

## Resilience of the Drug Supply Chain Using Blockchain Technology

Abolfazl Nikzadipanah<sup>1</sup>, Moheballi Rahdar<sup>1\*</sup>, Ghorbanali Bandani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Industrial Engineering, University of Sistan and Baluchistan, Zahedan, Iran

<sup>2</sup> Emergency Department, Nabi Akram Hospital, Zahedan, Iran

Received: 17 March 2024 Accepted: 9 September 2024

### Abstract

**Background and Aim:** Blockchain technology is transforming various industry sectors, including pharmaceuticals, due to its potential to revolutionize the drug system. Integrating blockchain into supply chain design decentralizes pharmaceutical supply chain management, improving workflow efficiency and reducing security threats. This study examines the impact of integrating blockchain technology into pharmaceutical supply chain practices on transparency and resilience. By adopting organizational information processing theory, a research model was developed to investigate the impact of blockchain features, including data quality, smart contracts, and traceability, on supply chain resilience and transparency. Additionally, the study examined the impact of supply chain transparency on resilience.

**Methods:** Data were collected from 215 pharmaceutical industry personnel in Iran using an electronic survey. RStudio software was used for data analysis.

**Results:** The results showed that data quality significantly affects the transparency and resilience of the pharmaceutical supply chain. While smart contracts are positively associated with supply chain transparency, they do not impact resilience. Traceability is positively associated with both transparency and resilience. Blockchain-based supply chain transparency positively impacts resilience.

**Conclusion:** Integrating blockchain technology into the pharmaceutical supply chain can enhance transparency and resilience, enabling recovery from disruptive events. These insights can help pharmaceutical supply chain managers and stakeholders develop strategies to best utilize blockchain technology for enhancing transparency and resilience.

---

**Keywords:** Blockchain, Supply Chain, Drug, Resilience.

## تاب‌آوری زنجیره تامین دارو با به‌کارگیری فناوری بلاکچین

ابوالفضل نیکزادی پناه<sup>۱</sup>، محبعلی رهدار<sup>۱\*</sup>، قربانعلی بندانی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه مهندسی صنایع، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

<sup>۲</sup> بخش اورژانس، بیمارستان نبی اکرم، زاهدان، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** فناوری بلاکچین به دلیل پتانسیلی که برای متحول کردن سیستم دارویی دارد، بخش‌های مختلف صنعت از جمله صنعت دارو را متحول می‌کند. ادغام بلاکچین در طراحی زنجیره تامین دارو، مدیریت زنجیره تامین دارو را غیرمتمرکز می‌کند، کارایی گردش کار را بهبود می‌بخشد و تهدیدات امنیتی را کاهش می‌دهد. این مطالعه تأثیر ادغام فناوری بلاکچین در شیوه‌های زنجیره تامین دارو بر شفافیت و تاب‌آوری را بررسی می‌کند. با اتخاذ تئوری پردازش اطلاعات سازمانی، یک مدل تحقیقاتی برای بررسی تأثیر ویژگی‌های بلاکچین، از جمله کیفیت داده‌ها، قراردادهای هوشمند و قابلیت ردیابی، بر تاب‌آوری و شفافیت زنجیره تامین دارو توسعه داده شد. علاوه بر این، تأثیر شفافیت زنجیره تامین دارو بر تاب‌آوری بررسی شد.

**روش‌ها:** داده‌ها از ۲۱۵ نفر از پرسنل صنعت دارو در ایران با استفاده از یک نظرسنجی الکترونیکی جمع‌آوری شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار RStudio استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که کیفیت داده‌ها به طور قابل توجهی بر شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو تأثیر می‌گذارد. در حالی که قراردادهای هوشمند به طور مثبت با شفافیت زنجیره تامین دارو مرتبط هستند، اما بر تاب‌آوری تأثیری ندارند. قابلیت ردیابی به طور مثبت با هر دو شفافیت و تاب‌آوری مرتبط است. شفافیت زنجیره تامین دارو مبتنی بر بلاکچین تأثیر مثبتی بر تاب‌آوری دارد.

**نتیجه‌گیری:** ادغام فناوری بلاکچین در زنجیره تامین دارو می‌تواند شفافیت و تاب‌آوری را افزایش دهد و امکان بازیابی زنجیره تامین دارو از رویدادهای مخرب را فراهم کند. این بینش‌ها می‌تواند به مدیران زنجیره تامین دارو و سایر ذینفعان کمک کند تا استراتژی‌ها و تاکتیک‌هایی برای استفاده بهینه از فناوری بلاکچین برای افزایش شفافیت و تاب‌آوری توسعه دهند.

**کلیدواژه‌ها:** بلاکچین، زنجیره تامین، دارو، تاب‌آوری.

## مقدمه

می‌شود (۱۲).

باتوجه به اهمیت فناوری بلاکچین و نقش حیاتی آن در بخش‌های مالی و غیرمالی، تحقیقات گسترده‌ای برای بررسی کاربردهای فناوری بلاکچین در زمینه‌های مختلف انجام شده است. با این حال، کاربردهای فناوری بلاکچین در زنجیره تامین دارو جدید هستند (۱۳). بنابراین، مطالعات کمی وجود دارد که تعامل بین فناوری بلاکچین و کاربردها و ویژگی‌های زنجیره تامین دارو را بررسی می‌کند (۱۴). بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی تاثیر ادغام فناوری بلاکچین، در شیوه‌های زنجیره تامین دارو، بر شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو است.

زنجیره تامین معمولاً به صورت متمرکز طراحی می‌شود که در آن تمام داده‌ها و تراکنش‌ها در یک نقطه پردازش و مدیریت می‌شوند. این امر زنجیره تامین دارو را در معرض تهدیدات مختلف تقلب و جعل قرار می‌دهد. به گونه‌ای که ممکن است تغییرات غیرمجاز در سوابق داده‌ها یا حملات مخرب مختلف در سیستم مدیریت زنجیره تامین رخ دهد. بنابراین، ادغام بلاکچین در طراحی زنجیره تامین دارو منجر به تمرکززدایی مدیریت زنجیره تامین دارو می‌شود و به نوبه خود، کارایی گردش کار را بهبود می‌بخشد و تهدیدات امنیتی مختلف را کاهش می‌دهد (۱۵).

افزایش جهانی شدن و پیچیدگی در زنجیره‌های تامین، باعث شده است که زنجیره‌های تامین در برابر اختلالات بسیار آسیب پذیر باشند، به طوری که با روش‌های سنتی مدیریت نمی‌توان پاسخگوی اختلالات جبران ناپذیر بود. زیرا اختلالات بسیار غیر منتظره و با عدم قطعیت همراه هستند. امروزه دارو یکی از نیازهای اساسی انسان‌ها است. وجود انواع بیماری‌ها و مرگ و میرهای زودرس اهمیت دارو و نقش آن در زندگی انسان را بیش از پیش مهم جلوه می‌کند؛ و برای تامین سلامتی نیاز به دارو روزه روز در حال گسترش است (۱۶). در شرایط کنونی و وجود تحریم‌های اقتصادی زنجیره تامین دارو به عنوان یکی از سیستم‌های تامین کننده سلامت جامعه و افراد اهمیت به سزایی دارد.

تامین دارو نقش حیاتی در نظام سلامت جامعه دارد، بنابراین طراحی زنجیره تامینی که توانایی پاسخگویی به بیماران به ویژه در زمان به وجود آمدن اختلالات و بحران را داشته باشد، لازم و ضروری خواهد بود (۱۷). با وجود عدم قطعیت‌ها در میزان تغییرات، اعم از تغییرات تقاضا شرایط مالی تغییرات فناوری اتفاقات طبیعی و سازمان‌ها ملزم به صرف منابع برای مقابله با این نوع عدم اطمینان‌ها بوده تا از یک سو با راهکارهایی نظیر پیش بینی آمادگی میزان نوسانات را کاهش داده و از طرف دیگر زنجیره تامین را بهبود دهند. از این رو توجه به این گونه مسائل در زنجیره‌های تامین به ویژه زنجیره تامین دارو که اختلال در آن سلامت افراد جامعه را به خطر می‌اندازد بسیار حائز اهمیت است. با این حال مطالعات بسیار کمی برای مقابله با انواع اختلال‌ها وجود داشته و احتمال وقوع اختلال‌ها معمولاً بسیار کم و ناچیز در نظر گرفته شده است.

توسعه سریع فناوری اطلاعات و ارتباطات انقلابی در شیوه‌های انجام معاملات مالی و غیر مالی ایجاد کرده است (۱). با هر نقطه عطف به دست آمده در توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، نوآوری‌های مرتبطی در نحوه تجارت و تعامل جامعه وجود دارد (۲). با ظهور فناوری بلاکچین، طیف وسیع‌تری از ابزارهای فناوری اطلاعات و ارتباطات در دسترس قرار گرفته است ممکن است توانمندسازی ذینفعان برای نوآوری در پاسخ سایر ابزارهای فناوری اطلاعات و ارتباطات در رسیدگی به مسائل مهم مربوط به معاملات، امنیت و حریم خصوصی کوتاهی کند (۳).

بلاکچین یک ساختار داده غیرمتمرکز با سازگاری داخلی است که از طریق اجماع بین همه کاربران در وضعیت فعلی شبکه حفظ می‌شود (۴). بلاکچین شامل طیف وسیعی از ابزارهای فناوری اطلاعات و ارتباطات است که تبادل اطلاعات و دارایی‌های دیجیتال را در شبکه‌های توزیع شده امکان پذیر می‌کند. فناوری بلاکچین زمانی محبوبیت خود را به دست آورد که رمزارز بیت کوین معرفی شد، زیرا بلاکچین به عنوان چارچوب فناوری برای بیت کوین به کار گرفته شد (۵). به طور مشخص، بلاکچین امکان تراکنش‌های دیجیتالی هم‌تا به هم‌تای رمزگذاری شده را بدون نیاز به قدرت مرکزی فراهم می‌کند. این موضوع منجر به افزایش علاقه به فناوری بلاکچین شد زیرا از تمرکززدایی تراکنش‌ها، امنیت، حریم خصوصی، ناشناس بودن، قابلیت تأیید عمومی و یکپارچگی داده‌ها پشتیبانی می‌کند (۶).

