

نقش بلاکچین در پیشگیری از تقلب در صنعت داروسازی: تحلیل و بررسی

هانیه سادات فتاح زاده *

دانشجوی دکتری، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

Fattahzadeh.h@gmail.com

خلاصه

هدف: هدف از انجام این پژوهش، رتبه‌بندی شاخص‌های مؤثر در بکارگیری فناوری بلاکچین در بهبود صنایع دارویی، با محوریت شفاف‌سازی و جلوگیری از تقلب می‌باشد.

روش: در این تحقیق آمیخته‌ای از روش فراترکیب و درخت تصمیم‌گیری استفاده شده است. ابزار گردآوری اطلاعات پرسشنامه حاصل از پنل دلفی است. معیارها پس از استخراج با روش درخت تصمیم‌گیری AHP رتبه‌بندی و اوزان‌دهی شد. سپس به کمک روش TOPSIS میزان اهمیت هر کدام از مؤلفه‌های فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین دارویی بدست آمد. در این تحقیق از نرم‌افزار Super Decision استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که از نظر خبرگان معیار «ردیابی و جلوگیری از تقلب در صنایع دارویی» نسبت به معیارهای دیگر از اهمیت بیشتری برخوردار است. این معیار با وزن ۰/۲۹۳ در رتبه اول و معیار «ساده‌سازی معاملات بین المللی» با وزن ۰/۰۶۷ در جایگاه آخر قرار گرفت. در ادامه برای یافتن میزان اهمیت هر کدام از مؤلفه‌های فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین دارویی از روش TOPSIS استفاده شد. یافته‌های این بخش نشان می‌دهد مؤلفه «غیرقابل دستکاری بودن داده‌ها» با ضریب نزدیکی ۰/۶۸۴ در رتبه اول و مؤلفه «ردیابی دارویی» با ضریب نزدیکی ۰/۴۱۰ در رتبه آخر قرار گرفته است.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های پژوهش نتیجه می‌گیریم، به نظر خبرگان معیار «ردیابی و جلوگیری از تقلب در صنایع دارویی» در رتبه اول اوزان‌دهی قرار دارد و از اهمیت به سزایی برخوردار است. از نظر خبرگان زیرمعیار «غیرقابل دستکاری بودن داده‌ها» نیز در رتبه اول قرار دارد. که اینها همه نشان از اهمیت جلوگیری از تقلب و غیرقابل دستکاری بودن داده‌های زنجیره تأمین دارویی دارد. از آنجاکه معیارهای شناسایی شده فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین دارویی دارای اوزان بالایی می‌باشند و فناوری بلاکچین یک تکنولوژی امن و مطمئن برای استفاده در زنجیره تأمین دارویی می‌باشد.

کلمات کلیدی: زنجیره تأمین صنایع دارویی، قابلیت ردیابی، بلاکچین، جلوگیری از تقلب، AHP، TOPSIS

مقدمه

صنایع دارویی در دنیا به دلیل سروکار داشتن با سلامت افراد، یکی از مهمترین صنایع است. اما متأسفانه وجود داروهای تقلبی در بازارهای جهانی سبب به خطر افتادن جان مردم و کاهش سود تولیدکنندگان دارو می‌شود. فرآیند جعل به معنای جعل یک چیز اصلی، با هدف شکستن، سرقت یا تغییر دادن آن به دلیل استفاده غیرقانونی از آن است. درواقع بزرگترین هدف صنعت دارو افزایش سطح کیفیت زندگی مردم است. اما به دلیل عدم نظارت یا وجود مافیای جعل دارو شاهد توزیع جهانی داروهای تقلبی هستیم. داروهایی که می‌توانند جان مردم را نجات دهند، به دلیل کوچک و گران قیمت بودنشان انگیزه افراد سودجو برای دزدیده شدن، جعل و یا قاچاق می‌شوند. از آنجایی که شناسایی داروهای جعلی توسط مصرف‌کنندگان تقریباً غیر ممکن است، لذا ساخت داروهای تقلبی و قاچاق در جهان رو به افزایش است. با این حال داروهای تقلبی تنها یکی از مشکلات عمده صنعت دارو است. شبکه توزیع دارو بسیار پیچیده است به طوری که یک محصول گاهی تا ۱۰ دست در بازار چرخیده و به دست مشتری می‌رسد. این مسئله علاوه بر اینکه امکان جعل و تقلب را افزایش می‌دهد، باعث افزایش هزینه‌های فرآیند نیز می‌شود و لذا قیمت محصولات دارویی را برای مشتریان افزایش می‌دهد.

جعل دارو علاوه بر ایجاد مشکلاتی در بخش‌های مختلف تولیدی که سبب ضرر سود برای شرکت داروسازی و تهدیدی جدی در پزشکی است. طبق گزارش اتاق بازرگانی بین المللی ژنو، فروش سالانه محصولات تقلبی در جهان ۶۵۰ میلیارد دلار است (Burujwale et al, 2022).

Al Barazanchi و همکارانش (۲۰۲۲) معتقداند وجود تقلب در مسائل مربوط به تولید و انتشار و سرقت‌ها باعث بدبختی‌های درآمدی چند میلیارد دلاری برای تولیدکنندگان دارو در جهان می‌شود و تهدیدی جدی برای سلامتی است.

صنعت دارویی و غذایی به دلیل ارتباط مستقیم با سلامتی مردم، یکی از مهمترین صنایع کشورهاست. بدین ترتیب دولت‌ها درصدد بهبود و تسریع در زنجیره دارویی و غذایی خود هستند. زنجیره دارویی غذایی سنتی به دلیل غیرشفاف بودن بستری مناسب برای سوءاستفاده افراد سودجوست. چراکه در زنجیره سنتی، دلالتان دارویی و غذایی، اطلاعات درج شده بر روی داروها و مواد غذایی را دستکاری کرده و گاهی با تأخیر در انتقال به مراکز توزیع، سبب منقضی شدن آنها می‌شوند. و حتی ممکن است به دلیل عدم رعایت در نگهداری در دمای مناسب، سبب فساد دارویی و غذایی بشوند. که این موارد همگی سبب به خطر افتادن جان مردم خواهد شد. بیشترین چالش پیش روی این صنعت، وجود داروهای تقلبی و مسائل عملیاتی می‌باشد. در نظرسنجی سازمان جهانی بهداشت (WHO) در سال ۲۰۱۰، تخمین زده شد که سالانه بیش از ۱ میلیون مرگ به دلیل داروهای تقلبی وجود دارد. WHO تخمین زده است که ۹۰ درصد داروهای خریداری شده به صورت آنلاین از کشوری نبودند که وب سایت‌ها ادعا می‌کردند از آن کشور هستند (Bali et al, 2021). اغلب کیفیت داروهای تقلبی پایین و خطرناک است. یکی از اصلی‌ترین نتایج منفی آن، مرگ و میر بالاست. جعل داروها درآمدهای مالیاتی دولت و شرکت‌های داروسازی را کاهش می‌دهد و خطرات جدی برای سلامتی انسان‌ها به همراه دارد. سازمان بهداشت جهانی (WHO) تخمین می‌زند که داروهای تقلبی ۱۵ درصد از بازار جهانی دارو را تشکیل می‌دهند (QUZMAR et al, 2022).

از هر ده دارویی که در کشورهای کم‌توسعه یافته تولید می‌شود، یک دارو تقلبی بوده و عوارض جانبی جدی بر زندگی انسان‌ها دارد. از طرفی مشکلاتی هم برای تولیدکنندگان دارو وجود دارد. از جمله توزیع داروهای تقلبی که سبب عدم تشخیص داروی اصلی با داروی تقلبی یا احتکار بی‌رویه در بازار که سبب افزایش قیمت دارو توسط افراد سودجو می‌شود. این مشکلات ناشی از وجود زنجیره سنتی دارویی و عدم نظارت مسئولین می‌باشد. افزایش فروش در داروخانه‌های آنلاین، ایمنی و امنیت فرآیند زنجیره تأمین دارو را پیچیده‌تر کرده است. در زنجیره تأمین غذایی نیز به دلیل طی مسافت طولانی تولید تا توزیع غذا که گاهی از کشوری به کشور دیگر نیز انجام می‌شود، مشکلات دستکاری و کاهش کیفیت مواد غذایی

نمایان است. روش‌های سنتی مبتنی بر کاغذ، معمولاً قابل دستکاری و یا همراه با خطاست. همه این عوامل دست به دست هم می‌دهند و جان مردم را به خطر می‌اندازند. فرآیند زنجیره تأمین فرآیندی است که از فرآیند تولید تا توزیع به مصرف-کنندگان رخ می‌دهد. بخشی که اغلب نادیده گرفته می‌شود مدیریت نگهداری دارو در داروخانه‌های صنعتی، توزیع‌کنندگان، بیمارستان‌ها یا داروخانه‌ها است. با استفاده از فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین، نظارت بر وضعیت داروها آسان شده است. عرضه دارو از ابتدای تولید تا رسیدن به دست مصرف‌کنندگان، اعتماد مصرف‌کنندگان را نسبت به کیفیت داروهای موجود در بازار افزایش می‌دهد (Meyliana et al, 2021).

