

## بهبود و ارتقای مدیریت زنجیره تامین با استفاده از شبکه اینترنت اشیا ادغام شده با هوش مصنوعی و فناوری بلاکچین

امیرمحمد امیری نژاد\*

پانیذ آزموده سفیدی

کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، گرایش لجستیک و زنجیره تامین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، ایران

کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، گرایش تجارت الکترونیکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، ایران

amirmohammadamiri1999@gmail.com

panizazh380@gmail.com

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۶

## Improving and Upgrading Supply Chain Management Using the Internet of Things Network Integrated with Artificial Intelligence and Blockchain Technology

Amir Mohammad Amirinejad  
Panizh Azmohdeh Sefidi

Master of Industrial Engineering, Logistics and Supply Chain, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Iran  
Master of Technology Engineering, Electronic Commerce, Islamic Azad University, Information Science and Research Branch, Tehran, Iran

### Abstract

Supply chain management is about communicating with suppliers and customers to reduce costs and increase customer satisfaction. In this research, in order to optimize and solve problems and conflicts in supply chain management, IoT networks combined with blockchain technology and artificial intelligence are used. In order to combine AI with the IoT network, it is done by initializing peripheral systems and after this stage, data is read from sensors. In the next stage, the output decision is received from the MLP NN model using sensor data and by preparing a message with decision-making, the output decision is published using the MQTT model and finally the AI is combined with the IoT network. In order to combine blockchain with the Internet of Things network, first, after the deployment of the Internet of Things nodes, the remaining energy of the nodes, the clustering mechanism, the maximum amount of remaining energy for selection are calculated and checked, then the cluster head is

### چکیده

مدیریت زنجیره تامین، با تامین کنندگان و مشتریان در راستای کاهش هزینه‌ها و افزایش رضایتمندی مشتریان، در ارتباط می‌باشد. در این پژوهش، به منظور بهینه‌سازی و حل مسائل و تعارض‌های موجود در مدیریت زنجیره تامین، از شبکه‌های اینترنت اشیا ترکیب شده با فناوری بلاکچین و هوش مصنوعی استفاده شده است. به منظور ترکیب هوش مصنوعی با شبکه اینترنت اشیا، با استفاده از مقدار دهی اولیه به سیستم‌های جانبی انجام می‌گیرد و پس از این مرحله داده‌ها از روی سنسورها خوانده می‌شود. در مرحله بعد تصمیم خروجی از مدل MLP NN با استفاده از داده‌های سنسور، دریافت می‌شود و با آماده‌سازی پیام با تصمیم‌گیری، تصمیم خروجی با استفاده از مدل MQTT را منتشر می‌گردد و در نهایت ترکیب هوش مصنوعی با شبکه اینترنت اشیا، صورت می‌گیرد. به منظور ترکیب بلاکچین با شبکه اینترنت اشیا، ابتدا پس از استقرار گره‌های اینترنت اشیا،

selected and activated, finally the role of the cluster head is published and the cluster head is activated, and the Internet of Things is combined with blockchain. The results obtained indicate that combining Internet of Things networks with blockchain technology and artificial intelligence in supply chain management will improve security, transparency, accuracy, performance improvement, quality improvement, cost optimization, supply chain management optimization, and customer satisfaction and trust.

**Keywords:** Supply Chain Management, Supply Chain, Internet of Things Network, Blockchain, Artificial Intelligence

انرژی باقی مانده گره‌ها، مکانیسم خوشه بندی، حداکثر مقدار انرژی باقی مانده برای انتخاب محاسبه و چک می‌شود، سپس سر خوشه انتخاب و فعال سازی می‌گردد، در انتها نقش سر خوشه منتشر می‌گردد و سر خوشه فعال می‌گردد و ترکیب اینترنت اشیا با بلاکچین صورت می‌گیرد. نتایج به دست آمده بیانگر این می‌باشد که ترکیب شبکه‌های اینترنت اشیا با فناوری بلاکچین و هوش مصنوعی در مدیریت زنجیره تامین، سبب بهبود امنیت، شفافیت، دقت، بهبود عملکرد، ارتقای کیفیت، متناسب سازی هزینه‌ها، بهینه‌سازی مدیریت زنجیره تامین و رضایت و اعتماد مشتریان گردد.

**کلید واژه:** مدیریت زنجیره تامین، زنجیره تامین، شبکه اینترنت اشیا، بلاکچین، هوش مصنوعی

برروی عملکرد سازمان‌ها تاثیر می‌گذارد، از این رو مدیریت زنجیره تامین از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد؛ در واقع مدیریت زنجیره تامین شامل زیرمجموعه‌هایی نظیر مدیریت تامین کنندگان، مدیریت مشتریان، مدیریت و کنترل موجودی، توزیع و طراحی محصولات و... می‌باشد، که می‌تواند با تاثیرگذاری بر روی موارد مذکور موجب تغییرات در عملکرد و فرآیندهای سازمانی گردد (مونتیرو و باراتا<sup>۵</sup>، ۲۰۲۲). مدیریت زنجیره تامین با بهره‌گیری از امکانات و ابزارهایی که دارد سبب افزایش شفافیت و اعتماد در کسب و کارها می‌شود و به این ترتیب می‌تواند مشتریان را در جریان آماده‌سازی تا دریافت محصولات قرار دهد. در واقع، مدیریت زنجیره تامین به بهینه‌سازی فرآیند تامین محصولات کمک می‌نماید (چانگ و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۲۲)؛ به طوریکه مشتریان محصولات را با مناسب‌ترین قیمت، بالاترین کیفیت و در کوتاه‌ترین زمان ممکن دریافت نمایند، متناظر با اینکه می‌تواند با افزایش شفافیت و اعتماد، رضایت مشتریان را جذب نماید (کولیا و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۲۴). البته باید در نظر داشت که مدیریت زنجیره تامین، با وجود کاربردها و مزیت‌های بسیاری که دارد، دارای مسائل، چالش‌ها و محدودیت‌های گوناگونی

## ۱. مقدمه

مدیریت زنجیره تامین (SCM)<sup>۱</sup>، دارای بنیانی علمی می‌باشد که با تامین کنندگان و مشتریان در راستای کاهش هزینه‌ها و افزایش رضایتمندی مشتریان، در ارتباط می‌باشد. مدیریت زنجیره تامین از یک استراتژی علمی استفاده می‌نماید تا با ارتباط جریان بالا دستی و جریان پایین دستی، منجر به بهینه‌سازی فرآیندهای زنجیره تامین (SC)<sup>۲</sup>، می‌گردد. زنجیره تامین ساختاری شبکه‌ای متشکل از سازمان‌ها می‌باشد که در آن سازمان‌ها با یکدیگر کار می‌کنند. در زنجیره تامین، سازمان‌ها با یکدیگر در ارتباط می‌باشند؛ در ارتباط بودن سازمان‌ها در زنجیره تامین سبب می‌شود تا ساختار زنجیره تامین به صورت شبکه‌ای همگام و متناظر عمل نماید و با اصلاح زنجیره‌های مرتبط تامین کنندگان به مشتریان به بهبود تامین محصولات و خدمات کمک نماید (گوا و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۲۳). زنجیره تامین به صورت پویا و تاثیر-پذیر عمل می‌نماید، به طوریکه با تغییرات در شبکه‌های توزیع و مولفه‌های تاثیرگذار، می‌تواند منجر به تغییرات و اصلاحات در زنجیره‌های ارتباطی بین تامین کنندگان و مشتریان، گردد (هارنوو<sup>۴</sup>، ۲۰۲۳). مدیریت زنجیره تامین