بلاکچین یک فناوری پیشرفته محسوب می‌شود (۷). فناوری بلاکچین در طیف گسترده‌ای از حوزه‌ها از جمله مالی و غیر مالی مورد استفاده قرار گرفته است (۸). بلاکچین در امور مالی در صنعت، در برنامه‌های ارزش‌های دیجیتال، اوراق قرضه یا قراردادهای هوشمند، سیستم‌های فروش، وام‌دهی و استقراض بازارهای سهام، تسویه حساب، حسابداری و حسابرسی، صندوق‌های تامینی، سیستم دارویی، گزارشات امتیازات اعتباری، و غیره کاربرد دارد (۹). همچنین، بلاکچین در اینترنت اشیا (IoT)، دولت الکترونیک، سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی، آموزش، کشاورزی، صنایع غذایی، مدیریت زنجیره تامین و غیره استفاده شده است (۱۰).

کاربردهای فناوری بلاکچین در زنجیره تامین دارو می‌تواند محقق شود زیرا پتانسیل ایجاد انقلابی در سیستم دارویی کشور را دارد. غیرمتمرکز کردن معماری سیستم‌های اطلاعات دارویی، نیاز به شخص ثالث را برای مدیریت دارو از بین می‌برد. و امکان اشتراک‌گذاری اطلاعات پزشکی و مرتبط با بیمار را بین سازمان‌های بهداشتی به روشی فراهم می‌کند که از امنیت و حریم خصوصی افراد محافظت می‌کند (۱۱). علاوه بر این، قراردادهای هوشمند را می‌توان در سیستم‌های مبتنی بر مراقبت‌های بهداشتی بلاکچین ادغام کرد تا امکان تأیید سوابق پزشکی و بیمه را فراهم کند. در نتیجه، هرگونه تقلب و تراکنش‌های جعل شناسایی و از آن جلوگیری

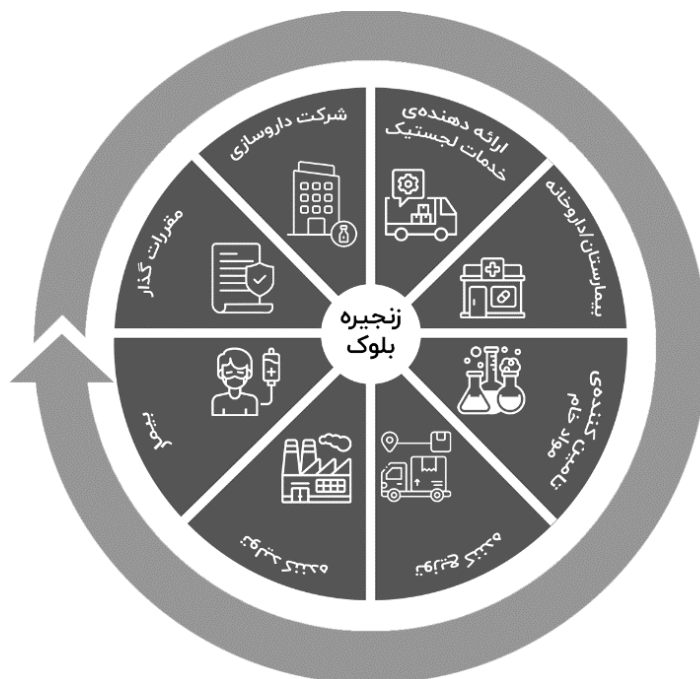
مدیریت تاب‌آوری زنجیره تامین که شامل راهکارهایی از جمله آمادگی پیش‌بینی و داشتن برنامه‌ریزی است موجب می‌شود تا زنجیره تامین قابلیت مقابله با شکست تعدیل آن و یا قابلیت تطبیق پذیری با شکست و اختلال به وجود آمده را داشته باشد و از به وجود آمدن وضعیت نامطلوب جلوگیری کند. باید در نظر داشت که مدیران باید به جای تمرکز بر اختلال‌ها و وقایع غیر قابل پیش‌بینی که وقوع آن‌ها مشخص نیست، زنجیره تامین را به نحوی مدیریت کرده و توسعه دهند که در زمان وقوع اختلال عملکرد خوب و توانایی مقابله را داشته باشند. توانایی پاسخگویی مناسب به اختلال‌ها یک نیاز راهبردی برای زنجیره تامین دارو محسوب می‌شود (۲۱).

عدم شفافیت به دلیل داده‌های متناقض یا حتی ناموجود، عدم قابلیت همکاری و اطلاعات ناکافی در مورد طول عمر محصول بزرگترین چالش در زنجیره تامین دارو است. شکل ۱ نمایش بلاکچین در زنجیره تامین دارو را نشان می‌دهد.

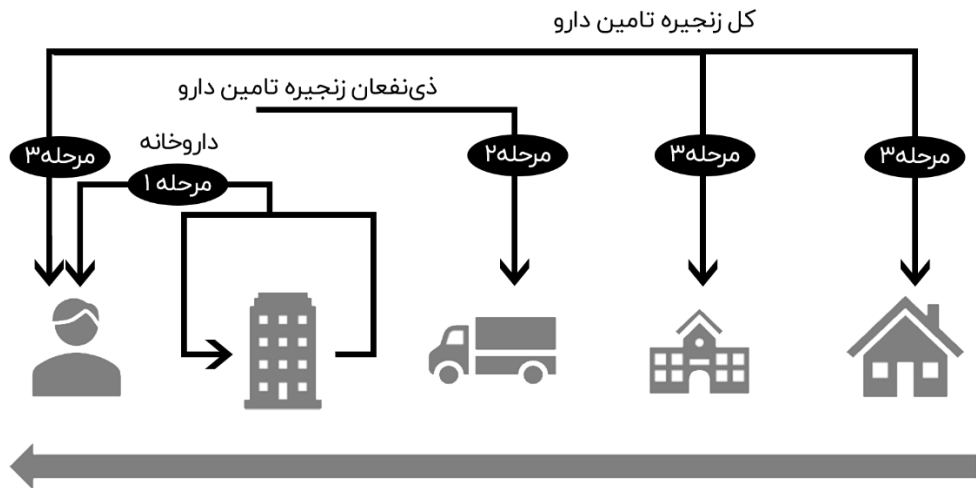
هر شرکت کننده در فرآیند می‌تواند در هر زمان اطلاعات مورد نیاز خود را بیابد. این فناوری صادقانه و روابط متقابل را باز می‌کند. فناوری بلاکچین صداقت را تضمین می‌کند و روابط متقابل را باز می‌کند. برای پیاده سازی فناوری بلاکچین، یک استراتژی سه مرحله‌ای را دنبال کنید (شکل ۲). برای شروع، بلاکچین داخل یک شرکت باید ایجاد شود تا به کسب و کار اجازه دهد تا با فناوری آشنا شود و در عین حال از در دسترس بودن و ثبات داده‌ها اطمینان حاصل شود. سپس بلاکچین باید به سهامداران اطراف مانند شخص ثالث گسترش یابد. در نهایت، همه شرکت‌کنندگان در زنجیره تامین، از جمله کاربران نهایی، به بلاکچین متصل می‌شوند.

ریسک‌ها در زنجیره تامین باعث ایجاد اختلال می‌شود از این رو برای کاهش ریسک‌ها و پاسخ دادن به تغییرات محیطی باید زنجیره تامین کارا و موثر باشد (۱۸). لذا برای مقابله با مشکلات و غلبه بر حوادث غیر قابل پیش‌بینی زنجیره تامينی تحت عنوان زنجیره تامین تاب‌آور مطرح شد. تاب‌آوری، توانایی سیستم برای برگشت به حالت اولیه خود یا حالتی بهتر از حالت اولیه بعد از وقوع بحران است. تاب‌آوری یک ویژگی چند بعدی است که شامل ابعاد فنی سازمانی اجتماعی و اقتصادی می‌باشد. با استفاده از یک معیار و تمرکز روی یک بعد نمی‌توان تاب‌آوری سیستم‌ها را بیان نمود. بنابراین اتخاذ تصمیماتی که تاب‌آوری شبکه زنجیره تامین را بالا ببرد و آثار مخرب ناشی از هر گونه اختلال را کاهش دهد بسیار حائز اهمیت است (۱۹).

تاب‌آوری در حال حاضر به دلیل اینکه زنجیره تامین در معرض انواع اختلالات قرار دارد به یک نگرانی فزاینده جهانی تبدیل شده است. بنابراین استفاده از ابزارهایی که زنجیره تامین را به یک زنجیره تامین انعطاف‌پذیر و تاب‌آور تبدیل نماید، بسیار مهم و حایز اهمیت است. بررسی‌ها نشان داده است که میزان ارائه کالا و سود زنجیره تامین تاب‌آور در مقایسه با زنجیره تامین معمولی به ترتیب ۱۳ و ۹ درصد بیشتر است. بنابراین طراحی زنجیره تامین به منظور تاب‌آور نمودن آن اقدامی راهبردی محسوب می‌شود. در زمان بروز اختلال‌ها کلیه قسمت‌های زنجیره تامین باید آمادگی، طرح و برنامه لازم جهت مقابله با اختلال‌ها را داشته باشد. عدم آمادگی و نداشتن برنامه‌ریزی لازم قبل از وقوع اختلال موجب می‌شود تا در زمان وقوع اختلال کلیه بخش‌های زنجیره تامین و فعالیت‌ها با بحران مواجه شده و سطح فعالیت‌ها کاهش یابد (۲۰).



شکل-۱. نمایش بلاکچین در زنجیره تامین دارو



شکل-۲. ادغام سه مرحله ای بلاکچین در زنجیره تامین دارو

نهایی مشتری و خدمات مرتبط به آن‌ها و بعد از تحویل نهایی به مشتری را شامل می‌شود. به عبارت دیگر زنجیره تامین شبکه‌ای متوالی از شرکای تجاری درگیر در فرآیندهای تولید است که مواد خام را به کالاها یا خدمات نهایی تبدیل می‌کند تا تقاضای مصرف کنندگان برآورده شود (۲۶). با افزایش میزان اعتماد در مدیریت زنجیره تامین، حفظ و مراقبت از مشتری بهبود پیدا می‌کند (۲۷). از آنجایی که در بیمارستان‌ها یکپارچگی و مدیریت اطلاعات ضعیف‌ترین بخش‌های زنجیره تامین شناسایی گردیده است و با توجه به اهمیت خاص حفاظت اطلاعات و مسائل امنیتی در بیمارستان‌های نظامی، سرمایه‌گذاری در این بخش‌ها می‌تواند به بهبود عملکرد زنجیره تامین در این بیمارستان‌ها کمک موثری کند (۲۸).

