فصلنامه راهبرد توسعه/ سال نوزدهم/ شماره ٤ (پیاپی٧٦)/ زمستان ١٤٠٢/ ٧٤-٥٢
Quarterly Journal of Development Strategy, 2024, Vol. 19, No.4 (76), 52-74

بررسی موانع توسعه در فناوری بلاکچین برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار در ایران

محمدحسین اصغرپور سرشکه[1]
مهرزاد جمشیدی گیلانی[2]
سیّد سینا معصومی[3]

(تاریخ دریافت ۱۴۰۲/۵/۱ ـ تاریخ تصویب ۱۴۰۲/۱۱/۳)

نوع مقاله: **علمی پژوهشی**

چکیده

پتانسیل فناوری بلاکچین برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار به‌طور گسترده‌ای شناخته شده است، اما اجرای آن با موانع مختلفی روبرو است. این مطالعه باهدف بررسی موانع توسعه فناوری بلاک چین برای مدیریت پایدار زنجیره تأمین در ایران و ارائه راهبردهای جامع برای غلبه بر آن‌ها انجام شد. این مطالعه به درک موانع توسعه فناوری بلاکچین برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار در ایران کمک می‌کند و توصیه‌های عملی را برای سیاست‌گذاران و دست‌اندرکاران ارائه می‌دهد. به این منظور در ابتدا، با بررسی مطالعات قبلی، ۲۷ مانع مهم شناسایی و در شش حوزه طبقه‌بندی شد و اهمیت آن‌ها با استفاده از روش معیارهای پایه و نظرسنجی خبرگان محاسبه شد. سپس با انجام مصاحبه با صاحب‌نظران این حوزه، هفت راهبرد جامع برای رفع موانع پذیرش پیشنهاد شد.

۱- کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
۲- کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی نوشیروانی، بابل، ایران.
۳- کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه یزد، یزد، ایران. sinamasoumiii@gmail.com

برای تعیین اولویت این راهبردها از روش کوکوسو استفاده شد. ماتریس تصمیم برای جمع‌آوری اطلاعات از خبرگان ارائه شد و پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها، با استفاده از روابط روش کوکوسو، استراتژی‌ها اولویت‌بندی شدند. راهبردهای «ارائه نقشه راه اجرا و پیاده‌سازی بلاک چین» و «سیاست راهبردی استفاده از بلاکچین در سطح ملی» به ترتیب در اولویت اول و دوم قرار گرفتند. این یافته‌ها اهمیت برنامه‌ریزی راهبردی و سیاست‌گذاری برای حمایت از پذیرش فناوری بلاکچین و ترویج شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین پایدار را برجسته می‌کند.

کلیدواژه: فناوری بلاکچین، زنجیره تأمین پایدار، روش کوکوسو، انفورماتیک.

(۱)- مقدمه

بلاکچین یک دفتر کل غیرمتمرکز و تغییرناپذیر است که ذخیره‌سازی ایمن و شفافیت در عملیات تجاری را تسهیل می‌کند. در ابتدایی‌ترین حالت، داده‌ها به‌صورت متوالی در بلوک‌هایی ثبت می‌گردند و این بلوک‌ها به‌صورت زنجیره‌ای به هم متصل می‌شوند. یک نسخه به‌روز شده از پایگاه داده هر رایانه در شبکه این سیستم در این زنجیره قرار دارد. به‌این‌ترتیب، فناوری بلاکچین کاملاً ایمن تلقی می‌شود (بای و سرکیس[1]، ۲۰۲۰). فناوری بلاکچین به‌عنوان پایگاه داده‌ای تعریف می‌شود که عملیات ایمن و سازگار را توسط بسیاری از گره‌های شبکه ارائه می‌دهد (بک[2]، ۲۰۱۸). داده‌های فرآیندی روی بلاکچین در مجموعه‌ای از بلوک‌های داده ذخیره می‌شوند که ازنظر رمزنگاری به هم مرتبط هستند و به‌طور بالقوه بی‌نهایت هستند (هاولیتچک و همکاران[3]، ۲۰۱۸).

