بلاکچین قرار می‌دهد. بزرگ‌ترین چالش این است که برخلاف اینترنت، بلاکچین پشتوانه حاکمیتی و قانونی در اختیار ندارد. پولشویی، طراحی ضعیف سیستم، تردید در به اشتراک‌گذاری اطلاعات هم به عنوان دیگر چالش‌های استفاده از این فناوری می‌باشد.

## ۵. سهم کشورها در تحقیقات بلاکچین

براساس یافته‌های تحقیق، بیشترین تحقیقات مربوط به محققان کشور چین است. چین، اقدامی متعادل بین تسهیل نوآوری و حفظ کنترل بر بلاکچین را اتخاذ کرده است. بیشتر

1. Santiso

2. Interoperability



فعالیت‌های استخراج رمزارز جهان در چین انجام می‌شود، زیرا هزینه‌های برق در استان‌های فقیرنشین بسیار کم است. اما دولت این کشور به دنبال ممنوع کردن این فعالیت می‌باشد. بر اساس یافته‌ها، مطالعات چین عمدتاً به فناوری‌های مرتبط با بلاکچین پرداخته‌اند (بررسی رابطه اینترنت اشیا، رایانش ابری و کلان داده با بلاکچین). به خصوص محققان چینی به تشریح چگونگی ارتباط بلاکچین با چرخه کلان داده (کسب، ذخیره، تحلیل و نگهداری امن داده‌ها) و توسعه استانداردها در این حوزه پرداخته‌اند.

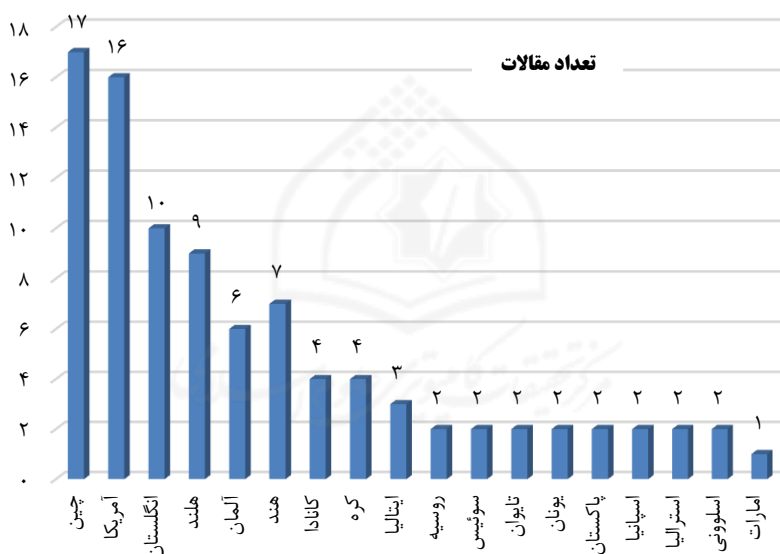
دومین رتبه مربوط به محققان کشور آمریکا است. آمریکا یکی از مهم‌ترین مناطق جهان برای سرمایه‌گذاران و کارآفرینان بلاکچین است. این کشور پس از سال‌ها سرمایه‌گذاری در طیف گسترده‌ای از فناوری‌های مرتبط با بلاکچین، در برخی حوزه‌ها (تأمین مالی و مدیریت زنجیره تأمین) پیشگام می‌باشد. محققان آمریکا دارای تنوع در موضوع مطالعاتی هستند. در این کشور کاربردها، الزامات قانونی و فناوری‌های مرتبط مورد بحث قرار گرفته است (۱۶ مقاله).

رتبه سوم مقالات مرور شده مربوط به انگلستان است. محققان این کشور به نقش بلاکچین در حوزه انرژی و زنجیره تأمین، به علاوه به نقش فناوری هوش مصنوعی در این عرصه پرداخته‌اند. مطالعات کشور هلند عمدتاً به کاربرد این فناوری در حوزه انرژی و برق اروپا پرداخته‌اند. همچنین هند سرمایه‌گذاری زیادی در خدمات بلاکچین انجام داده است. اما نیاز به ایجاد اعتماد در بین شهروندان خود دارد. بیش از نیمی از دولت‌های ایالتی هند اذعان کرده‌اند که بلاکچین را به صورت آزمایشی به اجرا درآورده و بیش از ۳۰۰ استارت‌آپ بلاکچین در هند ظهور کرده‌اند. در اوایل سال ۲۰۱۸، مرکز دیجیتال‌سازی بایرن آلمان، متخصصان بلاکچین و مدیران شرکت‌ها را گرد هم آورد. این مجمع در شهر مونیخ مملو از ترکیبی سرزنده از وکلا، محققان، استارت‌آپ‌ها و شرکت‌های با فناوری پیشرفته بود؛ اما تاکنون این فناوری در آلمان پیشرفت چندانی نکرده است و سیاست‌گذاران به دنبال قانون‌گذاری در این حوزه هستند (گزارش موسسه دلویت، ۲۰۲۰). براساس یافته‌ها، محققان آلمانی به مزایای اقتصادی بلاکچین و نقش اینترنت اشیا پرداخته‌اند.

کشور کره به زنجیره تأمین و کشور روسیه هم به نقش بلاکچین در حمل و نقل پرداخته‌اند. در کشور روسیه استارت‌آپ‌هایی در خصوص بلاکچین ایجاد شده است و ۳۰٪ از توسعه‌دهندگان جهانی بلاکچین، ریشه در روسیه دارند. تایوان با توجه به حضور گسترده جهانی خود در صنایع

فناوری اطلاعات و در اختیار داشتن گنجینه‌ای از توسعه‌دهندگان با استعداد و محیط دوستانه نوآوری، به یک جزیره جهانی بلاکچین تبدیل شده است.