1 Supply Chain Management(SCM)

2 Supply Chain (SC)

3 Guo & et al

4 Harnowo

5 Monteiro & Barata

6 Chang & et al

7 Kollia & et al

مسائل موجود در مدیریت زنجیره تامین می‌باشد (کار<sup>۱۲</sup>، ۲۰۲۲). مسئله و چالش دیگری که در مدیریت زنجیره تامین منجر به ایجاد محدودیت و اختلال می‌شود، بحث کمبود نیروی انسانی متخصص می‌باشد، در واقع به علت عدم تعامل و تبادل علم و صنعت، با کمبود نیروی تحصیل کرده متخصص مواجه می‌باشیم، که این منجر به عدم توسعه، پیشرفت و اصلاح مدیریت زنجیره تامین گردیده‌است و به طور غیر مستقیم سبب ایجاد ناهماهنگی و تعارض در مدیریت زنجیره تامین گردیده- است (گائو و همکاران<sup>۱۳</sup>، ۲۰۲۳). مسئله و چالش اساسی دیگری که در مدیریت زنجیره تامین وجود دارد و می‌تواند سرنوشت سازمان‌ها و کسب و کارها را تعیین نماید، تغییر الگوهای رفتاری مشتریان در جهان امروز، می‌باشد که منجر به تغییرات در رفتار خرید و انتظارات در مشتریان گردیده‌است. تغییر الگوهای رفتاری و خرید مشتریان، با مزیت‌های رقابتی در ارتباط می‌باشد، به گونه‌ای که اگر کسب و کارها از مزیت‌های رقابتی در راستای تامین نیازها و الگوهای رفتاری و خرید مشتریان، استفاده نمایند می‌توانند از این مسئله به عنوان یک مزیت در مدیریت زنجیره تامین استفاده نمایند؛ از این رو می‌بایست اصلاحات و برنامه ریزی‌هایی به گونه‌ای طراحی شوند که سبب ارائه یک روش جدید گردد که سازگار با الگوهای رفتاری مشتریان جهان امروز باشد. این موضوع صنایع را ملزم می‌سازد تا در راستای تامین تقاضا و انتظارات مشتریان، اصلاحاتی را در مدیریت زنجیره تامین به کار گیرند (منظور و همکاران<sup>۱۴</sup>، ۲۰۲۲). برای حل اساسی این مسائل، چالش‌ها و محدودیت‌ها، لازم است تا از ابزارها و تکنولوژی‌هایی در راستای بهبود و اصلاح مدیریت زنجیره تامین استفاده شود. روش‌های نوین می‌توانند منجر به بهینه‌سازی مدیریت زنجیره تامین شوند. در پژوهش حاضر از تکنولوژی‌های نوین در راستای بهبود و بهینه‌سازی مدیریت زنجیره تامین

نیز می‌باشد که اگر به آن‌ها پرداخته نشود، به کارگیری از مزیت‌ها و کاربردهای مدیریت زنجیره تامین، تقریباً غیر ممکن خواهد بود. یکی از این مسائل مربوط به نیاز به منابع مالی و انسانی برای ارتقای سیستم‌های برنامه-ریزی و طراحی در مدیریت زنجیره تامین می‌باشد (جیدون و همکاران<sup>۸</sup>، ۲۰۲۴). طراحی و برنامه‌ریزی اصولی و کاربردی در مدیریت زنجیره تامین نیازمند هزینه‌ها و منابع مالی و انسانی بسیاری می‌باشد، زیرا در غیر اینصورت شکل گیری جریان‌های ارتباطی استراتژیک و همگام در فرآیندهای زنجیره تامین با چالش مواجه خواهد شد (ردی و همکاران<sup>۹</sup>، ۲۰۲۳). کمبود بودجه و نیاز به هزینه بر روی فاکتورهای دیگری از مدیریت زنجیره تامین نیز تاثیر می‌گذارد، به عنوان مثال لجستیک و انبار داری هوشمند در مدیریت زنجیره تامین ملزوم به کارگیری از ربات‌های هوشمند، ماشین آلات و تکنولوژی‌های پویا و هوشمند، اجرایی‌سازی طراحی‌ها و معماری‌های پیچیده، چارچوب‌های انتقالی برای سیستم‌های لجستیک و انبارداری هوشمند و... می‌باشد، که نیازمند صرف هزینه و زمان بسیار زیادی می‌باشد (شیائونینگ و النی<sup>۱۰</sup>، ۲۰۲۳). همچنین در صورت نبود سیستم‌های پیشرفته فرآیند استخراج داده نیز با مشکل مواجه خواهد شد و بعضاً می‌تواند عملکرد فرآیندهای کنترلی را نیز تضعیف نماید. در واقع وجود عملگرهای انسانی و سیستم‌های ماشینی ضعیف می‌تواند در استخراج و انتقال داده، به روز رسانی اطلاعات و فرآیندهای کنترلی، اختلال ایجاد نماید، بنابراین نیاز است تا از سیستم‌های پیشرفته استفاده شود که خود نیازمند هزینه‌های بسیار بالایی می‌باشد (خان و همکاران<sup>۱۱</sup>، ۲۰۲۲). مسئله و چالش دیگری که در مدیریت زنجیره تامین وجود دارد در رابطه با مسائل امنیتی می‌باشد که بسیار بحرانی و پراهمیت محسوب می‌شود. در واقع مسئله امنیت یکی از اساسی‌ترین

12 Kar

13 Gao & et al

14 Manzoor & et al

8 Jadon & et al

9 Reddy & et al

10 Xiaoning & Eleni

11 Khan & et al

بررسی، ارزیابی و مدیریت شبکه‌های زنجیره تامین، اجرایی می‌شود. در واقع مدیریت زنجیره تامین، عملیات را با هدف بهینه‌سازی فعالیت‌ها و فرآیندهای زنجیره تامین، انجام می‌دهد (یالان و همکاران<sup>۲۱</sup>، ۲۰۲۲). مدیریت زنجیره تامین به عنوان فعالیتی مدیریتی متشکل از فرآیندها، فعالیت‌های تسهیل بخش و جایگزین‌های توزیعی و انتقالی در نظر گرفته می‌شود که به صورت عملگرهای مدیریتی و کنترلی دریافت محصولات، انتقال محصول و تبدیل آن‌ها به محصولات میانی و نهایی و توزیع محصولات نهایی میان مصرف کنندگان می‌باشد (کومر و رستگارنیا<sup>۲۲</sup>، ۲۰۲۱). مدیریت زنجیره تامین به معنای عملیات‌های تجاری کاربردی و تسهیل بخش موثر و استراتژیک، عمل می‌نماید و این استراتژی‌های موجود در عملگرهای تجاری دارای نقش موثری در زنجیره‌تأمین و بهینه‌سازی توزیع محصولات در سراسر زنجیره تامین، می‌باشد (کونتی و همکاران<sup>۲۳</sup>، ۲۰۲۲). شبکه اینترنت اشیا: اینترنت اشیا، شبکه‌ای متشکل از اشیا می‌باشد که این اشیا از طریق تکنولوژی-هایی که برای ایجاد اتصال و تبادل داده‌ها با سایر دستگاه‌ها و سیستم‌های که با اینترنت کار می‌کنند، با یکدیگر در ارتباط و اتصال می‌باشند (ریضوان و همکاران<sup>۲۴</sup>، ۲۰۲۲). اینترنت اشیا با استفاده از تکنولوژی‌هایی مانند ارتباطات بی سیم، سیستم‌های میکروالکترومکانیکی و سیستم‌های تعبیه شده، دارای کاربردهای بسیاری در مدیریت زنجیره تامین می‌باشد و به بهینه‌سازی فرآیندهای زنجیره تامین و بهبود و ارتقای مدیریت زنجیره تامین کمک می‌نماید (پیووتو و همکاران<sup>۲۵</sup>، ۲۰۲۳).

