فصلنامه رویکردهای پژوهشی نوین در
مدیریت و حسابداری
سال دهم، شماره ۱۰۲، پاییز ۱۴۰۵، ص ۱۰۱-۸۸

Journal of New Research Approaches
in Management and Accounting
ISSN: 2588-4573
http://www.majournal.ir

تبیین الگوی فازی ظرفیت‌های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین شرکت‌های تولیدی

نیما ادیبی زاده لنجانی [۱]
عزت الله اصغری زاده [*۲]
زهرا علی پور درویشی [۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱ تاریخ چاپ: ۱۴۰۵/۰۷/۳۰

چکیده

ظهور بلاکچین در زنجیره تأمین تأثیر دارد. هدف پژوهش بیان دیدگاه آتی مدیران در رابطه با ظرفیت های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین شرکت های بورسی تولیدی است. با روش دلفی فازی شامل مطالعه متون تخصصی و نظرخواهی از ۲۰ نفر از خبرگان به ۴ سوال پژوهش پاسخ داده شد. یافته ها نشان داد که پیشران‌ها و عوامل کلیدی آینده‌ساز ظرفیت‌های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین در ۲۰ سال آینده در ۱۲ محور حکمرانی؛ فناوری؛ اقتصادی؛ مالی؛ سیاسی، فرهنگی و قوانین؛ اجتماعی؛ زیست محیطی، انرژی و منابع؛ سازمانها؛ آموزشی و پژوهشی؛ حسابداری مدیریت؛ حسابرسی و زنجیره تامین دسته بندی شدند. آینده های محتمل، مطلوب و ممکن و سناریوهای مطلوب آینده ظرفیت های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین، آشنایی با پیش نیازها، مهارت های مرتبط با امنیت، برنامه نویسی های مورد نیاز، قراردادهای هوشمند، پلتفرم‌ها و مهارت های غیر فنی بود. مهارت ها، دانش ها و استعدادهای لازم (۱) معماری، ساختار داده‌ها و رمزنگاری؛ (۲) امضای دیجیتال، هش، اثبات مرکل، رمزنگاری کلید عمومی و خصوصی؛ (۳) زبان‌های برنامه‌نویسی؛ (۴) توانایی طراحی، کدنویسی و استقرار؛ (۵) اتریوم و بیت کوین و غیره؛ (۶) تحلیل داده‌ها و درک روندها بود. بازیگران تاثیرگذار شامل شرکت ها، انجمن بلاکچین، دانشگاه و ... برای مواجهه با چالش ها و فرصت‌های مربوط می بایست استراتژی ها و برنامه هایی شامل برنامه های آموزشی، مطالعات تطبیقی، پژوهش های امکان سنجی، تدوین قوانین، ایجاد زیر ساخت و به روز رسانی فناوری های نوین تدوین کنند. شرکتهای تولیدی باید زمینه استفاده از بلاکچین را فراهم نمایند.

واژگان کلیدی

زنجیره تأمین، فناوری بلاکچین، الگوی فازی، شرکت‌های تولیدی

۱. گروه مدیریت صنعتی، واحد بین المللی کیش، دانشگاه آزاد اسلامی، کیش، ایران. Nima.adibizadehlanjani@iau.ac.ir
۲. گروه مدیریت صنعتی، واحد بین المللی کیش، دانشگاه آزاد اسلامی، کیش، ایران. (نویسنده مسئول).Asghari@ut.ac.ir
۳. گروه مدیریت صنعتی، واحد بین المللی کیش، دانشگاه آزاد اسلامی، کیش، ایران. Z_alipour109@iau.ac.ir

مقدمه

مباحث مرتبط با زنجیره تأمین را نمی‌توان در خلاء و بدون توجه به عوامل محیطی پیش بینی کرد. بررسی پیشینه ی زنجیره تامین و استنتاج منطقی از آن نشان می‌دهد که مجموعه ای از علل و عوامل در دور تسلسلی برهم اثر متقابل دارند و بر بنگاه ها و نیازهای اطلاعاتی آنها اثر می‌گذارند که در پیش‌بینی وضعیت زنجیره تامین در هر جامعه باید مدنظر قرار گیرد. این عوامل عبارتند از عوامل سیاسی و قانونی، عوامل اقتصادی و اجتماعی و عوامل فرهنگی و تکنولوژیکی که هر یک به سهم خود بر آینده زنجیره تامین تاثیرگذار هستند. از میان عوامل مذکور عوامل تکنولوژیکی تا حد زیادی به سیاست‌های شرکت مرتبط می‌باشد. زنجیره‌های تامین به طور فزاینده‌ای دیجیتالی می‌شوند و در نتیجه اساساً ارتباط شیوه‌های زنجیره تامین را تغییر می‌دهند (نارندرا[1] و همکاران، ۲۰۲۵؛ کلی و همکاران[2]، ۲۰۱۹). دیجیتالی شدن زنجیره-های تامین را می‌توان فرآیندی هوشمند، ارزش محور و کارآمد برای ایجاد اشکال جدید درآمد و ارزش کسب و کار برای سازمان‌ها و به اهرم رویکردها با فن‌آوری جدید و روش‌های تحلیلی تعریف کرد (سانگ و همکاران[3]، ۲۰۲۶؛ بویوکوزکان و گوچر[4]، ۲۰۱۸). زنجیره‌های تامین دیجیتالی قابلیت‌های مرتبط را با با اجازه دادن به شرکت‌ها برای کاهش هزینه های عملیاتی و بهبود کیفیت بهبود می دهد در حالی که افزایش درآمد فروش از طریق گسترش سهم بازار، توسعه محصولات جدید که پاسخگویی به نیازهای مشتری و ایجاد یک مزیت استراتژیک که همه عملیات کسب و کارها را بهبود می‌بخشد (مککارثی و ایوانو[5]، ۲۰۲۲). در این زمینه، برنامه های بلاک چین در زنجیره تامین مورد توجه زیادی قرار گرفته است. کاربرد بلاکچین در مدیریت زنجیره تامین، چالش‌ها و آینده آن مورد توجه زیادی قرار گرفته است (کویروز[6] و همکاران، ۲۰۲۰). بنابراین، با استفاده از فناوری بلاک چین در داخل فعالیت‌های زنجیره تامین می‌توان به طور قابل توجهی عملکرد را در آینده بهبود بخشید ((ماکرویک[7]، ۲۰۲۵؛ بیسچوف و سورینگ[8]، ۲۰۲۱).