اولین قدم در حل داروهای تقلبی، شناخت این مشکل از سوی تولیدکنندگان و دولت‌ها و جستجوی راهکارهای عملی برای محدود کردن این مشکل است. پس از بررسی و پیگیری روش‌های مورد استفاده توسط جعل‌کنندگان دارو، مشخص شد که علت اصلی جعل دارو عدم وجود سیستم‌های مطمئن در زنجیره تأمین دارو است. سیستمی که فرآیندهای تولید، حمل و نقل و عرضه دارو را زیر نظر بگیرد و تحویل دارو به مصرف‌کننده را به روشی مطمئن تضمین کند. وجود چنین سیستمی، انگیزه جعل‌کنندگان را برای ادامه این اعمال غیرقانونی که به کل جامعه آسیب می‌رساند، خنثی می‌کند. قابل ذکر است تاکنون مکانیسم‌های ضد جعل متعددی برای زنجیره تأمین دارویی پیشنهاد شده است، اما متأسفانه یا کارآمد نبوده و یا کمک ثابت شده‌ای در حل این مشکلات نداشته‌اند (QUZMAR et al, 2022). با ورود فناوری بلاکچین به صنایع دارویی کشور، ردیابی مواد غذایی و کسب مزیت رقابتی در این صنعت بهبود می‌یابد. با جمع‌بندی نتایج تجزیه و تحلیل مقالات در این زمینه، نتیجه می‌گیریم که فناوری بلاکچین پتانسیل بسیار بالایی برای زنجیره تأمین دارد (Teodorescu & Korchagina, 2021).

با توجه به مشکلات ذکر شده درخصوص تقلب دارویی، وجود اقدام جدی دولت‌ها به منظور ایجاد بستری مناسب و امن در زنجیره تأمین دارویی ضروری است. لذا نظر به اهمیت موضوع تقلب، در پژوهش حاضر تلاش شده است که با استفاده از شاخص‌های مهم و مؤثر بلاکچین که از پیش در مقاله‌ای مجزا شناسایی شده است، اوزان‌بندی و اولویت‌بندی صورت پذیرد. بدین ترتیب اهمیت معیار تقلب از نظر خبرگان را در صنایع دارویی مشخص و اوزان‌بندی و شدت اثر این شاخص‌ها با استفاده از روش ترکیبی AHP-TOPSIS تعیین می‌شود. لذا هدف از انجام این پژوهش، تعیین شدت اثر شاخص‌های مؤثر بلاکچین در صنایع دارویی و همچنین توسعه کاربرد بلاکچین در صنایع دارویی و شناسایی روابط بین شاخص‌های مؤثر بلاکچین در این حوزه می‌باشد.

پیشینه پژوهش

در این قسمت، پیشینه پژوهش درباره نقش بلاکچین در حوزه صنایع دارویی مورد بررسی قرار می‌گیرد. محمداسماعیل و فتاح زاده (۱۴۰۰)، در پژوهشی به روش فراترکیب، شاخص‌های مؤثر فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین دارویی را شناسایی کردند. ۶ شاخص اصلی بدست آمده عبارتند از: قراردادهای هوشمند، ساده‌سازی معاملات بین‌المللی، شناسایی، هماهنگی زنجیره تأمین، ردیابی و جلوگیری از تقلب در صنایع دارویی، ذخیره دائمی و ایمن اطلاعات و متعادل-سازی فرایند قیمت‌گذاری و کاهش هزینه‌ها. از نظر پژوهشگران، فناوری بلاکچین به دلیل داشتن مزایای قابلیت ردیابی دارویی، شفافیت، ذخیره دائمی و امن اطلاعات، حذف واسطه‌ها، کاهش هزینه و غیرقابل تغییر بودن اطلاعات بهترین گزینه برای استفاده در زنجیره تأمین دارویی می‌باشد.

رضایی و بابازاده (۱۳۹۹)، به بررسی تأثیر شدت شاخص‌های بلاکچین در صنایع غذایی پرداخته‌اند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد شاخص قابلیت ردیابی و جلوگیری از تقلب مؤثرترین شاخص می‌باشد و شاخص جلوگیری از ضایعات غذایی، بیشترین

تعامل را با دیگر شاخص‌ها دارد. او معتقد است وجود یک سیستم ردیابی مطمئن در صنایع غذایی می‌تواند سبب بهبود کارایی این حوزه شود.

Burujwale و همکارانش (۲۰۲۲)، برای شناسایی داروهای جعلی، یک سیستم ردیابی دارو به کمک فناوری بلاکچین را پیشنهاد دادند. آنها معتقدند سیستم پیشنهادیشان قادر به تشخیص داروهای غیراستاندارد و غیرعادی از شرکت سازنده تا دست بیمار است. و می‌توان داروهای معیوب و تاریخ مصرف گذشته موجود در بازار را با استفاده از گوشی‌های هوشمند با اسکن کد QR (پاسخ سریع) تأیید کرد. در پایان پژوهش به این نتیجه می‌رسند که امنیت بلاکچین می‌تواند سیستم را شفاف‌تر و قابل‌اعتمادتر کند.

Prashar و همکاران (۲۰۲۰)، فناوری بلاکچین را به دلیل ساختار غیرمتمرکز و حذف واسطه‌ها تکنولوژی امنی برای استفاده در زنجیره تأمین مواد غذایی می‌باشد.

Tijan و همکاران (۲۰۱۹)، به پتانسیل عظیم بلاکچین اشاره کرده و معتقداند این فناوری از هزینه‌های اضافی و خطاهای انسانی می‌کاهد و می‌تواند بستری برای عملیات تجاری ایمن فراهم کند.

Dwivedi و همکارانش (۲۰۲۰)، در مدیریت زنجیره تأمین (SCM) زمانی که محصولات حساس را از یک نهاد به موجودیت بعدی منتقل می‌شود تا به دست کاربران نهایی برسد، جلوگیری از آسیب‌های محصول بسیار ضروری است. از جمله مشکلات زنجیره تأمین سنتی دارو را دستکاری محصولات، تأخیر، تقلب و همچنین فاقد احراز هویت مناسب بین شرکت‌کنندگان، مدیریت داده‌ها و همچنین یکپارچگی داده‌ها می‌دانند. مکانیسم بلاکچین به دلیل ویژگی‌های مهم از جمله تمرکززدایی، شفافیت، محیط بدون اعتماد، ناشناس بودن و تغییرناپذیری قادر به حل مسائل فوق است. آنها در مقاله خود نحوه ترکیب مکانیسم زنجیره بلوکی با سیستم زنجیره تأمین دارویی سنتی را توصیف، و برای دستیابی به یک سیستم SCM بهتر، یک طرح مبتنی بر بلاکچین برای به اشتراک‌گذاری امن اطلاعات در سیستم زنجیره تأمین دارویی با قراردادهای هوشمند و مکانیزم اجماع ارائه می‌دهند. طرح پیشنهادی همچنین مکانیزمی را برای توزیع کلیدهای رمزنگاری مورد نیاز برای همه شرکت‌کنندگان با استفاده از تکنیک قرارداد هوشمند فراهم می‌کند. علاوه بر این، آنها پروتکل‌های اعتبارسنجی تراکنش و بلوک را طراحی، و با تجزیه و تحلیل امنیتی تضمین می‌کنند که پروتکل طراحی شده قوی است و از نظر محاسبات و هزینه‌های ارتباطی به عملکرد معقولی دست می‌یابد.

Hastig و همکارش (۲۰۲۰)، اقدام به پیاده‌سازی سیستم‌های ردیابی در دو صنعت بسیار متفاوت - معدن کبالت و داروسازی - کردند. و الزامات تجاری و عوامل موفقیت حیاتی برای پیاده‌سازی را ارائه می‌دهند. آنها نتایج استفاده از بلاکچین را در رابطه با نیازهای ذینفعان مختلف مانند تأمین‌کنندگان، مصرف‌کنندگان و تنظیم‌کننده‌ها ارائه می‌دهند. همچنین معتقداند الزامات تجاری برای سیستم‌های ردیابی، مهار اقدامات غیرقانونی است. استفاده از فناوری بلاکچین در بهبود عملکرد پایداری؛ افزایش بهره‌وری عملیاتی؛ افزایش هماهنگی زنجیره تأمین؛ و سنجش روندهای بازار عوامل حیاتی موفقیت برای پیاده‌سازی، سبب افزایش قابلیت‌های شرکت‌ها می‌شوند.