هوش مصنوعی: هوش مصنوعی، به عنوان سیستمی در نظر گرفته می‌شود که به گونه‌ای شبیه‌سازی شده از رفتارها و واکنش‌های انسانی، عمل می‌نماید (ساتایا و

استفاده شده‌است. در این پژوهش، به منظور بهینه‌سازی و حل مسائل و تعارض‌های موجود در مدیریت زنجیره تامین، از شبکه‌های اینترنت اشیا (IoT)<sup>۱۵</sup>، ترکیب شده با فناوری بلاکچین<sup>۱۶</sup> و هوش مصنوعی (AI)<sup>۱۷</sup> استفاده شده‌است. شبکه‌های اینترنت اشیا ترکیب شده با فناوری بلاکچین و هوش مصنوعی می‌توانند منجر به بهبود فرآیندهای زنجیره تامین شود و همچنین با افزایش شفافیت و مولفه‌های اعتماد یک مزیت رقابتی محسوب می‌شود که می‌تواند سبب توسعه و بهبود عملکرد کسب و کارهای تجاری شود.

## ۲. مبانی نظری پژوهش

زنجیره تامین: توسعه و عملیاتی‌سازی زنجیره تامین، به یک موضوع اساسی در بسیاری از پژوهش‌های مرتبط، تبدیل شده‌است. زنجیره تامین به صورت‌های گوناگونی تعریف شده‌است. زنجیره تامین یک فرآیند تولیدی ساختاری می‌باشد. زنجیره تامین مجموعه‌ای متصل و در ارتباط از منابع و فرآیندها می‌باشد که در آن مواد خام به محصولات نهایی تبدیل می‌شوند و سپس به دست مشتریان می‌رسند (یاداو و همکاران<sup>۱۸</sup>، ۲۰۲۰). اتصالات موجود در زنجیره تامین کمک می‌کند تا به عملکردهای تجاری دسترسی پیدا نمود، این عملکردهای تجاری می‌تواند ارزش‌های انتقال کالا در زنجیره تامین، را در زنجیره، توزیع نماید (رادوان<sup>۱۹</sup>، ۲۰۲۱). زنجیره تامین شبکه‌ای متشکل از تمامی سازمان‌ها، منابع، فعالیت‌ها و تکنولوژی‌ها، می‌باشد که در آن به پردازش بر روی مواد خام و فروش محصولات، پرداخته می‌شود. یک زنجیره تامین در بردارنده تمامی چیزهایی می‌باشد که مواد را از تامین کنندگان دریافت می‌نماید و در مرحله بعد آن‌ها توزیع می‌نمایند (عبدل باسط و همکاران<sup>۲۰</sup>، ۲۰۲۲). مدیریت زنجیره تامین: مدیریت زنجیره تامین با هدف

21 Yalan &amp; et al

22 Comer &amp; Rastegarnia

23 Conti &amp; et al

24 Rizwan &amp; et al

25 Pivoto &amp; et al

15 Internet of Things

16 Blockchain

17 Artificial Intelligence

18 Yadav &amp; et al

19 Radouan

20 Abdel Basset &amp; et al

همکاران<sup>۲۶</sup>، ۲۰۲۰) و به طریقی می‌تواند عملیاتی نظیر شناسایی و درک شرایط پیچیده، ارزیابی و بررسی، شبیه‌سازی فرایندهای تفکری و شیوه‌های استدلالی انسان و پاسخ موفق به آن، یادگیری و توانایی کسب دانش و استدلال برای حل مسایل، را داشته باشند (پاریزی و همکاران<sup>۲۷</sup>، ۲۰۲۱). هوش مصنوعی یک مفهوم محاسباتی است که به ماشین‌ها کمک می‌کند تا بتوانند مانند سیستم‌های عصبی انسان تصمیم‌گیری کنند و مسائل پیچیده را مانند هوش انسان حل کنند (مدود و همکاران<sup>۲۸</sup>، ۲۰۲۳). هوش مصنوعی می‌تواند از طریق آنالیز رفتارهای انسانی و به کارگیری از یادگیری-ها توسعه یابد و به این ترتیب سیستم‌های هوشمند ایجاد می‌شوند. یکی از اهداف اصلی و اساسی هوش مصنوعی، توسعه و ارتقای تکنولوژی‌های هایی است که قادرند که عملیات هوشمند کامپیوتری و سایر عملیات هوشمند ماشینی را انجام دهند (کومار و همکاران<sup>۲۹</sup>، ۲۰۲۲).

همکاران<sup>۳۰</sup> و همکاران<sup>۳۱</sup>، ۲۰۲۳). بلاکچین با توجه به کاربردهایی که دارد بسیاری که دارد، مورد توجه قرار گرفته‌است. بلاکچین به صورت بستری در نظر گرفته می‌شود که این امکان را فراهم می‌آورد تا در آن معاملات و داد و ستدها به طور غیر مستقیم ولی با شفافیت بالا و افزایش اعتمادپذیری شکل گیرد (شارما و همکاران<sup>۳۲</sup>، ۲۰۲۲). در واقع بلاکچین می‌تواند، با بسیاری از کلاه برداری‌ها در معاملات مقابله کند و همچنین این امکان را برای مصرف کنندگان فراهم آورد تا محصولی با بالاترین کیفیت و مناسب‌ترین قیمت را تهیه نمایند، به صورتی که هم تامین کننده و هم مصرف کننده از تمامی جریان‌ها و روند تولید و توزیع محصول، آگاهی داشته-باشند (مینگشیائو و همکاران<sup>۳۴</sup>، ۲۰۲۳).

