

فرصت‌ها و چالش‌های استفاده از تکنولوژی‌های نوظهور مانند اینترنت اشیا، بلاکچین و هوش مصنوعی در مدیریت زنجیره تامین

سید جواد میری

دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی قم

محمد رضا مرجانی *

عضو هیات علمی، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی قم

حمید رجبی نسب

دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی قم

چکیده:

این پژوهش، ظرفیت دگرگون‌سازنده و چالش‌های به‌کارگیری فناوری‌های نوظهور؛ اینترنت اشیا، بلاکچین، و هوش مصنوعی در مدیریت زنجیره تامین را بررسی می‌کند. این مطالعه از طریق مرور جامع ادبیات، چگونگی ارتقای شفافیت، امنیت، کارآمدی، قابلیت ردیابی، و تصمیم‌گیری لحظه‌ای را با استفاده از این فناوری‌ها برجسته می‌کند. اینترنت اشیا ردیابی لحظه‌ای را تسهیل می‌کند، بلاکچین یکپارچگی و شفافیت داده‌ها را تضمین می‌کند و هوش مصنوعی، تحلیل‌های پیش‌بینی‌کننده پیشرفته‌ای را ارائه می‌دهد. با این حال، چالش‌های قابل توجهی از جمله مسائل یکپارچه‌سازی فنی، نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی داده‌ها، هزینه‌های بالا، کمبود مهارت و مقاومت سازمانی، مانع پذیرش گسترده آن‌ها می‌شود. این مطالعه توصیه‌های راهبردی برای غلبه بر این موانع، مانند سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های قوی، ارتقای امنیت داده‌ها و پرورش فرهنگ نوآوری ارائه می‌دهد. مسیرهای تحقیقاتی آتی شامل مطالعات تجربی در مورد اجرای فناوری، توسعه چارچوب‌های یکپارچه‌سازی و کاوش در زنجیره‌های تامین پایدار و انعطاف‌پذیر است.

کلمات کلیدی: مدیریت زنجیره تامین (SCM)، اینترنت اشیا (IoT)، بلاکچین، هوش مصنوعی (AI)، یکپارچه‌سازی فناوری، حریم خصوصی داده‌ها.

۱. مقدمه

۱.۱ پیشینه: مروری بر شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین فعلی

مدیریت زنجیره تامین (SCM) شامل برنامه ریزی، اجرا و کنترل فعالیت‌های زنجیره تامین با هدف ایجاد ارزش خالص، ایجاد یک زیرساخت رقابتی، اعمال نفوذ لجستیک در سراسر جهان، همگام سازی عرضه با تقاضا و اندازه گیری عملکرد در سطح جهانی است. روش‌های سنتی SCM بر یک فرآیند خطی و اغلب تکه‌تکه تمرکز می‌کنند، که در آن مراحل مختلف مانند تدارکات، تولید، توزیع و تدارکات به طور جداگانه مدیریت می‌شوند. هدف اصلی SCM این است که اطمینان حاصل شود که محصول مناسب در زمان و هزینه مناسب به مشتری مناسب می‌رسد (Kalsoom et al., 2021).

از لحاظ تاریخی، SCM به شدت به فرآیندهای دستی و سیستم‌های قدیمی وابسته بوده است که اغلب منجر به ناکارآمدی، افزایش هزینه‌ها و عدم شفافیت می‌شود. نقش‌های کلیدی در SCM شامل تدارکات، جایی که استراتژی‌های منبع‌یابی و روابط تامین‌کننده حیاتی هستند، و مدیریت موجودی، که بر بهینه‌سازی سطوح موجودی برای متعادل کردن عرضه و تقاضا به طور موثر تمرکز دارد. تکنیک‌هایی مانند مقدار سفارش اقتصادی (EOQ) و تجزیه و تحلیل ABC به طور سنتی برای مدیریت کارآمد موجودی استفاده می‌شود. علاوه بر این، تغییر به سمت پایداری، سازمان‌ها را وادار کرده است تا شیوه‌های پایدار را در مدیریت زنجیره تامین خود ادغام کنند تا اثرات زیست محیطی را به حداقل برسانند و مسئولیت اجتماعی را افزایش دهند (Akyuz & Gursoy, 2020).

SCM مدرن برای ترکیب دیدگاه‌های مدیریت استراتژیک تکامل یافته است، و بر اهمیت همسویی استراتژی‌های SCM با اهداف کلی کسب و کار برای به دست آوردن مزیت رقابتی تاکید دارد. این تغییر استراتژیک شامل ادغام فعالیت‌های SCM با فناوری اطلاعات برای بهبود پاسخگویی، انعطاف پذیری و رضایت مشتری است. به علاوه، پیشرفت‌های فناوری به طور قابل توجهی بر SCM تأثیر گذاشته است، با نوآوری‌هایی مانند تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ، اینترنت اشیا و هوش مصنوعی که نقش‌های محوری در افزایش کارایی و فرآیندهای تصمیم‌گیری دارند (Al Qatbi & Rathinam, 2023).

۱.۲ اهمیت فناوری‌های نوظهور: مقدمه‌ای بر اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی

فناوری‌های نوظهور مانند اینترنت اشیا (IoT)، بلاک چین و هوش مصنوعی (AI) این پتانسیل را دارند که با پرداختن به ناکارآمدی‌های ذاتی آن و افزایش قابلیت‌های آن، انقلابی در SCM ایجاد کنند. این فناوری‌ها مزایای تغییردهنده‌ای از جمله دید در زمان واقعی، بهبود امنیت و تصمیم‌گیری بهینه را ارائه می‌دهند که برای حفظ مزیت رقابتی در بازار جهانی شده امروزی حیاتی هستند (Aliahmadi & Nozari, 2022).

اینترنت اشیا (IoT): اینترنت اشیا شامل استفاده از دستگاه‌های متصل به هم است که داده‌ها را در سراسر زنجیره تامین جمع‌آوری و به اشتراک می‌گذارد. این مجموعه داده‌های بلادرنگ، دید بی‌سابقه‌ای را در هر مرحله از زنجیره تامین، از مواد خام تا مصرف‌کنندگان نهایی، فراهم می‌کند. دستگاه‌های اینترنت اشیا می‌توانند شرایطی مانند دما، رطوبت و مکان را کنترل کنند و از شرایط بهینه در طول حمل و نقل و ذخیره سازی اطمینان حاصل کنند. این دید به کاهش تاخیرها، جلوگیری از تلفات و بهبود کارایی کلی زنجیره تامین کمک می‌کند (Alvarado & Halgamuge, 2021).

فناوری بلاک چین: بلاک چین یک دفتر کل غیرمتمرکز و غیرقابل تغییر ارائه می‌دهد که شفافیت و امنیت را در SCM افزایش می‌دهد. با ثبت هر تراکنش در یک دفتر کل توزیع‌شده، بلاک چین تضمین می‌کند که همه طرف‌ها به یک نسخه واحد و بدون دستکاری از حقیقت دسترسی دارند. این فناوری به ویژه در تأیید اصالت محصولات، جلوگیری از تقلب و ساده‌سازی فرآیندهای اداری مفید است. بلاک چین می‌تواند به طور قابل توجهی خطر جعل را کاهش دهد و از انطباق با الزامات نظارتی اطمینان حاصل کند (Amin et al., 2023).

هوش مصنوعی (AI): فن‌آوری‌های هوش مصنوعی، از جمله یادگیری ماشین و تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده، SCM را قادر می‌سازد تا از مدیریت واکنشی به مدیریت فعالانه تبدیل شود. هوش مصنوعی می‌تواند حجم وسیعی از داده‌ها را برای شناسایی الگوها و پیش‌بینی روندهای آینده تجزیه و تحلیل کند و شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا به سرعت تصمیمات آگاهانه بگیرند.

کاربردهای هوش مصنوعی در SCM شامل پیش بینی تقاضا، بهینه سازی موجودی و نگهداری پیش بینی شده است. سیستم‌های مجهز به هوش مصنوعی همچنین می‌توانند کارهای روتین را خودکار کنند و منابع انسانی را برای فعالیت‌های استراتژیک‌تر آزاد کنند (Asmussen, & Muller, 2020).

۱.۳ بیان مسئله: شناسایی شکاف‌ها در تحقیقات فعلی

علیرغم پتانسیل امیدوارکننده اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی در افزایش SCM، پذیرش آنها بدون چالش نیست. شکاف قابل توجهی در تحقیقات جامع وجود دارد که به طور همزمان به ادغام این فناوری‌ها در SCM و تأثیر حاصله بر عملکرد کلی زنجیره تامین می‌پردازد. بیشتر مطالعات موجود تمایل دارند به جای بررسی مزایای هم افزایی کاربرد ترکیبی آنها، بر روی فناوری‌های فردی به صورت مجزا تمرکز کنند (Baliev et al., 2023).

علاوه بر این، در حالی که ادبیات قابل توجهی در مورد مزایای این فناوری‌ها وجود دارد، تحقیقات محدودی در مورد چالش‌های عملی و موانع پذیرش آنها وجود دارد. مسائلی مانند پیچیدگی فنی، هزینه‌های بالای پیاده‌سازی، نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی داده‌ها و نیاز به مهارت‌های تخصصی اغلب ذکر می‌شوند اما به طور عمیق مورد بررسی قرار نمی‌گیرند. علاوه بر این، ماهیت پویا و در حال تحول SCM مستلزم تحقیقات مستمر برای همگام شدن با پیشرفت‌های تکنولوژیکی و روندهای نوظهور است (Bancroft & Li, 2021).

هدف این تحقیق پر کردن این شکاف‌ها با ارائه تحلیلی جامع از فرصت‌ها و چالش‌های مرتبط با ادغام اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی در SCM است. بررسی می‌کند که چگونه این فناوری‌ها می‌توانند با هم کار کنند تا دید، امنیت، کارایی و تصمیم‌گیری زنجیره تامین را افزایش دهند، در حالی که موانع بالقوه برای پذیرش آن‌ها و استراتژی‌های غلبه بر آنها را نیز شناسایی می‌کنند.

۱.۴ اهداف تحقیق

اهداف اولیه این تحقیق به شرح زیر است:

بررسی فرصت‌های فناوری‌های نوظهور در SCM: بررسی کنید که چگونه اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی می‌توانند شیوه‌های SCM را تغییر دهند، دید را افزایش دهند، کارایی را بهبود بخشند، هزینه‌ها را کاهش دهند و امنیت را افزایش دهند. این شامل بررسی مطالعات موردی موفق و کاربردهای واقعی این فناوری‌ها در صنایع مختلف است.

شناسایی چالش‌ها و موانع پذیرش: چالش‌های فنی، مالی و سازمانی مرتبط با پیاده‌سازی اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی در SCM را تجزیه و تحلیل کنید. این شامل بررسی مسائلی مانند حفظ حریم خصوصی داده‌ها، پیچیدگی‌های یکپارچه سازی، هزینه‌های بالا و نیاز به مهارت‌ها و آموزش‌های تخصصی است.