Dutta و همکارش (۲۰۲۰)، فناوری بلاکچین به خاطر ویژگی‌های منحصر به فرد از جمله ساختار غیرمتمرکز، یادداشت‌های توزیع‌شده و مکانیزم ذخیره‌سازی، الگوریتم اجماع، قرارداد هوشمند و رمزنگاری نامتقارن برای اطمینان از امنیت شبکه، شفافیت، پتانسیل بسیار زیادی برای تبدیل عملکردهای زنجیره تأمین (SC) از منشأ SC، مهندسی مجدد فرآیند کسب و کار تا ارتقای امنیت دارد. آنها در استفاده از یکپارچه‌سازی بلاکچین در عملیات SC با بررسی ۱۷۸ مقاله در این زمینه متوجه شدند که استفاده از فناوری بلاکچین در بخش‌های صنعتی مانند حمل و نقل، تولید، خودرو، حمل و نقل

هوایی، مالی، فناوری، انرژی، مراقبت‌های بهداشتی، کشاورزی و غذا، تجارت الکترونیک و آموزش و ... می‌تواند به موفقیت در کسب و کار بینجامد.

Badhotiya و همکارانش (2021)، به تشریح چالش‌های صنعت داروسازی می‌پردازند، آنها معتقداند بیشترین چالش پیش روی این صنعت، داروهای تقلبی و مسائل عملیاتی می‌باشد. دخالت زنجیره سرد برای واکسن، دارو و غیره نیز بر لجستیک و حمل و نقل ایمن تأثیر می‌گذارد. چالشی که باید به آن پرداخته شود، الزام ردیابی اصالت محصول از شروع تولید تا نقطه مصرف برای جلوگیری از ضررهای مالی بیشتر است. آنها در پژوهش خود به بررسی و ارزیابی بلاکچین به منظور ادغام در مدل زنجیره تأمین دارو برای ثبت تراکنش‌ها بین طرفین جهت افزایش اعتماد و شفافیت را پیشنهاد می‌کنند.

Tönnissen و Teuteberg (۲۰۲۰) در مقاله خود، از یک تحلیل موردی چندگانه برای توسعه یک مدل توضیحی برای تعامل بازیگران در یک زنجیره تأمین از فناوری بلاکچین استفاده می‌کنند. آنها نشان می‌دهند که بلاکچین می‌تواند چه وظایف واسطه‌ای را جایگزین کند و چه تأثیری بر منطق صنعت خواهد داشت. یافته‌های این مقاله شامل (۱) بینش‌هایی در مورد تأثیر فناوری بلاکچین بر صنعت لجستیک و (۲) تأثیر فناوری بلاکچین بر مدل‌های تجاری است.

Uddin (2021)، در مقاله خود به تهدید جدی داروهای تقلبی در صنعت داروسازی اشاره می‌کند. سازمان جهانی بهداشت (WHO) تأکید می‌کند که نزدیک به ۱۰۳۵ درصد داروها، یعنی از هر ده دارویی که در کشورهای کمتر توسعه یافته تولید می‌شود، یک دارو تقلبی بوده و عوارض جانبی جدی بر زندگی انسان‌ها دارد. افزایش فروش در داروخانه‌های آنلاین، ایمنی و امنیت فرآیند زنجیره تأمین دارو را پیچیده تر کرده است. او در مقاله خود، سیستمی با قابلیت ردیابی جدید به کمک پلتفرم بلاکچین را پیشنهاد می‌دهد که در آن از کدهای زنجیره‌ای (قراردادهای هوشمند) استفاده می‌شود. این سیستم به اجرای مؤثر و ایمن تراکنش‌های زنجیره تأمین دارو در یک شبکه توزیع شده با مجوز خصوصی از سهامداران مختلف دارویی کمک می‌کند. در این روش واسطه‌ها کاهش می‌یابند، سوابق تراکنش‌ها فراهم می‌شود، کارایی و ایمنی را با یکپارچگی، قابلیت اطمینان و امنیت بالا افزایش می‌دهد که احتمال دخالت در داده‌های ذخیره شده را کاهش می‌دهد. کدهای زنجیره‌ای با استفاده از نمودارهای توالی طراحی، کدگذاری و پیاده‌سازی می‌شوند تا تعامل بین سهامداران شرکت کننده در اکوسیستم زنجیره تأمین دارو را کنترل کنند. سیستم پیشنهادی به کمک بلاکچین به طور دائم تمام فعالیت‌ها، رویدادها و تراکنش‌ها را با حداکثر شفافیت و قابلیت ردیابی، ذخیره و ثبت می‌کند.

Akhtar و Rizvi (۲۰۲۰)، نیز به قابلیت‌های استفاده از بلاکچین در زنجیره تأمین دارویی اشاره می‌کنند. آنها نتایج ادغام بلاکچین در زنجیره تأمین دارویی را چنین تشریح می‌کنند که بلاکچین فناوری است که تاریخ را با حفظ ترکیبی از کنسرسیوم یا اجماع بر روی شبکه بین تمام گره‌ها برای داده‌های تاریخی را حفظ و تغییرناپذیری را تضمین می‌کند. معماری مختلف بلاکچین انواع مختلفی از انعطاف پذیری و قابلیت استفاده را ممکن می‌سازد. ردیابی محصولات دارویی برای اطمینان از حفظ تاریخ ضروری است. از آنجا که تائکون داروهای تقلبی از هیچ فناوری دیگری ردیابی نمی‌شدند، در حال ورود به منابع اصلی در کشورها هستند که این مسئله بزرگی در بازار است. آنها این مشکل را با یادداشت هر تراکنش در یک دفتر کل توزیع شده تغییرناپذیر به عنوان معماری بلاکچین حل می‌کنند که قابل تغییر نیست. هر زمان که مالک داروها تغییر می‌کند، دو مورد ثبت می‌شود، اول نشان دهنده مالک پیشین و دومی مالک فعلی است.

Fekih و Lahami (۲۰۲۰)، چندین مورد استفاده در سطح پیشرفته فن آوری بلاکچین را شناسایی کرده‌اند، به عنوان مثال برای به اشتراک گذاشتن پرونده‌های الکترونیکی پزشکی، برای نظارت از راه دور بر بیماران، در زنجیره تأمین دارو و غیره.



Panda و Satapathy (۲۰۲۱)، به معضلاتی که ذینفعان و مصرف کنندگان دارو به خاطر نبود مکانیزم مناسب ردیابی و احراز هویت داروها، وجود دارد اشاره می کنند. این معضلات مربوط به هماهنگی، مدیریت موجودی، وابستگی به منابع انسانی، مدیریت سفارش، مدیریت انبار، انقضای داده های دارو و غیره است. به همین ترتیب، مصرف کننده در مورد اصالت دارو مشکوک است. زنجیره های تأمین پزشکی فعلی متمرکز هستند. یک زنجیره تأمین پزشکی متمرکز معمولاً برای نگهداری خسته کننده و پرهزینه است و ویژگی های کافی برای تجزیه و تحلیل بازارها را ارائه نمی دهد. مهمتر از همه، فقط یک گواهی برای اثبات اصالت یک دارو علامت گذاری می کند. با این حال، با استفاده از یک پلت فرم بلاکچین، مشکلات زنجیره تأمین پزشکی را می توان به طور مؤثر حل کرد. ویژگی کلیدی این زنجیره تأمین پزشکی مبتنی بر بلاکچین این است که سیستم تمام تاریخچه انتقال دارو را ذخیره می کند. اول، یک شرکت دارویی مجاز به ثبت دارو است. پس از تولید یک داروی ثبت شده، یک مدیر دسته ای جزئیات آن را در شبکه پلتفرم آپلود می کند. از این پس، هر گونه مبادله بیشتر این دسته نیاز به تأیید فرستنده و گیرنده دارد. تنها پس از اتمام موفقیت آمیز این روش، تبادل رخ می دهد. یک تراکنش مبادله مربوطه به طور دائم در شبکه ذخیره می شود. این توالی سیستم را طوری شکل می دهد که از یک نظم سیستماتیک پیروی کند و امکان کلاهبرداری شخص سوم را از بین می برد. در نهایت، ما یک DApp (برنامه غیرمتمرکز) برای ردیابی زنجیره تأمین پزشکی می سازیم. یک زنجیره تأمین پزشکی که بر روی بلاکچین ساخته شده است، تغییر ناپذیری، شفافیت، اتوماسیون و یکپارچگی را فراهم می کند.