اغلب شرکت ها در سرتاسر جهان در حال حاضر پیاده سازی فناوری های بلاک چین را در زنجیره های تامین آغاز کرده اند. مزیت این است که بلاک چین ها می توانند ایجاد یک سیستم قابل اعتماد و امن که شفافیت و تغییرناپذیری داده ها را تضمین می کند، در حالی که قرارداد هوشمند عملکرد عملیاتی را افزایش می دهد. بلاک چین ها می توانند بیشتر به زنجیره های تامین برای بهبود شفافیت داده ها، کاهش هزینه ها و ریسک ها و افزایش عملیات پایدارکمک کند. استفاده از فناوری بلاکچین در زنجیره تامین، به شرکت‌ها این امکان را می‌دهد که انواع تراکنش‌ها را با امنیت و شفافیت بیشتری ردیابی کنند. با استفاده از بلاکچین، شرکت‌ها می‌توانند تاریخ یک محصول را دقیقاً از نقطه مبدأ تا جایی که در حال حاضر در آن قرار دارد، ردیابی کنند. با کمک این فناوری قدرتمند، طرفینی که در یک پلتفرم مشترک با یکدیگر همکاری می‌کنند، می‌توانند تأخیرهای زمانی، هزینه‌های اضافی و خطای انسانی را که اغلب با تراکنش‌ها مرتبط است، به‌طور چشمگیری کاهش دهند. کاهش واسطه‌ها نیز یکی دیگر از مزایای کاربرد بلاکچین در زنجیره تامین است که خطرات تقلب را کاهش داده است (گراچمن[9] و همکاران، ۲۰۲۳). در دنیای امروزی که به طور فزاینده‌ای همه چیز مثل

[1]. Narendra
[2]. Cole et al
[3]. Song et al
[4]. Bouyoukoozkan and Gooçer
[5]. MacCarthy and Ivanov
[6]. Queiroz
[7]. Markovic
[8]. Bischoff and Seuring
[9]. Gruchmann

زنجیر به هم متصل هستند، مدیریت زنجیره تامین یک جنبه حیاتی از عملیات تجاری مدرن است. با ظهور فناوری بلاک چین، انتظار می‌رود که شفافیت و کارایی در سراسر زنجیره تامین به طور قابل توجهی بهبود یابد. در کشور ما نیز بحث بلاکچین در حال توسعه است.

موارد بالا به خوبی نشان می دهد در آن سوی دنیا فناوری بلاکچین و زنجیره تامین به چه سمتی می‌رود و چگونه خود را متحول می‌سازد و چه افقی را در پیش رو دارد. برای رسیدن به این هدف لازم است تا عوامل و پیشران هایی که بر آینده تاثیرگذار است شناسایی نمود و بر مبنای آن برای آینده فناوری بلاکچین و زنجیره تامین تدوین نمود و سناریوهای مطلوب، محتمل و ممکن آینده را تهیه کرد و برای مقابله با مشکلات و همگام شدن با تغییرات، برنامه ریزی دقیقی انجام داد.

لذا مسئله اصلی پژوهش تبیین ظرفیت های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین با رویکرد آینده پژوهی در محیط بومی کشور می باشد.

ضرورت بررسی مسئله پژوهش از آنجا نشات می گیرد که با توجه به مدل های اصلی زنجیره تامین در بعضی از کالاها سرعت در زنجیره تامین نقش بسیار مهمی دارد و می‌تواند به‌شدت تأثیرگذار باشد. برای مثال، کالاهای خوراکی مثل فرآورده‌های گوشتی و لبنی نیاز به زنجیره تامین دقیق و منظمی دارند. و کالاهای فصلی یا کالاهایی که تنها در دوره‌های زمانی خاصی قابل‌استفاده هستند، نیز نیاز به «سرعت در وفق‌پذیری» با شرایط موجود را دارند و نظم در انجام پروسه‌های زنجیره تامین موضوع مهمی است (ماکرویک، ۲۰۲۵). در بعضی کالاها نیز که نیاز به توزیع پیوسته و بدون تغییر دارند، نقش «حفظ داده‌ها و اطلاعات در مکانی امن» بسیار مؤثر و کاربردی خواهد بود. راز رسیدن به این عوامل در خصوصیات اصلی و کاربردی بلاکچین نهفته است که تکنولوژی بلاکچین در زنجیره تامین می‌تواند نقشی بسیار کلیدی ایفا کند. در عصر رقابتی کنونی، شرکت ها به منظور کسب مزیت رقابتی و ارتقای موقعیت بازارشان می بایست بر قابلیت ها و منابع کلیدی خود تمرکز نمایند. در واقع، رقابت پذیری شرکت های تولیدی بر توسعه شایستگی های آن ها متکی است (گراچمن و همکاران، ۲۰۲۳). از آنجایی که کسب‌وکارها در سطح جهانی به گسترش روزافزون خود ادامه می‌دهند و تقاضا از سوی مصرف‌کننده بیشتر و بیشتر می‌شود، نیاز روزافزونی به شفافیت، کارایی و امنیت بیشتر در مدیریت زنجیره تامین وجود دارد. فناوری بلاک چین راه‌حلی قدرتمند و غیرمتمرکز برای مقابله با این چالش‌ها ارائه می‌دهد (برائو[1] و همکاران، ۲۰۲۴). فناوری بلاکچین در اغلب کشورها رو به توسعه است و در کشور ما نیز انجمن فناوران بلاکچین فعالیت خود را با نام "انجمن بلاکچین ایران" در تاریخ ۶ خرداد ۱۳۹۶ و در خلال جلسات آگهی شده در سایت میتاپ که در حوزه بلاکچین، از بهمن ۱۳۹۲ در تهران برگزار می شد، آغاز به کار نمود. با توجه به این گستردگی ها و علاقه به این فناوری نیاز است که پیش زمینه های بکارگیری فناوری بلاکچین در مدیریت زنجیره تأمین مورد توجه قرار بگیرد.

هدف اصلی این پژوهش تبیین و تشریح محتمل ترین گزینه های مرتبط با آینده ظرفیت های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین در ۲۰ سال آینده است که از روش دلفی به عنوان یک روش آینده پژوهشی مناسب استفاده می شود. این روش علاوه بر متون تخصصی با اجماع نظر خبرگان توان ارائه الگوی بومی مناسب شرایط موجود را دارد. در این راستا باید عوامل کلیدی و تأثیرگذار بر آینده ظرفیت های فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین به شکل مشخصی شناسایی و

[1] . Brau

تبیین شود. در حقیقت، این پژوهش با شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر آینده ظرفیت های فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین این امکان را فراهم می آورد تا ارکان سیاست گذار در سطح حرفه با شناسایی و انجام اقدام های لازم و از طریق تنظیم عوامل کلیدی شناسایی شده در پژوهش اقدام کنند. به نظر می رسد انجام چنین مطالعاتی با موضوع هایی مرتبط با ظرفیت های فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین و با بهره گیری از سایر روش های انجام مطالعات آینده-پژوهی و در نهایت دستیابی به ادبیاتی غنی در این حوزه پژوهشی می تواند چراغ راهی مطمئن برای دستیابی به موفقیت به وسیله ظرفیت های فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین به شمار آید.