### ۳. پیشینه پژوهش

زانتوپولوس و کوستاولیس<sup>۳۵</sup> (۲۰۲۴)، در پژوهشی با استفاده از روش‌های شبیه‌سازی و بهینه‌سازی، به بررسی و مطالعه اصلاح و بهبود مدیریت زنجیره تامین پرداخته-اند. این پژوهش با هدف بهبود و اصلاح فرآیندهای زنجیره تامین در صنایع انجام گرفته است. زانتوپولوس و کوستاولیس (۲۰۲۴)، یک مسیر برمبنای روش مدل-سازی شبیه‌سازی شده متراکم برای به کارگیری اصولی از الگو دیجیتالی زنجیره تامین، ارائه گردیده است، که به عنوان مسیر و نقشه اصلی این پژوهش در نظر گرفته شده است. وجود الگوهای دیجیتالی به عنوان اساس کار این پژوهش، این امکان را فراهم آورده است تا سرعت انجام محاسبات و ارزیابی‌ها افزایش یابد. وجه تمایز این پژوهش با سایر کارهای مشابه در این می‌باشد که در آن، آنالیزها برمبنای مدل‌های شبیه‌سازی زنجیره تامین واقعی انجام گرفته است که می‌تواند فهم بهتری از رفتار-های پیچیده و پویا ارائه دهد. روش پژوهش زانتوپولوس و کوستاولیس (۲۰۲۴)، که روشی ابداعی می‌باشد، با

فناوری بلاکچین: زنجیره‌ای متشکل از بلوک‌ها می‌باشد که اساس کار آن بر مبنای بیت‌کوین<sup>۳۰</sup> می‌باشد. بلاکچین به عنوان یک پایگاه داده عمل می‌نماید که در آن معاملات و قراردادها انجام می‌گیرد. بلاکچین یک تکنولوژی است، که دارای پلتفرم‌های ضروری برای تجارت و کنترل جا به جایی‌های دریایی در زنجیره تامین می‌باشد و به صورت ایمن، گسترده و بدون واسطه و شخص ثالث عمل می‌کند (وو و همکاران<sup>۳۱</sup>، ۲۰۲۳). از آغاز سال ۲۰۰۸ تکنولوژی بلاکچین توانست جایگاه خودش را در صنعت، جوامع و دولت پیدا کند. ماهیت در هم گسیخته این تکنولوژی (با کاربردهای وسیع) در سرویس‌های تراکنشی، مالی، بیمه، لجستیک‌ها، بهداشت و درمان وجود دارد و موجب بهبود عملکرد می‌شود

26 Sataya & et al

27 Parizi & et al

28 Medved & et al

29 Kumar & et al

30 Bitcoin

31 Wu & et al

32 Tselios & et al

33 Sharma & et al

34 Mingxiao & et al

35 Xanthopoulos & Kostavelis

افزایش دهد و در نهایت به بهبود همگام‌سازی، انطباق پذیری، افزایش تولیدات با توجه به نیاز مشتریان، کاهش هزینه‌ها و کاهش ضایعات و صرفه جویی مصرف انرژی در سیستم‌های شبکه انبوه کمک می‌نماید. شیائونینگ و النی (۲۰۲۳)، بر روی تاثیر تکنولوژی بلاکچین بر روی مدیریت زنجیره تامین مطالعاتی را انجام داده‌اند. شیائونینگ و النی (۲۰۲۳)، معتقد می‌باشند که فناوری بلاکچین به افزایش و ارتقای اعتماد و اطمینان مشتریان نسبت کالاها و خدمات در زنجیره‌های تامین کمک می‌نماید. فناوری بلاکچین در بردارنده داده‌های تجربی و آزمایشگاهی می‌باشد. نتایج به دست آمده از پژوهش شیائونینگ و النی (۲۰۲۳)، بیانگر این می‌باشد که در فرآیندهای زنجیره تامین، هدف اصلی افزایش راندمان و کاهش هزینه‌های کلی می‌باشد. بنابراین می‌توان با بهره گیری از بلاکچین در مدیریت زنجیره تامین، به تحقق این هدف کمک نمود. هارنوو (۲۰۲۳)، پژوهشی را با محوریت به کارگیری از فناوری اطلاعات (IT)<sup>۳۷</sup>، انجام داده است. هارنوو (۲۰۲۳)، معتقد می‌باشد که فناوری اطلاعات، یک ابزار اساسی و کاربردی در مدیریت زنجیره تامین، محسوب می‌شود. فناوری اطلاعات دارای قابلیت و پتانسیل عملیاتی بسیار بالایی می‌باشد. با وجود زیربخش‌ها، شبکه‌ها و تکنولوژی‌های متفاوتی که در فناوری اطلاعات وجود دارد، بیش تر از فناوری اطلاعات زنجیره تامین (SCIT)<sup>۳۸</sup> در حوزه‌های مدیریت زنجیره تامین استفاده می‌شود. هارنوو (۲۰۲۳)، فناوری اطلاعات زنجیره تامین یک حالت مشتق شده و توسعه یافته از خود فناوری اطلاعات می‌باشد که با مدیریت زنجیره تامین در ارتباط می‌باشد و با عملیات‌های مربوط به فرآیندهای گوناگون زنجیره تامین، مرتبط می‌باشد. فناوری اطلاعات زنجیره تامین، به عنوان یک مولفه ی کلیدی برای بهبود و توسعه عملکرد مدیریت زنجیره تامین، در نظر گرفته می‌شود. در سیستم‌های فناوری اطلاعات، فناوری اطلاعات زنجیره تامین مربوط به

وجود کاربردهای بسیار دارای محدودیت‌ها و معایبی می‌باشد که این به علت عدم شفافیت آن است که منجر به مسائل و چالش‌های امنیتی می‌گردد. همچنین باید در نظر داشت که پژوهش زانتوپولوس و کوستاولیس (۲۰۲۴)، دارای روشی می‌باشد که فقط مبتنی بر شبیه‌سازی صورت گرفته است و این منجر به این گردیده است تا طرحی براساس عملکرد و آینده مدیریت زنجیره تامین وجود نداشته باشد که این به معنای عدم وجود طراحی‌های مربوط به سنجش بازار در این پژوهش می‌باشد. همچنین از آنجایی که در روش پیشنهادی در این پژوهش از تکنولوژی‌های نوین برای بهینه‌سازی مدیریت زنجیره تامین استفاده نشده است، امکان تبادل اطلاعات به صورت مجازی و افزایش هم افزایی وجود ندارد. کولیا و همکاران (۲۰۲۱)، به بررسی و ارزیابی نقش هوش مصنوعی در مدیریت زنجیره تامین پرداخته‌اند. آنها معتقد می‌باشند که هوش مصنوعی به افزایش پایداری، ایمنی و کارایی صنایع منجر می‌گردد. همچنین در این پژوهش نقش و عملکرد هوش مصنوعی در مدیریت زنجیره تامین از نقطه نظرات گوناگون نظیر زمینه‌های اقتصادی، ایمنی و سلامت عمومی افراد، بررسی و ارزیابی شده است. هدف اصلی پژوهش کولیا و همکاران (۲۰۲۱)، بهبود و ارتقای تولیدات کارآمد برای محصولات، مدیریت پایداری انرژی در تولید محصولات و کنترل بسته بندی و برچسب زنی پایدار محصولات با استفاده از یادگیری ماشین و هوش مصنوعی در مدیریت زنجیره تامین می‌باشد. در این راستا برای تحقق این هدف، در این پژوهش از الگوریتم‌ها و ساختار عصبی عمیق استفاده شده است و علاوه بر آن از شبکه‌های عصبی کانولوشن (CNN)<sup>۳۶</sup>، حافظه طولانی کوتاه مدت و شبکه‌های عصبی بازگشتی، استفاده شده است. نتایج به دست آمده از پژوهش کولیا و همکاران (۲۰۲۱)، بیانگر این می‌باشد که هوش مصنوعی دارای قابلیت و پتانسیل بالایی برای بهبود و ارتقای فرآیندهای زنجیره تامین می‌باشد و می‌تواند دقت و سرعت فرآیندها و پردازش‌ها را

37 Information Technology

38 Supply Chain Information Technology

36 Convolutional Neural Network

هزینه‌ها و تجربه کلی مشتری نیز تاثیر دارد. نتایج به دست آمده از پژوهش چاول و همکاران (۲۰۲۳)، نشان دهنده این می‌باشد که فناوری‌های نوین نظیر شبکه اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و فناوری بلاکچین، به منظور حل مسائل و چالش‌های موجود در مدیریت زنجیره تامین کاربردی می‌باشند و می‌توانند به گسترش نامحدود، رونق کسب و کارها و در کل بهبود و بهینه‌سازی فرآیندهای زنجیره تامین کمک نماید.