Rayan و Zubair (۲۰۲۱)، به سوءاستفاده و تقلب از داروها در زنجیره تأمین دارو در سراسر جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه اشاره می کنند. زمانی که محصولی هویت یا شناسه جعلی داشته باشد، داروی تقلبی محسوب می شود. دلایل اصلی تقلبی بودن داروها در یک زنجیره تأمین داروی معیوب، پیچیدگی ردیابی داروها، فقدان شفافیت، یا مبادله داده های محدود یا نامربوط بین همه نهادها در طول معاملات است. داروهای تقلبی هم بر سلامت بیماران و هم بر وضعیت اقتصادی تولیدکنندگان واقعی تأثیر منفی می گذارد. از آنجا که فناوری بلاکچین از امضای دیجیتال استفاده می کند، در آن هر بلوک دارای یک شناسه رمزنگاری منحصربه فرد است که مدیریت قوی بر مالکیت را تضمین می کند. بلاکچین یکپارچه اینترنت اشیا (IoT) یک دفتر کل توزیع شده با شایستگی (DLT) است که یک ثبت کاملاً تغییرناپذیر از داده های مربوط به تراکنش ها را حفظ می کند و از جعل جلوگیری می کند و بخاطر ویژگی شفافیت، برای همه طرف ها قابل دسترسی است. اتخاذ این چارچوب مدیریت داروها را در زنجیره تأمین دارو بهبود می بخشد و از این رو خدمات مراقبت های بهداشتی بهتری ارائه می دهد.

Arora و همکارانش (۲۰۲۱) در مقاله خود چنین می نویسند که قدرت یک بلاکچین در سه رکن آن یعنی تمرکززدایی، تغییرناپذیری و شفافیت نهفته است. تمام ذینفعانی که می توانند در تولید و توزیع دارو مشارکت داشته باشند به شرح زیر است: تولیدکنندگان، ارائه دهندگان خدمات لجستیک، بیمارستان/داروخانه، بیمار، تأمین کننده، حمل و نقل، عمده فروش و توزیع کننده. انگیزه اصلی استفاده از بلاکچین، از بین بردن تمام حفره هایی است که صنعت فعلی دارو دارد، مانند داروهای تقلبی، احتکار دارو، داروهای تاریخ مصرف گذشته و سلامت دارو.

Clauson و همکاران (۲۰۱۸)، به الزامات کلیدی فناوری ها در تأمین امنیت زنجیره تأمین دارویی اشاره می کنند. که عبارتند از: شناسایی، ردیابی، تأیید، تشخیص و پاسخ به داروهای غیراستاندارد و همچنین اطلاع از شناسایی داروهای غیراستاندارد و تقلبی و توانایی ذخیره اطلاعات مربوطه از جمله تأیید و اطلاعات محصول می باشد.

محققان قبلاً به روش فراترکیب شاخص های مؤثر این فناوری را استخراج کرده اند. شاخص های مؤثر فناوری بلاکچین عبارتند از: قرارداد هوشمند، ساده سازی معاملات بین المللی، هماهنگی زنجیره تأمین، جلوگیری از تقلب در صنایع دارویی، ذخیره

دائمی و ایمن اطلاعات و متعادل سازی فرایند قیمت گذاری و کاهش هزینه ها. سپس پرسشنامه ها به روش AHP که یک روش درخت تصمیم گیری است برای اوزان دهی و رتبه بندی مورد تصمیم گیری قرار می گیرد.

روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر کیفی-توصیفی و بر حسب هدف کاربردی می باشد. نوع روش پژوهش اکتشافی است. از روش آمیخته ترکیبی استفاده شده است که متشکل از دو بخش استفاده از یافته های فراترکیب و روش AHP-Topsis است. به منظور تحلیل داده های بخش AHP-Topsis از نرم افزار Super Decision استفاده شد. به دلیل وجود معیارهای مشخص و قطعی در این پژوهش، روش AHP-Topsis انتخاب شد. از آنجا که در معیارهای غیرقطعی از روش فازی و در زمانی که به دنبال علت و معلول یا همان تأثیرگذار و تأثیرپذیر باشیم از روش دیمتل استفاده می شود، این دو روش رد شد. AHP بهترین روش برای سنجش وزن معیارها و Topsis نیز بهترین روش برای یافتن میزان اهمیت هر کدام از معیارها می باشد که مورد استفاده قرار گرفت. تکنیک تاپسیس (Topsis) یکی از روش های تصمیم گیری چند معیاره است که برای رتبه بندی و مقایسه گزینه های مختلف و انتخاب بهترین گزینه و تعیین فواصل بین گزینه ها استفاده می شود. بر اساس این روش، راه حل ایده آل و غیرایده آل یافت می شود. راه حل ایده آل، راه حلی است که بیشترین سود و کمترین هزینه را داشته باشد، در حالی که راه حل غیرایده آل، راه حلی است که بالاترین هزینه و کمترین سود را داشته باشد. ابزار گردآوری داده ها، پرسشنامه حاصل از روش فراترکیب می باشد که در اختیار ۲۰ نفر از خبرگان قرار گرفت. ۵ نفر از این افراد در رشته های مربوط به زنجیره تأمین دارویی و ۵ نفر دیگر در زمینه زنجیره مواد غذایی تخصص داشتند.

یافته ها

در این بخش به تجزیه و تحلیل داده های حاصل از پرسشنامه ها پرداخته شده است. در ابتدا نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی بررسی و پس از ادغام پرسشنامه های مقایسه زوجی، وزن ابعاد اصلی به روش تکنیک AHP محاسبه و در ادامه به کمک روش Topsis مؤلفه های فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین دارویی و غذایی رتبه بندی می شوند.

تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یک روش تصمیم گیر است که تصمیم گیرنده (یا گروه تصمیم گیری) را قادر می سازد تا مسأله مورد نظر خود را شکل داده و بر اساس ساختار حاصله، مقایساتی را جهت تعیین اولویت گزینه های مطرح در تصمیم گیری انجام دهد. فرایند (AHP) مستلزم مقایسات زوجی است و تصمیم گیرنده کار خود را با ترسیم سلسله مراتب کلی تصمیم خود شروع می کند، سلسله مراتب عوامل و گزینه های مختلفی که در تصمیم باید در نظر گرفته شود را مشخص می کند. سپس مقایسه های زوجی صورت می گیرد که به تعیین و ارزیابی عوامل منتهی می شود. در این روش گزینه ای که بیشترین ارزش وزنی را کسب نماید به عنوان بهترین گزینه انتخاب می شود. از جمله مهمترین مزایای این روش استفاده از آن در تصمیم گیری با معیارهای کیفی می باشد. مزیت دیگر این روش ساختار دادن به مسأله تصمیم گیری با تشکیل سلسله مراتب می باشد. طبقه بندی معیارها از بالا به پایین درخت باعث می شود تا مسائل پیچیده به صورت سیستماتیک توسط AHP مورد بررسی قرار گیرد. هم اکنون کاربرد AHP بیشتر در تصمیم گیری سیستم های اقتصادی-اجتماعی از تخصیص منابع، ارزیابی عملکرد، تعیین توالی کار و سایر موارد می باشد. این روش یک روش تصمیم گیری است که تصمیم گیرنده را قادر می سازد تا مسأله مورد نظر را شکل داده و بر اساس ساختار حاصله، مقایساتی را جهت تعیین اولویت گزینه های مطرح در تصمیم گیری انجام دهد. این تکنیک برای اولین بار در سال ۱۹۸۰ توسط توماس ساعتی مطرح شد. از مزایای دیگر این

روش، استفاده از آن در تصمیم‌گیری با معیارهای کیفی می‌باشد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروفترین فنون تصمیم‌گیری چند معیاره است که اولین بار توسط توماس ال. ساعتی عراقی الاصل در دهه ۱۹۷۰ ابداع شد (ایزد بخش و همکاران، ۱۳۸۸). فرایند تحلیل سلسله مراتبی منعکس‌کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است. این تکنیک، مسائل پیچیده را بر اساس آثار متقابل آنها مورد بررسی قرار می‌دهد و آنها را به شکلی ساده تبدیل کرده و به حل آن می‌پردازد (زبردست، ۱۳۸۰).

فرایند تحلیل سلسله مراتبی در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه و معیار تصمیم‌گیری روبروست می‌تواند استفاده شود. معیارهای مطرح شده می‌تواند کمی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم‌گیرنده با فراهم ساختن درخت سلسله مراتب تصمیم‌گیری کار تحلیل را شروع می‌کند. در سطح صفر هدف تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد و در سطح اول شاخص‌ها (معیارها) و در سطح دوم نیز گزینه‌ها جهت اولویت‌بندی قرار دارند که ممکن است با توجه به نوع مسأله تعداد سطوح معیارهای اصلی و فرعی بیشتر باشد.