کشور امارات با یک بلندپروازی، به دنبال هدایت کلیه تراکنش‌های مالی دولت به سمت بلاکچین است (گزارش شبکه نوآوری هلند، ۲۰۲۰). همچنین محیط نوآوری کانادا برای بهره‌برداری از این فناوری کاملاً مناسب است. این کشور دارای استعدادهای برتر، سیاست‌های حمایتی و چندین گروه کارآفرینانی در تورنتو، مونترال و ونکوور می‌باشد. در نمودار شماره ۶، تعداد مقالات متعلق به کشورها که در این مطالعه از آنها استفاده شده، آمده است.



نمودار ۶- سهم کشورها در تحقیقات بلاکچین (یافته‌های تحقیق)

## ۶. بحث

برای درک بهتر پتانسیل واقعی بلاکچین و همچنین تأثیرات آن در بخش‌های مختلف، ارزیابی مهم‌ترین تحقیقات فعلی اهمیت شایانی دارد. بنابراین، یک مرور نظام‌مند در مورد این فناوری برای شناسایی حوزه‌های کاربرد، مزایا و چالش‌های آن جهت آگاهی از روند فعلی و تعیین شکاف

تحقیقاتی ضروری است. در این مطالعه، تعداد ۹۰ مقاله منتشر شده در سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۱ از طریق روش فراترکیب بررسی شد. مرور نظام‌مند در خصوص گستره بلاکچین در چهار محور حوزه‌های کاربرد بلاکچین، مزایای بلاکچین، چالش‌ها و فناوری‌های مرتبط با آن به تصویر کشیده شده است. یافته‌های پژوهش حاضر برای سازمان‌هایی که قصد دارند از نوآوری‌های دیجیتال مانند بلاکچین استفاده کنند، می‌تواند به عنوان راهنما تلقی شود.

در خصوص ارتباط تحقیق حاضر با دیگر پژوهش‌ها باید گفت که یافته‌های این پژوهش با یافته‌های پژوهش ایکسیو و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت دارد. ایکسیو و همکاران در تحقیقی تحت عنوان یک مرور نظام‌مند از بلاکچین، تعداد شش تیم تحقیقاتی تحت عنوان مزایای اقتصادی، فناوری‌های بلاکچین، رمزارز، انقلاب فین تک و اقتصاد اشتراکی را شناسایی کردند. بنابراین، دو بُعد از تحقیق حاضر (مزایا و فناوری‌های مرتبط با بلاکچین) با تحقیق ایکس یو، چن کواو<sup>۱</sup> (۲۰۱۹) مرتبط است. همچنین یافته‌های این پژوهش با یافته‌های علی، آلی، کوتربوک و کومار دویودی<sup>۲</sup> (۲۰۲۰) کاملاً همخوانی دارد. با توجه به اینکه چهارمین محور از یافته‌های پژوهش حاضر در خصوص حوزه‌های کاربرد بلاکچین که به حوزه مالی مرتبط است، عنوان تحقیق یاد شده (علی و همکاران) به کاربرد بلاکچین در بخش مالی اشاره دارد. همچنین در تحقیق یاد شده، سه محور مهم تحت عنوان مزایا، چالش‌ها و کارکردهای بلاکچین در بخش مالی به صورت نظام‌مند بررسی شده است. این تحقیق نشان می‌دهد که برای ورود سازمان‌ها به عرصه بلاکچین، توجه به سه بعد مزایا، معایب و نوع حوزه کاربردی مهم است. بنابراین، سه بُعد اصلی از تحقیق مذکور با یافته‌های این تحقیق مرتبط است. همچنین در مطالعه عثمانی و همکاران (۲۰۲۰) که به مرور نظام‌مند بلاکچین در صنعت بانکداری و مالی پرداخته شده، گستره بلاکچین در قالب هزینه‌ها (هزینه ذخیره، هزینه تراکنش، هزینه انرژی)، مزایا (محرمانگی، شفافیت، امنیت، کارایی، ثبات، سرعت و اعتماد)، ریسک‌ها (مقیاس‌پذیری، امنیت، برگشت‌پذیری<sup>۳</sup>، میان‌کارکردی<sup>۴</sup>، مقررات)، فرصت‌ها (مزیت رقابتی، ظهور خدمات جدید) مشخص شده است. بنابراین، یافته‌های این تحقیق در بُعد مزایا و چالش‌ها با یافته‌های عثمانی و همکاران مشابه است.

1. Xu, Chen & Kou
2. Ali, Ally, Clutterbuck & Kumar Dwivedi
3. Reversibility
4. Interoperability

همان‌طور که مشاهده می‌شود، بلاکچین یک شمشیر دو لبه است و شاهد دوگانگی‌ها در ادبیات بلاکچین هستیم. امنیت در بلاکچین هم به عنوان مزیت و هم به عنوان چالش در نظر گرفته شده است. همچنین یکی از اصلی‌ترین مزیت‌های بلاکچین، کاهش هزینه‌ها است، در حالی که برخی تحقیقات به هزینه ناشی از استفاده از این فناوری اشاره کرده‌اند. بالاخره، تغییرناپذیری تراکنش‌های بلاکچین به عنوان مزیت در نظر گرفته شده است، در حالی که در مواقع نیاز (مثلاً فسخ قرارداد)، امکان تغییر بلاکچین وجود ندارد. بنابراین، در موضوع بلاکچین با دوگانه‌های زیادی مواجه هستیم.

همچنین یکی از محورهای ما به کاربرد بلاکچین در بخش بهداشت و سلامت اختصاص دارد. حوزه بهداشت و درمان، تنها حوزه‌ای است که مطالعات بلاکچین در این حوزه به سطوح قابل قبولی از بلوغ رسیده است. چون حوزه بهداشت و درمان، ذی‌نفعان مختلفی دارد، الکترونیکی کردن اقدامات با محوریت امنیت و اعتماد بسیار مهم است. به عنوان مثال، چونگوو و گارگ<sup>۱</sup> (۲۰۲۰) در مرور نظام‌مند خود، ابتدا چارچوب‌های بلاکچین در بخش سلامت را بررسی کرده و سپس تحقیقاتی که به مرحله الگوسازی<sup>۲</sup> این فناوری در سازمان‌ها و شرکت‌ها پرداخته‌اند را بررسی کرده‌اند. همچنین این دو محقق در مرحله آخر، تحقیقات مربوط به پیاده‌سازی عملی این فناوری در بخش سلامت را بررسی کرده‌اند. براساس این یافته‌ها، مهم‌ترین مزیت بلاکچین در این عرصه، کمک به امنیت، اعتماد و محرمانگی است.