#### ۴. روش انجام پژوهش

به منظور ترکیب هوش مصنوعی با شبکه اینترنت اشیا، با استفاده از مقدار دهی اولیه سیستم‌های جانبی انجام می‌گیرد و پس از این مرحله داده‌ها از روی سنسورها خوانده می‌شود. در مرحله بعد تصمیم خروجی از مدل MLP NN با استفاده از داده‌های سنسور، دریافت می‌شود و با آماده‌سازی پیام با تصمیم‌گیری، تصمیم خروجی با استفاده از مدل MQTT را منتشر می‌گردد.



شکل ۱: فلوچارت ترکیب شبکه اینترنت اشیا با هوش مصنوعی

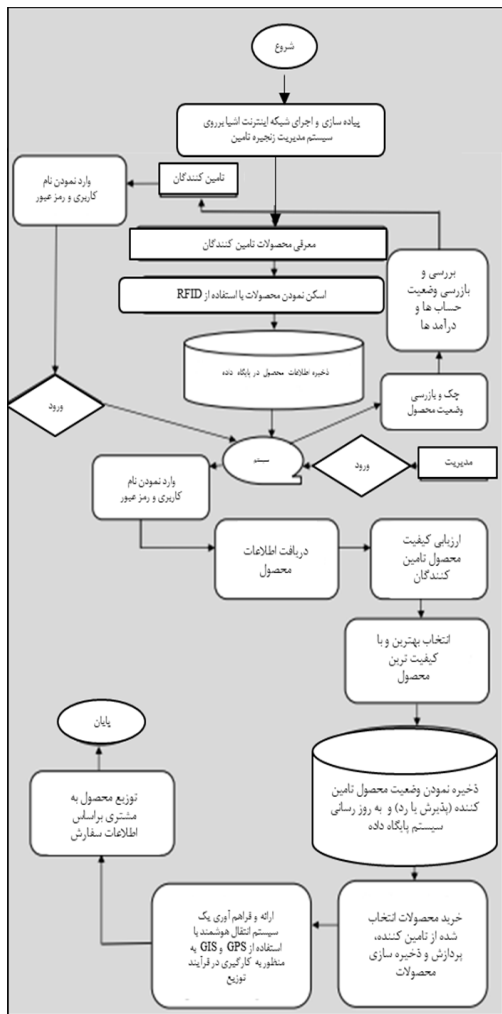
سیستم‌های اطلاعاتی زنجیره تامین (SCIS)<sup>۳۹</sup>، سیستم‌های زنجیره تامین (SCS)<sup>۴۰</sup> و یا سیستم‌های درون سازمانی (IOS) می‌باشد. نتایج به دست آمده از پژوهش هارنو و همکاران (۲۰۲۳)، بیانگر این می‌باشد که فناوری اطلاعات به افزایش اقتباس پذیری و همگام‌سازی در مدیریت زنجیره تامین، کمک می‌نماید و همچنین می‌تواند منجر به کاهش هزینه، بهبود عملکرد مدیریت زنجیره تامین، بهینه‌سازی عرضه و تقاضا، رضایت مشتری و جلب رضایت آنها کمک نماید. گائو و همکاران (۲۰۲۳)، نقش و تاثیر به کارگیری از هوش مصنوعی و فناوری بلاکچین در مدیریت زنجیره تامین را مورد مطالعه قرار داده است. هدف این پژوهش بر مبنای بررسی تاثیر دو فناوری صنعتی دیجیتال مدرن بر کاربرد مدیریت مشترک زنجیره تامین می‌باشد. نتایج به دست آمده از پژوهش گائو و همکاران (۲۰۲۳)، بیانگر این می‌باشد که فناوری بلاکچین و هوش مصنوعی از طریق ثبت ویژگی‌های منحصر به فرد هر محصول، شفافیت در تنظیم محصول را افزایش می‌دهند. همچنین وجود برچسب بر روی بلاکچین و الگوریتم‌های شبکه عصبی مصنوعی در هوش مصنوعی، می‌تواند با استفاده از گره‌هایی که در بلاکچین و شبکه‌های هوش مصنوعی وجود دارد، امکان دستکاری اطلاعات در مدیریت زنجیره تامین، کاهش می‌دهد و قابلیت‌های ردیابی و نظارتی را بهبود می‌بخشد. چاول و همکاران<sup>۴۱</sup> (۲۰۲۳)، در پژوهش خود آنالیزهایی را به منظور به کارگیری از شبکه اینترنت اشیا در مدیریت زنجیره تامین، انجام داده‌اند. معتقد می‌باشند که مدیریت زنجیره تامین، در بردارنده عملیات‌هایی می‌باشد که به منظور برنامه‌ریزی، نظارت و هماهنگی حرکت یک محصول از مواد خام به حالت نهایی آن در بیشترین زمان مورد نیاز، انجام می‌گیرد. مدیریت زنجیره تامین از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد، زیرا نحوه انجام آن بر روی کیفیت محصول و خدمات بلکه بر توزیع،

39 Supply Chain Information System

40 Supply Chain System

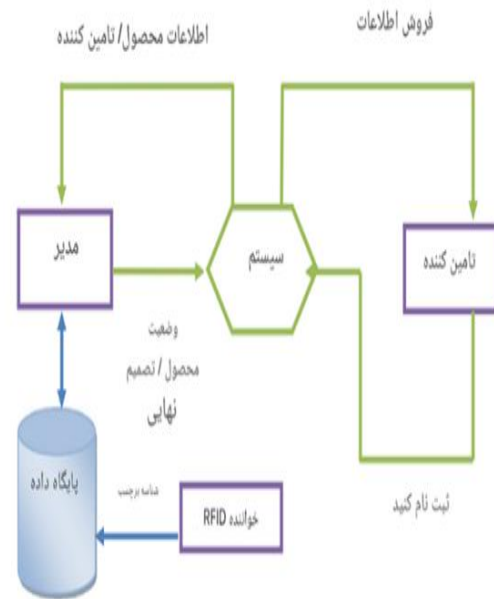
41 Chawla & et al





شکل ۴: چارچوب مدیریت زنجیره تامین بهینه سازی شده و هوشمند با رویکرد به کارگیری از شبکه اینترنت اشیا ترکیب شده با هوش مصنوعی و بلاکچین

همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است، این چهارچوب دارای سه مرحله اساسی می باشد: در اولین مرحله یک وبسایت برای تأمین کننده و مدیران طراحی شده است، این کار به منظور بهبود فرآیندهای مربوط به تبادلات و ارتباطات صورت گرفته است. در اینجا از چندین تکنولوژی مرتبط با شبکه اینترنت اشیا نظیر برچسب های RFID برای محصولات در هر مرحله از مدیریت زنجیره تامین استفاده شده است و به کمک تکنولوژی های شبکه اینترنت اشیا اسکن محصولات انجام گرفته و تمامی اطلاعات مربوط به محصولات در پایگاه داده ذخیره سازی شده است. این کار به بهبود و بهینه سازی فرآیند جمع آوری اطلاعات و ذخیره سازی داده ها-