ارائه توصیه‌های استراتژیک: توصیه‌های استراتژیک را برای سازمان‌هایی که به دنبال پذیرش این فناوری‌ها در فرآیندهای SCM خود هستند، ایجاد کنید. این شامل پیشنهاد بهترین شیوه‌ها، چارچوب‌های پیاده‌سازی و راه حل‌های بالقوه برای غلبه بر چالش‌های شناسایی شده است.

مشارکت در ادبیات آکادمیک: با ارائه یک تجزیه و تحلیل جامع و به روز از ادغام اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی در SCM، مجموعه دانش موجود را تقویت کنید. هدف این تحقیق ارائه بینش‌های ارزشمندی هم برای محققان و هم برای دست‌اندرکاران این حوزه است.

مسیرهای تحقیقاتی آینده: مناطقی را برای تحقیقات آینده، با تمرکز بر روندهای نوظهور، پیشرفت‌های تکنولوژیکی و نیازهای در حال تحول SCM شناسایی کنید. این شامل بررسی تأثیر بالقوه فناوری‌های جدید و شیوه‌های نوآورانه بر SCM است.

به طور خلاصه، هدف این تحقیق ارائه یک درک جامع از فرصت‌ها و چالش‌های استفاده از فناوری‌های نوظهور مانند اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی در SCM است. با پرداختن به مزایا و موانع پذیرش آنها، این مطالعه به دنبال ارائه بینش‌های عملی و توصیه‌های استراتژیک برای سازمان‌هایی است که به دنبال استفاده از این فناوری‌ها برای افزایش عملیات زنجیره تامین خود هستند.

۲. بررسی ادبیات

۲.۱ اینترنت اشیا (IoT) در مدیریت زنجیره تامین: بررسی اجمالی و مزایا

اینترنت اشیا (IoT) نشان دهنده یک تغییر پارادایم در مدیریت زنجیره تامین با ادغام اشیاء فیزیکی در یک شبکه به هم پیوسته است که امکان تبادل بیدرنگ داده و تصمیم‌گیری خودکار را فراهم می‌کند. فناوری‌های اینترنت اشیا فرصت‌های بی‌سابقه‌ای را برای افزایش کارایی و کاهش هزینه‌ها در زنجیره تامین فراهم می‌کنند. اشیاء هوشمند مانند تگ‌های RFID، حسگرها و دستگاه‌های GPS تعبیه‌شده در شبکه زنجیره تامین، ارتباطات و اشتراک‌گذاری یکپارچه داده را تسهیل می‌کنند، بنابراین فرآیندهای مختلف از جمله مدیریت موجودی، حمل و نقل و انبارداری را بهینه می‌کنند (Bayramova et al., 2021). دید و شفافیت پیشرفته: اینترنت اشیا امکان ردیابی بی‌درنگ کالاها را فراهم می‌کند و بینش‌های دقیقی را درباره مکان و وضعیت محصولات در سراسر زنجیره تامین ارائه می‌دهد. این افزایش دید به شرکت‌ها کمک می‌کند تا موجودی خود را به طور کارآمدتری مدیریت کنند و به هر گونه اختلال پاسخ سریع دهند. به عنوان مثال، دستگاه‌های اینترنت اشیا می‌توانند شرایط محیطی را در طول حمل و نقل کالاهای فاسد شدنی نظارت کنند و اطمینان حاصل کنند که آنها در پارامترهای مشخص باقی می‌مانند و نرخ فساد را کاهش می‌دهند (Bendaya et al., 2020).

بهبود کارایی و کاهش هزینه: فناوری‌های اینترنت اشیا با خودکار کردن وظایف معمول و بهبود ارتباطات بین بخش‌های مختلف زنجیره تامین، عملیات را ساده می‌کنند. سیستم‌های خودکار می‌توانند وظایفی مانند شمارش موجودی، پردازش سفارش و ردیابی حمل و نقل را انجام دهند که کار دستی را کاهش می‌دهد و خطای انسانی را به حداقل می‌رساند. این کارایی منجر به صرفه جویی قابل توجه در هزینه و زمان پردازش سریعتر می‌شود (Bhadoria et al., 2020). امنیت و ایمنی افزایش یافته: اینترنت اشیا می‌تواند امنیت را در زنجیره تامین به طور قابل توجهی افزایش دهد. به عنوان مثال، سنسورهای هوشمند و سیستم‌های نظارتی می‌توانند کالاهای در حال حمل و نقل و ذخیره‌سازی را نظارت کنند و نقض‌های امنیتی یا دستکاری احتمالی را شناسایی کنند. این قابلیت به جلوگیری از سرقت کمک می‌کند و یکپارچگی محصولات را تضمین می‌کند (Bist et al., 2022).

مطالعات موردی و کاربردها: صنایع مختلف با موفقیت راه حل‌های اینترنت اشیا را برای بهینه‌سازی زنجیره تامین خود پیاده‌سازی کرده‌اند. در بخش خرده‌فروشی، اینترنت اشیا برای مدیریت دقیق سطح موجودی و پیش‌بینی روند تقاضا، در نتیجه کاهش انبارها و موقعیت‌های مازاد استفاده شده است. زنجیره تامین مواد غذایی با اطمینان از قابلیت ردیابی محصولات از مزرعه تا میز، افزایش ایمنی مواد غذایی و انطباق با استانداردهای نظارتی از اینترنت اشیا بهره می‌برد (Boute & Udenio, 2021).

۲.۲ فناوری بلاک چین در مدیریت زنجیره تامین: بررسی اجمالی و مزایا

فناوری بلاک چین یک دفتر کل غیرمتمرکز و غیرقابل تغییر ارائه می‌دهد که می‌تواند تراکنش‌ها را در شبکه‌ای از رایانه‌ها ثبت کند. این شفافیت و امنیت به ویژه در مدیریت زنجیره تامین ارزشمند است، جایی که اعتماد و یکپارچگی داده‌ها بسیار مهم است.

افزایش شفافیت و قابلیت ردیابی: بلاک چین سابقه تغییر ناپذیری از تراکنش‌ها را فراهم می‌کند و ردیابی منشأ محصولات و تأیید صحت آنها را آسان‌تر می‌کند. این قابلیت به ویژه در صنایعی مانند داروسازی و مواد غذایی مفید است، جایی که اطمینان از اصالت و ایمنی محصولات بسیار مهم است (Buthelezi et al., 2022).

امنیت پیشرفته: ماهیت غیرمتمرکز بلاک چین تضمین می‌کند که داده‌ها بدون اجماع همه شرکت‌کنندگان شبکه قابل تغییر نیستند. این ویژگی به طور قابل توجهی خطر تقلب و دسترسی غیرمجاز را کاهش می‌دهد و امنیت کلی زنجیره تامین را افزایش می‌دهد.

بهره‌وری و صرفه جویی در هزینه: با خودکارسازی فرآیندها از طریق قراردادهای هوشمند، بلاک چین نیاز به واسطه‌ها و کاغذبازی دستی را کاهش می‌دهد و در نتیجه کارایی را افزایش می‌دهد و هزینه‌ها را کاهش می‌دهد. قراردادهای هوشمند

در صورت تحقق شرایط از پیش تعریف شده، به طور خودکار شرایط توافق نامه‌ها را اجرا و اجرا می‌کنند و فرآیندهایی مانند پرداخت‌ها و انجام سفارشات را ساده می‌کنند (Centobelli et al., 2023).

مطالعات موردی و کاربردها: صنایع مختلف از بلاک چین برای تقویت زنجیره تامین خود استفاده کرده‌اند. به عنوان مثال، در کشاورزی، بلاک چین برای اطمینان از قابلیت ردیابی محصولات از مزرعه تا مصرف‌کننده، افزایش ایمنی و کیفیت مواد غذایی استفاده می‌شود. در صنعت خودرو، بلاک چین به ردیابی منشاء و حرکت قطعات، اطمینان از اصالت و کاهش خطر قطعات تقلبی کمک می‌کند.

۲.۳ هوش مصنوعی (AI) در مدیریت زنجیره تامین: بررسی اجمالی و مزایا

هوش مصنوعی (AI) طیفی از فناوری‌ها را در بر می‌گیرد که ماشین‌ها را قادر می‌سازد تا کارهایی را انجام دهند که معمولاً به هوش انسانی نیاز دارند، مانند یادگیری، استدلال و حل مسئله. در مدیریت زنجیره تامین، هوش مصنوعی می‌تواند فرآیندهای تصمیم‌گیری را بهبود بخشد، کارایی را بهبود بخشد و هزینه‌ها را کاهش دهد (Churakova & Arkhipova, 2023). تجزیه و تحلیل پیش‌بینی و پیش‌بینی: تجزیه و تحلیل پیش‌بینی کننده مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند مقادیر زیادی از داده‌ها را برای پیش‌بینی روند تقاضا تجزیه و تحلیل کند. این قابلیت به شرکت‌ها کمک می‌کند تا سطح موجودی خود را بهینه کنند، موجودی انبار را کاهش دهند و موجودی اضافی را به حداقل برسانند که منجر به صرفه جویی قابل توجهی در هزینه می‌شود (DeVass et al., 2020).

اتوماسیون و بهینه‌سازی فرآیند: هوش مصنوعی می‌تواند کارهای تکراری مانند پردازش سفارش، مدیریت موجودی و خدمات مشتری را خودکار کند و منابع انسانی را برای فعالیت‌های استراتژیک‌تر آزاد کند. علاوه بر این، الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند فرآیندهای زنجیره تامین مختلف مانند برنامه‌ریزی مسیر و بهینه‌سازی بار، بهبود کارایی و کاهش هزینه‌ها را بهینه کنند (Du et al., 2020).

تصمیم‌گیری پیشرفته: هوش مصنوعی می‌تواند داده‌ها را از چندین منبع تجزیه و تحلیل کند تا بینش‌های عملی ارائه کند و از تصمیم‌گیری پشتیبانی کند. برای مثال، هوش مصنوعی می‌تواند الگوها و ناهنجاری‌ها را در داده‌های زنجیره تامین شناسایی کند و شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا اختلالات احتمالی را پیش‌بینی کرده و کاهش دهند (Farooqui & Parikh, 2023). مطالعات موردی و کاربردها: هوش مصنوعی با موفقیت در عملکردهای مختلف زنجیره تامین به کار گرفته شده است. در لجستیک، سیستم‌های مجهز به هوش مصنوعی می‌توانند مسیرها و برنامه‌های تحویل را بهینه کنند، هزینه‌های حمل و نقل را کاهش دهند و سطح خدمات را بهبود بخشند. در تولید، هوش مصنوعی به بهینه‌سازی برنامه‌های تولید و مدیریت سطوح موجودی کمک می‌کند و کارایی و بهره‌وری کلی را افزایش می‌دهد (Ghode et al., 2020).