محور مهم دیگر کاربردهای بلاکچین در تحقیق ما، به حوزه مالی مربوط است. از آنجایی که بلاکچین در سال ۲۰۱۹ خود را بازآفرینی کرد، قابلیت‌های مالی آن گسترده‌تر شد و در بسیاری از زمینه‌های مالی مانند بانکداری، بازارهای سرمایه و مالی اینترنت، قابل کاربرد تشخیص داده شد. بنابراین، یکپارچه‌سازی عمیق بلاکچین با فناوری‌های مالی همچنان یک مسیر تحقیقاتی امیدوارکننده خواهد بود. بلاکچین ۳/۰<sup>۳</sup> اصطلاحی است که به کاربرد این فناوری در حوزه‌هایی غیر از ارز و امور مالی مانند دولت، بهداشت، علوم، فرهنگ و هنر می‌پردازد. هدف بلاکچین ۳/۰ مساعادت آن در تمرکززدایی از جامعه است. دامنه این نوع بلاکچین و کاربردهای بالقوه آن نشان

1. CHUKWU & GARG
2. Prototypes
3. Blockchain 3.0

می‌دهد که یک فناوری رو به رشد و متحرک است. بلاکچین ۳/۰ شکل پیشرفته‌تری از قراردادهای هوشمند را برای یک واحد سازمانی توزیع شده ایجاد می‌کند که قوانین خاص خود را داشته و با درجه بالایی از استقلال عمل می‌کند (پرونی و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۸). محور دیگر یافته‌های این پژوهش در خصوص حوزه کاربرد، محور حاکمیت و دولت است. براساس یافته‌ها، استفاده از بلاکچین برای دولت‌ها عمدتاً چالش تلقی شده و سازمان‌های دولتی در پذیرش بلاکچین محافظه‌کار هستند، کلیدواژه‌هایی مانند ارتباطات باز، دولت الکترونیک، سازمان‌های قانون‌گذار در این عرصه مطرح شده است.

مزایای بلاکچین بسیار متنوع است. این مزایا را می‌توان در ابعاد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، قانونی و... در نظر گرفت. مزایای اقتصادی بلاکچین در تحقیقات قبلی به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است. اما مزایای غیر اقتصادی بلاکچین تاکنون شناسایی و معرفی نشده است. براساس یافته‌های تحقیق حاضر، ردیابی و شفافیت، ایجاد اعتماد، جلوگیری از کلاهبرداری و تقلب و مدیریت هویت به عنوان مزیت‌هایی است که جنبه فرهنگی و اجتماعی دارد. در این خصوص سکف و سیدلر<sup>۲</sup> (۲۰۱۸) مزایایی مانند عدم تمرکزگرایی، شفافیت، برابری، پاسخ‌گویی (از طریق قرارداد هوشمند) را به عنوان مزایا و آثار اجتماعی فناوری بلاکچین قلمداد کرده‌اند که می‌تواند به رعایت حقوق بشر کمک کند. شفافیت، برابری و خودمختاری برخی ویژگی‌های بلاکچین است که می‌تواند در زمینه‌هایی مانند هویت آنلاین، کنترل قاچاق انسان، کاهش فساد، آشکارسازی تقلب، مشارکت دموکراتیک و آزادی بیان به جوامع کمک کند. همچنین، عواملی مانند بی‌نامی، محرمانگی، امنیت، تغییرناپذیری در این تحقیق به عنوان مزایای بلاکچین شناسایی شده است، اما برخی محققان معتقدند که هرچند همه تراکنش‌های بلاکچین محرمانه و رمزگذاری شده هستند، اما باز هم خطر هک شدن داده‌ها وجود دارد (ایکس یو، چن کوو، ۲۰۱۹).

یکی دیگر از یافته‌های غالب تحقیق حاضر در بخش چالش‌های بلاکچین، تغییرناپذیری داده‌ها در بلاکچین است. تغییرناپذیری داده‌ها، هم به عنوان یک مزیت و هم به عنوان یک چالش این فناوری تلقی شده است. تغییرناپذیری و غیر قابل دستکاری بودن باعث ایجاد اطمینان کافی در بین اعضای شبکه و به خصوص زنجیره تأمین می‌شود. اما در مبحث قراردادهای هوشمند، اگر

اشتباهی رخ دهد، امکان اصلاح وجود نخواهد داشت. چالش دیگر، نامشخص بودن چگونگی ارتباط بلاکچین با سیستم‌های موجود است. این موضوع تحت عنوان چالش میان‌کارکردی در نظر گرفته شده است. براساس یافته‌ها، یکپارچه‌سازی بلاکچین با سیستم‌های موجود و تعریف استانداردها بزرگ‌ترین چالش است.