مبانی نظری و تجربی پژوهش

بلاکچین امروزه یکی از محبوب ترین و بحث برانگیز ترین موضوعات گفتگو در مدیریت فناوری است (زاید و عثمان، ۲۰۲۳). بلاکچین یک فناوری نو ظهور است که نیاز دارد برنامه های سازگار با آن تولید و همچنین برای استفاده از این فناوری باید مجموعه ای مقررات تنظیم شود.که این فناوری بتواند کارآمدی خود را اثبات کند تا بتواند به صورت گسترده به کار گرفته شود. بلاک چین از دو کلمه بلاک و چین/ زنجیره تشکیل شده است. معنای لغوی بلاک چین، زنجیره بلاک (زنجیره بلوک) است؛ زمانی که در مورد زنجیره و بلاک در بلاکچین صحبت می‌کنیم، در واقع در مورد زنجیره‌ایی از اطلاعات دیجیتالی صحبت می‌کنیم و هر بلاک این اطلاعات را در خود نگهداری و ذخیره می‌کند. در یک تعریف کلی در خصوص بلاک چین، می‌توانیم بگوییم که: بلاک چین یک دفتر کل توزیع شده، غیرمتمرکز و اشتراکی است که به صورت زنجیره‌ای از سوابق بنام بلاک ساخته شده است. هر بلاک در این زنجیره، مسئول ذخیره‌سازی نوعی از اطلاعات (مانند سوابق معاملات) است. بلاک چین از توابع هش و رمزنگاری استفاده می‌کند که دهه‌ها قبل از انتشار بیت‌کوین وجود داشته‌اند. اولین استفاده از ساختارهای بلاک چین را می‌توان در اوایل دهه ۱۹۹۰ پیدا کرد. در سال ۱۹۹۱، «استوارت هابر» و «اسکات استورنتا» بلاک چین را به عنوان مهر زمانی برای ثبت اسناد ارائه کردند. با این کار آن‌ها قابلیت تغییر زمان ثبت اسناد را از بین بردند. این ساختار یک سال بعد به‌روز شد و امکان جمع‌آوری چندین داده در یک بلوک را ایجاد کرد. همین امر باعث کارایی بیشتر این تکنولوژی شد. بلاک چین برای حل مشکلات موجود در زمینه‌های مختلف به کار گرفته می‌شود (صفاری و همکاران، ۱۴۰۰). یکی از این زمینه ها زنجیره تامین است. مدیریت زنجیره تأمین فرآیند و فعالیت تأمین مواد اولیه یا اجزای سازمانی است که شرکت برای ایجاد یک محصول یا خدمات و ارائه آن به مشتریان نیاز دارد. شش جزء اصلی این فرایند برنامه‌ریزی، یافتن منابع مناسب، تولید، توزیع کالا، پشتیبانی و ارزیابی نهائی می باشد (ابراهیمی و همکاران، ۱۴۰۰؛ علی دادی تلخستانی و حاجی محمدعلی جهرمی، ۱۴۰۰).

مبینی و بنی طالبی دهکردی (۱۴۰۴) استفاده از فناوری بلاک‌چین در جهت زنجیره تأمین پویا، قابل‌اعتماد و چابک، زمینه خلق ارزش در سازمان‌ها را به‌صورت بهینه مبتنی بر نوآوری فراهم می‌کند و نقش مؤثری در بهبود عملکرد زنجیره تأمین در پی دارد. باسی رائی و میاندوآبچی (۱۴۰۴) نشان دادند که استاندارد بین‌المللی در حوزه لجستیک و زنجیره تامین استانداردهای سازمان جهانی سبب بهینه‌سازی فرایندهای زنجیره تامین خواهد شد. ابوالحسنی ابرغان و داداش کریمی (۱۴۰۴) نشان دادند که استفاده از فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین موجب افزایش شفافیت فرآیندهای تأمین و توزیع کالا، افزایش اعتماد مشتریان، بهبود کارایی، کاهش هزینه‌ها و در نهایت افزایش رضایت مشتریان می‌شود. این یافته‌ها تایید کننده فرضیه‌های پژوهش هستند که در آن‌ها شفافیت، اعتماد مشتری، تجربه مشتری و رضایت مشتری

به‌عنوان متغیرهای اصلی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. شریفیان جزی و همکاران (۱۴۰۳) با تحلیل محتوای کیفی، چالش‌های موثر در پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴,۰ در مدیریت زنجیره تامین شناسایی و در ۴ بعد فرهنگی – آموزشی، مالی – قانونی، زیرساختی – تکنولوژیکی، سازمانی- استراتژیک دسته‌بندی شده‌اند. بشارتی‌زاده و همکاران (۱۴۰۲) نشان دادند که عامل توانمندسازها دارای بیشترین تاثیر بر بهره‌وری زنجیره تامین فولاد است. در پژوهش اکبری گنجه و همکاران (۱۴۰۱) هوشمندی فروش در بستر بلاک‌چین به‌عنوان مقوله محوری مشخص گردید و مهمترین عوامل علی تاثیرگذار بر آن قراردادهوشمند، تجارت هوشمند، زیست بوم کارافرینی دیجیتالی، حکمرانی دیجیتال، پشتیبانی دیجیتالی هوشمند، بلاک‌چین، آنالیز پیشرفته اطلاعات، اتوماسیون رباتیک فرایندها، اعتماد الکترونیکی، اتوماسیون فرآیند دیجیتال و ارتباطات هوشمند مشخص شدند. سانگ و همکاران (۲۰۲۶) نشان دادند که قراردادهای هوشمند می‌توانند علیرغم حل اختلافات تعهد، به خرده‌فروشان آسیب برسانند. تحت تأمین مالی بانکی با ریسک نقدینگی متوسط، قراردادهای ناقص یک تعادل سودآور را ممکن می‌سازند: تولیدکنندگان به طور استراتژیک قیمت‌های عمده‌فروشی را برای نشان دادن پذیرش تامین مالی مبتنی بر موجودی تحریف می‌کنند و بانک‌ها را متقاعد می‌کنند که نرخ‌های پایین‌تری را ارائه دهند که به نفع هر دو طرف زنجیره تأمین باشد. قراردادهای هوشمند این کانال سیگنال‌دهی را حذف می‌کنند و مازاد را به تولیدکنندگان توزیع مجدد می‌کنند. تحت اعتبار تجاری، قراردادهای هوشمند فقط در مناطق پارامتر محدود و فقط زمانی که برای اجرای هر دو دستورالعمل تامین مالی مبتنی بر موجودی و انتقال‌های جبرانی طراحی شده‌اند، ارزش ایجاد می‌کنند، یک مکانیسم تعهد دوگانه که در تأمین مالی بانکی در دسترس نیست. نارندرا و همکاران (۲۰۲۵) نشان دادند که قراردادهای هوشمند، اتصال اینترنت اشیاء و خدمات مالی غیرمتمرکز به بلاکچین اجازه می‌دهند تا چالش‌های حیاتی خود از جمله جعل، مدیریت تأمین‌کننده، و اجرای شیوه‌های تأمین پایدار و مسئولانه را برطرف کند. با این حال، پذیرش گسترده بلاکچین در زنجیره‌های تأمین با مسائل جدی مانند مقیاس‌پذیری، قابلیت همکاری، عدم قطعیت نظارتی، و کمبود استانداردسازی ممانعت می‌شود. علاوه بر این، تأثیر زیست‌محیطی بلاکچین، یعنی مکانیزم‌های پرمصرف انرژی اثبات کار، به همراه استراتژی‌های بالقوه برای کاهش آن، مورد بررسی قرار می‌گیرد. با ادامه تکامل فناوری، ادغام هوش مصنوعی و شبکه‌های جی۵، مدیریت زنجیره تأمین را بیشتر بازآرایی کرده و کارایی‌ها و قابلیت‌های جدیدی را آزاد خواهد کرد. برائو و همکاران (۲۰۲۴) پژوهشی با عنوان بلاکچین در مدیریت زنجیره تأمین با رویکرد آینده‌نگری انجام دادند. چارچوب این مطالعه یک ماتریس عملکرد ویژگی است که چهار عملکرد کلی زنجیره تامین (مانند مدیریت تامین‌کننده، تدارکات، فرآیندهای تولید و مدیریت مشتری) را با ۹ ویژگی بلاک‌چین (مانند قابلیت ردیابی/منشا، دسترسی، قابل مشاهده بودن، تغییر ناپذیری، دفتر کل توزیع شده/مشترک، اعتبار، تراکنش نظیر به نظیر، نام مستعار و قابلیت برنامه ریزی) تلفیق می کند. گراچمن و همکاران (۲۰۲۳) پژوهشی با عنوان فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین دارو با رویکرد هزینه معاملات انجام دادند. این پژوهش مزایای بالقوه پذیرش فناوری بلاک چین را نشان داد. هزینه های تراکنش در واقع به طور مثبت تحت تأثیر کاهش هزینه های قرارداد، هزینه های پردازش و زمان تحویل است و همچنین از تحویل ایمن داروها اطمینان حاصل می کند. با این حال، یافته ها همچنین موانع مربوط به هزینه های جاری، آگاهی و فرهنگ شرکت را برجسته می کند. با توجه به حاکمیت زنجیره تامین، فناوری بلاک چین می تواند همکاری در زنجیره تامین و همچنین با سهامداران مهم را افزایش دهد. خان و همکاران (۲۰۲۳) پژوهشی با عنوان کاربرد بلاکچین در مدیریت زنجیره تأمین انجام دادند. فناوری بلاک