۲.۴ ادغام اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی: هم‌افزایی و تاثیر ترکیبی

ادغام IoT، Blockchain و AI در مدیریت زنجیره تامین می‌تواند هم‌افزایی ایجاد کند که مزایای هر فناوری را تقویت کند. این تأثیر ترکیبی می‌تواند منجر به یک زنجیره تامین کارآمدتر، ایمن و شفاف شود. جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های پیشرفته: دستگاه‌های اینترنت اشیا مقادیر زیادی از داده‌های بی‌درنگ را جمع‌آوری می‌کنند که می‌توان با استفاده از فناوری بلاک چین به‌طور امن ذخیره و مدیریت کرد. سپس هوش مصنوعی می‌تواند این داده‌ها را تجزیه و تحلیل کند تا بینش‌های عملی و تحلیل‌های پیش‌بینی‌کننده، بهبود تصمیم‌گیری و بهینه‌سازی عملیات زنجیره تامین ارائه کند (Guo, 2023). ردیابی و شفافیت بهبود یافته: بلاک چین یکپارچگی و شفافیت داده‌های جمع‌آوری شده توسط دستگاه‌های IoT را تضمین می‌کند، در حالی که هوش مصنوعی این داده‌ها را برای افزایش قابلیت ردیابی و انطباق تجزیه و تحلیل می‌کند. این رویکرد ترکیبی به ویژه در صنایعی که اصالت و ایمنی محصول حیاتی است مفید است (Gupya, 2023).

اتوماسیون و کارایی: قراردادهای هوشمند در بلاک چین می‌توانند تراکنش‌ها را بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده توسط دستگاه‌های IoT خودکار کنند، در حالی که الگوریتم‌های هوش مصنوعی این فرآیندها را برای افزایش کارایی و کاهش هزینه‌ها

بهینه می‌کنند. این یکپارچه سازی عملیات را ساده می‌کند، مداخله دستی را کاهش می‌دهد و عملکرد کلی زنجیره تامین را افزایش می‌دهد (Hangel et al., 2022).

مطالعات موردی و کاربردها: چندین صنعت با موفقیت این فناوری‌ها را برای افزایش زنجیره تامین خود ادغام کرده‌اند. به عنوان مثال، در صنعت داروسازی، دستگاه‌های IoT شرایط محیطی را در حین حمل و نقل نظارت می‌کنند، بلاک چین یکپارچگی داده‌ها را تضمین می‌کند و هوش مصنوعی این داده‌ها را برای بهینه‌سازی لجستیک و اطمینان از انطباق با استانداردهای نظارتی تجزیه و تحلیل می‌کند.

۲.۵ چالش‌ها و موانع: چالش‌های رایج در پذیرش این فناوری‌ها

در حالی که مزایای IoT، Blockchain و AI در مدیریت زنجیره تامین قابل توجه است، پذیرش آنها بدون چالش نیست. چالش‌های فنی: اجرای این فناوری‌ها نیازمند زیرساخت‌های قوی و تخصص فنی است. ادغام با سیستم‌های موجود می‌تواند پیچیده باشد و ممکن است نیاز به سرمایه‌گذاری قابل توجهی در سخت‌افزار و نرم‌افزار جدید داشته باشد. حریم خصوصی و امنیت داده‌ها: جمع‌آوری و به اشتراک گذاری حجم وسیعی از داده‌ها نگرانی‌هایی را در مورد حفظ حریم خصوصی و امنیت ایجاد می‌کند. حصول اطمینان از محافظت از داده‌ها در برابر نفوذ و دسترسی غیرمجاز یک چالش حیاتی است (Hasanova & Romanovs, 2020).

هزینه و سرمایه‌گذاری: سرمایه‌گذاری اولیه مورد نیاز برای پیاده‌سازی اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی می‌تواند قابل توجه باشد. این شامل هزینه فناوری، زیرساخت و آموزش کارکنان می‌شود. شرکت‌ها باید بازده سرمایه‌گذاری و مزایای بلندمدت را به دقت در نظر بگیرند (Hussain et al., 2021).

شکاف‌های مهارتی: اجرای موفقیت‌آمیز این فناوری‌ها نیازمند مهارت‌ها و دانش تخصصی است. اغلب بین مهارت‌های موجود در نیروی کار و مهارت‌های مورد نیاز برای این فناوری‌های پیشرفته شکاف وجود دارد. شرکت‌ها برای پر کردن این شکاف باید روی آموزش و توسعه سرمایه‌گذاری کنند (Hye et al., 2022).

مقاومت در برابر تغییر: مقاومت سازمانی و فرهنگی می‌تواند مانع پذیرش فناوری‌های جدید شود. کارمندان ممکن است تمایلی به پذیرش تغییر نداشته باشند و ممکن است نگرانی‌هایی در مورد جابجایی شغل به دلیل اتوماسیون وجود داشته باشد. استراتژی‌های مدیریت تغییر موثر برای رسیدگی به این مسائل ضروری است.

۳. روش‌شناسی

۳.۱ طرح تحقیق: تبیین روش تحقیق کتابخانه‌ای

تحقیق کتابخانه‌ای که به عنوان پژوهش ثانویه نیز شناخته می‌شود، شامل جمع‌آوری، ارزیابی و ترکیب منظم تحقیقات و ادبیات موجود در مورد یک موضوع خاص است. این روش به طور گسترده در تحقیقات دانشگاهی استفاده می‌شود تا با تجزیه و تحلیل داده‌ها و یافته‌های منتشر شده قبلی، درک جامعی از موضوع ارائه دهد. روش تحقیق کتابخانه‌ای به ویژه برای این مطالعه مناسب است، زیرا امکان کاوش در جنبه‌های مختلف فناوری‌های نوظهور مانند اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی در مدیریت زنجیره تامین (SCM) را از طریق کارهای علمی موجود فراهم می‌کند.

طرح تحقیق برای این مطالعه حول مراحل زیر است:

شناسایی محدوده تحقیق: اولین مرحله شامل تعریف محدوده تحقیق است. این شامل تعیین مضامین کلیدی و موضوعات فرعی مانند مزایا و چالش‌های IoT، Blockchain و AI در SCM، و همچنین ادغام و تأثیر ترکیبی آنها می‌شود.

جستجوی ادبیات: گام بعدی انجام یک جستجوی جامع برای ادبیات مرتبط است. این شامل استفاده از پایگاه‌های اطلاعاتی دانشگاهی مانند Google Scholar، PubMed، IEEE Xplore و کاتالوگ‌های کتابخانه‌ای برای شناسایی مقالات مجلات، مقالات کنفرانس، کتاب‌ها و سایر منابع علمی منتشر شده از سال ۲۰۲۰ به بعد است.

معیارهای انتخاب: برای اطمینان از ارتباط و کیفیت ادبیات، معیارهای انتخاب خاصی اعمال می شود. این معیارها شامل جدید بودن انتشار (پس از سال ۲۰۲۰)، ارتباط با سؤالات تحقیق و اعتبار منابع است. فقط نشریات بررسی شده و با تاثیر بالا در نظر گرفته می شوند.

استخراج داده ها: اطلاعات مرتبط با تمرکز بر یافته های کلیدی، روش شناسی، چارچوب های نظری و نتیجه گیری از ادبیات انتخاب شده استخراج می شود. این داده ها به طور سیستماتیک برای تسهیل تجزیه و تحلیل سازماندهی می شوند. سنتز و تجزیه و تحلیل: داده های استخراج شده برای شناسایی مضامین، الگوها و شکاف های رایج در ادبیات سنتز می شوند. این شامل مقایسه و تضاد یافته های مطالعات مختلف برای نتیجه گیری جامع در مورد وضعیت فعلی تحقیقات در مورد اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی در SCM است.

مستندسازی: مرحله نهایی شامل مستندسازی یافته ها به شیوه ای ساختاریافته، با پیروی از قالب استاندارد یک مقاله پژوهشی دانشگاهی است. این شامل بخش هایی مانند مقدمه، بررسی ادبیات، روش شناسی، نتایج، بحث و نتیجه گیری است.

۳.۲ جمع آوری داده ها: منابع داده ها و ادبیات

فرآیند جمع آوری داده ها در این پژوهش بر گردآوری داده های ثانویه از منابع علمی مختلف متمرکز است. منابع اولیه داده ها عبارتند از:

پایگاه های اطلاعاتی دانشگاهی: پایگاه های اطلاعاتی مهم دانشگاهی مانند Google Scholar، IEEE Xplore، ScienceDirect و PubMed برای جستجوی مقالات مجلات، مقالات کنفرانس و کتاب های دانشگاهی مورد استفاده قرار می گیرند. این پایگاه های اطلاعاتی دسترسی به مخزن وسیعی از ادبیات علمی در رشته های مختلف را فراهم می کند و پوشش جامع موضوع تحقیق را تضمین می کند.

کاتالوگ های کتابخانه ای: کاتالوگ های کتابخانه های دانشگاهی و موسساتی نیز برای شناسایی کتاب ها، پایان نامه ها و پایان نامه های مرتبط استفاده می شوند. این منابع بینش های عمیق و بررسی های جامعی را در مورد جنبه های خاص موضوع تحقیق ارائه می دهند.

سازمان های حرفه ای و گزارش های صنعت: انتشارات سازمان های حرفه ای و گزارش های صنعت، بینش های عملی و کاربردهای دنیای واقعی اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی را در SCM ارائه می کنند. این منابع برای درک مفاهیم کاربردی و چالش های پیاده سازی این فناوری ها ارزشمند هستند.

معیارهای ورود و خروج: انتخاب ادبیات براساس معیارهای ورود و خروج خاص هدایت می شود. معیارهای ورود شامل انتخاب مطالعات منتشر شده از سال ۲۰۲۰ به بعد، تمرکز بر استفاده از اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی در SCM و اطمینان از بررسی همتا و انتشار منابع در مجلات یا کنفرانس های معتبر است. معیارهای خروج شامل حذف مطالعاتی است که با این استانداردها مطابقت ندارند یا خارج از محدوده SCM هستند.

۳.۳ تجزیه و تحلیل داده ها: روش های مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل داده های جمع آوری شده

تجزیه و تحلیل داده ها در این مطالعه شامل چندین مرحله روش شناختی برای اطمینان از ارزیابی دقیق و سیستماتیک ادبیات جمع آوری شده است:

تجزیه و تحلیل محتوای کیفی: این روش برای دسته بندی و تفسیر سیستماتیک داده های کیفی از ادبیات انتخاب شده استفاده می شود. مضامین و الگوهای کلیدی شناسایی می شوند و داده ها بر این اساس کدگذاری می شوند. این به درک یافته ها، روندها و شکاف های رایج در تحقیقات موجود در مورد اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی در SCM کمک می کند.

تحلیل موضوعی: تحلیل موضوعی برای شناسایی و تجزیه و تحلیل مضامین و موضوعات فرعی تکراری در ادبیات استفاده می شود. این شامل خواندن و بازخوانی داده های جمع آوری شده برای آشنایی با محتوا، تولید کدهای اولیه، جستجوی مضامین، بررسی مضامین، تعریف و نامگذاری موضوعات و تهیه گزارش نهایی است.

تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای: از تحلیل مقایسه‌ای برای مقایسه یافته‌های مطالعات مختلف استفاده می‌شود. این شامل تقابل روش‌ها، چارچوب‌های نظری و نتیجه‌گیری‌های مطالعات مختلف برای شناسایی شباهت‌ها و تفاوت‌ها است. این رویکرد به نتیجه‌گیری دقیق‌تر و جامع‌تر کمک می‌کند.

تجزیه و تحلیل کتاب سنجی: تجزیه و تحلیل کتاب سنجی شامل تجزیه و تحلیل کمی داده‌های انتشار است. این شامل تجزیه و تحلیل تعداد استنادها، الگوهای هم‌نویسندگی، و روند انتشار در طول زمان است. ابزارها و نرم‌افزارهای کتاب سنجی مانند VOSviewer و Biblioshiny برای تجسم داده‌های کتاب سنجی و شناسایی نویسندگان، مؤسسات و مجلات تأثیرگذار در زمینه IoT، Blockchain و AI در SCM استفاده می‌شوند.

ترکیب یافته‌ها: مرحله‌نهایی شامل ترکیب یافته‌ها از تجزیه و تحلیل‌های مختلف برای ارائه یک درک جامع از موضوع تحقیق است. این شامل خلاصه کردن مزایا و چالش‌های IoT، Blockchain و AI در SCM، ادغام و تأثیر ترکیبی آنها، و شکاف‌های تحقیقاتی شناسایی‌شده و جهت‌گیری‌های تحقیقاتی آینده است.

۴. فرصت‌های فناوری‌های نوظهور در مدیریت زنجیره تامین

۴.۱ افزایش دید و شفافیت: چگونه اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی دید زنجیره تامین را بهبود می‌بخشند
فناوری‌های نوظهور مانند اینترنت اشیا (IoT)، بلاک چین و هوش مصنوعی (AI) به طور قابل توجهی دید و شفافیت زنجیره تامین را افزایش داده‌اند. این فناوری‌ها داده‌ها و بینش‌هایی را در زمان واقعی ارائه می‌کنند و اطمینان می‌دهند که همه ذینفعان به اطلاعات دقیق و به‌روز دسترسی دارند.

اینترنت اشیا برای ردیابی بلادرنگ: دستگاه‌های اینترنت اشیا، از جمله حسگرها و برچسب‌های RFID، امکان ردیابی بی‌درنگ کالاها را در سراسر زنجیره تامین فراهم می‌کنند. این دستگاه‌ها داده‌هایی را در مورد مکان، وضعیت و وضعیت محصولات جمع‌آوری می‌کنند که می‌توانند در زمان واقعی به آن‌ها دسترسی پیدا کرده و تجزیه و تحلیل شوند. این دید به شرکت‌ها کمک می‌کند تا موجودی‌های خود را به طور مؤثرتری نظارت کنند، تقاضا را پیش‌بینی کنند و به سرعت به اختلالات پاسخ دهند. به عنوان مثال، حسگرهای اینترنت اشیا می‌توانند سطوح دما و رطوبت کالاهای فاسد شدنی را در طول حمل و نقل کنترل کنند و اطمینان حاصل کنند که آنها در پارامترهای ایمن باقی می‌مانند.

بلاک چین برای شفافیت و قابلیت ردیابی: فناوری بلاک چین با ارائه یک دفتر کل غیرمتمرکز و غیرقابل تغییر برای ثبت تراکنش‌ها، شفافیت را افزایش می‌دهد. این تضمین می‌کند که همه ذینفعان به یک نسخه واحد و بدون دستکاری از حقیقت دسترسی دارند. ویژگی‌های شفافیت و قابلیت ردیابی بلاک چین به‌ویژه در صنایعی که اصالت و ایمنی محصول حیاتی است، مانند داروها و مواد غذایی مفید است. به عنوان مثال، بلاک چین می‌تواند مبدأ و سفر یک محصول را از تولید کننده تا مصرف کننده نهایی ردیابی کند و اطمینان حاصل کند که استانداردهای نظارتی مطابقت دارد و دستکاری نشده است.

هوش مصنوعی برای تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده و تصمیم‌گیری: فناوری‌های هوش مصنوعی مقادیر زیادی از داده‌های جمع‌آوری‌شده از دستگاه‌های IoT و سیستم‌های بلاک چین را تجزیه و تحلیل می‌کنند تا بینش‌های عملی ارائه کنند. الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند روند تقاضا را پیش‌بینی کنند، سطح موجودی را بهینه کنند و اختلالات احتمالی را قبل از وقوع شناسایی کنند. این قابلیت پیش‌بینی به شرکت‌ها اجازه می‌دهد تا تصمیمات آگاهانه را به سرعت اتخاذ کنند، کارایی کلی زنجیره تامین را بهبود بخشند و خطر کمبود یا انباشت موجودی را کاهش دهند.

۴.۲ بهبود کارایی و کاهش هزینه: نقش اتوماسیون و تجزیه و تحلیل داده‌ها

ادغام IoT، Blockchain و AI در مدیریت زنجیره تامین به طور قابل توجهی کارایی را بهبود بخشیده و هزینه‌ها را از طریق اتوماسیون و تجزیه و تحلیل داده‌های پیشرفته کاهش داده است.

اتوماسیون وظایف معمول: دستگاه‌های IoT و هوش مصنوعی می‌توانند بسیاری از وظایف معمول در زنجیره تامین، مانند مدیریت موجودی، پردازش سفارش و ردیابی حمل و نقل را خودکار کنند. اتوماسیون نیاز به مداخله دستی را کاهش می‌دهد، خطای

انسانی را به حداقل می‌رساند و فرآیندها را سرعت می‌بخشد. به عنوان مثال، انبارهای هوشمند مجهز به حسگرهای اینترنت اشیا می‌توانند به طور خودکار سطوح موجودی را ردیابی کنند و در صورت کم شدن موجودی، مجدداً سفارش دهند و خطر موجودی انبار و مازاد موجودی را کاهش دهند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها برای بهینه‌سازی: تجزیه و تحلیل داده‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند جنبه‌های مختلف زنجیره تامین، مانند برنامه ریزی مسیر، بهینه‌سازی بار، و پیش‌بینی تقاضا را بهینه کند. با تجزیه و تحلیل داده‌های تاریخی و اطلاعات بلادرنگ، هوش مصنوعی می‌تواند الگوها و روندهایی را شناسایی کند که به شرکت‌ها کمک می‌کند تا عملیات زنجیره تامین خود را بهینه کنند. به عنوان مثال، تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده می‌تواند تقاضا را با دقت بیشتری پیش‌بینی کند و شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا برنامه‌های تولید و سطح موجودی خود را مطابق با آن تنظیم کنند، که باعث کاهش ضایعات و کاهش هزینه‌ها می‌شود (Jabbar et al., 2020).

بلاک چین برای تراکنش‌های کارآمد: فناوری بلاک چین با ارائه بستری امن و شفاف برای ثبت و تأیید تراکنش‌ها، تراکنش‌ها را ساده می‌کند. قراردادهای هوشمند، که قراردادهای خوداجرا با شرایط توافق‌نامه به طور مستقیم در کد نوشته شده‌اند، می‌توانند توافقات را بدون نیاز به واسطه به طور خودکار اجرا کنند. این باعث کاهش هزینه‌های تراکنش و سرعت بخشیدن به فرآیندهایی مانند پرداخت‌ها و انجام سفارش می‌شود (Joshi et al., 2022).

۴.۳ افزایش امنیت و اعتماد: تأثیر بلاک چین بر امنیت زنجیره تامین

بلاک چین با ارائه بستری امن و شفاف برای ثبت تراکنش‌ها و ردیابی محصولات، تأثیر عمیقی بر امنیت زنجیره تامین دارد. تغییرناپذیری و مقاومت در برابر دستکاری: یکی از ویژگی‌های کلیدی فناوری بلاک چین تغییرناپذیری آن است، به این معنی که پس از ثبت داده‌ها در بلاک چین، نمی‌توان آنها را تغییر داد یا حذف کرد. این ماهیت مقاوم در برابر دستکاری، یکپارچگی و امنیت داده‌ها را تضمین می‌کند، از دسترسی غیرمجاز جلوگیری می‌کند و خطر تقلب را کاهش می‌دهد. به عنوان مثال، در صنعت داروسازی، زنجیره بلوکی می‌تواند برای ردیابی کل چرخه عمر دارو، از تولید تا توزیع، استفاده شود و اطمینان حاصل شود که دستکاری یا تقلبی نشده است (Kadam & Narayanswamy, 2022).

قابلیت ردیابی و پاسخگویی پیشرفته: بلاک چین قابلیت ردیابی کامل محصولات را در سراسر زنجیره تامین فراهم می‌کند. هر تراکنش در بلاک چین ثبت می‌شود و یک دنباله شفاف و قابل بازرسی از سفر محصول ایجاد می‌کند. این قابلیت ردیابی مسئولیت‌پذیری را افزایش می‌دهد و به شناسایی منبع هرگونه مشکل یا اختلاف کمک می‌کند. به عنوان مثال، در صنایع غذایی، بلاک چین می‌تواند مبدأ و جابجایی محصولات غذایی را ردیابی کند، و اطمینان حاصل کند که آنها استانداردهای ایمنی را برآورده می‌کنند و در صورت فراخوان، می‌توان منبع آنها را ردیابی کرد (Kakkar, 2021).

قراردادهای هوشمند برای تراکنش‌های امن: قراردادهای هوشمند با اجرای شرایط و ضوابط از پیش تعریف شده بدون نیاز به واسطه، تراکنش‌ها را خودکار و ایمن می‌کند. این قراردادها تضمین می‌کند که همه طرفین تعهدات خود را قبل از تکمیل معامله انجام می‌دهند و خطر اختلافات را کاهش می‌دهند و از رعایت آنها اطمینان می‌دهند (Kaur et al., 2022).

۴.۴ تصمیم‌گیری در زمان واقعی: کمک هوش مصنوعی به تجزیه و تحلیل زمان واقعی و تصمیم‌گیری

فن‌آوری‌های هوش مصنوعی با تجزیه و تحلیل داده‌ها و ارائه بینش‌های عملی، نقش مهمی در امکان تصمیم‌گیری در زمان واقعی در مدیریت زنجیره تامین دارند.

تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده: الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند مجموعه داده‌های بزرگ را در زمان واقعی برای شناسایی الگوها و پیش‌بینی روندهای آینده تجزیه و تحلیل کنند. این قابلیت پیش‌بینی به شرکت‌ها اجازه می‌دهد تا نوسانات تقاضا را پیش‌بینی کنند، سطح موجودی را بهینه کنند و اختلالات احتمالی را قبل از وقوع کاهش دهند. به عنوان مثال، هوش مصنوعی می‌تواند داده‌های فروش و عوامل خارجی مانند الگوهای آب و هوا را برای پیش‌بینی تقاضا برای محصولات فصلی تجزیه و تحلیل کند و شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا سطح موجودی خود را مطابق با آن تنظیم کنند.