واژه تاب‌آوری در زنجیره تامین یا به عبارتی زنجیره تامین تاب‌آور اولین بار توسط SHSFI بیان شده است (۱۷). مواردی نظیر مسایل سیاسی تغییرات در تقاضا و فناوری عدم ثبات مالی، اختلال‌های طبیعی، رقابت در کسب و کارها عوامل مؤثر بر عدم قطعیت بوده و باعث ایجاد ریسک در زنجیره تامین می‌شود. مدیریت این ریسک‌ها یعنی تاب‌آور کردن زنجیره تامین است (۲۹). تاب‌آوری زنجیره تامین به توانایی بازگشت زنجیره تامین به حالت اولیه یا حالتی بهتر از گذشته اشاره دارد. اگر چه ایجاد تاب‌آوری در زنجیره تامین، مستلزم صرف هزینه خواهد بود ولی از هزینه‌های سرسام‌آور و غیر قابل جبران در زمان وقوع اختلالات و ریسک جلوگیری می‌کند. در گذشته مدیران سازمان‌ها در طراحی زنجیره تامین به کاهش هزینه‌ها و بالا بردن کیفیت خدمات توجه داشتند در حالی که امروزه بر تاب‌آوری زنجیره تامین تأکید دارند. زنجیره تامین تاب‌آور زنجیره‌ای است که قادر به حفظ وضعیت موجود هنگام وقوع اختلال و توانایی دوری کردن از شکست است، به عبارت دیگر بعد از وقوع اختلال توانایی برگشت به حالت اولیه و یا حالتی بهتر از حالت اولیه را داشته باشد (۳۰).

این مطالعه مبتنی بر نظریه پردازش اطلاعات سازمانی است (۲۲). فناوری بلاکچین یک ابزار فناوری اطلاعات و ارتباطات است. بنابراین، نظریه پردازش اطلاعات سازمانی می‌تواند درک کاملی از تعامل بین فناوری بلاکچین و زنجیره تامین دارو ارائه دهد. به گفته نظریه پردازش اطلاعات سازمانی، سازمان‌ها باید بهترین اطلاعات خود را هنگام انجام وظایف مختلف خود، به ویژه آن‌هایی که سطح بالایی از عدم اطمینان را به همراه دارند، به دست آورند. این امر مستلزم آن است که سازمان‌ها باید اطلاعات خود را به طور موثر و کارآمد پردازش و مدیریت کنند (۲۲).

نظریه پردازش اطلاعات سازمانی معتقد است که سازمان‌ها دو رویکرد برای رویارویی با نیازهای اطلاعاتی خود دارند، یا با اتخاذ رویکردهای سازمانی مکانیکی اتکای خود را به اطلاعات کاهش می‌دهند یا قابلیت‌های پردازش اطلاعات خود را به حداکثر می‌رسانند (۲۳). هر دو رویکرد مستلزم آن است که اطلاعات باید در داخل و بین سازمان‌ها به اشتراک گذاشته شود. بنابراین، استدلال می‌شود که اشتراک گذاری و پردازش اطلاعات در زمان واقعی، ایمن و کارآمد در حمایت از فعالیت‌ها و شیوه‌های زنجیره تامین مختلف حیاتی است (۲۴).

فناوری بلاکچین یک عامل حیاتی در تسهیل اشتراک گذاری عمودی و افقی اطلاعات در داخل و بین سازمان‌ها در نظر گرفته می‌شود بنابراین، انتظار می‌رود که ادغام فناوری بلاکچین در زنجیره تامین، اشتراک گذاری اطلاعات را در میان شرکای زنجیره تامین تسهیل کند. در نتیجه، همسویی مناسب، از طریق اجرای فناوری بلاکچین، نیازها و قابلیت‌های پردازش اطلاعات می‌تواند ویژگی‌های زنجیره تامین، شفافیت و تاب‌آوری را افزایش دهد. علاوه بر این، با تکیه بر نظریه پردازش اطلاعات سازمانی، شفافیت زنجیره تامین از قابلیت‌های پردازش اطلاعات سازمان‌ها و به نوبه خود تاب‌آوری زنجیره تامین پشتیبانی می‌کند (۲۵).

زنجیره تامین، تمام فعالیت‌ها از زمان تامین ماده خام تا مصرف

زنجیره تامین با چهار آیتم بر اساس مطالعه Kashmanian ارزیابی شد (۳۶).

### فرضیه‌های پژوهش

بر اساس رتبه بندی بهمن و همکاران (۱۴۰۳) با استفاده از روش سورا فازی؛ چابکی، مدیریت دانش، قابلیت انطباق، آمادگی و پیش‌بینی، رویت پذیری و کنترل، تاب‌آوری، افزونگی، طراحی و ساختار زنجیره تامین، عدم قطعیت در میزان تغییرات، مدیریت پیچیدگی گره و جریان، همکاری، انسجام، نوآوری، نحوه مدیریت و شفافیت از معیارهای موثر بر تاب‌آوری زنجیره تامین دارو هستند. مقابله با تقلب و کلاهبرداری، امنیت و اعتبار، شفافیت، بهبود تاب‌آوری، بهبود کارایی و بهینه سازی، بهبود قرار دادهای هوشمند، بهره‌وری بیشتر در مصرف و توزیع دارو، کیفیت داده‌ها، قراردادهای هوشمند و قابلیت ردیابی از عوامل مهمی هستند که با بلاکچین می‌توان آن‌ها را بهبود داد.

با بررسی معیارهای موثر بر تاب‌آوری زنجیره تامین دارو و عوامل بهبود بلاکچین دو معیار شفافیت و تاب‌آوری و عوامل کیفیت داده، قراردادهای هوشمند و قابلیت ردیابی از عوامل نهایی بودند که در پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند.

تاب‌آوری در زنجیره تامین تاب‌آور، به توانایی تغییر و تحولات همزمان زنجیره تامین با تغییرات محیط پیش از وقوع اختلال (مانند تغییر در ظرفیت، همزمان با کاهش یا افزایش تقاضا) گفته می‌شود (۳۷).

شفافیت در زنجیره تامین تاب‌آور به معنای دسترسی به اطلاعات دقیق و به‌روز در تمام مراحل زنجیره تامین است که به بهبود همکاری، اعتماد و مدیریت ریسک کمک می‌کند. این شفافیت می‌تواند از طریق فناوری‌های دیجیتال مانند بلاکچین، قراردادهای هوشمند و اشتراک‌گذاری داده‌های بلادرنگ حاصل شود. فناوری‌های دیجیتال نقش مهمی در ایجاد شفافیت دارند و می‌توانند به جمع‌آوری داده‌های پایداری و بهبود روابط اجتماعی در زنجیره تامین کمک کنند. چالش‌های شفافیت شامل عدم پذیرش در صنعت، پیچیدگی و نبود استانداردهای سازایی است که می‌تواند مانع از اجرای موفقیت‌آمیز فناوری‌های جدید شود. مزایای شفافیت شامل کاهش عدم قطعیت، بهبود مدیریت ریسک و افزایش همکاری بین شرکا است که در نهایت به تاب‌آوری و پایداری زنجیره تامین کمک می‌کند (۳۸).

کیفیت داده در فناوری بلاکچین، ابعاد متعددی از جمله دفتر کل توزیع شده (تمرکززدایی)، تغییر ناپذیری و مکانیسم توافق را در بر می‌گیرد. فناوری دفتر کل توزیع شده محرک اصلی نوآوری بلاکچین است. دفتر کل توزیع شده در نحوه ذخیره و احراز هویت اطلاعات با دفتر کل متمرکز متفاوت است. در حالی که یک دفتر کل مرکزی اطلاعات را به صورت مرکزی ذخیره می‌کند، یک دفتر کل توزیع شده آن‌ها را در شبکه‌ای از رایانه‌ها ذخیره می‌کند. برای حفظ وضعیت فعلی دفتر کل توزیع شده، همه به‌روز رسانی‌های

زنجیره تامین دارو یک سیستم پیوسته و منسجم است که مهمترین عنصر در زنجیره سلامتی بیماران شناخته شده است. از این رو بیماران در دسترس بودن دارو را به عنوان یکی از عوامل مؤثر در کیفیت خدمات سلامت می‌دانند. در سیستم سلامت جامعه از ساده‌ترین روش درمانی مانند سردرد تا پیچیده‌ترین نوع آن مانند پیوند اعضا چرخه نظام سلامت با دارو تکمیل می‌شود. زنجیره تامین دارو به عنوان یک سیستم متشکل از مجموعه‌ای از اعضا اجزا و اقدامات جهت جریان داروها از زمان تامین مواد خام تا رسیدن به دست مصرف کنندگان نهایی و بیماران است که فرآیند زنجیره تامین دارو جریان‌های اطلاعات و مالی مرتبط با آن را نیز در بر می‌گیرد. زنجیره تامین دارو علاوه بر بالا بردن کیفیت خدمات منجر به نجات جان بیماران نیز می‌شود. از طرفی زنجیره تامین دارو یکی از موارد حیاتی برای افراد محسوب می‌شود و کوچکترین اختلال در آن عواقب جبران‌ناپذیر و مشکلات زیادی برای همه افراد درگیر در زنجیره تامین و کسب و کارها خواهد داشت. زنجیره تامین دارو به معنای مسیر توزیع دارو با کیفیت در موقعیت و زمان مناسب به بیماران است (۳۹).