الگوریتم AHP

برای انجام روش تحلیل سلسله مراتبی از الگوریتم زیر پیروی می‌کنیم:

(الف) به‌هنگارکردن ماتریس مقایسات زوجی

(ب) به دست آوردن میانگین حسابی هر سطر ماتریس به‌هنگارشده‌ی مقایسات زوجی (که به آن وزن‌های نسبی گفته می‌شود)

(ج) ضرب وزن‌های نسبی شاخص‌ها در میانگین حسابی گزینه‌ها

(د) رتبه‌بندی کردن گزینه‌ها

بعد از این مرحله، نرخ ناسازگاری محاسبه می‌شود. در اینجا، IRI (شاخص ناسازگاری تصادفی) می‌باشد.

تحلیل پرسشنامه‌ها

در روش AHP مقایسه زوجی بین معیارها انجام می‌گیرد و به کمک نرم‌افزار Expert choice پرسشنامه‌های مقایسه زوجی تحلیل و نرخ ناسازگاری آن‌ها تعیین می‌شود. چنانچه نرخ سازگاری مقایسات کمتر از ۰/۱ باشد مقایسه‌های زوجی انجام گرفته شده، قابل قبول می‌باشد. در نهایت مقایسات زوجی سازگار به کمک نرم‌افزار ادغام و رتبه‌بندی معیارهای اصلی و زیرمؤلفه‌های هر کدام مشخص می‌شود. بدین منظور ابتدا داده‌های مقایسه زوجی جهت سنجش ناسازگاری وارد نرم‌افزار Expert choice شد و مقایسات زوجی که توسط نرم‌افزار سازگار تشخیص داده شد (نرخ ناسازگاری مقایسات کمتر از ۰/۱ باشد) با یکدیگر ادغام شدند. در جدول زیر ماتریس مقایسه زوجی ادغام شده خبرگان گزارش شده است.

جدول ۱: ماتریس مقایسه زوجی ادغام شده نظرات خبرگان

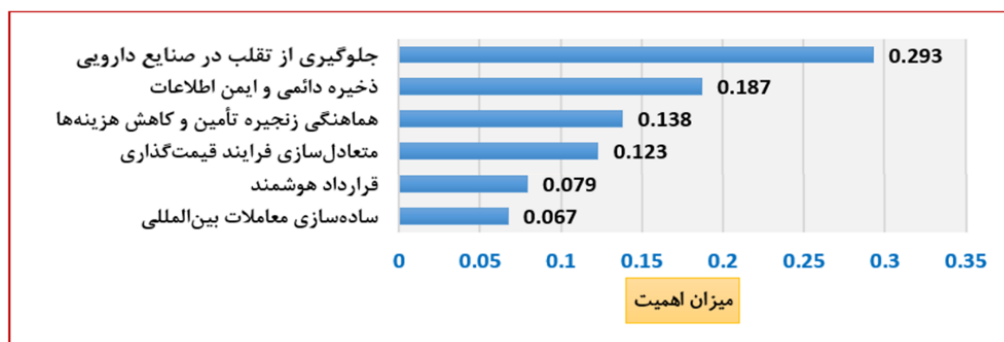
شاخص‌های بدست آمده به کمک پیشینه پژوهش	قرارداد هوشمند	ساده‌سازی معاملات بین‌المللی	هماهنگی زنجیره تأمین و کاهش هزینه‌ها	ردیابی و جلوگیری از تقلب در صنایع دارویی	ذخیره دائمی و ایمن اطلاعات	تبادل سازی فرایند قیمت‌گذاری
قرارداد هوشمند	۱.۶۸	۱.۶۹	۲.۸۰	۲.۸۸	۱.۳۱	

۲.۲۹	۲.۸۲	۴.۶۸	۲.۰۴		ساده سازی معاملات بین المللی
۱.۱۹	۱.۲۹	۲.۶۰			هماهنگی زنجیره تأمین و کاهش هزینه ها
۱.۹۸	۱.۸۰				جلوگیری از تقلب در صنایع دارویی
۲.۱۱					ذخیره دائمی و ایمن اطلاعات
					متعادل سازی فرایند قیمت گذاری
نرخ ناسازگاری: ۰/۰۴					

در ماتریس فوق اعداد مشکی نشانه ارجحیت معیارسطر بر معیارستون و اعداد قرمز نشانه ارجحیت ستون بر سطر است. نرخ ناسازگاری مقایسات برابر با ۰/۰۴ که کمتر از ۰/۱ است بنابراین نتایج مقایسه زوجی سازگار و رتبه بندی معتبر می باشد.

در نمودار زیر رتبه بندی معیارها به روش AHP توسط نرم افزار Super Decision محاسبه شده است.

در شکل زیر معیارها به ترتیب وزن AHP رتبه بندی شده اند:



شکل ۱: نتایج رتبه بندی معیارها

یافته در شکل ۱ نشان می دهد که معیار «جلوگیری از تقلب در صنایع دارویی» با وزن ۰/۲۹۳ در رتبه اول و معیار «ساده سازی معاملات بین المللی» با وزن ۰/۰۶۷ در جایگاه آخر قرار گرفته است.

جدول ۲. رتبه بندی شاخص های پیشنهادی در استفاده از بلاکچین در زنجیره تأمین دارویی بر اساس نظر خبرگان

وزن	رتبه	شاخص
۰.۲۹۳	۱	جلوگیری از تقلب در صنایع دارویی
۰.۱۸۷	۲	ذخیره دائمی و ایمن اطلاعات
۰.۱۳۸	۳	هماهنگی زنجیره تأمین و کاهش هزینه ها
۰.۱۲۳	۴	متعادل سازی فرایند قیمت گذاری
۰.۰۷۹	۶	قرارداد هوشمند
۰.۰۶۷	۷	ساده سازی معاملات بین المللی

تکنیک تاپسیس

تکنیک Topsis یا اولویت‌بندی بر اساس شباهت به راه حل ایده‌آل، یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که اولین بار در سال ۱۹۸۱ توسط ونگ و یون معرفی شد. از این تکنیک می‌توان برای رتبه‌بندی و مقایسه گزینه‌های مختلف و انتخاب بهترین گزینه و تعیین فواصل بین گزینه‌ها استفاده نمود.

از جمله مزایای این روش این است که می‌توان به شکل ترکیبی از شاخص‌های منفی و مثبت در این تکنیک استفاده نمود. بر اساس این روش، بهترین گزینه یا راه‌حل، نزدیک‌ترین راه‌حل به راه‌حل یا گزینه ایده‌آل و دورترین از راه‌حل غیرایده‌آل است. راه‌حل ایده‌آل، راه‌حلی است که بیشترین سود و کمترین هزینه را داشته باشد، در حالی که راه‌حل غیرایده‌آل، راه‌حلی است که بالاترین هزینه و کمترین سود را داشته باشد. درواقع، راه‌حل ایده‌آل از مجموع مقادیر حداکثر هر یک از معیارها به دست می‌آید، در حالی که راه‌حل غیرایده‌آل از مجموع پایین‌ترین مقادیر هر یک از معیارها حاصل می‌شود. در ادامه ضریب نزدیکی هر گزینه بر اساس فواصل از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی محاسبه می‌شود در نهایت گزینه‌های موجود بر اساس ترتیب نزولی ضرایب نزدیکی رتبه‌بندی می‌شوند. زیر بنای تئوریک روش تاپسیس در مطالعاتی همچون سیمونوویکا و ورماب (۲۰۰۸)، تسو (۲۰۰۸)، وانگ و همکاران (۲۰۰۷) و اصغر پور (۱۳۷۷) ارائه شده است.

فرآیند تاپسیس شامل مراحل زیر است:

گام ۱) ایجاد یک ماتریس تصمیم‌گیری برای رتبه‌بندی. شامل m گزینه و n معیار.

گام ۲) نرمال نمودن ماتریس تصمیم‌گیری است.

گام ۳) تشکیل ماتریس بی‌مقیاس موزون

گام ۴) تعیین راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی

گام ۵) بدست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده‌آل‌های مثبت و منفی

گام ۶) تعیین ضریب نزدیکی برای هر یک از گزینه‌ها

گام ۷) رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس ضریب نزدیکی

رتبه‌بندی مؤلفه‌های «جلوگیری از تقلب در صنایع دارویی»:

گام اول) ایجاد یک ماتریس تصمیم‌گیری برای رتبه‌بندی شامل m گزینه و n معیار.