شکل ۳: چهارچوب کلی مدیریت زنجیره تامین

همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، هر تأمین کننده می تواند به سیستم زنجیره تامین دسترسی داشته باشد و تمامی اطلاعات مربوط به کالاها یا سرویس ها را اضافه و در سیستم ذخیره نماید. مدیران زنجیره تامین، از طریق وارد شدن به سیستم می توانند تمامی اطلاعات مورد نیاز درباره تأمین کننده ها و محصولات آنها به دست آورند و سپس وضعیت مربوط به محصول را ارسال و تصمیم نهایی را در سیستم اجرایی سازند. در این سیستم، هر محصول دارای یک برچسب شناسه و RFID می باشد که برای اسکن محصولات و ارسال برچسب شناسه به پایگاه داده کمک می کند. در طی استفاده از شبکه اینترنت اشیا در مدیریت زنجیره تامین، تمامی اطلاعات مربوط به محصولات در دسترس خواهد بود. این اطلاعات در طی مراحل زنجیره تامین قابل اشتراک گذاری می اشد. در شکل ۴، چهارچوب مدیریت زنجیره تامین بهینه سازی شده و هوشمند نشان داده شده است.

اسکرپت و زبان PHP<sup>۴۷</sup>

- اعمال و اجرای سخت افزارها: برچسب‌های RFID، سیستم موقعیت یاب جهانی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، تکنولوژی‌های Esp8266

همچنین باید در نظر داشت که سیستم انتقال هوشمند برای توزیع کالاها و محصولات به مشتریان به حسگرها، سیستم موقعیت یاب جهانی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، بستگی دارد. این تجهیزات حسگر شامل حسگرهای رطوبت و دما و حسگرهای فشار می‌باشد. تکنولوژی‌هایی که پیش از نیز در سیستم مدیریت زنجیره تامین استفاده می‌شدند نیز می‌توانند برای شناسایی و مکان یابی مورد استفاده قرار گیرند.

## ۵. یافته‌های پژوهش

۵-۱ تاثیر به کارگیری از شبکه اینترنت اشیا تلفیق شده با هوش مصنوعی و فناوری بلاکچین بر روی افزایش مولفه‌های امنیتی در مدیریت زنجیره تامین در سیستم‌های زنجیره تامین برخی از عوامل نقش نگه دارنده و یا گرو گذاران سرمایه را دارا می‌باشند؛ گروگذاران سرمایه معمولا با فواصل طولانی و موقعیت‌های جغرافیایی متفاوت از یکدیگر قرار دارند، به همین دلیل ممکن است ناهماهنگی‌ها و ناسازگاری‌های بسیاری در طی فرآیند مدیریت زنجیره تامین ایجاد شود، از این رو لازم می‌باشد، که سازمان‌ها، در هر مرحله از زنجیره تامین، داده‌ها و اطلاعات را ثبت و ضبط نمایند. ولی باید در نظر داشت که ممکن است این داده‌های ثبت و ضبط شده مورد حملات سایبری و سایر مسائل امنیتی قرار بگیرد. از این رو تامین امنیت و تقویت مولفه‌های ایمنی در مدیریت زنجیره تامین، امری ضروری و اجتناب ناپذیر می‌باشد (منظور و همکاران، ۲۰۲۲).

همچنین وجود فناوری بلاکچین در مدیریت زنجیره تامین کمک می‌کند تا تغییرات در داده‌ها و اطلاعات، فقط با تایید و اعتبار سنجی تمامی عوامل صورت بگیرد،

کمک می‌نماید. این اطلاعات به کمک تکنولوژی دیگری از شبکه اینترنت اشیا که Esp8266 نام دارد، میان تامین کننده گان و مدیران زنجیره تامین به اشتراک گذاشته می‌شود. به اشتراک گذاری اطلاعات در فرآیند مدیریت زنجیره تامین سبب افزایش شفافیت و اعتماد می‌گردد. در واقع هم مدیر و هم تامین کننده می‌توانند از طریق سیستم پایگاه داده به اطلاعات مربوط به محصولات دسترسی داشته‌باشند. در مرحله دوم: براساس اطلاعات به دست آمده از پایگاه داده، مدیران زنجیره تامین می‌توانند به ارزیابی محصول تامین کننده بپردازند و فقط محصولاتی با کیفیت بالا را انتخاب نمایند. محصولات انتخاب شده از تامین کننده خریداری می‌شود و سپس در مخازن و انبارها ذخیره‌سازی می‌شود. تامین کنندگان در این مرحله از طریق وارد نمودن نام کاربری، رمز عبور و وضعیت محصول به سیستم دسترسی دارند. در مرحله سوم که مرحله نهایی می‌باشد، بعد از ارزیابی و شناسایی محصولات تامین کنندگان و انتخاب بهترین محصول، فرآیند خریداری، اجرایی می‌شود. بعد از خریداری و پردازش محصول، یک سیستم انتقال هوشمند می‌بایست برای فرآیند توزیع در دسترس باشد. در این پژوهش از سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS)<sup>۴۳</sup> سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)<sup>۴۴</sup> و تکنولوژی‌های حسگر برای شناسایی موقعیت محصولات در حال انتقال و اطمینان از ایمنی و سلامت کالاهای در حال حمل بر روی کشتی، کامیون و... استفاده شده‌است. براساس سایر اطلاعات موجود، محصولات به دست مشتری می‌رسد. اطلاعات به دست آمده از درخواست‌ها و تقاضاهای مشتری از طریق تکنولوژی تلفن هوشمند، ثبت می‌شود. برای اجرایی‌سازی این چهارچوب هوشمند و بهینه‌سازی شده از مدیریت زنجیره تامین می‌بایست موارد زیر در نظر گرفته‌شود و اعمال گردد:

اعمال و اجرای نرم افزارها: HTML<sup>۴۵</sup>، CSS<sup>۴۶</sup>، جاوا

43 Global Positioning System

44 Geographic Information System

45 Hyper Text Markup Language

46 Cascading Style Sheets

47 Hypertext Preprocessor

#### ۵-۴ تاثیر و نقش فناوری بلاکچین بر روی امنیت در

##### مدیریت زنجیره تامین

فناوری بلاکچین با افزایش مولفه‌های شفافیت، سبب افزایش امنیت در مدیریت زنجیره تامین و اعتماد پذیری مشتریان می‌گردد و کمک می‌نماید تا موانع مربوط به انتقالات محصولات کاهش یابد و اطمینان و اعتماد مشتریان نسبت به سلامت و ایمنی محصولات افزایش یابد و شکل‌گیری تقلبات در فرآیند زنجیره تامین جلوگیری می‌نماید. همچنین تکنولوژی بلاکچین دارای هماهنگی و انطباق بالایی با نشان‌های جغرافیایی<sup>۵۱</sup> و طراحی‌های حفاظت شده اصلی<sup>۵۲</sup> می‌باشد. همین موضوع سبب می‌شود تا قواعد و استانداردهایی که در مسیر مدیریت زنجیره تامین وجود دارد، قابل اجرا باشد و دیگر به عنوان یک مانع در نظر گرفته نشود؛ در واقع فناوری بلاکچین سبب سازگاری و هماهنگی مدیریت زنجیره تامین با قوانین و استانداردهای مربوط به فرآیند-های زنجیره تامین می‌گردد (مدود و همکاران، ۲۰۲۳).