### روش‌ها

داده‌های این پژوهش از طریق پیمایش مبتنی بر وب گردآوری شده است. نظرسنجی شامل دو بخش بود. بخش اول این نظرسنجی به دنبال داده‌های جمعیت شناختی شرکت کنندگان بود و بخش دوم به دنبال ارزیابی مواردی بود که ساختارهای مدل تحقیق را تشکیل می‌دهند. در ابتدا، شرکت کنندگان بالقوه، که در صنعت دارو در ایران کار می‌کنند، از طریق ایمیل با آن‌ها ارتباط گرفته شد و از آن‌ها خواسته شد که دعوت نامه را برای پرکردن نظرسنجی برای افرادی که با توصیف هدف شرکت کنندگان برای این مطالعه مطابقت دارند، ارسال کنند. یعنی در ایمیل دعوت توضیح داده شد که این نظرسنجی شرکت کنندگانی را هدف قرار می‌دهد که در بخش تولید دارو کار می‌کنند. صفحه اول پرسشنامه هدف پژوهش را تشریح کرده و نشان می‌دهد که مشارکت داوطلبانه است. از یک دعوت کننده خواسته شد که نظرسنجی را تنها در صورتی تکمیل کند که با توضیحات یک شرکت کننده مطابقت داشته باشد. همه شرکت کنندگان قبل از تکمیل نظرسنجی رضایت دادند. ۲۱۵ نفر در نظرسنجی شرکت کردند.

تمام سازه‌ها در این مطالعه پژوهشی با استفاده از موارد اندازه‌گیری اعتبارسنجی شده قبلی در ادبیات، عملیاتی شدند. قابلیت ردیابی با سه آیتم اقتباس شده از مطالعه Esfahbodi و همکاران (۳۲) اندازه‌گیری شد. سه مورد اندازه‌گیری سازه قراردادهای هوشمند از مطالعه Badi و همکاران به دست آمد (۳۳). کیفیت داده‌ها با استفاده از چهار گویه اقتباس شده از مطالعه Dehghani و همکاران عملیاتی شد (۳۴). تاب‌آوری زنجیره تامین بر اساس چهار آیتم ال El-Baz & Ruel ارزیابی شد (۳۵). شفافیت

مسائل اخلاقی تا آنجا که ردیابی منشأ کالاها و محاسبه ردیابی زیست محیطی محصولات و اجزای آن‌ها در طول چرخه عمر آن‌ها، و ارائه پشتیبانی و نظارت مستمر برای فرآیندهای تجاری و گردش کار ضروری است (۴۶).

بنابراین، برای یک سیستم مدیریت زنجیره تامین برای دستیابی به قابلیت ردیابی و شفافیت، نیاز به ادغام آن با فناوری‌ای وجود دارد که چنین قابلیت‌هایی را ممکن می‌سازد. فناوری بلاکچین به دلیل ویژگی متمایز آن در تکیه بر یک دفتر کل غیرقابل تغییر برای ارائه قابلیت ردیابی و شفافیت برای انواع مختلف تراکنش‌ها به خوبی شناخته شده است (۴۷). بنابراین، یک سیستم مدیریت زنجیره تامین مبتنی بر بلاکچین باید به سازمان‌ها و افراد امکان احراز هویت و ردیابی سوابق منشأ شفاف را بدهد (۴۸). علاوه بر این، انتظار می‌رود قابلیت ردیابی و شفافیت سوابق منشأ در خطر جعل حساب شود (۴۹). این را می‌توان با حذف نیاز به یک مرجع متمرکز و بنابراین کاهش احتمال دخالت در سوابق داده‌های ذخیره شده در شبکه توزیع شده به دست آورد (۵۰).

مدیریت زنجیره تامین شامل جابجایی محصولات و موجودیت‌ها در مکان‌ها یا نقاط مختلف است تا زمانی که به مقصد برسند (۵۱). این فرآیند مستلزم مشکلات جدی از جمله حساسیت به امنیت و نقض حریم خصوصی و احراز هویت نامناسب در میان شرکت‌کنندگان در زنجیره تامین است (۵۲). ویژگی‌های غیرمتمرکز، شفافیت، ناشناس بودن و تغییر ناپذیری بلاکچین، آن را به یک نامزد بالقوه برای دستیابی به یک سیستم مدیریت زنجیره تامین بهتر تبدیل می‌کند (۵۳). از طریق کلیدهای رمزنگاری، مکانیزم فنی به کار گرفته شده توسط فناوری بلاکچین، می‌توان اطلاعات را به صورت ایمن و خصوصی بین کاربران در سیستم زنجیره تامین به اشتراک گذاشت (۵۴). کلیدهای رمزنگاری برای احراز هویت مبادله داده‌ها و سایر کاربردهای اطلاعات با قراردادهای هوشمند و مکانیزم اجماع استفاده می‌شود، در حالی که فرستنده و گیرنده باقی می‌مانند (۵۵). قابلیت ردیابی یک عامل حیاتی برای سیستم‌های مدیریت زنجیره تامین است (۵۶).

کاربران یک زنجیره تامین نیاز به ذخیره سوابق قابل ردیابی داده‌ها برای حفظ استحکام در مدیریت اطلاعات حیاتی دارند (۵۷). ویژگی فناوری بلاکچین توانایی آن در پشتیبانی از قابلیت ردیابی اطلاعات است. بنابراین، تحقیقات برای بررسی امکان سنجی و الزامات طراحی سیستم‌های مدیریت زنجیره تامین مبتنی بر بلاکچین در صنایع مختلف آغاز شد (۵۸). قابلیت ردیابی در سیستم‌های مدیریت زنجیره تامین به جلوگیری از فعالیت‌های تقلبی کمک می‌کند (۵۹).

علاوه بر این، قابلیت ردیابی می‌تواند از شفافیت زنجیره تامین پشتیبانی کند. مطالعات قبلی نشان داد که قابلیت ردیابی به طور مثبتی با اعتماد به فناوری بلاکچین ارتباط دارد (۶۰). همچنین، تحقیقات نشان داد که قابلیت ردیابی یک پیش‌بینی کننده اصلی

داده‌ها در گره‌های رایانه به طور همزمان انجام می‌شود. در همین حال، قبل از انعکاس هر به‌روز رسانی در دفتر کل توزیع شده، داده‌ها یا اطلاعات از طریق یک پروتکل رمزنگاری که بین گره‌های شبکه پیاده سازی شده است، بدون نیاز به شخص ثالث احراز هویت می‌شوند. تغییر ناپذیری از ماهیت غیرمتمرکز بلاکچین به ارث رسیده است. ویژگی تغییر ناپذیری این پتانسیل را دارد که از کاربران بلاکچین در برابر تهدیدات و فعالیت‌های غیرقانونی مختلف محافظت کند. مکانیزم اجماع، تأیید تراکنش‌ها را با به دست آوردن توافق از همه گره‌ها در شبکه بلاکچین امکان پذیر می‌کند (۳۹).

تحقیقات قبلی نشان داد که کیفیت داده‌ها یکی از محرک‌های اصلی پذیرش فناوری بلاکچین است (۳۴). همچنین، مطالعات قبلی نشان داد که در حالی که تغییر ناپذیری داده‌ها، به عنوان یکی از ویژگی‌های اصلی فناوری بلاکچین، به طور مثبت با رشد مشارکت زنجیره تامین مرتبط است، بر کارایی مشارکت زنجیره تامین تأثیر نمی‌گذارد (۴۰). بنابراین، دو فرضیه زیر مطرح می‌شود: فرض ۱ (H<sub>1</sub>): کیفیت داده به طور مثبت با شفافیت زنجیره تامین ارتباط دارد.

فرض ۲ (H<sub>2</sub>): کیفیت داده به طور مثبت با تاب‌آوری زنجیره تامین ارتباط دارد.

قراردادهای هوشمند به عنوان یک برنامه کاربردی اصلی ارائه شده توسط فناوری بلاکچین در نظر گرفته می‌شوند (۴۱). قراردادهای هوشمند به عنوان «پروتکل‌های رایانه‌ای که به صورت دیجیتالی قراردادهای منعقد شده بین دو یا چند طرف در بلاکچین را تسهیل، تأیید و اجرا می‌کنند» تعریف می‌شوند (۴۲). آن‌ها امکان اجرای خودکار غیرمتمرکز و اجرای شرایط قراردادی بین طرفین درگیر را فراهم می‌کنند (۴۳). قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین محبوب‌ترین شکل‌های قراردادهای هوشمند هستند (۲۴).

ترکیب بلاکچین و قراردادهای هوشمند، طیف کاربردهای بلاکچین را در بسیاری از زمینه‌ها از جمله مراقبت‌های بهداشتی، اینترنت اشیا، خدمات مالی، مدیریت زنجیره تامین و غیره (۴۴). گسترش داد مطالعات قبلی نشان داد که قراردادهای هوشمند تأثیر مثبتی بر اعتماد شرکا به زنجیره تامین و رویت زنجیره تامین دارند (۴۵). علاوه بر این، تحقیقات قبلی نشان داد که در حالی که قراردادهای هوشمند به طور مثبت با کارایی مشارکت زنجیره تامین ارتباط دارد، اما بر رشد مشارکت زنجیره تامین تأثیر نمی‌گذارد (۴۰). بنابراین، دو فرضیه زیر مطرح می‌شود:

فرض ۳ (H<sub>3</sub>): قراردادهای هوشمند به طور مثبت با شفافیت زنجیره تامین ارتباط دارد.

فرض ۴ (H<sub>4</sub>): قراردادهای هوشمند به طور مثبت با تاب‌آوری زنجیره تامین ارتباط دارد.

قابلیت ردیابی: منشأ داده‌ها برای شیوه‌های تجاری از جمله

زنجیره تامین را با بهبود امنیت افزایش دهد (۶۶). شفافیت زنجیره تامین عبارت است از میزانی که اطلاعات به راحتی در دسترس کاربران نهایی و سایر شرکت‌های زنجیره تامین است (۶۷).