در این مرحله ماتریسی رسم خواهد شد که در سطر آن گزینه‌ها و در ستون آن شاخص‌ها و در سطر پایانی وزن هریک از شاخص‌ها آورده می‌شود و در تلاقی سطر و ستون، میزان اهمیتی که هر پاسخگو برای هر کدام از گزینه‌ها با توجه به شاخص مربوطه قائل شده است، آورده می‌شود.

جدول ۳: ماتریس تصمیم‌گیری مؤلفه‌های «جلوگیری از تقلب در صنایع دارویی»

مؤلفه‌ها نظر خبره‌ها	ردیابی دارویی	وجود شفافیت	غیرقابل دستکاری بودن داده‌ها	اثبات اصالت داروها	ایجاد اعتماد بین همه ذینفعان
خبره ۱	۵	۵	۳	۳	۵
خبره ۲	۵	۳	۲	۴	۲
خبره ۳	۵	۵	۴	۴	۴

خبره ۴	۵	۵	۵	۵	۵
خبره ۵	۳	۳	۳	۳	۴
خبره ۶	۳	۳	۳	۲	۴
خبره ۷	۴	۵	۵	۴	۳
خبره ۸	۳	۳	۵	۳	۴
خبره ۹	۴	۴	۴	۴	۴
خبره ۱۰	۳	۳	۴	۴	۳
خبره ۱۱	۵	۵	۵	۵	۵
خبره ۱۲	۵	۵	۵	۵	۵
خبره ۱۳	۵	۴	۵	۴	۳
خبره ۱۴	۵	۴	۵	۵	۵
خبره ۱۵	۵	۴	۴	۴	۴
خبره ۱۶	۲	۳	۵	۴	۴
خبره ۱۷	۳	۳	۴	۴	۳
خبره ۱۸	۵	۵	۴	۵	۴
خبره ۱۹	۴	۵	۵	۴	۴
خبره ۲۰	۴	۴	۴	۴	۳

گام ۲) نرمال نمودن ماتریس تصمیم‌گیری است.

در گام دوم روش تاپسیس، برای بی‌مقیاس‌سازی از نرم اقلیدسی استفاده می‌شود. در این نوع بی‌مقیاس‌سازی، هر عنصر ماتریس تصمیم‌گیری بر مجموع مجذور مربعات عناصر هر ستون، تقسیم می‌شود. نتایج حاصل در زیر آورده شده است.

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}}$$

جدول ۴: ماتریس بی‌مقیاس‌شده

ایجاد اعتماد بین همه دینفعان	اثبات اصالت داروها	غیرقابل دستکاری بودن داده‌ها	وجود شفافیت	ردیابی دارویی	مؤلفه‌ها نظر خبره‌ها
۰.۴۸	۰.۲۹	۰.۲۹	۰.۴۸	۰.۴۸	خبره ۱
۰.۲۲	۰.۴۴	۰.۲۲	۰.۳۳	۰.۵۵	خبره ۲
۰.۳۶	۰.۳۶	۰.۳۶	۰.۴۵	۰.۴۵	خبره ۳
۰.۴۱	۰.۴۱	۰.۴۱	۰.۴۱	۰.۴۱	خبره ۴

خبره ۵	۰.۳۶	۰.۳۶	۰.۳۶	۰.۳۶	۰.۴۹
خبره ۶	۰.۴۰	۰.۴۰	۰.۴۰	۰.۲۷	۰.۵۳
خبره ۷	۰.۳۹	۰.۴۸	۰.۴۸	۰.۳۹	۰.۲۹
خبره ۸	۰.۳۳	۰.۳۳	۰.۵۵	۰.۳۳	۰.۴۴
خبره ۹	۰.۴۱	۰.۴۱	۰.۴۱	۰.۴۱	۰.۴۱
خبره ۱۰	۰.۳۶	۰.۳۶	۰.۴۹	۰.۴۹	۰.۳۶
خبره ۱۱	۰.۴۱	۰.۴۱	۰.۴۱	۰.۴۱	۰.۴۱
خبره ۱۲	۰.۴۱	۰.۴۱	۰.۴۱	۰.۴۱	۰.۴۱
خبره ۱۳	۰.۴۶	۰.۳۷	۰.۴۶	۰.۳۷	۰.۲۸
خبره ۱۴	۰.۴۲	۰.۳۴	۰.۴۲	۰.۴۲	۰.۴۲
خبره ۱۵	۰.۴۹	۰.۳۹	۰.۳۹	۰.۳۹	۰.۳۹
خبره ۱۶	۰.۲۲	۰.۳۲	۰.۵۴	۰.۴۳	۰.۴۳
خبره ۱۷	۰.۳۶	۰.۳۶	۰.۴۹	۰.۴۹	۰.۳۶
خبره ۱۸	۰.۴۴	۰.۴۴	۰.۳۵	۰.۴۴	۰.۳۵
خبره ۱۹	۰.۳۷	۰.۴۷	۰.۴۷	۰.۳۷	۰.۳۷
خبره ۲۰	۰.۴۴	۰.۴۴	۰.۴۴	۰.۴۴	۰.۳۳

گام ۳) تشکیل ماتریس بی‌مقیاس موزون

برای به‌دست‌آوردن ماتریس بی‌مقیاس موزون (V)، ماتریس بی‌مقیاس شده (به دست آمده از گام دوم) را در ماتریس مربعی $(W_{n \times n})$ که عناصر قطر اصلی آن اوزان شاخص‌ها و دیگر عناصر آن صفر می‌باشد، ضرب می‌کنیم.

$$V = N_1 \times W_{n \times n} \quad \text{رابطه ۲:}$$

با توجه به اینکه خبرگان ارجحیت خاصی نسبت به یکدیگر ندارد وزن خبرگان یکسان در نظر گرفته شده است بنابراین ماتریس بی‌مقیاس موزون با ماتریس مرحله قبل یکسان است.

گام ۴) تعیین راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی

در ماتریس بی‌مقیاس موزون، چنانچه معیارها ماهیت مثبت داشته باشند در هر ستون بزرگترین مقدار به عنوان راه‌حل ایده‌آل مثبت و کوچکترین مقدار به عنوان راه‌حل ایده‌آل منفی در نظر گرفته می‌شوند. چنانچه معیارها ماهیت منفی داشته باشند در هر ستون کوچکترین مقدار به عنوان راه‌حل ایده‌آل مثبت و بزرگترین مقدار به عنوان راه‌حل ایده‌آل منفی در نظر گرفته می‌شوند.

رابطه ۳: ایده‌آل مثبت

$$A^+ = \left\{ \left(\max_i V_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i V_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} = \{V_1^+, V_2^+, \dots, V_n^+\}$$

رابطه ۴: ایده آل منفی

$$A^{-} = \left\{ \left(\min_i V_{ij} \mid j \in J \right), \left(\max_i V_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} = \{V_1^{-}, V_2^{-}, \dots, V_n^{-}\}$$

در این روابط، J شاخص های مثبت و J' شاخص های منفی هستند.

جدول ۵: ایده آل مثبت و ایده آل منفی هر معیار

معیارها	راهکار ایده آل مثبت	راهکار ایده آل منفی
خبره ۱	۰.۱۲۹	۰.۰۷۸
خبره ۲	۰.۱۷۰	۰.۰۶۸
خبره ۳	۰.۱۸۹	۰.۱۵۱
خبره ۴	۰.۰۶۱	۰.۰۶۱
خبره ۵	۰.۴۸۵	۰.۳۶۴
خبره ۶	۰.۵۳۵	۰.۲۶۷
خبره ۷	۰.۴۸۳	۰.۲۹۰
خبره ۸	۰.۵۴۶	۰.۳۲۷
خبره ۹	۰.۴۰۸	۰.۴۰۸
خبره ۱۰	۰.۴۸۵	۰.۳۶۴
خبره ۱۱	۰.۴۰۸	۰.۴۰۸
خبره ۱۲	۰.۴۰۸	۰.۴۰۸
خبره ۱۳	۰.۴۶۴	۰.۲۷۹
خبره ۱۴	۰.۴۲۱	۰.۳۳۷
خبره ۱۵	۰.۴۸۸	۰.۳۹۰
خبره ۱۶	۰.۵۳۹	۰.۲۱۶
خبره ۱۷	۰.۴۸۵	۰.۳۶۴
خبره ۱۸	۰.۴۳۵	۰.۳۴۸
خبره ۱۹	۰.۴۶۸	۰.۳۷۵
خبره ۲۰	۰.۴۴۲	۰.۳۳۱

گام ۵) بدست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده آل های مثبت

برای بدست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا راهکار ایده آل مثبت از رابطه زیر استفاده می کنیم.