در خصوص فناوری‌های مرتبط با بلاکچین، یافته‌های این تحقیق با یافته‌های ریان و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت دارد. این محققان معتقدند که محدودیت‌های موجود در رایانش ابری و کلان داده، توسط اینترنت اشیاء مرتفع گردید، حال نوبت بلاکچین است. بلاکچین با یکپارچه‌سازی داده‌های ابری و اینترنت اشیاء می‌تواند انقلابی در این عرصه بوجود بیاورد. یافته‌های ریان و همکاران (۲۰۱۸) نشان می‌دهد که اعتماد و امنیت اینترنت اشیاء به وسیله بلاکچین قابل تضمین است. یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که اینترنت اشیاء می‌تواند از قابلیت‌های ارائه شده توسط بلاکچین بسیار بهره‌مند شود و این موضوع به توسعه بیشتر فناوری‌های فعلی اینترنت اشیاء منجر خواهد شد. در تعدادی از مقالات، اینترنت اشیاء به عنوان یک حوزه کاربرد از بلاکچین تلقی شده است، در حالی که در تحقیق حاضر، این فناوری به عنوان یک فناوری همراه با بلاکچین است. البته، چالش‌های بزرگی در استفاده توأمان از این دو فناوری وجود دارد که نیاز به تحقیق دارد. همان‌طور که گفته شد، ظرفیت ذخیره‌سازی و مقیاس‌پذیری بلاکچین هنوز هم به عنوان یک چالش تلقی می‌شود. بنابراین، ظرفیت ذاتی و محدودیت‌های مقیاس‌پذیری برنامه‌های اینترنت اشیاء، این چالش‌ها را بیشتر می‌کند. از این جهت، به نظر می‌رسد بلاکچین برای کاربردهای اینترنت اشیاء نامناسب باشد، اما روش‌هایی وجود دارد که می‌توان این محدودیت‌ها را کاهش داد یا به طور کلی از آنها اجتناب کرد. این محدودیت مانع بزرگی برای ادغام آن با بلاکچین است. به طور کلی، بلاکچین برای ذخیره مقادیر زیادی از داده‌ها مناسب نیست، اما برای جلوگیری از حملات فزاینده به شبکه‌های اینترنت اشیاء، بسیار مناسب است. در نمودار شماره ۷ گستره بلاکچین به تصویر کشیده شده است.



سازمان به تصویر کشیده نشده است. بنابراین، تبیین بلاکچین از منظر نظریه اطلاعات، نظریه نهادی، نظریه منبع محور، نظریه عاملیت و سایر نظریه‌های رشته‌های جامعه‌شناسی و اقتصادی می‌تواند افق‌های جدیدی در نظریه و عمل ایجاد کند.

همچنین در سطحی بالاتر از سازمان، محققان می‌توانند تاثیر بلاکچین بر کارایی بازار و رفاه اجتماعی را بررسی کنند. به طور کلی بررسی اثرات بلاکچین بر کارایی شرکت و بازار، نیاز به تحقیق علمی بیشتری دارد.

شاید بیش از هر زمان دیگری، این فناوری جدید ما را ملزم به استفاده از رویکردی چند رشته‌ای کند. بنابراین، پتانسیل‌های این فناوری باید در تحقیقات آینده از طریق مطالعات چند رشته‌ای و کیفی عمیق بررسی شود. از طرفی، ارتباط بین فناوری‌های مرتبط با بلاکچین و برهم‌کنشی آنها نادیده گرفته شده است. هرچند اینترنت اشیا و هوش مصنوعی معمولاً به طور جداگانه مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما براساس دیدگاه پژوهشگران آلمان، این نوآوری‌ها می‌توانند و باید به طور مشترک مورد استفاده قرار گیرند و در آینده همگرا خواهند شد. یکی از ارتباطات احتمالی این فناوری‌ها می‌تواند این باشد که اینترنت اشیا اطلاعات را جمع‌آوری و فراهم می‌کند، بلاکچین زیرساخت‌ها را فراهم کرده و قوانین تعامل را تنظیم می‌کند، در حالی که هوش مصنوعی فرآیندها و قوانین را بهینه خواهد کرد (سندر، گرتس و ریتز، ۲۰۲۰). با توجه به موارد ذکر شده، آیا می‌توان گفت که این فناوری و عملکردهای آن برای همه مشکلات نوسادار و تلقی می‌شود؟ در پاسخ باید گفت که این فناوری در حال فتح کلیه کسب‌وکارها در سطوح دولت، ملت، شهرها و شرکت‌های مختلف می‌باشد. اما تمرکز اصلی باید بر مدیریت قدرت فناوری و تعیین چگونگی ارتباط آن با فناوری‌های دیگر از جمله اینترنت اشیا و هوش مصنوعی باشد. اینکه آیا این فناوری به مثابه یک مدینه فاضله است یا خیر، به مدیریت گام به گام ابعاد و حیطه‌های مختلف آن بستگی دارد. امروزه مهاجرت به شهرهای بزرگ گسترش پیدا کرده و سبک‌های زندگی به کلی دگرگون شده است. در این راستا، بلاکچین می‌تواند به حل بخشی از مشکلات شهری و توسعه شهر هوشمند پایدار کمک کنند. هم‌گرایی بلاکچین و رایانش ابری، باعث حل مشکلات مربوط به امنیت معماری شهرهای هوشمند شده و عملکرد سیستم را ارتقاء خواهد داد. سیستم عامل‌های بلاکچین در سناریوهای مرتبط با خانه‌های هوشمند می‌تواند خدمات هوشمندی مانند نظارت بر خانه، مدیریت خانه و کنترل دسترسی به وسایل خانه را ارائه کند. بنابراین، محققان حوزه شهری باید این



فناوری را از منظرهای مختلف به طور جامع تحلیل کنند. ایجاد مقررات برای گنجاندن بلاکچین و اینترنت اشیا به عنوان بخشی از زیرساخت‌های دولت، کلیدی است. این اقدام سرعت تعامل بین شهروندان، دولت‌ها و شرکت‌ها را تسریع می‌کند. از طرفی تأمین زیرساخت بلاکچین و اینترنت اشیا به منظور ایجاد سیستم حمل‌ونقل هوشمند در سطح کشور و شهرها، زمان‌بر بوده و هزینه‌های زیادی می‌طلبد. بنابراین، دولت‌ها باید شهرها را از نظر داده‌های باز، زیرساخت‌های هوشمند، استراتژی‌های اداری هوشمند و تصمیم‌گیری هوشمند مدنظر قرار دهند. علاوه بر این، دولت‌مردان باید ملاحظات اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی را در نظر بگیرند. این امر مستلزم ادغام موثر ملاحظات اقتصادی و محیطی است.



## منابع

منظور، د.، نوروزی، ا. (۱۳۹۸). کاربردهای فناوری بلاکچین در کسب و کارهای صنعت انرژی: فرصت‌ها و چالش‌ها. *انرژی ایران*، ۲۲(۲).