#### ۵-۵ تاثیر به کارگیری از شبکه اینترنت اشیا

##### تلفیق شده با هوش مصنوعی و فناوری بلاکچین

بر روی پایداری تولید در مدیریت زنجیره تامین پایداری تولید به معنای ایمنی و سلامت حداکثری محصولات، بهبود حداکثری مولفه‌های امنیتی در فرآیند-های زنجیره تامین، الویت قرار دادن سلامت و نیاز مشتری، در نظر قرار دادن تمامی مولفه‌های اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و اقتصادی در آمادسازی و تحویل محصولات و... به طوریکه در نهایت محصولی با بالاترین کیفیت و مناسب‌ترین قیمت متناظر با شرایطی که در آن امنیت و مولفه‌های اعتماد بالا می‌باشد، تولید و برای مشتریان عرضه می‌گردد (پاریزی و همکاران، ۲۰۲۱).

ایجاد یک تولید پایدار، فرآیندی پرهزینه و زمان بر می‌باشد، زیرا هماهنگ‌سازی و ایجاد ارتباطی نزدیک میان

که این از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد، زیرا کمک می‌کند تا یک سیستم با امنیت و اعتبار بالایی ایجاد شود که از حملات سایبری، قاچاق، کلاه برداری، تقلب و... در امنیت باشد و همچنین سبب افزایش اعتماد و جلب رضایت مشتریان می‌گردد و می‌تواند سبب افزایش جنبه-های رقابتی برای تولید کننده، شود (ریضوان و همکاران، ۲۰۲۲).

#### ۵-۲ تاثیر تکنولوژی‌های ارتباطی بر روی تامین و

##### بهبود امنیت در مدیریت زنجیره تامین

تکنولوژی‌های ارتباطی نقش پیش‌تاز در تامین و البته بهبود مولفه‌های امنیتی در مدیریت زنجیره تامین ایفا می‌نمایند. این تکنولوژی‌ها شامل موارد گوناگونی نظیر تکنولوژی شناسایی از طریق امواج رادیویی، برچسب زنی با استفاده از کی یو آر کد<sup>۴۸</sup>، مکان یابی به کمک طراحی‌های ابری و استفاده از سیستم‌های تصویر برداری و ثبت داده متقارن<sup>۴۹</sup> می‌باشد (رادوان و همکاران، ۲۰۲۱).

#### ۵-۳ تاثیر و نقش هوش مصنوعی بر روی امنیت در

##### مدیریت زنجیره تامین

در صورتی که بتوان هوش مصنوعی را با سیستم‌های داده بزرگ<sup>۵۰</sup>، ترکیب نمود، می‌توان از این سیستم تلفیقی، به عنوان یک سیستم‌تعاملی در مدیریت زنجیره تامین استفاده نمود، که باز هم منجر به بهبود امنیت در فرآیندهای زنجیره تامین می‌گردد. زیرا این سیستم تعاملی، سبب افزایش اتصالات و تعاملات میان هوش مصنوعی، فناوری بلاکچین و شبکه اینترنت اشیا می‌گردد و در نتیجه می‌تواند سبب افزایش و بهبود عملیات-های نظارتی در مدیریت زنجیره تامین شود (عبدل باسط و همکاران، ۲۰۲۲).

48 QR code

49 concurrent monitoring

50 Big Data

51 Geographical Indications (GI)

52 Protected Designation of Origin (PDO)

دقت، مسائل و چالش‌های مربوط به پیچیدگی در سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری در مدیریت زنجیره تامین را حل نماید. هوش مصنوعی سبب افزایش دقت و سرعت و همچنین اعتبار و ایمنی در سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری می‌شود و کمک می‌نماید تا تمامی جوانب موجود در مدیریت زنجیره تامین بهبود و ارتقا یابند (یالان و همکاران، ۲۰۲۲).

#### ۶. بحث و نتیجه‌گیری

بهبود و ارتقای مدیریت زنجیره تامین، سبب بهبود عملکرد فرآیندهای زنجیره تامین می‌گردد و همچنین به جلب رضایت مشتریان کمک می‌نماید. همچنین مدیریت زنجیره تامین در صورتی که بهینه‌سازی و اصلاح شود، کمک می‌نماید تا هزینه‌های عملیاتی در سازمان‌ها کاهش یابد و به رشد اقتصادی کمک می‌نماید. علاوه بر موارد مذکور می‌تواند جنبه‌های رقابتی را نیز در سازمان‌ها بهبود ببخشد. از این رو ارتقا و اصلاح مدیریت زنجیره تامین از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. به کارگیری از شبکه‌های اینترنت اشیا ترکیب شده با فناوری بلاکچین و هوش مصنوعی در مدیریت زنجیره تامین، سبب مشارکت و دخالت تمامی عوامل مربوط به زنجیره‌های تامین محصولات و خدمات می‌گردد و به این ترتیب می‌تواند با بهبود و ارتقای امنیت، اعتماد، شفافیت، دقت، بهبود عملکرد، ارتقای کیفیت، متناسب‌سازی هزینه‌ها و... سبب بهبود و بهینه‌سازی مدیریت زنجیره تامین و رضایت و اعتماد مشتریان گردد.

فرآیندهای عملیاتی به عنوان مانع اصلی در تولیدات پایدار در نظر گرفته می‌شود، که بهبود آن نیازمند صرف زمان و هزینه‌های عملیاتی بالایی می‌باشد. یکی از مواردی که به بهبود و ایجاد تولید پایدار کمک می‌نماید، به کارگیری از تکنولوژی‌های جدید مانند شبکه اینترنت اشیا می‌باشد (یالان و همکاران، ۲۰۲۲).

شبکه اینترنت اشیا اصلاح شده و ترکیب شده با هوش مصنوعی و فناوری بلاکچین دارای عملکرد مطلوبی برای ایجاد پایداری در تولید می‌باشد، بطوریکه دارای پتانسیل بالایی برای بهبود و توسعه اکوسیستم‌هایی که در آنها مسئله و نگرانی‌هایی نظیر شفافیت، ایمنی و منشا مواد خام، وجود دارد، می‌باشد و می‌تواند تبادل پذیری، شفافیت، اعتماد پذیری، قابلیت ردیابی و... را در این سیستم‌ها افزایش و بهبود ببخشد (رادوان و همکاران، ۲۰۲۱).