این فناوری شامل بلوک‌هایی است که توسط هش‌های رمزنگاری و مُهرهای زمانی مرتبط با آن‌ها برای حل مسائل مربوط به حریم خصوصی و امنیتی مرتبط شده‌اند. علاوه بر این، تسویه معاملات در زمان واقعی را بدون دخالت شخص ثالث فراهم می‌کند که به‌طور گسترده در صنایع مختلف مانند مالی و شهرهای هوشمند به‌عنوان یک راه حل مناسب برای مسائل اعتماد و

1- Bai & Sarkis
2- Beck
3- Hawlitschek et al

امنیت پذیرفته شده است (تنور و همکاران[1]، ۲۰۲۲). فناوری بلاکچین به دلیل دارا بودن ویژگی‌های متمایز مانند یکپارچگی داده‌ها، امنیت، تمرکززدایی و قابلیت اطمینان، توجه قابل‌توجهی را از سوی پژوهشکده‌ها و صنعت به خود جلب کرده است. باوجود گستردگی و مطالعات صورت گرفته پیرامون این فناوری، میزان پذیرش آن‌ها هنوز اندک است که یکی از دلایل اصلی انجام مطالعات مربوط به رضایت و پذیرش کاربران است (الشمسی و همکاران[2]، ۲۰۲۲).

بلاکچین به‌عنوان راهکاری برای سازمان‌دهی سوابق به شیوه‌ای توزیع‌شده محسوب می‌شود و این قابلیت را دارد که مدیریت زنجیره تأمین را با استفاده از ویژگی‌های شفافیت، اصالت، اعتماد، امنیت، کاهش هزینه، عملیات کارآمد و کاهش ضایعات بهبود دهد (دوتا و همکاران[3]، ۲۰۲۰). پیاده‌سازی بلاکچین به شرکت‌ها کمک می‌کند تا کسب‌وکارهای انعطاف‌پذیر و مقیاس‌پذیر را با هزینه کمتر، امن‌تر، مؤثرتر و کنترل‌شده‌تر ایجاد کنند. همچنین با ایجاد شفافیت و صرفه‌جویی در هزینه، سود شرکت‌ها و مزیت رقابتی آن‌ها را افزایش می‌دهد (کو و همکاران[4]، ۲۰۱۸). به گفته بسیاری از ارسال‌کنندگان و ارائه‌دهندگان خدمات لجستیکی از قبیل والمارت و مرسک، فناوری بلاکچین تا حدود زیادی موجب تغییر و بهبود مدیریت زنجیره تأمین می‌شود (استرنبرگ و همکاران[5]، ۲۰۲۱).

به دلیل فضای رقابتی موجود، شرکت‌ها برای حفظ مزیت رقابتی در بازارهای در حال تغییر سریع امروزی باید محصولات خود را گسترش داده و خدمات سفارشی باکیفیت بالا ارائه دهند (سریدوی و سارانگا[6]، ۲۰۱۷). کاربردهای زیادی برای استفاده از بلاکچین وجود دارد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها پایداری زنجیره تأمین است (صابری و همکاران، ۲۰۱۹). پایداری زنجیره تأمین در سه دهه گذشته اهمیت خود را افزایش داده و به محرک اصلی تقاضا و وفاداری مصرف‌کنندگان تبدیل شده است. پایداری به‌عنوان تعادل بین ابعاد محیطی، اجتماعی و تجاری تعریف شده است (کوهیزاده و همکاران، ۲۰۲۱). فناوری بلاکچین دارای پتانسیل گسترده‌ای

1- Tanwar et al
2- AlShamsi et al
3- Dutta et al
4- Ko et al
5- Sternberg et al
6- Sreedevi & Saranga

برای تغییر مدل‌های تجاری سنتی است. مدیران باهوش کسب‌وکارهای مختلف پیوسته در حال کاوش هستند که چگونه فناوری بلاکچین بر صنایع آن‌ها و موقعیت‌های رقابتی آن‌ها در این صنایع تأثیرگذار خواهد بود. اگرچه پذیرش بلاکچین برای شرکت‌های تجاری اجتناب‌ناپذیر است، اما بررسی دقیق ریسک‌ها و چالش‌ها قبل، حین و بعد از اجرای بلاکچین به تضمین موفقیت بلندمدت کمک می‌کند (پریوت و همکاران[1]، ۲۰۲۰).