**References**

- Arvik, P. (2020). Blockchain as an anticorruption tool. Case examples and introduction to the Technology. *Academic press*. Available at: [www.u4.no/publications/are-blockchain-technologies-efficient-in-combatting-corruption](http://www.u4.no/publications/are-blockchain-technologies-efficient-in-combatting-corruption)
- Adeleke, T. (2019). **Blockchain and Learning Organizations: How the Emerging Technology Impacts Knowledge Sharing**. Dissertation, Doctor of Management, University of Maryland University College, USA.
- Agbo, C.C., Mahmoud, Q.H. & Eklund, J.M. (2019). Blockchain Technology in Healthcare: A Systematic Review. *Healthcare*, 56(7). DOI: doi.org/10.3390/healthcare7020056
- Alam, T. & Mohamed, B. (2020). Blockchain and Internet of Things in Higher Education. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5). DOI: 10.13189/ujer.2020.080556
- Ali, O., Ally, M. & Clutterbuck, D.Y. (2020). The state of play of blockchain technology in the financial services sector: A systematic literature review. *International Journal of Information Management*, 54(3). DOI: doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102199
- Alladi, T., Chamola, V., Sahu, N. & Guizani, M. (2020). Applications of blockchain in unmanned aerial vehicles: A review, *Veh. Commun.* DOI: doi.org/10.1016/j.vehcom.2020.100249
- Andoni, M., Robua, V., Flynn, D., Abramb, S., Geachc, D. & Peacockd, D. (2019). Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 100: 143-184. DOI: doi.org/10.1016/j.rser.2018.10.014
- Angelis, J. & Da Silva, E.R. (2019). Blockchain adoption: A value driver perspective. *Business Horizons*, 62(3): 307-314.
- Awaji, B., Solaiman, E. & Alshri, A. (2020). Blockchain-Based Applications in Higher Education: A Systematic Mapping Study. *Proceedings of the 5th International Conference on Information and Education Innovations*. DOI: doi.org/10.1145/3411681.3411688
- Beck, R., Müller-Bloch, C. & King, J.L. (2018). Governance in the blockchain economy: A framework and research agenda. *Journal of the Association for Information Systems*, 19(10): 1020-1034. DOI: doi.org/10.18705/1jais.00518
- Böckel, A., Nuzum, A.K. & Weissbrod, I. (2021). Blockchain for the Circular Economy: Analysis of the Research-Practice Gap. *Sustainable Production and Consumption*, 25: 271-284. DOI: doi.org/10.1016/j.spc.2020.12.006
- Boudguiga, A. & et al. (2018). Towards better availability and accountability for IoT updates by means of a blockchain. in Proc. *IEEE Eur. Symp. Secur. Privacy Workshops (EuroS PW)*, Apr. 2018: 50-58.
- Cappiello, B. & Gherardo, C. (2021). **Blockchain, Law and Governance**. Available at: [www.springer.com/gp/book/9783030527211](http://www.springer.com/gp/book/9783030527211)

- Carbone, A., Davcev, D., Mitreski, K., Kocarev, L. & Stankovski, V. (2018). **Blockchain based Distributed Cloud Fog Platform for IoT Supply Chain Management**. In: Eighth International Conference On Advances in Computing. **DOI:** 10.15224/978-1-63248-144-3-37
- Casino, F., Dasaklis, T.K. & Patsakis, C. (2018). A systematic literature review of blockchain-based applications: current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics*, 36: 51-88. **DOI:** <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006>
- Chen, G. & et al. (2018). Exploring blockchain technology and its potential applications for education. *Smart Learn. Environ*, 5(1). **DOI:** [doi.org/10.1186/s40561-018-0050-x](https://doi.org/10.1186/s40561-018-0050-x)
- Chukwu, E. & Garg, L. (2020). A Systematic Review of Blockchain in Healthcare: Frameworks, Prototypes, and Implementations. *IEEE Access*, 8: 21196-21214, 2020. **DOI:** 10.1109/ACCESS.2020.2969881
- Cole, R., Stevenson, M. & Aitken, F. (2019). Blockchain technology: implications for operations and supply chain management. *Supply Chain Management*, 24(4): 469-483. **DOI:** 10.1108/SCM-09-2018-0309
- Cummings, D. (2016). **Use Cases of Ethereum in Different Sectors 2016**. Academic press.
- DEEPA, N. & et al. (2020). A Survey on Blockchain for Big Data: Approaches, Opportunities, and Future Directions. *ACM Comput. Surv*, 1(1): 1-29. **DOI:** arxiv-2009.00858
- Deloitte's 2020 Global Blockchain Survey**. Available at: [www2.deloitte.com/mt/en/pages/technology/articles/2020-global-blockchain-survey.html](http://www2.deloitte.com/mt/en/pages/technology/articles/2020-global-blockchain-survey.html)
- Diestelmeier, L. (2019). Changing power: Shifting the role of electricity consumers with blockchain technology-Policy implications for EU electricity law. *Energy Policy*, 128: 189-196. **DOI:** [doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.065](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.065)
- Duan, J., Zhang, C., Gong, Y., Brown, S. & Li, Z. (2020). A Content-Analysis Based Literature Review in Blockchain Adoption within Food Supply Chain. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18(5). **DOI:** [doi.org/10.3390/ijerph18051884](https://doi.org/10.3390/ijerph18051884)
- Dutra, A., Tumasjan, A. & Welp, I.M. (2018). Blockchain is changing how media and entertainment companies compete. *MIT Sloan Manag Rev*, 60(1): 39-3.
- Emerald Publishing (2020). An Introduction to Algorithmic Finance, Algorithmic Trading and Blockchain. **DOI:** 10.1108/978-1-78973-893-320201021
- Eremina, L., Mamoiko, A. & Bingzhang, L. (2019). Use of blockchain technology in planning and management of transport systems. *E3S Web of Conferences*, 04014(2020). **DOI:** [doi.org/10.1051/e3sconf/202015704014](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015704014)
- Filippi, P.D., Mannan, M. & Reijers, W. (2020). Blockchain as a confidence machine: The problem of trust & challenges of governance. *Technology in Society*, 62. **DOI:** [org/10.1016/j.techsoc.2020.101284](https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101284)
- Giungato, P., Rana, R., Tarabella, A. & Tricase, C. (2018). Current Trends in Sustainability of Bitcoins and Related Blockchain Technology. *Sustainability* 9(12). **DOI:** [doi.org/10.3390/su9122214](https://doi.org/10.3390/su9122214)
- Graglia, J.M. & Mellon, C. (2018). Blockchain and property in 2018: At the end of the beginning. *Innovations Technology, Governance, Globalization*, 12(1-2): 90-116. **DOI:** [doi.org/10.1162/inov\\_a\\_00270](https://doi.org/10.1162/inov_a_00270)