#### ۵,۶ به کارگیری از هوش مصنوعی در سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری موجود در مدیریت زنجیره تامین

سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری با وجود کارایی بالایی که دارند، اما به کارگیری از آنها دارای چالش‌ها و مسائلی نیز می‌باشد. در واقع در مقیاس‌های انبوه، به کارگیری از سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری دارای پیچیدگی بالایی می‌باشد، بنابراین لازم است برای حل این مسئله اصلاحاتی در ساختار آن انجام گیرد. به کارگیری از هوش مصنوعی می‌تواند با افزایش سرعت و

#### ۶. منابع و مواخذ

Techniques for IoT Security and Privacy, p.p. 37–65.  
Chang, A.; El-Rayes, N.; Shi, J.; (2022), "Blockchain Technology for Supply Chain Management", In Proceedings of the 13th International, International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM).  
Chawla, D.; Xanthopoulos, A.; Koulinas, G.; (2022), "Machine learning integrated design and

Abdel Basset, M.; Hossam Hawash, M.; Weiping Ding, H.; (2022), "Federated Learning for Privacy-Preserving Internet of Things", Deep Learning 34 Techniques for IoT Security and Privacy. vol. 32, p.p. 215–28.  
Abdel Basset, M.; Hossam Hawash, M.; Weiping Ding, H.; (2022), "Internet of Things, Preliminaries and Foundations", Deep Learning

- computing using maximization-factorization statistics", IEEE Internet of Things Journal, vol. 6(4), p.p. 6835–6842.
- Manzoor, R.; Sahay, B.; Kumar, S.; (2022), "Blockchain technology in supply chain management", Computers and Industrial Engineering, vol. 44, p.p. 2-8.
- Medved, J.; Varga, R.; Tkacik, A.; Gray, K.; (2023), "Opendaylight: Towards a model-driven SDN controller architecture", Proceedings of IEEE International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks, IEEE, p.p. 1-6.
- Mingxiao, D.; Xiaofeng, M.; Zhe, Z.; Xiangwei, W.; Qijun, C.; (2023), "A review on consensus algorithm of blockchain", IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, SMC, IEEE, vol. 31, p.p. 43- 48.
- Monteiro, J.; Barata, J.; (2022), "Artificial Intelligence in Extended Agri-Food Supply Chain", A / Procedia Computer Science, vol. 192, p.p. 3020–3029.
- Parizi, R.; Homayoun, S.; Yazdinejad, A.; Dehghantanha, A.; (2021), "Integrating privacy-enhancing techniques into blockchains using sidechains. IEEE Canadian Conference of Electrical and Computer Engineering", CCECE, IEEE, vol. 27, p.p. 1-4.
- Pivoto, D.; Almeida, L.; Righi, R.; Rodrigues, J.; Lugli, A.; Alberti, A.; (2023), "Cyber-physical systems architectures for industrial Internet of Things applications in Industry 4.0: A literature review", Journal of Manufacturing Systems, vol. 58, p.p.176–192.
- Radouan, M.; (2021), "Internet of Things (IoT)", Journal of Data Analysis and Information Processing, vol. 9 (2), p.p. 77–101.
- Reddy, K.; Angappa Gunasekaran, P.; Kalpana, V.; Raja Sreedharan, S.; (2023), "Developing a blockchain framework for the automotive supply chain: A systematic review", Contents lists available at ScienceDirect Computers & Industrial EngineerEngineering, vol. 27, p.p. 8.
- operation management for resilient circular manufacturing systems", Computers & Industrial Engineering, vol. 13, p.p. 20- 28.
- Comer, D.; Rastegarnia, A.; (2021), "Toward disaggregating the SDN control plane", IEEE Communications Magazine, vol. 57(10), p.p. 70–75.
- Conti, M.; Dehghantanha, A.; Franke, K.; Watson, S.; (2022), "Internet of Things security and forensics: Challenges and opportunities", Elsevier, vol. 33, p.p. 345- 421.
- Gao, Y.; Gao, H.; Xiao, H.; Yao, F.; (2023), "Vaccine supply chain coordination using blockchain and artificial intelligence technologies", ELSEVIER Computers & Industrial Engineering, vol. 17. p.p. 10-12.
- Guo, W.; (2023), "Exploring the Value of AI Technology in Optimizing and Implementing Supply Chain Data for Pharmaceutical Companies", Paradigm Academic Press Innovation in Science and Technology, vol. 28, p.p. 133-145.
- Harnowo, A.; (2023), "Roles of Information Technology in Supply Chain Management, A study of ERP, SCM, and CRM system implementations", Journal of Operations Management, vol. 25, p.p.22.
- Jadon, S.; RAO, A., Jagadish, N.; Nadakatti, S.; Prasad, B.; (2024), "Blockchain in the Electronics Industry for Supply Chain Management: A Survey", EEE Access, vol. 19, p.p. 22.
- Kar, U.; (2022), "Application of Artificial Intelligence in Automation of Supply Chain Management", IEEE Communications Magazine, vol.65(7), p.p. 8-12.
- Khan, M.; Scheafer, D.; Milisavljevic, J.; (2022), "Supply Chain Management", 55th CIRP Conference on Manufacturing Systems, vol. 22, p.p. 34-39.
- Kollia, I.; Stevenson, J.; Kollias, S.; (2024), "AI-Enabled Efficient and Safe Food Supply Chains", Electronics, vol. 10, p.p. 11-34.
- Kumar, G.; Saha, R.; Rai, M.; Thomas, R.; Kim, T.; (2022), "Proof-of-work consensus approach in blockchain technology for cloud and fog

- IEEE Transactions on Network and Service Management, vol. 12, p.p. 66-78.
- Xanthopoulos, A.; Kostavelis, I.; (2024), "Novel Simulation Optimization Approach for Supply Chain Coordination and Management", 5th International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing, vol.11, p.p. 11-21.
- Xiaoning, Q.; Eleni, P.; (2023), "The influence of the blockchain technology on trust in construction supply chain management", Paper presented at 36th CIB W78 Conference 2019, United Kingdom, vol. 15, p.p. 8-10.
- Yadav, S.; Luthra, S.; Dixit, G.; (2020), "Internet of Things (IoT) Based Coordination System in Agri-Food Supply Chain: Development of an Efficient Framework Using DEMATEL-ISM", Operations Management Research, vol. 32, p.p. 1-27.
- Yalan, H.; Al-Barakati, A.; Rani, P.; (2022), "Investigating the Internet-of-Things (IoT) Risks for Supply Chain Management Using q-Rung Orthopair Fuzzy-SWARA-ARAS Framework", Technological and Economic Development of Economy, p.p. 1-26
- Rizwan, A.; Karras, D.; Kumar, J.; Sánchez-Chero, M.; Altamirano, G.; (2022), "An Internet of Things (IoT) Based Block Chain Technology to Enhance the Quality of Supply Chain Management (SCM)", Mathematical Problems in Engineering 2022, vol. 11, p.p. 23-30.
- Satya, S.; Bolton, M.; Menon, S.; (2020), "A Study of Internet of Things (IoT) and Its Impacts on Global Supply Chains", In 2020 International Conference on Computation, Automation and Knowledge Management (ICCAKM), p.p. 245-50.
- Sharma, P.; Moon, S.; Park, J.; (2022), "Block-VN: A distributed blockchain-based vehicular network architecture in Smart City", Journal of Information Processing Systems, vol. 13(1), p.p. 33.
- Tselios, C.; Politis, I.; Kotsopoulos, S.; (2023), "Enhancing SDN security for IoT-related deployments through blockchain", IEEE Conference on Network Function Virtualization and Software Defined Networks, pp. 30-38.
- Wu, Y.; Tao, F.; Liu, L.; Gu, J.; Panneerselvam, J.; Zhu, R.; Shahzad, M.; (2023), "A bitcoin transaction network analytic method for future blockchain forensic investigation",