امروزه جهان در آستانه انقلاب فناوری است و به سمت پیشرفت روزافزون فنّاوری در حرکت است که تغییرات گسترده‌ای در زندگی بشریت ایجاد کرده است. دیجیتالی شدن یک گام جدید در زمینه ایجاد فنّاوری نوظهور بلاکچین است (اصغرپور سرشکه، ۱۴۰۲). با افزایش به‌کارگیری فناوری‌های جدید مطالعه بر روی چگونگی پذیرش این فناوری‌ها نیز از اهمیت بالایی برخوردار می‌شود. پیشرفت‌های اخیر بلاکچین باعث ادغام در بسیاری از صنایع برای مدیریت زنجیره تأمین آن‌ها شده است، ازاین‌رو پذیرش و به‌کارگیری از آن برای مدیریت زنجیره تأمین به عوامل داخلی و خارجی وابسته است که چالش‌هایی را در پی دارد. درنتیجه شناسایی این موانع، سهولت درک، پذیرش و پیاده‌سازی این فناوری را به ارمغان می‌آورد. این پژوهش با شناسایی موانع پذیرش فناوری بلاکچین برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار در ایران، در ابتدا اهمیت عوامل را تعیین نموده و سپس راهبردهایی مناسب در راستای تسهیل پذیرش فناوری بلاکچین را ارائه می‌نماید.

(۲)- پیشینه پژوهش

رانا و همکاران[2] (۲۰۲۱) با انجام مطالعه مروری سیستماتیک تأثیرات بلاکچین بر زنجیره تأمین پایدار کشاورزی را مورد بررسی قرار دادند. تحلیل مروری آن‌ها نشان داد که بیت‌کوین با پشتیبانی اینترنت اشیا می‌تواند به پایداری تولید محصولات کشاورزی کمک کند. البته آن‌ها بیان کردند که استفاده از این فناوری چالش‌هایی همچون فاش شدن حریم خصوصی، هزینه بالا و مشکلات اتصال را در پی خواهد داشت. لیان و همکاران[3] (۲۰۲۰)، به شناسایی و بررسی

1- Prewett et al
2- Rana et al
3- Lian et al

عوامل مؤثر در پذیرش و استفاده کاربران از قفل‌های هوشمند مبتنی بر بلاکچین پرداختند. این پژوهش یک مدل یکپارچه را با تلفیق نتایج مصاحبه و پیشینه نظری پیشنهاد نمود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که سودمندی درک‌شده و سهولت درک‌شده از عوامل تأثیرگذار در پذیرش قفل هوشمند مبتنی بر بلاکچین هستند. به بیان دقیق‌تر تأکید بر عملکرد و راحتی یک سرویس جدید هنگام معرفی به یک کاربر بالقوه، قابل توجه است.

کوییروز و وامبا[1] در سال ۲۰۱۹ مطالعه‌ای باهدف درک رفتار پذیرش بلاکچین در زمینه لجستیک و زنجیره تأمین در هند و آمریکا انجام داده‌اند. این پژوهش مدلی توسعه‌یافته از مدل تئوری یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری ارائه داده است، سپس با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری حداقل مربعات جزئی برآورد شد و نتایج به‌دست‌آمده حاکی از وجود رفتارهای متمایز پذیرش بلاکچین در هند و آمریکا است. کارامچاندی و همکاران[2] (۲۰۱۹) با استفاده از مدل پذیرش فناوری، مدلی از مزیت‌های درک‌شده بلاکچین بر روی شش بعد از زنجیره تأمین شامل ارتباط با مشتری، کیفیت اطلاعات، کیفیت خدمات، عدم اطمینان عرضه، انبوه سفارشی‌سازی و قابلیت اطمینان تحویل ارائه نمودند. این پژوهش با ارزیابی درک پذیرش فناوری بلاکچین در صنعت خدمات هند، به‌منظور بررسی درک سودمندی بلاکچین در زنجیره تأمین انجام شده است. نتایج به‌دست‌آمده از مدل این پژوهش نشان از درک سودمندی فزاینده از پذیرش بلاکچین می‌دهد.