- Guo, Y. & Liang, C. (2016). Blockchain application and outlook in the banking industry. *Financial Innovation*, 2(24): 1-12. **DOI:** doi.org/10.1186/s40854-016-0034-9.
- Hanafizadeh, P., Keating, B.W. & Khedmatgozar, H. (2014). A Systematic Review of Internet Banking Adoption. *Telematics and Informatics*, 31(3).  
**DOI:** doi.org/10.1016/j.tele.2013.04.003
- Hassan, F. & et al. (2019). **Blockchain and the Future of the Internet: A Comprehensive Review.** Available at: <https://arxiv.org/pdf/1904.00733.pdf>
- Hölbl, M., Kompara, M., Kamišalić, A. & Zlatolas, L. (2018). A Systematic Review of the Use of Blockchain in Healthcare. *Symmetry*, 10(10). **DOI:** doi.org/10.3390/sym10100470
- Ilbiz, E. (2020). **Blockchain: A New Disruptive Innovation for Knowledge Risk Management.** In book: Knowledge Risk Management (pp.119-132). **DOI:** 10.1007/978-3-030-35121-2\_8
- Jameel, F., Javaid, U., Khan, W., Aman, M.N., Pervaiz, H. & Jäntti, R. (2020). Reinforcement Learning in Blockchain-Enabled IIoT Networks: A Survey of Recent Advances and Open Challenges. *Sustainability*, 12(12). **DOI:** doi.org/10.3390/su12125161
- JAOUDE, J.A. & SAADE, R.G. (2019). Blockchain Applications \_ Usage in Different Domains. *IEEE Access*, 7. **DOI:** 10.1109/ACCESS.2019.2902501
- Jin, H., Luo, Y., Li, P. & Mathew, J. (2019). A review of secure and privacy-preserving medical data sharing. *IEEE Access*, 7. **DOI:** 10.1109/ACCESS.2019.2916503
- Joo, M.H., Nishikawa, Y. & Dandapani, K. (2019). Cryptocurrency, a successful application of blockchain technology. *Managerial Finance*. **DOI:** 10.1108/MF-09-2018-0451
- Khezr, S., Moniruzzaman, M.D., Yassine, A. & Benlamri, R. (2019). Blockchain Technology in Healthcare: A Comprehensive Review and Directions for Future Research. *Applied Sciences*, 9(9). **DOI:** 10.3390/app9091836
- Kim, H.M. & Laskowski, M. (2018). Toward an ontology-driven blockchain design for supply-chain provenance. *Intell Syst Account Finance Manage*, 25(1): 18-27.  
**DOI:** doi.org/10.1002/isaf.1424
- Kouhizadeh, M., Zhu, Q. & Sarkis, J. (2019a). Blockchain and the circular economy: po-tential tensions and critical reflections from practice. *Production Planning and Control*, 31: 950-966.  
**DOI:** doi.org/10.1080/09537287.2019.1695925
- Kummer, S., Herold, D.M., Dobrovnik, M., Mikl, J. & Schäfer, N.A. (2020). Systematic Review of Blockchain Literature in Logistics and Supply Chain Management: Identifying Research Questions and Future Directions. *Future Internet*, 12(3). **DOI:** doi.org/10.3390/fi12030060
- Kuo, T.T., Kim, H.E. & Machado, L. (2018). Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and health care applications. *J. Am. Med. Inform. Assoc*, 24(6).  
**DOI:** 10.1093/jamia/ocx068
- Leeuwen, V., AlSkaif, G.T., Gibescu, M. & Van Sark, W. (2020). An integrated blockchain-based energy management platform with bilateral trading for microgrid communities. *Applied Energy*, 263: 1-13.
- Leible, S., Schlager, S., Schubotz, M. & Gipp, B. (2019). A Review on Blockchain Technology and Blockchain Projects Fostering Open Science. *Frontiers in Blockchain*, 16(2).  
**DOI:** 10.3389/fbloc.2019.00016