چین هنوز در مراحل ابتدایی است. با این حال، کاربرد بالایی در مدیریت زنجیره تامین دارد. این فناوری به طور مداوم پایگاه کاربردی خود را گسترش می دهد و پتانسیل بسیار زیادی برای حذف واسطه ها و بهبود کارایی زنجیره های تامین دارد. مطالعه حاضر با نگاهی به گذشته و حال، راه های پژوهش هایی ناشناخته را برای آینده بررسی می کند. مارکوس و بویجز (۲۰۲۲) پژوهشی با عنوان چگونه فناوری بلاکچین بر زنجیره تأمین تأثیر می گذارد انجام دادند. یافته‌ها نشان می‌دهد که بلاک چین می‌تواند به طور مستقیم - از طریق یکی از ویژگی‌های فنی اصلی آن - و به طور غیرمستقیم از طریق پروژه تجاری گسترده‌تر که فناوری بلاک چین از طریق آن پیاده‌سازی می‌شود، بر عملکرد زنجیره تامین تأثیر بگذارد. اسریواستاوا و دوشرا (۲۰۲۲) پژوهشی با عنوان کاربرد فناوری بلاکچین در مدیریت زنجیره تأمین صنایع غذایی با بررسی سیستماتیک مزایا و چالش ها انجام دادند. با توجه به کاربرد کاربرد فناوری بلاک چین در زنجیره تامین محصولات کشاورزی، این مطالعه موضوع ایمنی مواد غذایی، قابلیت ردیابی، شفافیت، حذف واسطه ها و ادغام اینترنت اشیا با کاربرد فناوری بلاک چین را به عنوان برنامه های کاربردی برجسته در بخش کشاورزی برجسته می کند. چالش های کاربرد فناوری بلاک چین همانطور که در این مطالعه مشخص شده است مقیاس پذیری، حریم خصوصی، امنیت، فقدان مقررات و فقدان مهارت ها و آموزش است. کویروز و همکاران (۲۰۲۰) پژوهشی با عنوان بلاکچین و یکپارچگی مدیریت زنجیره تأمین با بررسی سیستماتیک ادبیات انجام دادند. در نهایت مشخص شد که ادغام بلاک چین- مدیریت زنجیره تأمین هنوز در مراحل اولیه است. محققان و متخصصان از پتانسیل فناوری بلاک چین برای ایجاد اختلال در مدل‌های تجاری سنتی آگاهی کامل ندارند.

روش شناسی پژوهش

در تمامی مراحل اجرای پژوهش از کارکنان شرکتهای بورسی تولیدی برای انتخاب افراد استفاده می شود؛ کارکنانی که با زنجیره تامین شرکت آشنا هستند. این پژوهش در جهت شناسایی پیشران‌ها و عوامل کلیدی آینده‌ساز ظرفیت‌های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین در ۲۰ سال آینده انجام می‌شود، لذا پژوهش از نوع اکتشافی و توسعه ای است. بدین منظور از روش دلفی و دلفی فازی برای تعیین میزان پذیرش هر یک از پیشران‌ها استفاده می‌شود. در مرحله دلفی فازی پژوهش از نظرات ۲۰ نفر از خبرگان آشنا با زنجیره تامین استفاده می شود. برای پاسخگویی به سوالات از نظرات ۲۰ نفر از خبرگان حوزه مدیریت شرکت با روش نمونه گیری افراد در دسترس دارای مشخصات خبرگی ذیل استفاده می‌شود:

مشخصه خبرگی شماره۱: سابقه انجام کار مدیر مالی به عنوان مهم‌ترین مؤلفه در نظر گرفته شد، تا در جریان کلیه امورات مرتبط با فعالیت های زنجیره تأمین باشد.

مشخصه خبرگی شماره۲: آشنایی با فناوری بلاکچین و علاقمند به موضوع

مشخصه خبرگی شماره۳: دارای رشته تحصیلی مدیریت یا حسابداری

مشخصه خبرگی شماره۴: تحصیلات حداقل لیسانس با تجربه کاری بالای ۱۵ سال در فرآیند زنجیره تأمین

مشخصه خبرگی شماره۵: تحصیلات فوق لیسانس یا دکتری و سابقه تدریس در دانشگاه و با تجربه کاری بالای ۱۰ سال در فرآیند زنجیره تأمین

پاسخ دهندگان باید حداقل ۴ مورد از مشخصه های خبرگی فوق را دارا باشند.

این افراد در شرکتهای بورسی تولیدی مشغول به کار بوده اند.

از میان ۲۰ نفر خبره پاسخ دهنده مرحله دلفی فازی ۶ نفر خانم و مابقی مرد بودند. تحصیلات ۱۷ نفر از پاسخ دهندگان مدیریت و ۳ نفر حسابداری بودند. میزان تحصیلات ۴ نفر لیسانس و ۹ نفر فوق لیسانس و مابقی دانشجوی دکتری و یا دکتری بودند. تجربه کاری ۹ نفر از پاسخ دهندگان بالای ۱۵ سال و ۱۱ نفر بین ۱۰ تا ۱۵ سال بودند. همه افراد با فناوری بلاکچین آشنایی داشتند و ۳ نفر از آنها عضو انجمن بلاک چین ایران بودند.