بهینه سازی پویا: سیستم های مبتنی بر هوش مصنوعی می توانند جنبه های مختلف زنجیره تامین مانند مسیرهای حمل و نقل، برنامه های تحویل و عملیات انبار را به صورت پویا بهینه کنند. با تجزیه و تحلیل مداوم داده های بلادرنگ، هوش مصنوعی می تواند کارآمدترین مسیرها و برنامه ها را شناسایی کند، هزینه های حمل و نقل را کاهش دهد و زمان تحویل را بهبود بخشد. برای مثال، هوش مصنوعی می تواند مسیرهای تحویل را بر اساس شرایط ترافیکی و پنجره های تحویل بهینه کند و از تحویل به موقع و مقرون به صرفه اطمینان حاصل کند (Khan et al., 2022).

پشتیبانی تصمیم گیری پیشرفته: هوش مصنوعی با ادغام داده ها از منابع مختلف و ایجاد بینش های عملی، پشتیبانی تصمیم گیری پیشرفته تری را ارائه می کند. داشبوردهای مبتنی بر هوش مصنوعی و ابزارهای تجزیه و تحلیل، مدیران زنجیره تامین را قادر می سازد تا شاخص های کلیدی عملکرد (KPI) را زیر نظر بگیرند و به سرعت تصمیم گیری آگاهانه بگیرند. به عنوان مثال، هوش مصنوعی می تواند داده های دستگاه های اینترنت اشیا، سیستم های بلاک چین و منابع خارجی را تجزیه و تحلیل کند تا دیدی جامع از زنجیره تامین ارائه کند و به مدیران کمک کند تنگناها را شناسایی کرده و عملیات را بهینه کنند (Korepin et al., 2022).

۴.۵ مطالعات موردی: نمونه هایی از پیاده سازی های موفق

قابلیت ردیابی غذا و الوار با بلاک چین: الوار فناوری بلاک چین را برای افزایش قابلیت ردیابی و شفافیت در زنجیره تامین مواد غذایی خود پیاده سازی کرده است. با استفاده از بلاک چین، الوار می تواند منشأ محصولات غذایی را در چند ثانیه ردیابی کند، از ایمنی مواد غذایی اطمینان حاصل کرده و زمان لازم برای شناسایی منبع آلودگی را در صورت فراخوان کاهش می دهد. این پیاده سازی توانایی Walmart را برای مدیریت کارآمدتر زنجیره تامین خود و تضمین ایمنی محصولات خود بهبود بخشیده است (Kumar & Pundir, 2020).

پلتفرم بلاک چین حمل و نقل مرسک: مرسک با همکاری IBM، یک پلتفرم مبتنی بر بلاک چین به نام TradeLens را برای بهبود شفافیت و کارایی در صنعت حمل و نقل جهانی توسعه داد. TradeLens امکان مشاهده بی درنگ جابجایی محموله را فراهم می کند و فرآیندهای مستندسازی را خودکار می کند و زمان و هزینه حمل و نقل را کاهش می دهد. این پلت فرم Maersk را قادر می سازد تا عملیات خود را ساده کند، کاغذبازی را کاهش دهد و همکاری با سایر سهامداران در زنجیره تامین را افزایش دهد (Langat & Guo, 2023).

مدیریت موجودی مبتنی بر هوش مصنوعی آمازون: آمازون از هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی برای بهینه سازی مدیریت موجودی و فرآیندهای تکمیلی خود استفاده می کند. الگوریتم های هوش مصنوعی داده های فروش، رفتار مشتری و عوامل خارجی را برای پیش بینی تقاضا و بهینه سازی سطح موجودی در مراکز توزیع آمازون تجزیه و تحلیل می کنند. این قابلیت پیش بینی به آمازون اجازه می دهد تا موجودی انبار و مازاد موجودی را کاهش دهد و اطمینان حاصل کند که محصولات در زمانی که مشتریان به آنها نیاز دارند در دسترس هستند (Los et al., 2020).

انبارهای هوشمند مجهز به اینترنت اشیا DHL: DHL فناوری اینترنت اشیا را در انبارهای خود به منظور افزایش دید و کارایی پیاده سازی کرده است. حسگرهای اینترنت اشیا موقعیت و وضعیت کالاها را در زمان واقعی ردیابی می کنند و بینش دقیقی را در مورد سطوح موجودی و عملیات انبار ارائه می دهند. این دید به DHL کمک می کند تا فرآیندهای انبار خود را بهینه کند، زمان رسیدگی را کاهش دهد و دقت سفارش را بهبود بخشد (Modgil et al., 2021).

۵. چالش ها در پذیرش فناوری های نوظهور

۵.۱ چالش های فنی: مسائل مربوط به یکپارچه سازی فناوری و زیرساخت

ادغام IoT، Blockchain و AI در سیستم های مدیریت زنجیره تامین چندین چالش فنی را به همراه دارد. این چالش ها در درجه اول به سازگاری فناوری های جدید با زیرساخت های موجود، پیچیدگی یکپارچه سازی سیستم های متعدد و نیاز به چارچوب های فن آوری قوی مربوط می شوند.

مسائل مربوط به سازگاری و یکپارچگی: یکی از چالش‌های فنی مهم اطمینان از سازگاری فناوری‌های جدید با سیستم‌های موجود است. ادغام دستگاه‌های اینترنت اشیا با نرم‌افزار مدیریت زنجیره تامین قدیمی می‌تواند پیچیده باشد و ممکن است نیاز به تغییرات اساسی در زیرساخت فعلی داشته باشد. علاوه بر این، ادغام بلاک چین با IoT و AI مستلزم توسعه پروتکل‌ها و استانداردهای جدید برای اطمینان از ارتباطات و تبادل یکپارچه داده است (Mondragon et al., 2020).

مقیاس پذیری و عملکرد: فناوری بلاک چین، در عین حال که امنیت و شفافیت را فراهم می‌کند، به دلیل ماهیت غیرمتمرکز خود می‌تواند با مشکلات مقیاس پذیری مواجه شود. فرآیند اعتبارسنجی تراکنش‌ها در شبکه بلاک چین می‌تواند آهسته و نیازمند منابع باشد، که ممکن است عملکرد آن را در عملیات زنجیره تامین در مقیاس بزرگ مختل کند. اطمینان از اینکه سیستم می‌تواند حجم بالایی از تراکنش‌ها را بدون به خطر انداختن سرعت و کارایی انجام دهد، یک چالش حیاتی است (Moosavi et al., 2021).

الزامات زیرساخت: پیاده‌سازی فناوری‌های IoT، Blockchain و AI مستلزم یک زیرساخت قوی و ایمن است. این شامل اتصال به اینترنت پرسرعت، حسگرهای پیشرفته و منابع محاسباتی قدرتمند برای پردازش و تجزیه و تحلیل مجموعه داده‌های بزرگ است. راه اندازی اولیه و نگهداری مداوم چنین زیرساختی می‌تواند پیچیده و پرهزینه باشد.

۵.۲ حریم خصوصی و امنیت داده‌ها: نگرانی در مورد نقض داده‌ها و حریم خصوصی

حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌ها در هنگام استفاده از فناوری‌های IoT، Blockchain و AI در مدیریت زنجیره تامین، نگرانی‌های اصلی است. این فناوری‌ها شامل جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و انتقال حجم وسیعی از داده‌های حساس است که می‌تواند در برابر نقض‌ها و دسترسی‌های غیرمجاز آسیب‌پذیر باشد.

نقض داده‌ها و تهدیدات امنیت سایبری: ادغام دستگاه‌های IoT تعداد نقاط ورود برای حملات سایبری بالقوه را افزایش می‌دهد. دستگاه‌های اینترنت اشیا اغلب دارای ویژگی‌های امنیتی محدودی هستند که آنها را در معرض هک و نقض داده‌ها قرار می‌دهد. فناوری بلاک چین در عین ایمن بودن، از حملات در امان نیست، به خصوص اگر کلیدهای خصوصی به خطر بیفتند. اطمینان از اقدامات امنیت سایبری قوی برای محافظت از داده‌ها در تمام مراحل بسیار مهم است (Mukherjee et al., 2021).

نگرانی‌های حفظ حریم خصوصی: استفاده گسترده از فناوری‌های IoT و AI شامل جمع‌آوری مقادیر زیادی از داده‌های شخصی و عملیاتی است. اطمینان از اینکه این داده‌ها مطابق با مقررات حفظ حریم خصوصی مدیریت می‌شوند و مورد سوء استفاده قرار نمی‌گیرند، یک چالش مهم است. فناوری بلاک چین می‌تواند سطحی از حریم خصوصی داده‌ها را از طریق رمزگذاری و نام مستعار فراهم کند، اما نگرانی‌ها در مورد شفافیت داده‌های تراکنش وجود دارد.

یکپارچگی و اصالت داده‌ها: حفظ یکپارچگی و صحت داده‌ها در سراسر زنجیره تامین بسیار مهم است. بلاک چین یک دفتر کل ضد دستکاری فراهم می‌کند که تضمین می‌کند داده‌ها پس از ثبت نمی‌توانند تغییر داده شوند. با این حال، اطمینان از دقیق و قابل اعتماد بودن داده‌های وارد شده به بلاک چین نیازمند فرآیندهای اعتبارسنجی داده‌های قوی است.

۵.۳ هزینه و سرمایه‌گذاری: موانع مالی برای پذیرش

پذیرش فناوری‌های IoT، Blockchain و AI مستلزم سرمایه‌گذاری مالی قابل توجهی است که می‌تواند مانعی برای بسیاری از سازمان‌ها، به ویژه شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs) باشد (Njualet, 2022).

سرمایه‌گذاری اولیه بالا: هزینه اجرای این فناوری‌ها می‌تواند قابل توجه باشد. این شامل هزینه خرید دستگاه‌های اینترنت اشیا، راه اندازی زیرساخت بلاک چین و سرمایه‌گذاری در نرم‌افزار و سخت‌افزار هوش مصنوعی می‌شود. علاوه بر این، ممکن است هزینه‌های مرتبط با آموزش کارکنان و اصلاح سیستم‌های موجود برای تطبیق با فناوری‌های جدید وجود داشته باشد (Nur et al., 2020).