- Li, G., Dong, M., Yang, L.T., Ota, K. & Li, J. (2019). Preserving Edge Knowledge Sharing among IoT Services: A Blockchain-based Approach. *IEEE Transactions on Emerging*, 4(5).  
**DOI:** 10.1109/TETCI.2019.2952587
- Mainelli, M. & Vinay, G. (2016). **Misplaced trust. Banking Technology.** Available at: www.zyen.com.
- Manzoor, D. & Nowruz, A. (2019). Applications of blockchain technology in energy industry businesses: Opportunities and challenges. *Iran Energy*, 22(2). [in persian]
- Marbough, D. & et al. (2020). Blockchain for COVID-19: Review, Opportunities, and a Trusted Tracking System. *Arabian journal for science and engineering*: 1-18.  
**DOI:** doi.org/10.1007/s13369-020-04950-4
- Markopoulos, E., Kirane, I.S., Balaj, D. & Vanharanta, H. (2020). Artificial Intelligence and Blockchain Technology Adaptation for Human Resources Democratic Ergonomization on Team Management. *Springer Nature Switzerland AG.* **DOI:** doi.org/10.1007/978-3-030-27928-8\_68
- Marr, B. (2019). **Here Are 10 Industries Blockchain Is Likely To Disrupt.** Available at: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/07/16/here-are-10-industries-blockchain-is-likely-to-disrupt/?sh=7f857348b5a2>
- Mathew, S. & Abdul, M.d. (2018). Evaluation of Blockchain in Capital Market Use-Cases. *International Journal of Web Portals*, 10(1): 54-76. **DOI:** 10.4018/IJWP.2018010105
- Mayer, A.H., Da Costa, C.A., Righi, R. & Da, R. (2020). Electronic health records in a Blockchain: A systematic review. *Health Informatics Journal.* **DOI:** 10.1187/1460458219866350
- Mills, D. & et al. (2016). Distributed ledger technology in payments, clearing, and settlement. *Finance and Economics Discussion Series.* **DOI:** <https://doi.org/10.18016/FEDS.2016.095>
- Min, T., Wang, H., Guo, Y. & Cai, W. (2019). Blockchain Games: A Survey. *2019 IEEE Conference on Games (CoG)*: 1-8.
- Mirabelli, G. & Solina, V. (2020). Blockchain and agricultural supply chains traceability: research trends and future challenges. *Procedia Manufacturing*, 42: 414-421.  
**DOI:** doi.org/10/1016/j.promfg.2020/02/05
- Netherlands Innovation Network (2020). **Blockchain.** Available at: [dutchblockchaincoalition.org](http://dutchblockchaincoalition.org)
- Nguyen, D., Pathirana, P.N., Ding, M. & Seneviratne, A. (2020). Integration of Blockchain and Cloud of Things: Architecture, Applications and Challenges. *IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS*, 22(4). **DOI:** 10.1109/COMST.2020.3020092
- Nofer, M., Gomber, P., Hinz, O. & Schiereck, D. (2018). Blockchain. *Business & Information Systems Engineering*, 59. **DOI:** doi.org/10.1007/s12599-018-0467-3
- Novikov, S.P., Mikheenko, O.V., Kulagina, N.A., & Kazakov, O.D. (2018). Digital registry of professional competences of the population drawing on distributed registries and smart contracts technologies. *Biznes Informatika Business Inform*, 46(4): 43-53.  
**DOI:** 10.18323/1998-0663.2018.4.43.53
- OECD. (2019). **The Policy Environment for Blockchain Innovation and Adoption: 2019 OECD Global Blockchain Policy Forum Report.** Available at: <https://www.oecd.org/finance/2019-OECD-Global-Blockchain-Policy-Forum-Summary-Report.pdf>
- Osmani, M., El-Haddadeh, R., Hindi, N., Janssen, M. & Weerakkody, V. (2020). Blockchain for next generation services in banking and finance. *Journal of Enterprise Information Management.*

**DOI:** doi.org/10.1108/JEIM-02-2020-0044

Panarello, A., Tapas, N., Merlino, G., Longo, F., Puliafito, A. (2018). Blockchain and IoT Integration: A Systematic Survey. *Sensors*, 18. **DOI:** doi.org/10.3390/s18082575

Park, K.O. (2020). A Study on Sustainable Usage Intention of Blockchain in the Big Data Era: Logistics and Supply Chain Management. *Sustainability*, 12.

**DOI:** doi.org/10.3390/su122410670

Paul J.T., Tooska, D., Ali, D., Reza, M. & Kim-Kwang, R.C.H. (2020). A systematic literature review of blockchain cyber security. *Digital Communications and Networks*, 6(2): 17-156.

**DOI:** doi.org/10.1016/j.dcan.2019.01.005

Pieroni, A., Scarpato, N., Di Nunzio, L., Fallucchi, F. & Raso, M. (2018). Smarter city: smart energy grid based on blockchain technology. *Int J Adv Sci Eng Inf Technol*, 8(1): 298-306.

**DOI:** 10.18518/ijaseit.8.1.4954

Priceonomics Data Studio (2020). **Which Industries Will Be Transformed By Blockchain (and the Ensuing Data Glut That Follows)**. Available at:

[priceonomics.com/which-industries-will-be-transformed-by-blockchain/](http://priceonomics.com/which-industries-will-be-transformed-by-blockchain/)

Rawat, D.B., Chaudhary, V. & Doku, R. (2020). Blockchain Technology: Emerging Applications and Use Cases for Secure and Trustworthy Smart Systems. *Journal of Cybersecurity. Priv*, 1: 4-18.

**DOI:** 10.3390/jcp1010002

Reyan, A., Martín, C., Chen, J., Soler, E. & Díaz, D. (2018). On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities. *Future Generation Computer Systems*, 88: 183-190.

**DOI:** doi.org/10.1016/j.future.2018.05.046

Roeck, D., Sternberg, H. & Hofmann, E. (2019). Distributed ledger technology in supply chains: A transaction cost perspective. *Int. J. Prod. Res*, 1-18.

**DOI:** doi.org/10.1080/00207543.2019.1657247

Rot, A., Sobińska, M., Hernes, M. & Franczyk, B. (2020). Digital Transformation of Public Administration through Blockchain Technology. Springer link.

Sami, M. & Abdallah, W. (2020). How does the cryptocurrency market affect the stock market performance in the MENA region? *Journal of Economic and Administrative Sciences*, ahead-of-print. **DOI:** doi.org/10.1108/JEAS-07-2019-0078

Sandelowski, M. & Barroso, J. (2007). **Handbook for Synthesizing Qualitative Research**. New York: Springer.

Sander, F., Semeijn, J. & Mahr, D. (2018). The acceptance of blockchain technology in meat traceability and transparency. *British Food Journal*. **DOI:** doi.org/10.1108/BFJ-07-2018-0365

Sandner, P., Gross, J. & Richter, R. (2020). Convergence of Blockchain, IoT and AI. *Journal of Frontiers in Blockchain*, 3. **DOI:** 10.3389/fbloc.2020.522600

Santiso, C. (2019). Here's How Technology Is Changing the Corruption Game. *World Economic Forum*. Available at:

[www.weforum.org/agenda/2019/02/here-s-how-technology-is-changing-the-corruption-game/](http://www.weforum.org/agenda/2019/02/here-s-how-technology-is-changing-the-corruption-game/)

Saqaf, W.A & Seidler, N. (2018). Blockchain technology for social impact: opportunities and challenges ahead. *Journal of Cyber Policy*, **DOI:** 10.1080/23738871.2018.1400084