یافته ها

سوال اول پژوهش: پیشران‌ها و عوامل کلیدی آینده‌ساز ظرفیت‌های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین در ۲۰ سال آینده کدام هستند؟

در ابتدا تمامی منابع موجود در پیشینه پژوهش به صورت دقیق مطالعه شدند و سپس مولفه ها در اختیار خبرگان قرار گرفت و سه بار بین آنها رد و بدل شد تا اجماع حاصل گردد. بعد از این مزحله برای تعیین میزان پذیرش مولفه ها از خبرگان در قالب اعداد فازی نظرخواهی شد. مولفه های با نمره بالای ۰,۷ پذیرش و نمره کمتر از ۰,۷ رد شدند. در نهایت پس از رد و بدل شدن پاسخ ها موارد شناسایی شده به صورت زیر مورد اجماع خبرگان پژوهش قرار گرفت: بر اساس روش دلفی فازی اغلب موارد مورد پذیرش و اجماع بالایی قرار گرفته‌اند. در نهایت یافته‌ها نشان داد که از ۱۲۶ عامل شناسایی شده در مرحله دلفی ۱۲ عامل تایید نشد و ۱۱۴ عامل مورد پذیرش نهایی قرار گرفت. این پیشران ها در ۱۲ محور اصلی زیر دسته بندی شدند:

حکمرانی (با ۸ زیر مولفه)؛ فناوری (با ۹ زیر مولفه)؛ اقتصادی (با ۲۱ زیر مولفه)؛ مالی (با ۴ زیر مولفه)؛ سیاسی، فرهنگی و قوانین (با ۱۲ زیر مولفه)؛ اجتماعی و جمعیت شناختی (با ۱۰ زیر مولفه)؛ زیست محیطی، انرژی و منابع (با ۱۰ زیر مولفه)؛ شرکتها و سازمانها (با ۱۳ زیر مولفه)؛ آموزشی و پژوهشی (با ۱۰ زیر مولفه)؛

حسابداری مدیریت (با ۷ زیر مولفه)؛ حسابرسی (با ۱۰ زیر مولفه) و زنجیره تامین (با ۱۲ زیر مولفه).

لذا موارد فوق به عنوان محتمل‌ترین گزینه‌های مرتبط با آینده ظرفیت‌های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین در ۲۰ سال آینده از دیدگاه مدیران مالی هستند که باید در برنامه ریزی های آتی شرکت ها مورد توجه قرار گیرند.

سوال دوم: آینده های محتمل، مطلوب و ممکن و سناریو های مطلوب آینده ظرفیت های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین در ۲۰ سال آینده کدام هستند؟

در این مرحله ابتدا با استفاده از روش دلفی آینده های محتمل، مطلوب و ممکن و سناریو های مطلوب آینده ظرفیت های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین در ۲۰ سال آینده مشخص می شوند و با روش دلفی فازی آستانه پذیرش نهایی هر یک از مولفه ها مشخص می گردد. جمع فازی و میانگین اعداد فازی به شرح ذیل بود:

جدول۱: جمع فازی و میانگین فازی آینده های محتمل، مطلوب و ممکن و سناریو های مطلوب آینده

آینده های محتمل، مطلوب و ممکن و سناریو های مطلوب آینده	جمع فازی			میانگین فازی		
	∑ L	∑M	∑N	∑ L/20	∑M/20	∑N/20
آشنایی با پیش نیازها (مفاهیم پایه ای و ابزارها و و غیره)	16.65	19.1	20	0.8325	0.955	1
مهارت های مرتبط با امنیت بلاکچین	15.9	18.6	20	0.795	0.93	1
برنامه نویسی های مورد نیاز بلاکچین	15.3	18.2	20	0.765	0.91	1
قراردادهای هوشمند	15	18	20	0.75	0.9	1
پلتفرم‌های بلاکچین	14.25	17.1	19.1	0.7125	0.855	0.955
مهارت های غیر فنی (مالی و اقتصادی و غیره	14.1	16.2	17.3	0.705	0.81	0.865

منبع: یافته های پژوهش

نمره ۲۰ در بخش ∑N نشاندهنده نمره بالای مولفه ها می باشد و تنها پلتفرم‌های بلاکچین و مهارت های غیر فنی (مالی و اقتصادی و غیره نمره کمتر از ۲۰ و نمره نزدیک به ۲۰ داشتند. محدوده نمرات در حد بسیار بالایی قرار دارد که در نهایت پذیرش بالای مولفه ها را نشان می دهد. میانگین های فازی نیز در نهایت در حد بسیار بالایی قرار گرفتند که این مهم نیز حاکی از بالاتر بودن اعداد فازی از آستانه پذیرش ۰,۷ است.

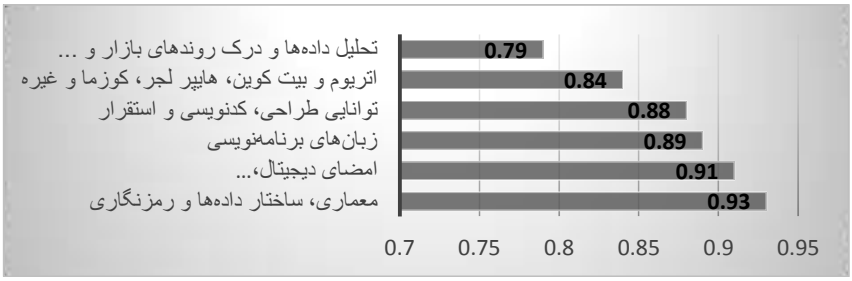
نمودار پذیرش مولفه ها به شرح ذیل بود:



نمودار۱: مقایسه میانگین نهایی آینده های محتمل، مطلوب و ممکن و سناریو های مطلوب آینده منبع: یافته های پژوهش

سوال سوم: مهارت ها، دانش ها و استعدادهای لازم برای ظرفیت های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین در ۲۰ سال آینده چیست؟

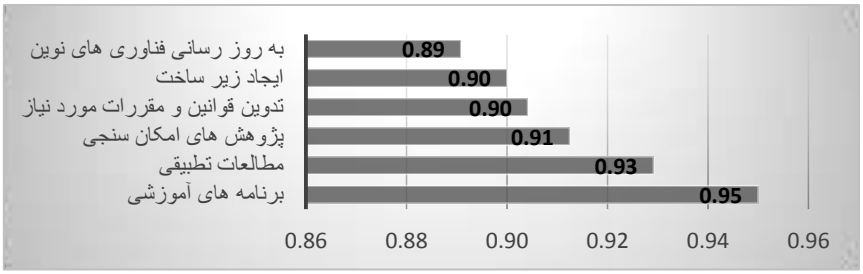
میزان پذیرش نهایی هر یک از مولفه ها با نظرات خبرگان و محاسبات دلفی فازی مشخص شدند که نمودار میانگین پذیرش مولفه ها به شرح ذیل بود:



نمودار۲: میزان پذیرش مهارت ها، دانش ها و استعدادهای لازم منبع: یافته های پژوهش

سوال چهارم: بازیگران تاثیرگذار در ظرفیت های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین شامل شرکت ها، انجمن بلاکچین، دانشگاه و موسسات آموزشی و پژوهشی و ... برای مواجهه با چالش ها و فرصت های مربوط، چه استراتژی ها و برنامه هایی می بایست تدوین کنند؟

نمودار میانگین پذیرش مولفه ها به شرح ذیل بود:



نمودار۳: میزان پذیرش استراتژی ها و برنامه ها منبع: یافته های پژوهش

مدل نهایی به شرح ذیل ارائه می شود:



شکل ۱: مدل نهایی پژوهش منبع: یافته های پژوهش

بحث و نتیجه‌گیری

در راستای دستیابی به هدف پژوهش باید عوامل کلیدی و تأثیرگذار بر آینده ظرفیت‌های فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین به شکل مشخصی شناسایی و تبیین شود. بدین منظور استفاده با بهره گیری از روشی با عنوان سناریوپردازی، طیف گسترده ای از اطلاعات کمّی و کیفی جمع آوری و بدین واسطه زمینه تبیین و ترسیم گزینه های ممکن ، محتمل و مطلوب در رابطه با آینده ظرفیت های فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین فراهم می شود. در حقیقت، این پژوهش با شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر آینده ظرفیت های فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین با روش دلفی فازی این امکان را فراهم می آورد تا ارکان سیاست‌گذار در سطح حرفه با شناسایی و انجام اقدام‌های لازم و از طریق تنظیم عوامل کلیدی شناسایی شده در پژوهش اقدام کنند. به نظر می رسد انجام چنین مطالعاتی با موضوع هایی مرتبط با ظرفیت های فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین و با بهره گیری از سایر روش های انجام مطالعات آینده‌پژوهی و در نهایت دستیابی به ادبیاتی غنی در این حوزه پژوهشی می تواند چراغ راهی مطمئن برای دستیابی به موفقیت به وسیله ظرفیت های فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین به شمار آید. پژوهش دارای چهار سوال بود:

سوال اول: پیشران‌ها و عوامل کلیدی آینده‌ساز ظرفیت‌های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین در ۲۰ سال آینده کدام هستند؟ که در نهایت پس از نظرخواهی از خبرگان ۱۲۶ پیشران شناسایی شد. این پیشران ها در ۱۲ محور اصلی حکمرانی (با ۸ زیر مولفه)؛ فناوری (با ۹ زیر مولفه)؛ اقتصادی (با ۲۱ زیر مولفه)؛ مالی (با ۴ زیر مولفه)؛ سیاسی، فرهنگی

و قوانین (با ۱۲ زیر مولفه)؛ اجتماعی و جمعیت شناختی (با ۱۰ زیر مولفه)؛ زیست محیطی، انرژی و منابع (با ۱۰ زیر مولفه)؛ شرکتها و سازمانها (با ۱۳ زیر مولفه)؛ آموزشی و پژوهشی (با ۱۰ زیر مولفه)؛ حسابداری مدیریت (با ۷ زیر مولفه)؛ حسابرسی (با ۱۰ زیر مولفه) و در نهایت زنجیره تامین (با ۱۲ زیر مولفه) دسته بندی شدند. در نهایت بر اساس محاسبات دلفی فازی ۱۱۴ پیشران با نمره آستانه پذیرش ۰,۷ تایید شدند.

سوال دوم: آینده های محتمل، مطلوب و ممکن و سناریو های مطلوب آینده ظرفیت های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین در ۲۰ سال آینده کدام هستند؟

آشنایی با پیش نیازها، مهارت های مرتبط با امنیت، برنامه نویسی های مورد نیاز، قراردادهای هوشمند، پلتفرم‌ها و مهارت های غیر فنی بود.

سوال سوم: مهارت ها، دانش ها و استعدادهای لازم برای ظرفیت های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین در ۲۰ سال آینده چیست؟

مهارت ها، دانش ها و استعدادهای لازم (۱) معماری، ساختار داده‌ها و رمزنگاری؛ (۲) امضای دیجیتال، هش، اثبات مرکل، رمزنگاری کلید عمومی و خصوصی؛ (۳) زبان‌های برنامه‌نویسی؛ (۴) توانایی طراحی، کدنویسی و استقرار؛ (۵) اتریوم و بیت کوین و غیره؛ (۶) تحلیل داده‌ها و درک روندها بود.

سوال چهارم: بازیگران تاثیرگذار در ظرفیت های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین شامل شرکت ها، انجمن بلاکچین، دانشگاه و موسسات آموزشی و پژوهشی و ... برای مواجهه با چالش ها و فرصت های مربوط، چه استراتژی ها و برنامه هایی می بایست تدوین کنند؟

بازیگران تاثیرگذار شامل شرکت ها، انجمن بلاکچین، دانشگاه و موسسات آموزشی و پژوهشی و ... برای مواجهه با چالش ها و فرصت های مربوط می بایست استراتژی ها و برنامه هایی شامل برنامه های آموزشی، مطالعات تطبیقی، پژوهش های امکان سنجی، تدوین قوانین، ایجاد زیر ساخت و به روز رسانی فناوری های نوین تدوین کنند.

نتایج پژوهش حاضر با پژوهش های آل‌داود و صادقی‌نسب (۱۴۰۰)؛ زندحسامی و ساوجی (۱۳۹۱)؛سانگ و همکاران (۲۰۲۶)؛ برائو و همکاران (۲۰۲۴)؛ گراچمن و همکاران (۲۰۲۳)؛ مارکوس و بویجز (۲۰۲۲) تا حدی همخوانی داشت.

کاربرد فناوری بلاکچین تحت تاثیر عوامل مختلفی است که هر عامل خود دارای ابعاد وسیعی است و باید همه موارد هماهنگ با هم به کار گرفته شوند.

فناوری بلاکچین در آینده به صورت مستقیم و غیر مستقیم بر زنجیره تأمین اثرگذار خواهد بود و تحول اساسی در این زمینه ایجاد می نماید. از اینرو شرکتها باید زیرساخت های مرتبط با این فناوری را فراهم نمایند و برای ماندن در صحنه رقابت باید خود را جهت مواجهه با فناوری بلاکچین آماده نمایند. در دنیای امروزی که به طور فزاینده‌ای همه چیز مثل زنجیر به هم متصل هستند، زنجیره تامین یک جنبه حیاتی از عملیات تجاری مدرن است. با ظهور فناوری بلاک چین، انتظار می‌رود که شفافیت و کارایی در سراسر زنجیره تامین به طور قابل توجهی بهبود یابد. تدوین قوانین لازم توسط نهادهای قانونگذار پیشنهاد می شود.

فناوری بلاکچین باید توسط سازمان محیط زیست نیز مورد توجه قرار گید چرا که این فناوری بر کاهش آلودگی های زیست محیطی نیز موثر است.

حرکت به سمت قوانین بین المللی نیز یکی از الزامات مهم دستیابی به این فناوری است که نیازمند توجه قانونگذاران و استانداردگذاران است.