شفافیت زنجیره تامین مزایای متعددی را برای شرکت‌ها ارائه می‌کند، از جمله مدیریت ریسک‌های زنجیره تامین، کاهش آسیب‌های شهرت، بهبود کارایی زنجیره تامین، جلب اعتماد مصرف‌کنندگان و سرمایه‌گذاران، رعایت مقررات قانونی یا جلوگیری از تبلیغات بد، و نظارت بر تامین‌کنندگان از طریق جمع‌سپاری. این تحقیق نشان داد که بلاکچین، از طریق اشتراک‌گذاری اطلاعات گسترده‌تر، می‌تواند شفافیت زنجیره تامین را افزایش دهد. همچنین، مطالعات قبلی نشان داد که سازگاری و تاب‌آوری زنجیره تامین می‌تواند تاب‌آوری زنجیره تامین را بهبود بخشد. علاوه بر این، تحقیقات قبلی نشان داد که شفافیت زنجیره تامین، پایداری و تاب‌آوری زنجیره تامین را افزایش می‌دهد (۶۸). بنابراین، این پژوهش فرضیه زیر را پیشنهاد می‌کند:

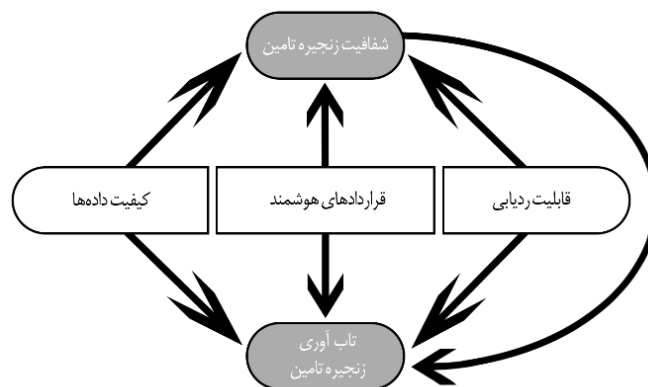
فرض ۷ (H7): شفافیت زنجیره تامین مبتنی بر بلاکچین تاثیر مثبتی بر تاب‌آوری زنجیره تامین مبتنی بر بلاکچین دارد.  
شکل ۳، مدل تحقیقی را که براساس مرور ادبیات توسعه داده شده است، نشان می‌دهد.

پذیرش فناوری بلاکچین در زنجیره تامین است (۶۱). علاوه بر این، مطالعه قبلی انجام شده توسط Montecch و همکاران (۶۲) نشان داد که قابلیت ردیابی یک محرک کلیدی برای شفافیت زنجیره تامین است. بنابراین، این پژوهش دو فرضیه زیر را پیشنهاد می‌کند: فرض ۵ (H5): قابلیت ردیابی به طور مثبت با شفافیت زنجیره

تامین ارتباط دارد.

فرض ۶ (H6): قابلیت ردیابی به طور مثبت با تاب‌آوری زنجیره تامین ارتباط دارد.

تاب‌آوری زنجیره تامین یک ضرورت برای واکنش به شیوع و اختلال است. تاب‌آوری زنجیره تامین به بهبود عملکرد مدیریت ریسک و بحران برای شرکت‌ها کمک می‌کند. علاوه بر این، تاب‌آوری زنجیره تامین می‌تواند تاب‌آوری سازمانی (۶۳) و پایداری زنجیره تامین را افزایش دهد. تحقیقات نشان داد که مدیریت دانش و سرمایه فکری یک شرکت رابطه مثبتی با تاب‌آوری زنجیره تامین دارد. به طور کلی، نوآوری واقعاً می‌تواند تاب‌آوری زنجیره تامین را افزایش دهد (۶۴). ابزارهای فناوری اطلاعات و ارتباطات صنعت ۴.۰ پتانسیل بهبود تاب‌آوری زنجیره تامین را دارند (۶۵). به عنوان مثال، تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ می‌تواند تاب‌آوری زنجیره تامین را بهبود بخشد. همچنین، بلاکچین می‌تواند تاب‌آوری



شکل-۳. مدل تحقیق

اعتبارتمایز: معیار همبستگی نسبت (Heterotrait-Monotrait)

برای ارزیابی اعتبار متمایز مدل اتخاذ شد. این معیار فرض می‌کند که همبستگی بین سازه‌های سازنده مدل باید کمتر از ۰/۸۵ باشد (۳۶). جدول ۲ ارزیابی اعتبار تمایز را نشان می‌دهد. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که اعتبار تمایز برقرار است.

مدل ساختاری در برابر پنج شاخص مورد بررسی قرار گرفت. جدول ۳ شاخص‌های ارزش مدل، مقدار برش و منبع را مورد بررسی قرار می‌دهد. با توجه به این نتایج، مدل ساختاری معیارهای مناسب بودن را دارد.

جدول ۵ نتایج آزمون فرضیه را نشان می‌دهد. در جدول ۴ کیفیت داده با نماد (DQ)، قرارداد هوشمند با نماد (SC)، قابلیت

## نتایج

همانطور که توسط Hair (۲۰۰۹) توصیه شده است، برای ارزیابی اعتبار همگرا، چهار معیار شامل (۱) بارگذاری عامل استاندارد شده (FL) که باید بالای ۰/۵ باشد، و برای هر آیتیم یک متغیر را اندازه می‌گیرد، مورد بررسی قرار گرفت، (۲) آلفای کرونباخ ( $\alpha$ ) که برای همه متغیرها باید بالای ۰/۸ باشد، (۳) قابلیت اطمینان مرکب (CR)، که برای همه متغیرها باید بالای ۰/۸ باشد، و (۴) میانگین واریانس استخراج شده (AVE)، که برای همه متغیرها باید بالای ۰/۵ باشد، همه متغیرها جدول ۱ نتایج ارزیابی روایی همگرا را نشان می‌دهد. بر این اساس می‌توان استنباط کرد که روایی همگرایی مدل برآورده شده است.



جدول-۱. ارزیابی روایی همگرا

متغیر	عامل استاندارد شده	الفای کرونباخ	قابلیت اطمینان	میانگین
قابلیت ردیابی	۰/۶۸ ۰/۸۸ ۰/۸۵		۰/۸۵	۰/۶۶
فناوری بلاکچین سازمان ما را قادر می سازد لجستیک را به طور دقیق ردیابی کند				
فناوری بلاکچین، سازمان ما را قادر می سازد تا لجستیک را به طور قابل اعتماد ردیابی کند				
فناوری بلاکچین ردیابی و ردیابی حرکت محصول/خدمت را در زمان واقعی امکان پذیر می کند				
قرارداد هوشمند	۰/۸۱ ۰/۸۲ ۰/۸۱		۰/۸۵	۰/۶۶
قرارداد هوشمند پرداخت‌های امن و سریع را فراهم می کند				
قرارداد هوشمند، وقوع اختلافات بین سازمان ما و قرارداد ما را کاهش می دهد				
قرارداد هوشمند اعتماد بین سازمان ما و طرف‌های قرارداد ما را افزایش می دهد				
کیفیت داده‌ها	۰/۸۶ ۰/۸۸ ۰/۹ ۰/۹۱	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۸۲
فناوری بلاکچین خطر یک نقطه شکست را کاهش می دهد				
فناوری بلاکچین ساختار داده ای را ارائه می دهد که دستکاری آشکار است				
فناوری بلاکچین کارایی را در انجام تطبیق داده ها افزایش می دهد				
فناوری بلاکچین از قابلیت حساسی داده ها پشتیبانی می کند				
تاب آوری زنجیره تامین	۰/۸۰ ۰/۷۸ ۰/۸۲ ۰/۸۴	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۶۷
سازمان ما می تواند با تغییرات ناشی از اختلال زنجیره تامین کنار بیاید				
سازمان ما می تواند به راحتی با اختلالات زنجیره تامین سازگار شود				
سازمان ما می تواند پاسخی سریع به اختلال زنجیره تامین ارائه دهد				
سازمان ما می تواند آگاهی موقعیتی بالا را همیشه حفظ کند				
شفافیت زنجیره تامین	۰/۹۱ ۰/۹۲ ۰/۸۷ ۰/۹۱	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۸۳
سازمان ما زنجیره تامین خود را ترسیم کرده و اطلاعات نقشه برداری را در اختیار شرکای زنجیره تامین و مشتریان خود قرار داده است.				
جریان مواد از تامین کنندگان ما نقشه برداری شده است و اطلاعات مرتبط برای مشاهده شرکای زنجیره تامین و مشتریان ما در دسترس است.				
سازمان ما اطلاعاتی را در اختیار شرکای زنجیره تامین و مشتریان خود قرار می دهد که به آن‌ها امکان می دهد به راحتی مواد خاصی را که برای ساخت محصولات ما استفاده می شود و محل تولید آن مواد تعیین کنند.				
سازمان ما اطلاعاتی را در اختیار شرکای زنجیره تامین و مشتریان خود قرار می دهد که ثابت می کند مواد مورد استفاده برای تولید محصولات ما به طور مسئولانه و پایدار منبع یا تولید می شوند.				

جدول-۲. نتایج اعتبار تمایز

معیار	تاب آوری زنجیره تامین دارو	شفافیت زنجیره تامین دارو	قابلیت ردیابی	کیفیت داده‌ها	قرارداد هوشمند
تاب آوری زنجیره تامین دارو	۱۰۰۰				
شفافیت زنجیره تامین دارو	۰/۷۶۵	۱۰۰۰			
قابلیت ردیابی	۰/۸۴۲	۰/۷۳۳	۱۰۰۰		
کیفیت داده‌ها	۰/۷۸۳	۰/۷۵۶	۰/۶۳۲	۱۰۰۰	
قرارداد هوشمند	۰/۶۵۴	۰/۷۱۴	۰/۶۳۲	۰/۷۱۲	۱۰۰۰

به طور معناداری با شفافیت زنجیره تامین دارو مرتبط است. همچنین کیفیت داده‌ها از نظر آماری با تاب آوری زنجیره تامین دارو ارتباط معناداری دارد. علاوه بر این، یافته‌ها نشان داد که قراردادهای هوشمند از نظر آماری به طور قابل توجهی با شفافیت زنجیره تامین دارو مرتبط هستند، شفافیت بر تاب آوری زنجیره تامین دارو تأثیر نمی گذارند. نتایج مطالعه نشان داد که قابلیت

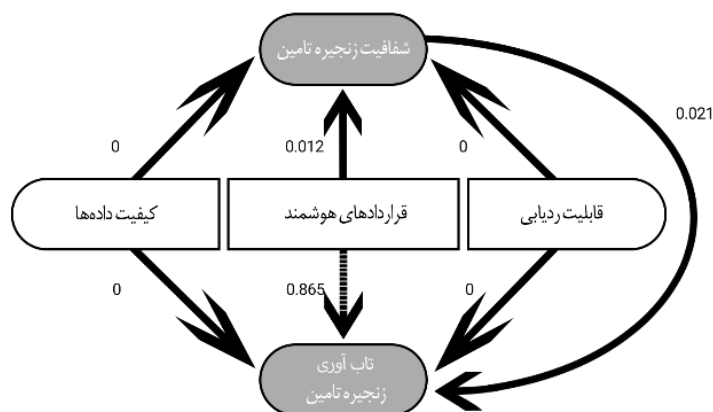
ردیابی با نماد (TR)، شفافیت زنجیره تامین با نماد (SCT) و تاب آوری زنجیره تامین با نماد (SCR) نمایش داده شدند. مقدار  $P$  کمتر از ۰/۵ مورد پذیرش و بالاتر از ۰/۵ غیر قابل پذیرش می باشد. همچنین، یک نمایش تصویری از نتایج آزمون فرضیه در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج آزمون فرضیه نشان داد که کیفیت داده‌ها از نظر آماری