کمبل و همکاران[3] (۲۰۱۹) ادبیات مربوط به بلاکچین و تصویب آن در زنجیره تأمین را با توسعه و اعتبار آماریِ مدلی برای درک ادراک کاربران از پذیرش بلاکچین، بررسی نمودند. مدل آن‌ها مبتنی بر سه نظریه پذیرش؛ مدل پذیرش فناوری، شاخص آمادگی فناوری و نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد مدل پذیرش بلاکچین قدرت تبیینی قابل‌توجهی دارد. طاهرخانی و عموزاد خلیلی (۱۴۰۱) طی پژوهشی کیفی عوامل تأثیرگذار بر پذیرش بلاکچین در زنجیره تأمین صنایع مختلف را شناسایی نمودند. این پژوهش بر روی یک رویکرد نظری یکپارچه استوار می‌باشد که از ترکیب تئوری فناوری و چارچوب فناوری-

1- Queiroz & Wamba
2- Karamchandani et al
3- Kamble et al

سازمان- محیط، استفاده و ۱۷ عامل مؤثر بر پذیرش فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین صنایع مختلف را از ادبیات تحقیق استخراج نمودند.

تعامی و ریاحی (۱۳۹۸) تغییرات مدیریت زنجیره تأمین با استفاده از فناوری بلاکچین و تأثیر آن بر پیشگیری از قاچاق کالا را با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای مورد بررسی قرار دادند و با تلفیق مدل‌های جدید ارائه‌شده زنجیره تأمین بر پایه فناوری بلاکچین با طرح رهگیری و ردیابی کالاها و رهگیری واحد فرآورده، مدل جدیدی بر پایه مفهوم اقتصاد مدور ۴ ارائه دادند که ضمون بهبود مدل‌های قبلی معایب زنجیره تأمین فعلی را نیز از بین می‌برد. بنا بر پژوهش آن‌ها بهره‌گیری از بلاکچین و رهگیری و ردیابی کالاها، از طریق شفاف‌سازی تعاملات شبکه تأمین و توزیع منجر به افزایش قابلیت اعتماد زنجیره تأمین، امنیت، سرعت و ارتقاء شفافیت می‌شود.

پس از مطالعه ادبیات موضوع و مشورت با خبرگان دانشگاهی و صنعتی ۲۷ مانع مهم شناسایی و در شش حوزه طبقه‌بندی شد که در جدول ۱ قابل مشاهده است. با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره میزان اهمیت هر یک از این موانع مشخص گردیده و راهبردهای ارائه شده رتبه‌بندی شدند.

جدول (۱)- موانع شناسایی‌شده پذیرش فناوری بلاکچین برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار در ایران

دسته	شناسه	موانع	مرجع
امنیتی	A1	چالش‌های امنیتی	بیسواس و گوپتا[1]، ۲۰۱۹؛ کازینو و همکاران[2]، ۲۰۱۹؛ هو[3]، ۲۰۱۷؛ سایوگو و همکاران[4]، ۲۰۱۵؛ وانگ هان و همکاران[5]، ۲۰۱۹؛ وانگ سینگی و همکاران[6]، ۲۰۱۹؛ یلی هومو و همکاران[7]، ۲۰۱۶)
	A2	چالش تغییرناپذیری فناوری بلاکچین	(بیسواس و گوپتا، ۲۰۱۹؛ کمبل و همکاران، ۲۰۱۹؛ کارامچاندانی و همکاران، ۲۰۲۰؛ پالومبینی[8]، ۲۰۱۷)

1- Biswas & Gupta
2- Casino et al
3- Hou
4- Sayogo et al
5- Wang Han et al
6- Wang Singgih et al
7- Yli-Huumo et al
8- Palombini