$$d_i^{+} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^{+})^2} ; i = 1, 2, \dots, m \quad \text{رابطه ۵:}$$

فاصله گزینه i ام از ایده آل مثبت

جدول ۶: محاسبه فاصله تا ایده آل مثبت برای هر گزینه

گزینه‌ها	d_i^+
ردیابی دارویی	۰.۴۸۲
وجود شفافیت	۰.۴۳۱
غیرقابل دستکاری بودن داده‌ها	۰.۲۵۳
اثبات اصالت داروها	۰.۴۳۲
ایجاد اعتماد بین همه ذینفعان	۰.۴۱۸

گام ۵) بدست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده آل‌های منفی
برای بدست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا راهکار ایده آل منفی از رابطه زیر استفاده می‌کنیم.

$$\text{رابطه ۶: } d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2}; i=1,2,\dots,m \quad \text{فاصله گزینه } i \text{ ام از ایده آل منفی}$$

جدول ۷: محاسبه فاصله تا ایده آل منفی برای هر گزینه

گزینه‌ها	d_i^-
ردیابی دارویی	۰.۳۳۶
وجود شفافیت	۰.۳۳۱
غیرقابل دستکاری بودن داده‌ها	۰.۵۴۷
اثبات اصالت داروها	۰.۳۵۴
ایجاد اعتماد بین همه ذینفعان	۰.۳۹۳

گام ۶) تعیین ضریب نزدیکی برای هر گزینه
در این مرحله میزان نزدیکی هر یک از گزینه‌ها به ایده آل مثبت و ایده آل منفی (CL) طبق رابطه ۷ بدست می‌آید.

$$\text{رابطه ۷: } CL_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

جدول ۸: ضریب نزدیکی گزینه‌ها

گزینه‌ها	ضریب نزدیکی
ردیابی دارویی	۰.۴۱۰۴
وجود شفافیت	۰.۴۳۳۹
غیرقابل دستکاری بودن داده‌ها	۰.۶۸۳۵
اثبات اصالت داروها	۰.۴۵۰۳

ایجاد اعتماد بین همه ذینفعان

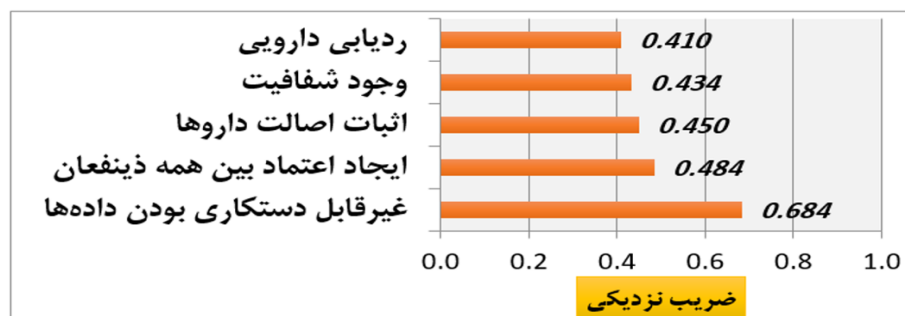
۰.۴۸۴۵

گام ۷) رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس ضریب نزدیکی پس از محاسبه ضریب نزدیکی، گزینه‌ها بر اساس این ضریب رتبه‌بندی می‌شوند. به عبارت دیگر هر چه ضریب نزدیکی بزرگتر باشد آن گزینه از رتبه بالاتری برخوردار می‌شود.

جدول ۹: رتبه‌بندی گزینه‌ها

رتبه‌بندی	ضریب نزدیکی	گزینه‌ها
۱	۰.۶۸۴	غیرقابل دستکاری بودن داده‌ها
۳	۰.۴۸۴	ایجاد اعتماد بین همه ذینفعان
۴	۰.۴۵۰	اثبات اصالت داروها
۵	۰.۴۳۴	وجود شفافیت
۶	۰.۴۱۰	ردیابی دارویی

در نمودار زیر گزینه‌ها بر اساس روش تاپسیس رتبه‌بندی شده‌اند. همانطور که بیان شد هر مؤلفه که ضریب نزدیکی بیشتری داشته باشد از رتبه بهتری برخوردار است. یافته نشان می‌دهد که مؤلفه «غیرقابل دستکاری بودن داده‌ها» با ضریب نزدیکی ۰/۶۸۴ در رتبه اول و مؤلفه «ردیابی دارویی» با ضریب نزدیکی ۰/۴۱۰ در رتبه آخر قرار گرفته است.



شکل ۲: نمودار میله‌ای رتبه‌بندی مؤلفه‌های (جلوگیری از تقلب در صنایع دارویی)

بحث:

نتایج یافته‌ها در رتبه‌بندی معیارها به روش AHP نشان می‌دهد که معیار «ردیابی و جلوگیری از تقلب در صنایع دارویی» با وزن ۰/۲۹۳ در رتبه اول و معیارهای «ذخیره دائمی و ایمن اطلاعات» با وزن ۰/۱۸۷ «هماهنگی زنجیره تأمین و کاهش هزینه‌ها» با وزن ۰/۱۳۸ «متعادل‌سازی فرایند قیمت‌گذاری» با وزن ۰/۱۲۳ «قرارداد هوشمند» با وزن ۰/۰۷۹ در رتبه‌های دوم تا پنجم و همچنین معیار «ساده‌سازی معاملات بین‌المللی» با وزن ۰/۰۶۷ در جایگاه آخر قرار دارد. این نتیجه نشان می‌دهد از نظر خبرگان، معیار جلوگیری از تقلب نسبت به ساده‌سازی معاملات بین‌المللی از اهمیت به سزایی برخوردار است. سپس به کمک روش TOPSIS مؤلفه‌های فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین دارویی رتبه‌بندی شدند. یافته‌های این بخش نشان می‌دهد مؤلفه‌های «غیرقابل دستکاری بودن داده‌ها» با ضریب نزدیکی ۰/۶۸۴ در رتبه اول، «ایجاد اعتماد بین همه ذینفعان» با ضریب نزدیکی ۰/۴۸۴ در رتبه دوم، «اثبات اصالت داروها» با ضریب نزدیکی ۰/۴۵۰ در رتبه سوم، «وجود شفافیت» با ضریب نزدیکی ۰/۴۳۴ در رتبه چهارم و «ردیابی دارویی» با ضریب نزدیکی ۰/۴۱۰ در رتبه آخر قرار گرفته است.

نتیجه گیری

از نظر خبرگان این پژوهش، فناوری بلاکچین در زمینه زنجیره تأمین غذا و دارو، فناوری مناسب، امن و با درصد بالا مورد پذیرش می باشد. اگرچه در این عرصه نگرانی هایی در مورد ظهور فناوری نوین برای تعدادی مشاهده می شود، اما این فناوری مورد مقبولیت خبرگان قرار گرفته است. فناوری بلاکچین یک فناوری در حال ظهور است که نسبت به فناوری های دیگر با سرعت بیشتری رشد کرده و به دلیل پتانسیل بالا مورد قبول پژوهشگران قرار گرفته است. این فناوری می تواند در آینده ای نزدیک تحولی بزرگ در صنعت دارو و غذا ایجاد کند. به طوری که مردم و دولتها با اطمینان از صحت، سلامت، قیمت و اصل بودن دارو و غذا، محصول مورد نیاز را خریداری خواهند کرد. همچنین شرکتهای تولیدکننده نیز به راحتی محصول خود را با سود بالا در اختیار متقاضیان قرار خواهند داد. در این میان مهمترین عامل که همان سلامت مردم می باشد، به کمک فناوری بلاکچین تأمین خواهد شد.

طبق نظر خبرگان، معیار «ردیابی و جلوگیری از تقلب در صنایع دارویی» مهمترین عامل در انتخاب فناوری بلاکچین در این صنایع می باشد. چراکه مشکل اصلی در زنجیره تأمین دارویی جعل و تقلب دارویی است که سبب به خطر افتادن جان مردم و کاهش سود یا ورشکست شدن شرکتهای تولید دارویی است که مورد توجه خبرگان قرار گرفته است.

پیشنهادهای

پیشنهاد می شود به کمک مطالعات علمی و تجربیات کشورهای موفق، زنجیره تأمین سنتی دارویی به زنجیره تأمین الکترونیکی هوشمند تبدیل شود.

همچنین بر اساس نتایج پژوهش، در راستای تقویت و ارتقای صنعت دارویی کشور، استفاده از فناوری امن بلاکچین در زنجیره تأمین دارویی به مدیران ارشد و مسئولین سازمان های مربوطه پیشنهاد می شود.