جدول-۳. شاخص‌های مناسب برای مدل ساختاری آزمایش شده

شاخص تناسب	ارزش مدل	مقدار پرش	منبع
شاخص غیر مرکزیت نسبی	۰/۹۵۲	> ۰/۹	(۶۹)
شاخص تاکرلوپس	۰/۹۵۱	> ۰/۹۵	(۷۰)
شاخص تناسب مقایسه‌ای	۰/۹۶۱	> ۰/۹۵	(۷۰)
ریشه میانگین مربعات خطای تقریب	۰/۰۶۵	< ۰/۸	(۷۱)
ریشه استاندارد شده میانگین مربع باقی مانده	۰/۰۲۴	< ۰/۸	(۷۲)

جدول-۴. نتایج آزمون فرض

مسیر	ضریب استاندارد	مقدار z	P (> z )	نتیجه
H <sub>1</sub> : DQ_SCT	۰/۴۰۷	۴/۷۵۷	۰	پشتیبانی می‌شود
H <sub>2</sub> : DQ_SCR	۰/۲۰۷	۳/۰۲۶	۰	پشتیبانی می‌شود
H <sub>3</sub> : SC_SCT	۰/۱۵۲	۱/۳۸۶	۰/۱۲	پشتیبانی می‌شود
H <sub>4</sub> : SC_SCR	-۰/۰۱۲	۰/۱۶۰	۰/۸۶۵	پشتیبانی نمی‌شود
H <sub>5</sub> : TR_SCT	۰/۳۱۰	۳/۰۴۸	۰	پشتیبانی می‌شود
H <sub>6</sub> : TR_SCR	۰/۴۶۰	۵/۰۵۵	۰	پشتیبانی می‌شود
H <sub>7</sub> : SCT_SCR	۰/۱۵۶	۱/۲۵۲	۰/۰۲۱	پشتیبانی می‌شود



شکل-۴. نتایج آزمون فرضیه

محرك‌های اصلی پذیرش فناوری بلاکچین است (۳۴). تغییر ناپذیری داده‌ها به طور مثبت با رشد مشارکت زنجیره تامین ارتباط دارد (۴۰). بنابراین، کیفیت داده عامل اصلی شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو است، زیرا یکی از پیش‌بینی کننده‌های اصلی پذیرش فناوری بلاکچین و رشد مشارکت زنجیره تامین دارو است. همچنین، نتایج این مطالعه نشان داد که اگرچه قراردادهای هوشمند به طور مثبت با شفافیت زنجیره تامین دارو مرتبط هستند، اما بر تاب‌آوری زنجیره تامین دارو تأثیری ندارند. بنابراین H<sub>3</sub> پشتیبانی می‌شود در حالی که H<sub>4</sub> پشتیبانی نمی‌شود. رابطه یافت شده بین قراردادهای هوشمند و شفافیت زنجیره تامین دارو نشان می‌دهد قراردادهای هوشمند تأثیر مثبتی بر اعتماد شرکا به زنجیره تامین دارو دارند (۷۳). قراردادهای هوشمند عامل اصلی اعتماد شرکا به زنجیره تامین و دیده شدن زنجیره تامین و کارایی مشارکت هستند. نتایج این مطالعه نشان داد که قابلیت ردیابی به طور مثبت بر شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو تأثیر می‌گذارد. بنابراین

ردیابی از نظر آماری به طور معناداری با شفافیت زنجیره تامین دارو مرتبط است. همچنین، ردیابی از نظر آماری به طور معناداری با تاب‌آوری زنجیره تامین دارو مرتبط است. در نهایت، مشخص شد که شفافیت زنجیره تامین دارو مبتنی بر بلاکچین از نظر آماری اثر مستقیم مثبت و معناداری بر تاب‌آوری زنجیره تامین دارو مبتنی بر بلاکچین دارد. نتایج آزمون فرضیه در شکل ۴ نشان داده شده است.

## بحث

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر فناوری، روی شیوه‌های زنجیره تامین دارو و شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو بود. علاوه بر این، مطالعه اثرات شفافیت زنجیره تامین دارو بر تاب‌آوری زنجیره تامین دارو را بررسی کرد. مشخص شد که کیفیت داده‌ها به طور مثبتی با شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو مرتبط است. بنابراین H<sub>1</sub> و H<sub>2</sub> پشتیبانی می‌شوند کیفیت داده‌ها یکی از

بنابراین سازمان‌ها باید با بررسی شرایط قراردادهای برای تایید و اجرای خودکار قراردادهای بر قراردادهای هوشمند تکیه کنند. قابلیت ردیابی ارتباط مثبتی با شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو دارد. این نشان می‌دهد که قابلیت ردیابی یک عامل حیاتی برای شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو است. بنابراین، سازمان‌ها باید برای پیاده سازی فناوری بلاکچین تلاش کنند، زیرا فرآیند تأیید مبدأ محصولات و اطلاعات مربوط به مسیری را که محصولات از محل مبدأ تا مقصد طی می‌کنند، امکان پذیر می‌سازد. در نهایت، شفافیت زنجیره تامین دارو مبتنی بر بلاکچین بر تاب‌آوری زنجیره تامین

فرض H5، H6 پشتیبانی می‌شوند. قابلیت ردیابی به طور مثبت با فناوری بلاکچین ارتباط دارد (۷۳). زیرا یکی از پیش‌بینی‌کننده‌های اصلی پذیرش فناوری بلاکچین در زنجیره تامین دارو است (۶۱). قابلیت ردیابی یک عامل کلیدی برای شفافیت زنجیره تامین دارو است (۶۲). بنابراین، می‌توان چنین استنباط کرد که قابلیت ردیابی یکی از پیش‌بینی‌کننده‌های اصلی اعتماد و پذیرش فناوری بلاکچین و همچنین عاملی حیاتی برای شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو است. در نهایت، مشخص شد که شفافیت زنجیره تامین دارو مبتنی بر بلاکچین به طور مثبتی با تاب‌آوری زنجیره تامین دارو مبتنی بر بلاکچین ارتباط دارد. بنابراین H7 پشتیبانی می‌شود. سازگاری و انعطاف زنجیره تامین دارو می‌تواند تاب‌آوری زنجیره تامین دارو را بهبود بخشد (۷۴). شفافیت زنجیره تامین دارو، پایداری و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو را افزایش می‌دهد (۶۸). شفافیت، سازگاری و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو مبتنی بر بلاکچین می‌تواند تاب‌آوری زنجیره تامین دارو مبتنی بر بلاکچین را افزایش دهد.

### نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف بررسی تأثیر ادغام فناوری بلاکچین، بر شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو انجام شد. این مطالعه تأثیر ویژگی‌های فناوری بلاکچین از جمله کیفیت داده، قراردادهای هوشمند و قابلیت ردیابی را بر تاب‌آوری و شفافیت زنجیره تامین بررسی کرد. علاوه بر این، این مطالعه تأثیر شفافیت زنجیره تامین دارو را بر تاب‌آوری زنجیره تامین دارو بررسی کرد. یافته‌ها نشان می‌دهد که کیفیت داده‌ها از نظر آماری به طور معناداری با شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو مرتبط است. علاوه بر این، یافته‌ها حاکی از مثبت بودن قراردادهای هوشمند است شفافیت بر تاب‌آوری زنجیره تامین دارو تأثیر نمی‌گذارد. همچنین، ردیابی به طور معنی‌داری با شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو مرتبط است. در نهایت، مشخص شد که شفافیت زنجیره تامین دارو مبتنی بر بلاکچین به طور قابل توجهی با تاب‌آوری زنجیره تامین دارو مبتنی بر بلاکچین مرتبط است.

کیفیت داده، به عنوان یکی از ویژگی‌های کیفی فناوری بلاکچین، ارتباط مثبتی با شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو دارد. این نشان می‌دهد که کیفیت داده‌ها عامل مهمی برای شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو است. بنابراین، سازمان‌ها باید منابعی را برای کاربردهای احتمالی بلاکچین اختصاص دهند. همچنین، آن‌ها باید اهمیت و مزایای کیفیت داده ارائه شده توسط فناوری بلاکچین از جمله دفتر کل توزیع شده (تمرکززدایی)، تغییرناپذیری و مکانیسم‌های اجماع را درک کنند.

قراردادهای هوشمند ارتباط مثبتی با شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو دارند. این نشان می‌دهد که قراردادهای هوشمند عاملی حیاتی برای شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو هستند.

### نکات بالینی کاربردی برای جوامع نظامی

- تکنولوژی بلاکچین در تقویت تاب‌آوری زنجیره تامین دارو: استفاده از فناوری بلاکچین در زمینه تامین دارو در بیمارستان‌های ثابت و سیار نظامی می‌تواند بهبود قابل توجهی را در تاب‌آوری و قابلیت اطمینان زنجیره تامین دارو بهبود بخشد. این فناوری مبتنی بر ثبت و تاریخچه تمامی مراحل و معاملات در یک شبکه متمرکز است که امکان بررسی و پیگیری دقیق را فراهم می‌کند.
- امنیت داده‌ها و حفظ حریم خصوصی: در جوامع نظامی، امنیت داده‌ها و حفظ حریم خصوصی اطلاعات بسیار حائز اهمیت است. استفاده از فناوری بلاکچین به عنوان یک سیستم غیرقابل تغییر و شفاف می‌تواند امنیت داده‌ها را تضمین کرده و از رخدادهای تقلب‌ها و دستکاری‌های ناخواسته در زنجیره تامین دارو جلوگیری کند.
- ردیابی دقیق و سریع داروها: در شرایط بحرانی مانند جنگ یا حوادث بزرگ، دسترسی سریع به داروها بسیار حیاتی است. فناوری بلاکچین می‌تواند امکان ردیابی دقیق و سریع داروها را فراهم کند. با استفاده از این فناوری، می‌توان مراحل تولید، حمل و نقل، و توزیع داروها را به صورت شفاف و قابل ردیابی ثبت کرده و در صورت نیاز به تغییر مسیر، مشکل یا اشکال در زنجیره تامین دارو را به سرعت تشخیص داد.
- افزایش اعتماد عمومی: در جوامع نظامی، اعتماد عمومی به سیستم تامین دارو بسیار حائز اهمیت است. استفاده از فناوری بلاکچین می‌تواند اعتماد عمومی را تقویت کند، زیرا امکان بررسی شفاف و قابل ردیابی تمامی مراحل زنجیره تامین دارو وجود دارد. این اعتماد عمومی می‌تواند بهبود قابل توجهی در همکاری بین بیمارستان‌های ثابت و سیار، تسهیل انتقال اطلاعات و بهبود کیفیت خدمات درمانی به سربازان و افراد نظامی منجر شود.