نگهداری و ارتقاء مداوم: نگهداری و ارتقاء زیرساخت فناوری برای اطمینان از ایمن و کارآمد ماندن آن نیازمند سرمایه گذاری مستمر است. این شامل هزینه های مربوط به روز رسانی نرم افزار، نگهداری سخت افزار و اقدامات امنیت سایبری می شود. تعهد مالی مداوم می تواند بار سنگینی باشد، به ویژه برای سازمان های کوچکتر. بازگشت سرمایه (ROI): ارزیابی ROI برای این فناوری ها می تواند چالش برانگیز باشد. در حالی که مزایای بالقوه از نظر کارایی، شفافیت و امنیت قابل توجه است، ممکن است تحقق آنها زمان ببرد. سازمان ها باید پیامدهای مالی بلندمدت را به دقت ارزیابی کنند و اطمینان حاصل کنند که سرمایه گذاری با اهداف استراتژیک آنها همسو است (Omar et al., 2020).

۵.۴ شکاف های مهارتی: نیاز به مهارت ها و آموزش های تخصصی

پایه سازی و مدیریت موفقیت آمیز فناوری های IoT، Blockchain و AI نیاز به مهارت ها و دانش تخصصی دارد. فقدان پرسنل ماهر می تواند مانع مهمی برای پذیرش باشد. کمبود متخصصان ماهر: تقاضای فزاینده ای برای متخصصان با تخصص در فناوری های اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی وجود دارد. با این حال، عرضه چنین پرسنل ماهری محدود است و شکافی ایجاد می کند که می تواند مانع پذیرش این فناوری ها شود. سازمان ها باید در برنامه های آموزشی و توسعه سرمایه گذاری کنند تا مهارت های لازم را در نیروی کار خود ایجاد کنند (Park & Li, 2021).

آموزش و توسعه: پیاده سازی فناوری های جدید نیازمند برنامه های آموزشی جامع است تا اطمینان حاصل شود که کارکنان می توانند به طور مؤثر از این سیستم ها استفاده و مدیریت کنند. این شامل آموزش فنی در مورد نحوه عملکرد دستگاه های اینترنت اشیا، توسعه و مدیریت شبکه های بلاک چین و استفاده از الگوریتم های هوش مصنوعی برای تجزیه و تحلیل داده ها است. توسعه و ارائه این برنامه های آموزشی می تواند منابع فشرده باشد (Pournader et al., 2021). یادگیری مستمر و سازگاری: طبیعت به سرعت در حال تکامل این فناوری ها مستلزم یادگیری و سازگاری مداوم است. کارکنان باید با آخرین پیشرفت ها و بهترین شیوه ها به روز باشند تا اطمینان حاصل کنند که سازمان می تواند از پتانسیل کامل این فناوری ها استفاده کند (Queiroz et al., 2020).

۵.۵ مقاومت در برابر تغییر: مقاومت سازمانی و فرهنگی

مقاومت در برابر تغییر در درون سازمان ها می تواند مانع مهمی برای پذیرش فناوری های نوظهور باشد. این مقاومت می تواند ناشی از عوامل مختلفی از جمله ترس از ناشناخته، نگرانی در مورد امنیت شغلی و اینرسی سازمانی باشد. ترس از جابجایی شغل: یکی از نگرانی های اولیه در میان کارمندان این ترس است که اتوماسیون و فناوری های هوش مصنوعی ممکن است منجر به جابجایی شغل شوند. این ترس می تواند مقاومت در برابر پذیرش فناوری های جدید ایجاد کند، زیرا کارکنان ممکن است آنها را تهدیدی برای امنیت شغلی خود بدانند. رسیدگی به این نگرانی ها از طریق ارتباطات شفاف و مشارکت دادن کارکنان در فرآیند انتقال ضروری است (Rajagopal et al., 2023).

اینرسی سازمانی: سازمان ها، به ویژه سازمان های بزرگ، اغلب دارای فرآیندها و سیستم هایی هستند که می توانند در برابر تغییر مقاوم باشند. پیاده سازی فناوری های جدید مستلزم تغییر جریان های کاری و شیوه های موجود است که می تواند با مقاومت مدیریت و کارکنان مواجه شود. غلبه بر این اینرسی مستلزم رهبری قوی و چشم انداز روشنی است که فناوری های جدید چگونه به سازمان منفعت می رساند (Rao & Clarke, 2020).

موانع فرهنگی: فرهنگ سازمانی نقش بسزایی در پذیرش فناوری های جدید دارد. فرهنگی که در برابر نوآوری و تغییر مقاوم باشد، می تواند مانع اجرای موفقیت آمیز فناوری های IoT، Blockchain و AI شود. ایجاد فرهنگی که تغییرات را در بر بگیرد و نوآوری را تقویت کند برای غلبه بر این موانع بسیار مهم است.

۶. بحث

۶.۱ تحلیل مقایسه ای: مقایسه فرصت ها و چالش ها

فناوری های نوظهور مانند اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی فرصت های قابل توجهی را برای بهبود مدیریت زنجیره تامین (SCM) ارائه می دهند. با این حال، آنها همچنین چالش های مهمی را ارائه می دهند که باید به آنها توجه شود.

فرصت ها:

دید و شفافیت پیشرفته: دستگاه های IoT امکان ردیابی و نظارت در زمان واقعی کالاها را فراهم می کنند و بینش دقیقی را در مورد زنجیره تامین ارائه می دهند. فناوری بلاک چین تغییرناپذیری و شفافیت داده ها را تضمین می کند، در حالی که هوش مصنوعی تجزیه و تحلیل پیش بینی برای پیش بینی و کاهش اختلالات ارائه می دهد. این قابلیت ترکیبی دید کلی زنجیره تامین را افزایش می دهد و منجر به تصمیم گیری بهتر و کارایی عملیاتی می شود.

بهبود بهره وری و کاهش هزینه: اتوماسیون از طریق اینترنت اشیا و هوش مصنوعی مداخلات دستی را کاهش می دهد، خطاها را به حداقل می رساند و فرآیندها را سرعت می بخشد. بلاک چین تراکنش ها را ساده می کند و نیاز به واسطه ها را کاهش می دهد و در نتیجه هزینه ها را کاهش می دهد. این فناوری ها در مجموع کارایی زنجیره تامین را بهبود می بخشد و هزینه های عملیاتی را کاهش می دهند.

امنیت و اعتماد افزایش یافته: بلاک چین یک دفتر کل امن و ضد دستکاری فراهم می کند که از یکپارچگی داده ها اطمینان می دهد و خطر تقلب را کاهش می دهد. شفافیت ارائه شده توسط بلاک چین باعث ایجاد اعتماد در بین ذینفعان می شود. دستگاه های اینترنت اشیا با ارائه هشدارهای بلادرنگ در مورد دسترسی های غیرمجاز یا ناهنجاری ها، امنیت را افزایش می دهند.

تصمیم گیری در زمان واقعی: تجزیه و تحلیل های مبتنی بر هوش مصنوعی با تجزیه و تحلیل داده های دستگاه های IoT و سیستم های بلاک چین، تصمیم گیری در زمان واقعی را امکان پذیر می کند. این قابلیت پیش بینی به شرکت ها اجازه می دهد تا به سرعت به تغییرات تقاضا یا اختلالات زنجیره تامین پاسخ دهند و در نتیجه تداوم عملیاتی را حفظ کنند.

چالش ها:

چالش های فنی: ادغام اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی با سیستم های موجود می تواند پیچیده و پرهزینه باشد. اطمینان از سازگاری، مقیاس پذیری و عملکرد مستلزم زیرساخت قوی و سرمایه گذاری قابل توجه است. مسائل فنی مانند قابلیت همکاری داده ها و یکپارچه سازی سیستم چالش های اساسی را ایجاد می کند.

حریم خصوصی و امنیت داده ها: استفاده گسترده از IoT و AI شامل جمع آوری و تجزیه و تحلیل حجم وسیعی از داده ها است که نگرانی هایی را در مورد حفظ حریم خصوصی و امنیت ایجاد می کند. حفاظت از داده ها در برابر نقض و اطمینان از رعایت مقررات حفظ حریم خصوصی بسیار مهم است. بلاک چین در عین ایمن بودن، به اقدامات امنیتی سختگیرانه ای نیز برای محافظت از کلیدهای خصوصی نیاز دارد.

هزینه و سرمایه گذاری: سرمایه گذاری اولیه مورد نیاز برای پیاده سازی این فناوری ها، به ویژه برای شرکت های کوچک و متوسط (SME) می تواند بازدارنده باشد. تعمیر و نگهداری مداوم، ارتقاء و آموزش نیز بر این هزینه افزوده و آن را به تعهد مالی قابل توجهی تبدیل می کند.

شکاف های مهارتی: کمبود متخصصان ماهری وجود دارد که بتوانند فناوری های IoT، Blockchain و AI را پیاده سازی و مدیریت کنند. پر کردن این شکاف مهارتی مستلزم سرمایه گذاری قابل توجه در آموزش و توسعه است. یادگیری مستمر نیز برای همگام شدن با پیشرفت های فناوری ضروری است.

مقاومت در برابر تغییر: مقاومت سازمانی و فرهنگی در برابر پذیرش فناوری های جدید می تواند مانع اجرا شود. ترس از جابجایی شغل، بی میلی به تغییر فرآیندهای ایجاد شده، و عدم حمایت مدیریت ارشد از موانع رایج هستند. استراتژی های مدیریت تغییر موثر برای غلبه بر این مقاومت ضروری است.

۶.۲ توصیه‌های استراتژیک: استراتژی‌هایی برای غلبه بر چالش‌ها

برای استفاده از مزایای IoT، Blockchain و AI در SCM و در عین حال پرداختن به چالش‌های مرتبط، سازمان‌ها می‌توانند چندین رویکرد استراتژیک را اتخاذ کنند.

یک برنامه پیاده‌سازی واضح ایجاد کنید: سازمان‌ها باید یک برنامه اجرایی جامع ایجاد کنند که اهداف، محدوده و جدول زمانی اتخاذ این فناوری‌ها را مشخص کند. این طرح باید شامل تجزیه و تحلیل دقیق زیرساخت‌های موجود، مسائل بالقوه یکپارچه سازی و سرمایه گذاری‌های مورد نیاز باشد.

سرمایه گذاری در زیرساخت و فناوری: سرمایه گذاری در زیرساخت‌ها و فناوری قوی برای ادغام موفقیت آمیز اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی بسیار مهم است. این شامل اتصال به اینترنت پرسرعت، حسگرهای پیشرفته، پلتفرم‌های بلاک چین ایمن و منابع محاسباتی قدرتمند است. سازمان‌ها همچنین باید راه حل‌های مبتنی بر ابر را برای افزایش مقیاس پذیری و انعطاف پذیری در نظر بگیرند.

افزایش حریم خصوصی و اقدامات امنیتی داده‌ها: اجرای حریم خصوصی و اقدامات امنیتی دقیق داده‌ها برای محافظت از اطلاعات حساس ضروری است. این شامل رمزگذاری داده‌ها، استفاده از پروتکل‌های ارتباطی ایمن و به روز رسانی منظم سیستم‌های امنیتی است. سازمان‌ها همچنین باید ممیزی‌های امنیتی منظم را برای شناسایی و رفع آسیب پذیری‌ها انجام دهند. ارائه برنامه‌های آموزشی و توسعه: برای رفع شکاف مهارتی، سازمان‌ها باید در برنامه‌های آموزشی و توسعه جامع سرمایه گذاری کنند. این برنامه‌ها باید بر توسعه مهارت‌های فنی مرتبط با اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی و همچنین مهارت‌های نرم مانند حل مسئله و تفکر انتقادی تمرکز کنند. ابتکارات یادگیری مستمر باید تشویق شود تا کارکنان را با آخرین پیشرفت‌های تکنولوژیکی به روز نگه دارد.