Sarmah, S.S. (2019). Application of Block chain in Cloud Computing. *International Journal of*

- Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(12). DOI: 10.35940/ijitee.L3585.1081219
- Schär, F. (2021). Decentralized Finance: On Blockchain- and Smart Contract-Based Financial Markets. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review, Second Quarter*: 153-74.  
DOI: <https://doi.org/10.20955/r.103.153-74>
- Shen, C. & Pena, F.M. (2018). Blockchain for Cities—A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, vol.6: 76787-76819. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2880744
- Singh, P. (2020). **Role of Blockchain Technology in Digitization of Land Records in Indian Scenario**. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.614 012055.  
DOI: 10.1088/1855-1315/614/1/012055
- Singh, S., Kumar, P., Yoon, B., Hojafar, M., Cho, G.H. & Ho Ra, I. (2020). Convergence of Blockchain and Artificial Intelligence in IoT Network for the Sustainable Smart City. *Sustainable Cities and Society*. DOI: [doi.org/10.1016/j.scs.2020.102364](https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102364)
- Sun, J., Yan, J. & Zhang, K.Z.K. (2016). Blockchain-based sharing services: What blockchain technology can contribute to smart cities. *Financ Innov*, 2(26).  
DOI: [doi.org/10.1186/s40854-016-0040-y](https://doi.org/10.1186/s40854-016-0040-y)
- Taylor, P.J. & et al. (2019). A systematic literature review of blockchain cyber security. *Digital Communications and Networks*, DOI: [doi.org/10.1016/j.dcan.2019.01.005](https://doi.org/10.1016/j.dcan.2019.01.005)
- Till BM, P.A.W. & Afshar SMeara, J.G. (2018). From blockchain technology to global health equity: can cryptocurrencies finance universal health coverage? *BMJ Global Health*, 2: e000570. DOI: [doi.org/10.1136/bmjgh-2018-000570corr1](https://doi.org/10.1136/bmjgh-2018-000570corr1)
- Trienekens, J.H., Wognum, P.M., Beulens, A.J.M. & Van Der Vorst, J.G.A.J. (2011). Transparency in complex dynamic food supply chains. *Advanced Engineering Informatics*, 26(1): 55-65.  
DOI: [doi.org/10.1016/j.aei.2011.07.007](https://doi.org/10.1016/j.aei.2011.07.007)
- Turk, Z. & Klinc, R. (2018). Potentials of Blockchain Technology for Construction Management. *Procedia Engineering*, 196:638-645. DOI: [doi.org/10.1016/j.proeng.2018.08.052](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.08.052)
- Uddin, M.A., Stranieri, A., Gondal, I. & Balasubramanian, V. (2021). A Survey on the Adoption of Blockchain in IoT: Challenges and Solutions. *Blockchain Research and Applications*, DOI: [doi.org/10.1016/j.bcr.2021.100006](https://doi.org/10.1016/j.bcr.2021.100006)
- Vacca, A., Di Sorbo, A., Visaggio, C.A. & Canfora, G. (2021). A systematic literature review of blockchain and smart contract development: Techniques, tools, and open challenges. *Journal of Systems and Software*, 184. DOI: [doi.org/10.1016/j.jss.2020.110891](https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110891)
- Wadhwa, S. (2019). **Decentralized digital identity management using blockchain and its implication on public sector**. Ph.D. thesis. Dublin Business School.
- Wang, J., Wu, P., Wang, X. & Shou, W. (2018). The outlook of blockchain technology for construction engineering management. *Frontiers of Engineering Management*, 4(1): 67-75.  
DOI: 10.15302/J-FEM-2018006
- Wang, Y., Han, J.H. & Beynon-Davies, P. (2019a). Understanding blockchain technology for future supply chains: A systematic literature review and research agenda. *International Journal of Supply Chain Management*, 24(1): 62-84. DOI: [doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0148](https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0148)
- Wang, Y., Han, J.H. & Davies, P.B. (2018). Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda. *Supply Chain Management*:

- An International Journal*, DOI: doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0148
- Wood, G. & et al. (2014). Ethereum: A secure decentralised generalised transaction ledger. *Ethereum project yellow paper*, 151(2014): 1-32.
- Wu, H.-T., Su, Y.-J. & Hu, W.-C. (2019). A study on blockchain-based circular economy credit rating system. *Journal of Internet Technology*, 20: 947-954.  
DOI: doi.org/10.3966/160792642019052003026
- Xu, M., Chen, X. & Kou, G.A. (2019). Systematic review of blockchain. *Financial Innovation*, 5(27). DOI: https://doi.org/10.1186/s40854-019-0147-z
- Yaqoob, S. & et al. (2019). Use of Blockchain in Healthcare: A Systematic Literature Review. *IJACSA*, 10(5). DOI: doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0100581
- Yinshig, L. (2019). Emerging blockchain-based applications and techniques. *Service Oriented Computing and Applications*. DOI: doi.org/10.1007/s11861-019-00281-x
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X. & Wang, H. (2018). **An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends**. 2018 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress), Honolulu, HI, USA, 2018: 557-564.  
DOI: 10.1109/BigDataCongress.2018.85
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N., Chen, X. & Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: a survey. *Int. J. Web and Grid Services*, 14(4): 352-375.  
DOI: 10.1504/IJWGS.2018.095647
- Zutshi, A., Grilo, A. & Nodehi, T. (2021). The value proposition of blockchain technologies and its impact on Digital Platforms. *Computers & Industrial Engineering*, 155.  
DOI: doi.org/10.1016/j.cie.2021.107187
- Zwitter, A. & Hazenberg, J. (2020). Decentralized Network Governance: Blockchain Technology and the Future of Regulation. *Frontiers in Blockchain*, 3. DOI: 10.3389/fbloc.2020.00012
- Zwitter, A., Gstrein, O.J. & Yap, E. (2020). Digital Identity and the Blockchain: Universal Identity Management and the Concept of the “Self-Sovereign” Individual. *Frontiers in Blockchain*, 3. DOI: 10.3389/fbloc.2020.00026