تاب‌آوری زنجیره تامین دارو تأثیری نمی‌گذارند. علاوه بر این، مشخص شد که قابلیت ردیابی به طور مثبت بر شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو تأثیر می‌گذارد. در نهایت، شفافیت زنجیره تامین دارو مبتنی بر بلاکچین رابطه مثبتی با تاب‌آوری زنجیره تامین دارو مبتنی بر بلاکچین دارد.

در این مطالعه تنها دو ویژگی زنجیره تامین دارو، شفافیت و تاب‌آوری را مورد بررسی قرار داد. همچنین این مطالعه به یک بخش یعنی دارو محدود می‌شود. بنابراین، توصیه می‌شود که مطالعات آینده باید تأثیر یکپارچه سازی بلاکچین را بر سایر ویژگی‌های زنجیره تامین دارو و در بخش‌های مختلف صنعتی بررسی کند.

**تضاد منافع:** نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

## منابع

1. Cordova-Buiza F, Aguirre-Parra P, Garcia-Jimenez MG, Martinez-Torres DC. Virtual leadership as a development opportunity in business context. *Problems and Perspectives in Management*. 2022; 20(2):248. doi:10.21511/ppm.20(2).2022.20
2. Büchi M, Festic N, Latzer M. Digital overuse and subjective well-being in a digitized society. *Social Media + Society*. 2019;5(4):2056305119886031. doi:10.1177/2056305119886031
3. Al-Gasawneh J, Al-Hawamleh A, Alorfi A, Al-Rawashdeh G. Moderating the role of the perceived security and endorsement on the relationship between per-ceived risk and intention to use the artificial intelligence in financial services. *International Journal of Data and Network Science*. 2022;6(3):743-52. doi:10.5267/j.ijdns.2022.3.00
4. Dhillon V, Metcalf D, Hooper M, Dhillon V, Metcalf D, Hooper M. Foundations of a Blockchain. *Blockchain Enabled Applications: Understand the Blockchain Ecosystem and How to Make it Work for You*. 2021:21-35. doi:10.1007/978-1-4842-3081-7\_3
5. Monrat AA, Schelén O, Andersson K. A survey of blockchain from the perspectives of applications, challenges, and opportunities. *Ieee Access*. 2019; 7:117134-51. doi:10.1109/ACCESS.2019.2936094
6. Hamadneh S, Keskin E, Alshurideh M, Al-Masri Y, Kurdi B. The benefits and challenges of RFID technology implementation in supply chain: A case study from the Turkish construction sector. *Uncertain Supply Chain Management*. 2021;9(4): 1071-80. doi:10.5267/j.uscm.2021.x.006
7. Alsmadi A, Alrawashdeh N, Al-Dweik A, Al-Assaf M. Cryptocurrencies: A bibliometric analysis. *International Journal of Data and Network Science*. 2022;6(3):619-28. doi:10.5267/j.ijdns.2022.4.011
8. Fahlevi M, Vional V, Pramesti R. Blockchain technology in corporate governance and future potential solution for agency problems in Indonesia. *International Journal of Data and Network Science*.

دارو مبتنی بر بلاکچین تأثیر مثبت دارد. این نشان می‌دهد که شفافیت زنجیره تامین دارو مبتنی بر بلاکچین یک عامل حیاتی برای تاب‌آوری زنجیره تامین دارو مبتنی بر بلاکچین است. بنابراین، سازمان‌ها باید برای دستیابی به تبادل اطلاعات بلندمدت با یک سازمان و سایر شرکای تجاری تلاش کنند. علاوه بر این، سازمان‌ها باید تاکتیک‌های مناسبی را برای افزایش دیده شدن زنجیره‌های تامین خود توسعه دهند.

این مطالعه تحقیقاتی به طور قابل توجهی به ادبیات مربوط به تأثیر ادغام فناوری بلاکچین در شیوه‌های زنجیره تامین دارو، بر شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو، و رابطه بین شفافیت زنجیره تامین دارو و تاب‌آوری کمک می‌کند. مفاهیم نظری این مطالعه نشان می‌دهد که کیفیت داده‌ها بر شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تامین دارو تأثیر مثبت دارد. علاوه بر آن، در حالی که قراردادهای هوشمند بر شفافیت زنجیره تامین دارو تأثیر مثبت می‌گذارند، بر

- 2022;6(3):721-6. doi:10.5267/j.ijdns.2022.3.010
9. Al-Zaqeba M, Jarah B, Ineizeh N, Almatarneh Z, Jarrah M. The effect of management accounting and blockchain technology characteristics on supply chains efficiency. *Uncertain Supply Chain Management*. 2022;10(3):973-82. doi:10.5267/j.uscm.2022.2.016
10. Kurdi B, Alzoubi H, Akour I, Alshurideh M. The effect of blockchain and smart inventory system on supply chain performance: Empirical evidence from retail industry. *Uncertain Supply Chain Management*. 2022;10(4):1111-6. doi:10.5267/j.uscm.2022.9.001
11. Hasselgren A, Kravlevska K, Gligoroski D, Pedersen SA, Faxvaag A. Blockchain in healthcare and health sciences—A scoping review. *International Journal of Medical Informatics*. 2020; 134:104040. doi:10.1016/j.ijmedinf.2019.104040
12. Nguyen DC, Pathirana PN, Ding M, Seneviratne A. Blockchain and edge computing for decentralized EMRs sharing in federated healthcare. *InGLOBECOM 2020-2020 IEEE Global Communications Conference 2020*. pp. 1-6. doi:10.1109/GLOBECOM42002.2020.9347951
13. Dujak D, Sajter D. Blockchain applications in supply chain. *SMART supply network*. 2019:21-46. doi:10.1007/978-3-319-91668-2\_2
14. Dutta P, Choi TM, Somani S, Butala R. Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *Transportation Research Part e: Logistics and Transportation Review*. 2020;142:102067. doi:10.1016/j.tre.2020.102067
15. Elrefae G, Nuseir M. Blockchain in global finance make-over: Exploring the mediating role of supply chain flexibility. *Uncertain Supply Chain Management*. 2022;10(3):983-92. doi:10.5267/j.uscm.2022.2.015
16. Eslamitabar S, Lame E, Alizade Malek S, Anvar

- F. Intellectual Property Rights and Research and Development Challenges in the Pharmaceutical Industry. *Journal of Halal Research*. 2021;4(1):68-85. doi:10.30502/h.2021.270854.1061
17. Sedighpour A, Zandieh M, Alem Tabriz A, Dori B. Resilient supply chain model in Iran pharmaceutical industries. *Industrial Management Studies*. 2018;16(51):55-106. doi:10.22054/jims.2018.28335.1960
18. Azar A, Shahbazi M, Yazdani HR, Mahmoudian O. Designing a resilience assessment model of the electricity industry supply chain using the theme analysis approach. *Industrial Management Journal*. 2019;11(1):45-62. doi:10.22059/imj.2019.276716.1007563
19. Roshani A, Gholamian MR, Arabi M. A two-stage stochastic programming approach to design a resilient pharmaceutical supply chain network: a case study of COVID-19. *Journal of Decisions and Operations Research*. 2023;8(1):176-95.
20. Yavari M, Aghelan M. Supply chain network redesign to make a resilient supply chain by establishing alliance strategy. *Industrial Engineering & Management Sharif*. 2020;35-1(2/1):139-52.
21. Rahimi Sheikh H, Sharifi M, Shahriari MR. Designing a Resiliense Supply Chain Model (Case Study: the Welfare Organization of Iran). *Journal of Industrial Management Perspective*. 2017;7(3):127-50.
22. Galbraith JR. Organization design: An information processing view. *Interfaces*. 1974;4(3):28-36. doi:10.1287/inte.4.3.28
23. Haußmann C, Dwivedi YK, Venkitachalam K, Williams MD. A summary and review of Galbraith's organizational information processing theory. *Information Systems Theory: Explaining and Predicting Our Digital Society*, Vol. 2. 2012:71-93. doi:10.1007/978-1-4419-9707-4\_5
24. Wang Z, Wang T, Hu H, Gong J, Ren X, Xiao Q. Blockchain-based framework for improving supply chain traceability and information sharing in precast construction. *Automation in Construction*. 2020;111:103063. doi:10.1016/j.autcon.2019.103063
25. Wong CW, Lirn TC, Yang CC, Shang KC. Supply chain and external conditions under which supply chain resilience pays: An organizational information processing theorization. *International Journal of Production Economics*. 2020;226:107610. doi:10.1016/j.ijpe.2019.107610
26. Mensah P, Merkurjev Y. Developing a resilient supply chain. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2014;110:309-19. doi:10.1017/j.ijpe.2019.107611
27. Esmaillo Y, Asl IM, Tabibi SJ, Cheraghali A. Investigating the impact of customer relationship management on the supply chain based on the mediating role of information technology (case study: Supply of medicine in military Hospitals of Iran). *Journal of Military Medicine*. 2018;19(6):579-87.
28. Mohammadian M, Yaghoubi M, Jarrahi MA, Babaei M, Bahadori M, Teymourzadeh E. Evaluating the performance of medical equipment supply chain management in military hospitals: A case study. *Journal of Military Medicine*. 2021;23(2):75-89. doi:10.30491/JMM.23.1.75
29. Derakhshi Khajeh F, Jabarzadeh Y. Developing a causal model of factors influencing supply chain resilience. *Scientific Journal of Supply Chain Management*. 2020;22(68):56-73.
30. Carvalho H, Naghshineh B, Govindan K, Cruz-Machado V. The resilience of on-time delivery to capacity and material shortages: An empirical investigation in the automotive supply chain. *Computers & Industrial Engineering*. 2022;171:108375. doi:10.1016/j.cie.2022.108375
31. Jafari Eskandari M, Nozari H, Mokhtari Saghinsara M. Implementation of fuzzy-robust programming method in the locating-routing and allocation multi-objective pharmaceutical supply chain problem under uncertainty. *Journal of Decisions and Operations Research*. 2020;5(1):71-48. doi:10.22105/dmor.2020.236652.1162
32. Esfahbodi A, Pang G, Peng L. Determinants of consumers' adoption intention for blockchain technology in E-commerce. *Journal of Digital Economy*. 2022;1(2):89-101. doi:10.1016/j.jdec.2022.11.001
33. Badi S, Ochieng E, Nasaj M, Papadaki M. Technological, organisational and environmental determinants of smart contracts adoption: UK construction sector viewpoint. *Construction Management and Economics*. 2021;39(1):36-54. doi:10.1080/01446193.2020.1819549
34. Dehghani M, Kennedy RW, Mashatan A, Rese A, Karavidas D. High interest, low adoption. A mixed-method investigation into the factors influencing organisational adoption of blockchain technology. *Journal of Business Research*. 2022;149:393-411. doi:10.1016/j.jbusres.2022.05.015
35. El Baz J, Ruel S. Can supply chain risk management practices mitigate the disruption impacts on supply chains' resilience and robustness? Evidence from an empirical survey in a COVID-19 outbreak era. *International Journal of Production Economics*. 2021;233:107972. doi:10.1016/j.ijpe.2020.107972
36. Kashmanian RM. Building greater transparency in supply chains to advance sustainability. *Environmental Quality Management*. 2017;26(3):73-104. doi:10.1002/tqem.21495
37. Bahman F, Shahraki A, Banihashemi SA. Evaluating the Resilience Performance of the Pharmaceutical Industry Supply Chain under Conditions of Uncertainty: a Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Approach. *Journal of Operational Research in Its Applications (Applied Mathematics) -Lahijan Azad University*. 2024;21(2):91-108.
38. Dubey R, Gunasekaran A, Childe SJ, Papadopoulos T, Blome C, Luo Z. Antecedents of resilient supply chains: An empirical study. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 2017;66(1):8-19. doi:10.1109/TEM.2017.2723042
39. Lashkari B, Musilek P. A comprehensive review of blockchain consensus mechanisms. *IEEE access*. 2021;9:43620-52. doi:10.1109/ACCESS.2021.3065