پرورش فرهنگ نوآوری و تغییر: ایجاد فرهنگی که نوآوری و تغییر را در بر بگیرد برای پذیرش موفقیت آمیز فناوری‌های جدید بسیار مهم است. این شامل تقویت ارتباطات باز، مشارکت دادن کارکنان در فرآیند تصمیم‌گیری و رسیدگی به نگرانی‌های آنها در مورد امنیت شغلی است. مدیریت ارشد باید رهبری قوی و حمایت از پذیرش این فناوری‌ها را نشان دهد. همکاری با شرکای فناوری: همکاری با شرکای فناوری و کارشناسان می‌تواند بینش و پشتیبانی ارزشمندی را در طول فرآیند پیاده سازی ارائه دهد. این مشارکت‌ها می‌توانند به سازمان‌ها کمک کنند تا چالش‌های فنی را پیمایش کنند، بهترین شیوه‌ها را شناسایی کنند و انتقال آرام به فناوری‌های جدید را تضمین کنند.

۶.۳ روندهای آینده: تحولات آینده و روندهای بالقوه در پذیرش فناوری

همانطور که فناوری‌های IoT، Blockchain و AI به تکامل خود ادامه می‌دهند، چندین روند و پیشرفت احتمالاً آینده SCM را شکل خواهند داد.

افزایش پذیرش محاسبات لبه: انتظار می‌رود محاسبات لبه، که شامل پردازش داده‌های نزدیک به منبع به جای یک مرکز داده متمرکز است، رایج‌تر شود. این رویکرد تأخیر را کاهش می‌دهد، تصمیم‌گیری در زمان واقعی را افزایش می‌دهد و کارایی برنامه‌های IoT و AI را در SCM بهبود می‌بخشد.

ادغام محاسبات کوانتومی: محاسبات کوانتومی این پتانسیل را دارد که SCM را با حل مسائل پیچیده بهینه سازی که در حال حاضر فراتر از توانایی‌های رایانه‌های کلاسیک هستند، متحول کند. ادغام محاسبات کوانتومی با اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی می‌تواند تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده، بهینه‌سازی لجستیک و بهبود کارایی زنجیره تامین را افزایش دهد. گسترش کاربردهای بلاک چین: فناوری بلاک چین احتمالاً فراتر از کاربردهای فعلی خود در SCM گسترش خواهد یافت. تحولات آتی ممکن است شامل استفاده از بلاک چین برای مدیریت مالکیت معنوی، خودکارسازی فرآیندهای انطباق، و افزایش پایداری زنجیره تامین از طریق ردیابی شفاف اثرات زیست محیطی باشد.

پیشرفت‌ها در هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی: فناوری‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی به پیشرفت خود ادامه می‌دهند و منجر به تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده پیچیده‌تر و قابلیت‌های تصمیم‌گیری می‌شوند. این پیشرفت‌ها سازمان‌ها را قادر

می‌سازد تا اختلالات زنجیره تامین را بهتر پیش‌بینی کنند و به آن واکنش نشان دهند، سطح موجودی را بهینه کنند و رضایت مشتری را افزایش دهند.

پذیرش فناوری ۵: G: عرضه فناوری ۵ به طور قابل توجهی قابلیت‌های دستگاه‌های IoT را با ارائه سرعت انتقال داده‌های سریع‌تر و تأخیر کمتر افزایش می‌دهد. این امکان ردیابی و نظارت در زمان واقعی کالاها را فراهم می‌کند، ارتباطات بین دستگاه‌ها را بهبود می‌بخشد و از برنامه‌های پیچیده تر هوش مصنوعی در SCM پشتیبانی می‌کند. رشد زنجیره‌های تامین پایدار: تأکید روزافزونی بر پایداری در SCM وجود دارد. فناوری‌های نوظهور مانند اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی می‌توانند با افزایش شفافیت، کاهش ضایعات و بهینه‌سازی استفاده از منابع، نقش مهمی در ایجاد زنجیره‌های تامین پایدار داشته باشند. سازمان‌ها احتمالاً بیشتر بر روی یکپارچه‌سازی این فناوری‌ها برای دستیابی به اهداف پایداری خود تمرکز می‌کنند.

۷. نتیجه‌گیری

۷.۱ خلاصه یافته‌ها

ادغام فناوری‌های نوظهور مانند اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی فرصت‌های قابل توجهی را برای بهبود مدیریت زنجیره تامین ارائه می‌دهد. این فناوری‌ها مجموعاً دید، شفافیت، کارایی، امنیت و قابلیت‌های تصمیم‌گیری بلادرنگ را در زنجیره تامین افزایش می‌دهند. اینترنت اشیا ردیابی و نظارت در زمان واقعی را امکان پذیر می‌کند، بلاک چین یکپارچگی و شفافیت داده‌ها را تضمین می‌کند و هوش مصنوعی تجزیه و تحلیل و اتوماسیون پیش‌بینی پیشرفته را ارائه می‌دهد. با این حال، پذیرش این فناوری‌ها بدون چالش نیست، از جمله مسائل فنی مربوط به یکپارچه‌سازی و زیرساخت، حفظ حریم خصوصی داده‌ها و نگرانی‌های امنیتی، هزینه‌های بالا و الزامات سرمایه‌گذاری، شکاف‌های مهارتی و مقاومت سازمانی در برابر تغییر.

۷.۲ مفاهیم برای تمرین

برای دست‌اندرکاران مدیریت زنجیره تامین، یافته‌های این مطالعه اهمیت اتخاذ یک رویکرد استراتژیک برای پیاده‌سازی IoT، Blockchain و AI را برجسته می‌کند. سازمان‌ها باید برنامه‌های اجرایی جامع ایجاد کنند، روی زیرساخت‌های قوی سرمایه‌گذاری کنند و حریم خصوصی و اقدامات امنیتی داده‌ها را افزایش دهند. برنامه‌های آموزشی و توسعه برای پر کردن شکاف‌های مهارتی و اطمینان از تجهیز کارکنان برای مدیریت فناوری‌های جدید ضروری است. علاوه بر این، پرورش فرهنگ نوآوری و تغییر برای غلبه بر مقاومت سازمانی بسیار مهم است. با پرداختن به این چالش‌ها، سازمان‌ها می‌توانند از پتانسیل کامل این فناوری‌ها برای دستیابی به کارایی، شفافیت و رقابت بیشتر در زنجیره تامین خود استفاده کنند.

۷.۳ محدودیت‌های مطالعه

این مطالعه در درجه اول بر داده‌های ثانویه از ادبیات موجود متکی است، که ممکن است دامنه و عمق یافته‌ها را محدود کند. تکامل سریع فناوری‌های IoT، Blockchain و AI به این معنی است که برخی از اطلاعات ممکن است به سرعت قدیمی شوند. علاوه بر این، این مطالعه شامل داده‌های تجربی یا مطالعات موردی از سازمان‌های خاص نمی‌شود، که می‌تواند بینش‌های دقیق‌تری را در مورد چالش‌های عملی و مزایای پذیرش فناوری در زنجیره‌های تامین ارائه دهد.

۷.۴ پیشنهادات برای تحقیقات آینده

تحقیقات آینده باید بر مطالعات تجربی متمرکز باشد که اجرای عملی IoT، Blockchain و AI در صنایع مختلف را بررسی می‌کند. مطالعات طولی می‌تواند بینش‌هایی درباره اثرات و مزایای بلندمدت این فناوری‌ها بر عملکرد زنجیره تامین ارائه دهد. علاوه بر این، تحقیقات می‌تواند توسعه چارچوب‌ها و استانداردهای جدید را برای یکپارچه‌سازی این فناوری‌ها، پرداختن به

مسائل قابلیت همکاری و مقیاس پذیری بررسی کند. بررسی نقش فناوری‌های نوظهور در افزایش پایداری و انعطاف‌پذیری زنجیره تامین نیز می‌تواند بینش‌های ارزشمندی را به‌ویژه در زمینه اختلالات جهانی و چالش‌های زیست‌محیطی ارائه دهد.

۸. منابع

- Ahmed, S., Kalsoom, T., Ramzan, N., Pervez, Z., Azmat, M., Zeb, B., & Rehman, M. (2021). Towards Supply Chain Visibility Using Internet of Things: A Dyadic Analysis Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21, 4158. DOI: 10.3390/s21124158.
- Akyuz, G. A., & Gursoy, G. (2020). Strategic management perspectives on supply chain. *Management Review Quarterly*, 70, 213-241. DOI: 10.1007/s11301-019-00165-6.
- Al Qatbi, M. R. S., & Rathinam, G. (2023). Enhancing Supply Chain Management: A Blockchain-Based Approach for Data Privacy and Transparency in the IoT Era. 2023 10th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI), 667-671. DOI: 10.1109/EECSI59885.2023.10295696.
- Aliahmadi, A., & Nozari, H. (2022). Evaluation of security metrics in AIoT and blockchain-based supply chain by Neutrosophic decision-making method. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 24, 31-42. DOI: 10.1080/16258312.2022.2101898.
- Alvarado, J., & Halgamuge, M. (2021). New Era in the Supply Chain Management With Blockchain. *Research Anthology on Blockchain Technology in Business, Healthcare, Education, and Government*. DOI: 10.4018/978-1-5225-9078-1.CH001.
- Amin, M. A., Nabil, D. H., Baldacci, R., & Rahman, M. H. (2023). Exploring Blockchain Implementation Challenges for Sustainable Supply Chains: An Integrated Fuzzy TOPSIS–ISM Approach. *Sustainability*. DOI: 10.3390/su151813891.
- Asmussen, C. B., & Møller, C. (2020). Enabling supply chain analytics for enterprise information systems: A topic modelling literature review and future research agenda. *Enterprise Information Systems*, 14, 563-610. DOI: 10.1080/17517575.2020.1734240.
- Baliev, I. V., Potapov, A. A., & Avtorkhanov, I. R. (2023). SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND BLOCKCHAIN TECHNOLOGY. *EKONOMIKA I UPRAVLENIE: PROBLEMY, RESHENIYA*. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2023.11.03.013.
- Bancroft, J., & Li, D. (2021). Managing Supply Chains. DOI: 10.1108/978-1-83867-541-720211006.
- Bayramova, A., Edwards, D., & Roberts, C. (2021). The Role of Blockchain Technology in Augmenting Supply Chain Resilience to Cybercrime. *Buildings*. DOI: 10.3390/buildings11070283.
- Ben-Daya, M., Hassini, E., Bahrour, Z., & Banimfreg, B. H. (2020). The role of internet of things in food supply chain quality management: A review. *Quality Management Journal*, 28, 17-40. DOI: 10.1080/10686967.2020.1838978.
- Bhadoria, R. S., Sharma, N., & Pandey, M. (2020). Demystifying the Power of Blockchain Technology in Supply Chain Management. *International Journal of Applied Evolutionary Computation (IJAEC)*, 11(4), 38-53. DOI: 10.4018/ijaec.2020100104.
- Bist, A. S., Rawat, B., Prawiyogi, A. G., Wahyuningsih, Septiani, N., Fakhrezzy, M., & Saputra, D. B. (2022). AI-Enabled Blockchain for Supply Chain in Agriculture. 2022 IEEE Creative Communication and Innovative Technology (ICCIT), 1-5. DOI: 10.1109/ICCIT55355.2022.10118743.
- Boute, R., & Udenio, M. (2021). AI in Logistics and Supply Chain Management. *PROD: Empirical (Supply) (Topic)*. DOI: 10.2139/ssrn.3862541.
- Buthelezi, B. E., Ndayizigamiye, P., Twinomurinzi, H., & Dube, S. M. (2022). A Systematic Review of the Adoption of Blockchain for Supply Chain Processes. *Journal of Global Information Management*, 30, 1-32. DOI: 10.4018/jgim.297625.
- Centobelli, P., Cerchione, R., Strazzullo, S., Al Shehri, K., Farag, T., & El-Garaihy, W. H. (2023). Supply Chain Practices for a Sustainable Value Chain. *IEEE Engineering Management Review*, 51, 130-147. DOI: 10.1109/EMR.2023.3282587.
- Churakova, E., & Arkhipova, O. (2023). Methodology for analytical supply chain management in industrial production. *E3S Web of Conferences*. DOI: 10.1051/e3sconf/202340201015.
- de Vass, T., Shee, H., & Miah, S. (2020). IoT in supply chain management: a narrative on retail sector sustainability. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 24, 605-624. DOI: 10.1080/13675567.2020.1787970.
- Du, M., Chen, Q., Xiao, J., Yang, H., & Ma, X. (2020). Supply Chain Finance Innovation Using Blockchain. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67, 1045-1058. DOI: 10.1109/TEM.2020.2971858.
- Farooqui, Y., & Parikh, S. M. (2023). Secure and Transparent Supply Chain Management using Blockchain and IoT. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 11, 8064.