دسته	شناسه	موانع	مرجع
	A3	نگرش منفی نسبت به فناوری	(سوان[1]، ۲۰۱۵)
	A4	چالش سیاست افشای اطلاعات بین شرکا در زنجیره تأمین	(هیوز و همکاران[2]، ۲۰۱۹؛ پورنادر و همکاران، ۲۰۲۰؛ وانگ سینگی و همکاران، ۲۰۱۹)
دانشی	N1	عدم وجود استانداردهای مرتبط با فناوری	(یانسن و همکاران[3]، ۲۰۲۰)
	N2	عدم وجود رشته‌های دانشگاهی	(هوبرمن و همکاران[4]، ۲۰۲۱؛ صاحبی و همکاران، ۲۰۲۰)
	N3	محدود بودن دوره‌ها و کارگاه‌های برگزارشده برای آشنایی با کاربردهای بلاکچین	(هوبرمن و همکاران، ۲۰۲۱)
	N4	عدم بلوغ فناوری بلاکچین	(بیسواس و گوپتا، ۲۰۱۹؛ هاکیوس و پترسن[5]، ۲۰۱۷؛ لیندمن و همکاران[6]، ۲۰۱۷؛ مندلینگ و همکاران[7]، ۲۰۱۸؛ موگایار[8]، ۲۰۱۶؛ پیلکینگتون[9]، ۲۰۱۶؛ سوان، ۲۰۱۵؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۶).
	N5	کمبود دانش و تخصص	(آنجلیس و داسیلوا[10]، ۲۰۱۹؛ کمبل و همکاران، ۲۰۱۹؛ لاسیتی[11]، ۲۰۱۸؛ مانگلا و همکاران[12]، ۲۰۱۷؛ موگایار، ۲۰۱۶؛ سایوگو و همکاران، ۲۰۱۵)
	N6	دسترسی به فناوری	(آبیراتنه و منفرد[13]، ۲۰۱۶؛ مورابیتو[14]، ۲۰۱۷)
قانونی	L1	فقدان سیاست‌های سازمانی جدید برای استفاده از فناوری بلاکچین	(لاسیتی، ۲۰۱۸؛ مندلینگ و همکاران، ۲۰۱۸؛ وانگ هان و همکاران، ۲۰۱۹)
	L2	فقدان سیاست‌های دولتی	(گوویندان و همکاران[15]، ۲۰۱۴؛ هیوز و همکاران، ۲۰۱۹؛ کمبل و همکاران، ۲۰۲۰؛ مانگلا و همکاران، ۲۰۱۷؛ مورکوناس و همکاران[16]، ۲۰۱۹؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۹)

1- Swan
2- Hughes et al
3- Janssen et al
4- Huberman et al
5- Hackius & Petersen
6- Lindman et al
7- Mendling et al
8- Mougayar
9- Pilkington
10- Angelis & Da Silva
11- Lacity
12- Mangla et al
13- Abeyratne & Monfared
14- Morabito
15- Govindan et al
16- Morkunas et al