پیشنهاد می شود سازمان غذا و دارو اقدام به راه اندازی سامانه های جامع در بستر بلاکچین نماید تا بدین طریق اصالت داروها حفظ و با جلوگیری از تقلب از جان مردم حفاظت شود.

مراجع

- ایزدبخش ح و همکاران، (۱۳۸۷)، آموزش کاربردی نرم افزارهای مهندسی صنایع و مدیریت، جلد ۱، تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیر کبیر. چاپ دوم.
- رضایی ل و بابازاده ر. (۱۳۹۹). طراحی مدل استقرار مدیریت منابع انسانی سبز در سازمان های دولتی کشور. فصلنامه علمی پژوهشی علوم و فنون مدیریت اطلاعات، ۱۱(۳)، ۷۵-۱۱۴.
- محمداسماعیل صدیقه و فتاحزاده هانیه. (۱۴۰۰)، شناسایی شاخص های مؤثر در استفاده از فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین دارو (با استفاده از روش فراترکیب سال های (۲۰۲۲-۲۰۱۰). مجله علمی پژوهشی مدیریت سلامت، ۱۲(۴)، ۸۱-۱۰۵
[DOI:10.30495/jhm.2022.66173.11031](https://doi.org/10.30495/jhm.2022.66173.11031)
- مومنی م. مباحث نوین در تحقیق در عملیات، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، چاپ دوم.
- Akhtar MM, Rizvi DR. (2020a). "Traceability and Detection of Counterfeit Medicines in Pharmaceutical Supply Chain Using Blockchain-Based Architectures", **Sustainable and Energy Efficient Computing Paradigms for Society**, 1 September, pp 1-31.
[DOI:10.1007/978-3-030-51070-1_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51070-1_1)
- Al Barazanchi I, Abdulshaheed HR, Jaaz ZA, Gheni HM, Niu Y, Almutairi H, ... & Ahmed SR. (2022, June). Blockchain: The Next Direction of Digital Payment in Drug Purchase. In *2022 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)* (pp. 1-7). IEEE. [DOI:10.1109/HORA55278.2022.9799993](https://doi.org/10.1109/HORA55278.2022.9799993)
- Arora P, Sachdeva Ch, Sharma D, 2021, "Securing the Pharma Supply Chain Using Blockchain", Integration of Cloud Computing with Internet of Things, 19 March.
[DOI:10.1002/9781119769323.ch19](https://doi.org/10.1002/9781119769323.ch19)
- Asgharpour, M. C, (1377). Multi-criteria decision making, Tehran, Tehran University Press.
[DOI:10.22059/JURBANGE0.2014.53592](https://doi.org/10.22059/JURBANGE0.2014.53592)
- Bali V, Soni P, Khanna T, Gupta S, Chauhan S & Gupta S. (2021). Blockchain Application Design and Algorithms for Traceability in Pharmaceutical Supply Chain. *International Journal of Healthcare Information Systems and Informatics (IJHISI)*, 16(4), 1-18. [DOI:10.4018/IJHISI.289460](https://doi.org/10.4018/IJHISI.289460)
- Burujwale A, Bankar A, & Shinde P (2022). BLOCKCHAIN BASED COUNTERFEIT MEDICINE AUTHENTICATION SYSTEM. *Journal homepage: www. ijrpr. com ISSN, 3(6)382-384.*
- Chen, M. F., Tzeng, G. H., & Ding, C. G. (2003). *Fuzzy MCDM approach to select service provider*. 572-577. Paper presented at The IEEE International conference on Fuzzy Systems, St. Louis, MO, United States.
- Clauson KA, Breeden EA, Davidson C & Mackey T K J B I H T. 2018. Leveraging Blockchain Technology to Enhance Supply Chain Management in Healthcare. [DOI:10.30953/bhty.v1.20](https://doi.org/10.30953/bhty.v1.20)

Dutta P, Choi TM, Somani S & Butala R. (2020). "Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities". **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, Volume 142, October 2020, 102067

[DOI:10.1016/j.tre.2020.102067](https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102067)

Dwivedi SK, Amin R, Vollala S. (2020). "Blockchain based secured information sharing protocol in supply chain management system with key distribution mechanism". **Journal of Information Security and Applications**, Volume 54, Octobe, 102554. [DOI:10.1016/j.jisa.2020.102554](https://doi.org/10.1016/j.jisa.2020.102554)

Fekih RB, Lahami M. (2020). "Application of Blockchain Technology in Healthcare: A Comprehensive Study", Conference paper, 23 June, 268-276. [DOI:10.1007/978-3-030-51517-1_23](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51517-1_23)

Hastig GM, & Sodhi MS. (2020). Blockchain for supply chain traceability: Business requirements and critical success factors. *Production and Operations Management*, 29(4), 935-954.

[DOI:10.1111/poms.13147](https://doi.org/10.1111/poms.13147)

Badhotiya, G. K., Sharma, V. P., Prakash, S., Kalluri, V., & Singh, R. (2021). Investigation and assessment of blockchain technology adoption in the pharmaceutical supply chain. *Materials Today: Proceedings*, 46, 10776-10780. [DOI:10.1016/j.matpr.2021.01.673](https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.673)

Meyliana, M., Fernando, E., & Cassandra, C. (2021, August). Architecture Blockchain Technology with IoT for Monitoring Drug Warehouse. In *2021 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)* (Vol. 1, pp. 77-81). IEEE.

[DOI:10.1109/ICIMTech53080.2021.9534927](https://doi.org/10.1109/ICIMTech53080.2021.9534927)

Panda, S. K., & Satapathy, S. C. (2021). Drug traceability and transparency in medical supply chain using blockchain for easing the process and creating trust between stakeholders and consumers. *Personal and Ubiquitous Computing*, (8)75-91. [DOI:10.1007/s00779-021-01588-3](https://doi.org/10.1007/s00779-021-01588-3)

Prashar D, Jha N, Jha S, Lee Y & Prasad Joshi G. (2020). "Blockchain-Based Traceability and Visibility for Agricultural Products: A Decentralized Way of Ensuring Food Safety in India". *Sustainability*, 12(8): 3497. [DOI:10.3390/10/Su12083497](https://doi.org/10.3390/10/Su12083497)

QUZMAR A, ALMAAITAH S & QATAWNEH M. (2022). A BLOCKCHAIN-BASED SYSTEM FOR PREVENTING DRUG COUNTERFEIT. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 100(5).

Rayan, R.A., Zubair, M.A.M. (2021) IoT-Integrated Blockchain in the Drug Supply Chain. In: Choudhury T., Khanna A., Toe T.T., Khurana M., Gia Nhu N. (eds) *Blockchain Applications in IoT Ecosystem*. EAI/Springer Innovations in Communication and Computing. Springer, Cham.

[DOI:10.1007/978-3-030-65691-1_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-65691-1_7)

Simonovic SP & Verma R. (2008). A new methodology for water resources multicriteria decision making under uncertainty. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 33(5), 322-329.

[DOI:10.1016/j.pce.2008.02.006](https://doi.org/10.1016/j.pce.2008.02.006)

Teodorescu M, Korchagina E, 2021, "Applying Blockchain in the Modern Supply Chain Management: Its Implication on Open Innovation", *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2 March. [DOI:10.3390/joitmc7010080](https://doi.org/10.3390/joitmc7010080)

Tijan E, Aksentijevic S, Ivanic K and Jardas M. (2019). "Blockchain Technology Implementation in Logistics". Sustainability, 11(4): 1-13. [DOI:10.3390/su11041185](https://doi.org/10.3390/su11041185)

Tönnissen S, Teuteberg F. (2020). "Analysing the impact of blockchain-technology for operations and supply chain management: An explanatory model drawn from multiple case studies", **International Journal of Information Management**, Volume 52, June. [DOI:10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.009](https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.009)

Tsou CS. (2008). Multi-objective inventory planning using MOPSO and TOPSIS. Expert Systems with Applications, 35(1), 136-142. [DOI:10.1016/j.eswa.2007.06.009](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.06.009)

Uddin M. (2021). "Blockchain Medledger: Hyperledger fabric enabled drug traceability system for counterfeit drugs in pharmaceutical industry", **International Journal of Pharmaceutics**, Volume 597, 15 March. [DOI:10.1016/j.ijpharm.2021.120235](https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2021.120235)

Wang TC, Lee HD, & Wu CC. (2007). A fuzzy TOPSIS approach with subjective weights and objective weights. Paper presented at the Proceedings of the 6th Conference on WSEAS International Conference on Applied Computer Science – 6(12), 1-6, Hangzhou, China.

Zebar Dast E. (2002), Application of AHP in local and city management, Journal of Honarhaye Ziba, 10, 23-27.