مهم ترین پیشنهادات در خصوص ارتقای کاربرد بلاکچین در زنجیره تامین به شرح ذیل اند:

۱. به نهادهای متولی فناوری های نوین شامل وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و انجمن های حرفه ای پیشنهاد می شود که برای ایجاد زیر ساخت های لازم همکاری های لازم را در این زمینه داشته باشند تا پیاده سازی این فناوری با مشکل روبه رو نشود.

۲. به مجلس شورای اسلامی و وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات پیشنهاد می شود که تدوین قوانین و مقررات مورد نیاز را جزء اولویت های اصلی خود قرار دهند. یک گروه کارشناسی باید در این زمینه تشکیل شود.

۳. دانشگاه ها و موسسات آموزشی و پژوهشی با همکاری وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و انجمن های حرفه ای برنامه های آموزشی مورد نیاز را در برنامه های آموزشی دانشگاه ها قرار دهند و شرکت ها نیز به کارکنان درگیر در زنجیره تامین را آموزش کافی را ارائه دهند.

۴. مطالعات تطبیقی در خصوص فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین جزء اولویت های پژوهشی شرکتها و سازمان هیا درگیر در این زمینه قرار گیرد.

۵. پژوهش های امکان سنجی باید توسط دانشگاه ها و موسسات آموزشی و پژوهشی با همکاری وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و انجمن های حرفه ای انجام شود.

۶. به روز رسانی فناوری های نوین باید جزء برنامه های اصلی سازمان های درگیر در خصوص فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین قرار بگیرد.

۷. توسعه پروتکل‌ها و استانداردهای قوی که امکان ارتباط و تبادل داده بین بلاکچین‌های مختلف و همچنین ادغام آن‌ها با سیستم‌های موجود را فراهم کند.

برای بهبود زمینه استفاده از فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین شرکت‌های بورسی، لازم است مجموعه‌ای از اقدامات هماهنگ در سطوح مختلف (فنی، سازمانی، قانونی و استراتژیک) انجام شود. شرکت‌های بورسی به دلیل شفافیت بالا، پیچیدگی ساختاری، و نیاز به پاسخگویی به سهامداران و نهادهای نظارتی، نیازمند رویکردهای ویژه‌ای هستند.

در اینجا پیشنهادهایی برای زمینه‌سازی بهتر استفاده از بلاکچین در زنجیره تأمین این شرکت‌ها آورده شده است:

۱. تدوین استانداردها و چارچوب‌های عملیاتی مشترک

۲. ایجاد و تشویق طرح‌های پایلوت و اثبات مفهوم

۳. تمرکز بر موارد کاربرد مشخص و با ارزش افزوده بالا

۴. آموزش و توانمندسازی نیروی انسانی و مدیران

۵. ایجاد بسترهای قانونی و رگولاتوری حمایتی

هماهنگی گسترده بین تمامی افراد موثر در ایجاد فناوری بلاکچین ضرورت دارد.

به منظور تلفیق روش‌های علمی و اجرایی با دانش و پژوهش های کاربردی موضوعات پژوهشی و با توجه به محدودیت‌های موجود به پژوهشگران آتی، پیشنهاد می‌گردد:

- شناسایی زیرساخت های لازم برای بکارگیری فناوری بلاکچین در زنجیره تامین شرکتها

- تبیین پیشران‌ها و عوامل کلیدی آینده‌ساز ظرفیت‌های کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین در شرایط بحران های سیاسی، اقتصادی و ...

منابع و مآخذ

ابراهیمی، احمد، الفت، لعیا، امیری، مقصود و تقوی‌فرد، محمدتقی. (۱۴۰۰). طراحی زنجیره تامین کالاهای فاسدشدنی با دوره عمر ثابت با استفاده از تکنیک محدوده میان‌بخشی نرمال. پژوهشنامه بازرگانی، ۲۶(۱۰۱)، ۱۵۷-۱۹۲. doi: 10.22034/ijts.2021.246926

ابوالحسنی ابرغان، فاطمه؛ داداش کریمی، یحیی؛ (۱۴۰۴)، نقش فناوری بلاک‌چین در شفاف‌سازی زنجیره تأمین و افزایش اعتماد مشتریان، چشم انداز حسابداری و مدیریت، دوره هشتم (۱۰۱)(جلد دوم) صص ۲۲۶ - ۲۳۹. https://www.magiran.com/p2896286

اکبری گنجه، سجاد ، موسوی، سید علیرضا ، حیدرزاده هنزائی، کامبیز و عبدالوند، محمدعلی . (۱۴۰۱). ارائه الگوی هوشمندی فروش دربستربلاکچین با استفاده از تئوری داده بنیاد .*پژوهشنامه بازرگانی*، ۲۶(۱۰۲)، ۱۳۳-۱۵۶. doi: 10.22034/ijts.2022.251855

شریفیان جزی، سحر، محمدی، علی، عباسی، عباس، علی محمدلو، مسلم. (۱۴۰۳). شناسایی چالش‌های موثر بر پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی و صنعت ۴,۰ در مدیریت زنجیره تامین. پژوهش های مدیریت در ایران, ۲۸(۲), ۱۴۶-۱۸۳. https://mri.modares.ac.ir/article_661.html

صفاری، مهدی، باجلان، علی، احسانی، سعید، (۱۴۰۱)، مقدمه ای بر پولشویی، گرگان، انتشارات ویراست.

عباسی رائی، علی و میاندوآبچی، الناز. (۱۴۰۴). نیازسنجی حوزه‌های عملیاتی و صنایع مختلف کشور به خدمات و توانمندی‌های مرکز GS1 ایران به منظور مدیریت بهینه اطلاعات در زنجیره تامین. پژوهشنامه بازرگانی، ۲۹(۱۱۵)، ۶۷-۱۰۸. doi: 10.22034/ijts.2025.2057885.4129

علی دادی تلخستانی، نرگس و حاجی محمدعلی جهرمی، مقداد . (۱۴۰۰). طراحی یک شبکه زنجیره تامین چابک در شرایط پویایی قیمت با تمرکز بر برنامه ریزی حمل و نقل. پژوهشنامه بازرگانی، ۲۶(۱۰۱)، ۱-۳۶. doi: 10.22034/ijts.2021.246919

مبینی، نگین؛ بنی طالبی دهکردی، بهاره؛ (۱۴۰۴)، الگوی مفهومی بلاک‌چین از منظر زنجیره تامین، مدیریت کسب و کار، شماره ۶۵، صص ۱۳۰ تا ۱۴۸.https://sanad.iau.ir/Journal/bmj/Article/1198319

abbasi raei,A. and miandoabchi,E. (2025). Needs Assessment of the Ountry's Operational Sectors and Industries Regarding the Services and Capabilities of GS1 Iran for Optimal Information Management in the Supply Chain. Iranian Journal of Trade Studies, 29(115), 67-108. doi: 10.22034/ijts.2025.2057885.4129. [In Persian]

Abolhasani Abrghan, F., & Dadash Karimi, Y. (2025). The role of blockchain technology in supply-chain transparency and increasing customer trust. Accounting and Management Outlook, 8(101, Vol. 2), 226-239. https://www.magiran.com/p2896286. [In Persian]

akbari ganjeh,S. , moosavi,A. R. , Heidarzadeh Hanzaee,K. and abdolvand,M. (2022). Designing a Blockchain-Based Smart Sales Contract Model in Knowledge-Based Companies Using a Grounded Theory. Iranian Journal of Trade Studies, 26(102), 133-156. doi: 10.22034/ijts.2022.251855. [In Persian]

Alidadi Talkhestani,N. and Haji Mohammad Ali Jahromi,M. (2021). Designing an Agile Supply Chain Network in Terms of Price Dynamics With a Focus on Transportation Planing. Iranian Journal of Trade Studies, 26(101), 1-36. doi: 10.22034/ijts.2021.246919. [In Persian]

Bischoff, O. and Seuring, S. (2021), "Opportunities and limitations of public blockchain-based supply chain traceability", Modern Supply Chain Research and Applications, Vol. 3 No. 3, pp. 226-243.