880

40. Kim JS, Shin N. The impact of blockchain technology application on supply chain partnership and performance. *Sustainability*. 2019;11(21):6181. doi:10.3390/su11216181
41. Liu L, Tsai WT, Bhuiyan MZ, Peng H, Liu M. Blockchain-enabled fraud discovery through abnormal smart contract detection on Ethereum. *Future Generation Computer Systems*. 2022;128:158-66. doi:10.1016/j.future.2021.08.023
42. Wang S, Ouyang L, Yuan Y, Ni X, Han X, Wang FY. Blockchain-enabled smart contracts: architecture, applications, and future trends. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*. 2019;49(11):2266-77. doi:10.1109/TSMC.2019.2895123
43. Lin SY, Zhang L, Li J, Ji LL, Sun Y. A survey of application research based on blockchain smart contract. *Wireless Networks*. 2022;28(2):635-90. doi:10.1007/s11276-021-02874-x
44. Buntuang PC, Kornelius Y. The impact of social distancing policy on small and medium-sized enterprises (SMEs) in Indonesia. *Problems and Perspectives in Management*. 2020;2020(18(3)):492-503.
45. Chen Y. Blockchain tokens and the potential democratization of entrepreneurship and innovation. *Business horizons*. 2018;61(4):567-75. doi:10.1016/j.bushor.2018.03.006
46. Ametepe W, Wang C, Ocansey SK, Li X, Hussain F. Data provenance collection and security in a distributed environment: a survey. *International Journal of Computers and Applications*. 2021;43(1):11-25. doi:10.1080/1206212X.2018.1501937
47. Raja Santhi A, Muthuswamy P. Influence of blockchain technology in manufacturing supply chain and logistics. *Logistics*. 2022;6(1):15. doi:10.3390/logistics6010015
48. Perkumienė D, Osamede A, Andriukaitienė R, Beriozovas O. The impact of COVID-19 on the transportation and logistics industry. *Problems and Perspectives in Management*. 2021;19(4):458-69. doi:10.21511/ppm.19(4).2021.37
49. Uddin M. Blockchain Medledger: Hyperledger fabric enabled drug traceability system for counterfeit drugs in pharmaceutical industry. *International Journal of Pharmaceutics*. 2021;597:120235. doi:10.1016/j.ijpharm.2021.120235
50. Musamih A, Salah K, Jayaraman R, Arshad J, Debe M, Al-Hammadi Y, et al. A blockchain-based approach for drug traceability in healthcare supply chain. *IEEE access*. 2021;9:9728-43. doi:10.1109/ACCESS.2021.3049920
51. Koilo V. Developing new business models: Logic of network value or cross-industry approach. *Problems and Perspectives in Management*. 2021;19(2).
52. Alarefi M. Adoption of IoT by telecommunication companies in GCC: The role of blockchain. *Decision Science Letters*. 2023;12(1):55-68. doi:10.5267/j.dsl.2022.10.006
53. Rejeb A, Keogh JG, Treiblmaier H. Leveraging the internet of things and blockchain technology in supply chain management. *Future Internet*. 2019;11(7):161. doi:10.3390/fi11070161
54. Arun Kumar BR. Developing Business-Business Private Block-Chain Smart Contracts Using Hyper-Ledger Fabric for Security, Privacy and Transparency in Supply Chain. In *Data Management, Analytics and Innovation: Proceedings of ICDMAI 2021, Volume 2* 2022. pp. 429-440. doi:10.1007/978-981-16-2937-2\_26
55. De Giovanni P. Blockchain and smart contracts in supply chain management: A game theoretic model. *International Journal of Production Economics*. 2020;228:107855. doi:10.1016/j.ijpe.2020.107855
56. Alhalalmeh M. The impact of supply chain 4.0 technologies on its strategic outcomes. *Uncertain Supply Chain Management*. 2022;10(4):1203-10. doi:10.5267/j.uscm.2022.8.008
57. Fan ZP, Wu XY, Cao BB. Considering the traceability awareness of consumers: should the supply chain adopt the blockchain technology?. *Annals of Operations Research*. 2022:1-24. doi:10.1007/s10479-020-03729-y
58. Dasaklis TK, Voutsinas TG, Tsoulfas GT, Casino F. A systematic literature review of blockchain-enabled supply chain traceability implementations. *Sustainability*. 2022;14(4):2439. doi:10.3390/su14042439
59. Collart AJ, Canales E. How might broad adoption of blockchain-based traceability impact the US fresh produce supply chain?. *Applied Economic Perspectives and Policy*. 2022;44(1):219-36. doi:10.1002/aep.13134
60. Wallbach S, Lehner R, Roethke K, Elbert R, Benlian A. Trust-building effects of Blockchain features—an empirical analysis of immutability, traceability and anonymity. *Twenty-Eighth European Conference on Information Systems (ECIS2020) – A Virtual AIS Conference, 2020*.
61. Anastasiadis F, Manikas I, Apostolidou I, Wahbeh S. The role of traceability in end-to-end circular agri-food supply chains. *Industrial Marketing Management*. 2022;104:196-211. doi:10.1016/j.indmarman.2022.04.021
62. Montecchi M, Plangger K, West DC. Supply chain transparency: A bibliometric review and research agenda. *International Journal of Production Economics*. 2021;238:108152. doi:10.1016/j.ijpe.2021.108152
63. Parast MM. Toward a contingency perspective of organizational and supply chain resilience. *International Journal of Production Economics*. 2022;250:108667. doi:10.1016/j.ijpe.2022.108667
64. Ozdemir D, Sharma M, Dhir A, Daim T. Supply chain resilience during the COVID-19 pandemic. *Technology in Society*. 2022;68:101847. doi:10.1016/j.techsoc.2021.101847
65. Saha E, Rathore P, Parida R, Rana NP. The interplay of emerging technologies in pharmaceutical supply chain performance: An empirical investigation for the rise of Pharma 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*. 2022;181:121768. doi:10.1016/j.techfore.2022.121768
66. Pettit TJ, Croxton KL, Fiksel J. The evolution of

- resilience in supply chain management: a retrospective on ensuring supply chain resilience. *Journal of Business Logistics*. 2019;40(1):56-65. doi:10.1111/jbl.12202
67. Awawdeh H, Abulaila H, Alshanty A, Alzoubi A. Digital entrepreneurship and its impact on digital supply chains: The mediating role of business intelligence applications. *International Journal of Data and Network Science*. 2022;6(1):233-42. doi:10.5267/j.ijdns.2021.9.005
68. Gardner TA, Benzie M, Börner J, Dawkins E, Fick S, Garrett R, et al. Transparency and sustainability in global commodity supply chains. *World Development*. 2019;121:163-77. doi:10.1016/j.worlddev.2018.05.025
69. Bentler PM, Bonett DG. Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological bulletin*. 1980;88(3):588. doi:10.1037/0033-2909.88.3.588
70. Hooper D, Coughlan J, Mullen M. Evaluating model fit: a synthesis of the structural equation modelling literature. In 7th European Conference on research methodology for business and management studies 2008;2008:195-200.
71. Browne MW, Cudeck R. Alternative ways of assessing model fit. *Sociological Methods & Research*. 1992;21(2):230-58. doi:10.1177/0049124192021002005
72. Hu LT, Bentler PM. Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: a Multidisciplinary Journal*. 1999;6(1):1-55. doi:10.1080/10705519909540118
73. Chen PK, He QR, Chu S. Influence of blockchain and smart contracts on partners' trust, visibility, competitiveness, and environmental performance in manufacturing supply chains. *Journal of Business Economics and Management*. 2022;23(4):754-72. doi:10.3846/jbem.2022.16431
74. Hobbs JE. Food supply chain resilience and the COVID-19 pandemic: What have we learned?. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*. 2021;69(2):189-96. doi:10.1111/cjag.12279