- DOI: 10.17762/ijritcc.v11i11s.8064.
21. Ghode, D., Yadav, V., Jain, R., & Soni, G. (2020). Blockchain adoption in the supply chain: an appraisal on challenges. *Journal of Manufacturing Technology Management*. DOI: 10.1108/jmtm-11-2019-0395.
 22. Guo, W. (2023). Exploring the Value of AI Technology in Optimizing and Implementing Supply Chain Data for Pharmaceutical Companies. *Innovation in Science and Technology*. DOI: 10.56397/ist.2023.05.01.
 23. Gupya, O. (2023). Digital Transformation in Supply Chain India: Challenges and Opportunities. *Psychology and Education*. DOI: 10.48047/pne.2018.55.1.52.
 24. Hangl, J., Behrens, V. J., & Krause, S. (2022). Barriers, Drivers, and Social Considerations for AI Adoption in Supply Chain Management: A Tertiary Study. *Logistics*. DOI: 10.3390/logistics6030063.
 25. Hasanova, H., & Romānovs, A. (2020). Best Practices of Technology Management for Sustainable Digital Supply Chain. 2020 61st International Scientific Conference on Information Technology and Management Science of Riga Technical University (ITMS), 1-6. DOI: 10.1109/ITMS51158.2020.9259319.
 26. Hussain, M., Javed, W., Hakeem, O., Yousafzai, A., Younas, A., Awan, M., Nobanee, H., & Zain, A. (2021). Blockchain-Based IoT Devices in Supply Chain Management: A Systematic Literature Review. *Sustainability*. DOI: 10.3390/su132413646.
 27. Hye, A., Mustaffa, N. B. A., & Habib, M. (2022). A holistic view of academic library supply chain model. *Library Management*. DOI: 10.1108/lm-01-2022-0003.
 28. Jabbar, S., Lloyd, H., Hammoudeh, M., Adebisi, B., & Raza, U. (2020). Blockchain-enabled supply chain: analysis, challenges, and future directions. *Multimedia Systems*, 27, 787-806. DOI: 10.1007/s00530-020-00687-0.
 29. Joshi, S., Sharma, M., & Barve, A. (2022). Implementation challenges of blockchain technology in closed-loop supply chain: A Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) management perspective in developing countries. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 24, 59-80. DOI: 10.1080/16258312.2022.2135972.
 30. Kadam, D., & Narayanswamy, S. (2022). To Study Impact of IoT in Supply Chain Management. *Siddhant-A Journal of Decision Making*. DOI: 10.5958/2231-0657.2022.00011.8.
 31. Kakkar, P. (2021). Building Supply Chain with Blockchain. *Journal of Information Technology & Software Engineering*. DOI: 10.35248/2165-7866.21.S3.003.
 32. Kaur, A., Bhamra, G., Kukreja, V., Sharma, S., Singh, S., & Yoon, B. (2022). Adaptation of IoT with Blockchain in Food Supply Chain Management: An Analysis-Based Review in Development, Benefits and Potential Applications. *Sensors*, 22. DOI: 10.3390/s22218174.
 33. Khan, Y., Su'ud, M. M., Alam, M. M., Ahmad, S. F., Ahmad, A. Y. A. B. (Ayassrah), & Khan, N. D. (2022). Application of Internet of Things (IoT) in Sustainable Supply Chain Management. *Sustainability*. DOI: 10.3390/su15010694.
 34. Korepin, V. N., Dzenzeliuk, N., Seryshev, R., & Rogulin, R. (2021). Improving supply chain reliability with blockchain technology. *Maritime Economics & Logistics*. DOI: 10.1057/s41278-021-00197-4.
 35. Kumar, S. P., & Pundir, A. (2020). Integration of IoT and Blockchain Technology for Enhancing Supply Chain Performance: A Review. 2020 11th IEEE Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON), 0396-0401. DOI: 10.1109/IEMCON51383.2020.9284890.
 36. Langat, A. K., & Guo, Y. (2023). Research in Blockchain-Based Manufacturing Supply Chain. 2023 IEEE 3rd International Conference on Software Engineering and Artificial Intelligence (SEAI), 271-275. DOI: 10.1109/SEAI59139.2023.10217397.
 37. Lis, A., Sudolska, A., & Tomanek, M. (2020). Mapping Research on Sustainable Supply-Chain Management. *Sustainability*. DOI: 10.3390/su12103987.
 38. Modgil, S., Singh, R., & Hannibal, C. (2021). Artificial intelligence for supply chain resilience: learning from Covid-19. *The International Journal of Logistics Management*. DOI: 10.1108/ijlm-02-2021-0094.
 39. Mondragon, A. E. C., Mondragon, C. E. C., & Coronado, E. S. (2020). Feasibility of Internet of Things and Agnostic Blockchain Technology Solutions: A Case in the Fisheries Supply Chain. 2020 IEEE 7th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA), 504-508. DOI: 10.1109/ICIEA49774.2020.9102080.
 40. Moosavi, J., Naeni, L. M., Fathollahi-Fard, A. M., & Fiore, U. (2021). Blockchain in supply chain management: a review, bibliometric, and network analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-15. DOI: 10.1007/s11356-021-13094-3.
 41. Mukherjee, A. A., Singh, R., Mishra, R., & Bag, S. (2021). Application of blockchain technology for sustainability development in agricultural supply chain: justification framework. *Operations Management Research*, 15, 46-61. DOI: 10.1007/s12063-021-00180-5.
 42. Njualement, L. A. (2022). Leveraging Blockchain Technology in Supply Chain Sustainability: A Provenance Perspective. *Sustainability*. DOI: 10.3390/su141710533.
 43. Nur, M., Hakim, L., & Amrozi, Y. (2020). Challenges in Using Blockchain for Supply Chain Management

- Information Systems. J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri, 15(2), 82-92.
44. Omar, I. A., Jayaraman, R., Salah, K., Debe, M. S., & Omar, M. A. (2020). Enhancing Vendor Managed Inventory Supply Chain Operations Using Blockchain Smart Contracts. *IEEE Access*, 8, 182704-182719.
 45. Park, A., & Li, H. (2021). The Effect of Blockchain Technology on Supply Chain Sustainability Performances. *Sustainability*, 13, 1726. DOI: 10.3390/SU13041726.
 46. Pournader, M., Ghaderi, H., Hassanzadegan, A., & Fahimnia, B. (2021). Artificial intelligence applications in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 241, 108250.
 47. Queiroz, M., Wamba, S. F., de Bourmont, M., & Telles, R. (2020). Blockchain adoption in operations and supply chain management: empirical evidence from an emerging economy. *International Journal of Production Research*, 59, 6087-6103. DOI: 10.1080/00207543.2020.1803511.
 48. Rajagopal, M., Nayak, K., Balasubramanian, K., Shaikh, I. A. K., Adhav, S., & Gupta, M. (2023). Application of Artificial Intelligence in the Supply Chain Finance. 2023 Eighth International Conference on Science Technology Engineering and Mathematics (ICONSTEM). DOI: 10.1109/ICONSTEM56934.2023.10142286.
 49. Rao, A., & Clarke, D. J. B. (2020). Perspectives on emerging directions in using IoT devices in blockchain applications. *Internet of Things*, 10, 100079.

Opportunities and challenges of using cutting edge technologies such as the Internet of Things, Blockchain and Artificial Intelligence in supply chain management

Seyyed Javad Miri

Ph.D. Student, Department of industrial engineering, Qom University of Technology

Mohammad Reza Marjani¹

Assistant Professor, Department of industrial engineering, Qom University of Technology

Hamid Rajabinasab

Ph.D. Student, Department of industrial engineering, Qom University of Technology

ABSTRACT

This research, transformative capacity and challenges of using emerging technologies; Examines the Internet of Things, blockchain, and artificial intelligence in supply chain management. Through a comprehensive literature review, this study highlights how transparency, security, efficiency, traceability, and real-time decision-making can be enhanced using these technologies. IoT facilitates real-time tracking, blockchain ensures data integrity and transparency, and artificial intelligence provides advanced predictive analytics. However, significant challenges, including technical integration issues, data privacy concerns, high costs, lack of skills, and organizational resistance, hinder their widespread adoption. The study provides strategic recommendations to overcome these barriers, such as investing in strong infrastructure, improving data security, and fostering a culture of innovation. Future research directions include empirical studies on technology implementation, development of integration frameworks, and exploration of sustainable and resilient supply chains.

Keywords: Supply Chain Management (SCM), Internet of Things (IoT), blockchain, Artificial Intelligence (AI), technology integration, data privacy

1-Corresponding Author