Bouyoukoozkan, G. and Gooçer, F. (2018), "Digital Supply Chain: literature review and a proposed framework for future research", Computers in Industry, Vol. 97, pp. 157-177.

Brau, J.C., Gardner, J., DeCampos, H.A. and Gardner, K. (2024), "Blockchain in supply chain management: a feature-function framework for future research", Supply Chain Management, Vol. 29 No. 1, pp. 27-49. https://doi.org/10.1108/SCM-08-2022-0315

Cole, R., Stevenson, M. and Aitken, J. (2019), "Blockchain technology: implications for operations and supply chain management", Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 24 No. 4 , pp. 469-483.

Ebrahimi,A. , olfat,L. , amiri,M. and taghavifard,M. (2021). Designing Fixed Lifetime Perishable Products Supply Chain Using Normal Boundary Intersection Method. *Iranian Journal of Trade Studies*, *26*(101), 157-192. doi: 10.22034/ijts.2021.246926. [In Persian]

Gruchmann, T., Elgazzar, S. and Ali, A.H. (2023), "Blockchain technology in pharmaceutical supply chains: a transaction cost perspective", Modern Supply Chain Research and Applications, Vol. 5 No. 2, pp. 115-133. https://doi.org/10.1108/MSCRA-10-2022-0023

Khan, M.Z., Kumar, A. and Sahu, A.K. (2023), "Blockchain applications in supply chain management: a systematic review of reviews", Global Knowledge, Memory and Communication, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. https://doi.org/10.1108/GKMC-12-2022-0296

MacCarthy, B.L. and Ivanov, D. (2022), "The Digital Supply Chain—emergence, concepts, definitions, and technologies", The Digital Supply Chain, pp. 3-24.

Markovic, Sanja, (2025), The Impact of Blockchain on Supply Chain Transparency and Security in Europe (January 01, 2025). Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=5078905 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5078905

Markus, S. and Buijs, P. (2022), "Beyond the hype: how blockchain affects supply chain performance", Supply Chain Management, Vol. 27 No. 7, pp. 177-193. https://doi.org/10.1108/SCM-03-2022-0109

Mobini, N., & Bani-Talebi Dehkordi, B. (2025). A conceptual model of blockchain from the supply-chain perspective. Business Management, (65), 130-148. https://sanad.iau.ir/Journal/bmj/Article/1198319. [In Persian]

Narendra, Kumar, Krishna, Kumar, Anurag, Aeron, Filippo, Verre, (2025), Blockchain technology in supply chain management: Innovations, applications, and challenges, Telematics and Informatics Reports, Volume 18, June 2025, 100204

Queiroz, M.M., Telles, R. and Bonilla, S.H. (2020), "Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature", Supply Chain Management, Vol. 25 No. 2, pp. 241-254. https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0143

Safari, M., Bajelan, A., & Ehsani, S. (2022). An introduction to money laundering. Gorgan: Virast Publications. [In Persian]

sharifian jazi,S. , Mohammadi,A. , abbasi,A. and Alimohammadlou,M. (2024). Identifying the Challenges Affecting the Implementation of Circular Economy and Industry 4.0 in Supply Chain Management. *Management Research in Iran*, *28*(2), 146-183. https://mri.modares.ac.ir/article_661.html?lang=en . [In Persian]

Song, Lei and Guo, Xiaolong and Xu, Fasheng and Chen, Yu, (2026), Smart Contracts and Inventory-Based Financing in Supply Chains (January 18, 2026). Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=6091528.

Srivastava, A. and Dashora, K. (2022), "Application of blockchain technology for agrifood supply chain management: a systematic literature review on benefits and challenges", Benchmarking: An International Journal, Vol. 29 No. 10, pp. 3426-3442. https://doi.org/10.1108/BIJ-08-2021-0495

Zayed, L.M.M., Othman, O.H. (2023), Effect of blockchain technology in innovating accountants' skills: a multimethodology study in the industrial companies listed on the Amman Stock Exchange. J Innov Entrep 12, 44.

Explaining the Fuzzy Model of the Capacities of Blockchain Technology Applications in the Supply Chain of Manufacturing Companies

Nima Adibizadeh Lanjani [1]
Ezatollh Asgharizadeh [*2]
Zahra Alipour Darvishi [3]

Abstract
The emergence of blockchain technology significantly impacts supply chains. The goal of this research is to articulate the future perspectives of managers regarding the application capabilities of blockchain technology in the supply chains of publicly traded manufacturing companies. Using the fuzzy Delphi method, which included a review of specialized literature and consultations with 20 experts, answers were provided to four research questions. The findings revealed that the drivers and key factors shaping the future applications of blockchain technology in supply chains over the next 20 years could be categorized into 12 dimensions: governance; technology; economic; financial; political, cultural, and legal; social; environmental, energy, and resources; organizations; educational and research; management accounting; auditing; and supply chain. Potential, desirable, and possible futures, along with desirable scenarios for the application capabilities of blockchain in supply chains, necessitate familiarity with prerequisites, skills related to security, required programming, smart contracts, platforms, and non-technical skills. The essential skills, knowledge, and talents required include: (1) architecture, data structures, and cryptography; (2) digital signatures, hashing, Merkle proof, public and private key cryptography; (3) programming languages; (4) was the ability to design, code and deploy; (5) Ethereum, Bitcoin, etc.; (6) data analysis and trend understanding. Influential actors include companies, blockchain associations, universities and so on. To address the related challenges and opportunities, they need to develop strategies and programs such as educational initiatives, comparative studies, feasibility research, drafting regulations, building infrastructure and updating emerging technologies. Manufacturing companies should prepare the ground for using blockchain.

Keywords
Supply Chain, Blockchain Technology, Fuzzy Model, Manufacturing Companies

1. Department of Industrial Management, Ki.C, Islamic Azad University, Kish, Iran. Nima.adibizadehlanjani@iau.ac.ir
2. Department of Industrial Management, Ki.C, Islamic Azad University, Kish, Iran. (corresponding author) Asghari@ut.ac.ir
3. Department of Industrial Management, Ki.C, Islamic Azad University, Kish, Iran. Z_alipour109@iau.ac.ir