دسته	شناسه	موانع	مرجع
	L3	عدم آمادگی مطلوب برای تغییرات مربوطه توسط نهادهای نظارتی	(بیسواس و گوپتا، ۲۰۱۹)
زیرساختی	B1	فقدان ابزار برای پیاده‌سازی فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین پایدار	(آندونی و همکاران[1]، ۲۰۱۹؛ گووییندان و همکاران، ۲۰۱۴؛ مانگلا و همکاران، ۲۰۱۷؛ مورکوناس و همکاران، ۲۰۱۹)
	B2	محدودیت‌های مالی	(آنگرال و همکاران[2]، ۲۰۱۷؛ بیسواس و گوپتا، ۲۰۱۹؛ هیوز و همکاران، ۲۰۱۹؛ مارسال-لاکونا[3]، ۲۰۱۸؛ پاتل و همکاران[4]، ۲۰۱۷؛ سایوگو و همکاران، ۲۰۱۵؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۹)
	B3	محدودیت‌های عملیاتی	(باتوبارا و همکاران[5]، ۲۰۱۸)
	B4	چالش‌ها در ادغام شیوه‌های پایدار و فناوری بلاکچین از طریق زنجیره تأمین	(گویندان و همکاران، ۲۰۱۴؛ لوترا و همکاران[6]، ۲۰۱۶؛ مانگلا و همکاران، ۲۰۱۷؛ مورکوناس و همکاران، ۲۰۱۹)
فرهنگی	C1	مشکل در تغییر فرهنگ سازمانی	(گوران و کانت[7]، ۲۰۱۵؛ منگلا و همکاران، ۲۰۱۷؛ مندلینگ و همکاران، ۲۰۱۸)
	C2	مشکلات در همکاری، ارتباط و هماهنگی در زنجیره تأمین	(بانکه و جانسن[8]، ۲۰۲۰؛ کارو و همکاران[9]، ۲۰۱۸؛ گوران و کانت، ۲۰۱۵؛ کمبل و همکاران، ۲۰۲۰؛ کشتری، ۲۰۱۸؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۹)
	C3	عدم مشارکت صنعت در پذیرش بلاکچین و شیوه‌های اخلاقی و ایمن	(هیوز و همکاران، ۲۰۱۹؛ لوترا و همکاران، ۲۰۱۶)
	C4	عدم آگاهی و تمایل مشتریان در مورد پایداری و فناوری بلاکچین	(هیوز و همکاران، ۲۰۱۹؛ لوترا و همکاران، ۲۰۱۶؛ مانگلا و همکاران، ۲۰۱۷)
	C5	تردید برای تبدیل به سیستم‌های جدید	(آنجلیس و داسیلوا، ۲۰۱۹؛ گووییندان و همکاران، ۲۰۱۴؛ میکلمن، ۲۰۱۷؛ صابری و همکاران، ۲۰۱۸)
	C6	تفاوت‌های فرهنگی شرکای زنجیره تأمین	(کارو و همکاران، ۲۰۱۸؛ پاتل و همکاران، ۲۰۱۷؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۹)

1- Andoni et al
2- Angraal et al
3- Marsal-Llacuna
4- Patel et al
5- Batubara et al
6- Luthra et al
7- Gorane & Kant
8- Behnke & Janssen
9- Caro et al

دسته	شناسه	موانع	مرجع
مدیریتی	M1	عدم تعهد و پشتیبانی مدیریت	(کراسبی و همکاران[1]، ۲۰۱۶؛ گوو و لیانگ[2]، ۲۰۱۶؛ مانگلا و همکاران، ۲۰۱۷؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۶)
	M2	فقدان پاداش و انگیزه	(لوترا و همکاران، ۲۰۱۶؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۹)
	M3	عدم مشارکت ذینفعان خارجی	(مانگلا و همکاران، ۲۰۱۷؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۹)
	M4	رقابت و عدم اطمینان در بازار	(بیسواس و گوپتا، ۲۰۱۹؛ مانگلا و همکاران، ۲۰۱۷؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۹)

(منبع: پژوهشگران)

(۳)- روش‌شناسی

پژوهش حاضر از حیث هدف پژوهشی کاربردی و از منظر روش انجام آن، در گروه پژوهش‌های توصیفی-پیمایشی طبقه‌بندی می‌شود و ازنظر چگونگی به دست آوردن داده‌های مورد نیاز از نوع غیرآزمایشی و همچنین ازآنجایی‌که این پژوهش به بررسی داده‌های مرتبط با برهه‌ای از زمان می‌پردازد از نوع پژوهش‌های مقطعی محسوب می‌شود. جهت جمع‌آوری مبانی نظری موضوع از روش کتابخانه‌ای استفاده شده که این روش در خصوص مطالعه ادبیات موضوع و بررسی پیشینه پژوهش و نظراتی که راجع به موضوع وجود دارد نیز فراهم آوردن چارچوبی مناسب برای مطالعه موضوع انتخاب‌شده است.

بر اساس مرور مطالعات پیشین ۲۷ مانع مهم پیاده‌سازی بلاکچین در زنجیره تأمین پایدار شناسایی شده و در شش حوزه طبقه‌بندی شدند و با استفاده از روش معیار پایه و نظرسنجی از خبرگان، میزان اهمیت هریک از این موانع محاسبه شد. سپس با انجام مصاحبه با خبرگان این حوزه هفت راهبرد جامع برای رفع موانع پذیرش پیشنهاد گردید. برای تعیین اولویت راهکارها با توجه به مجموع وزن‌های به‌دست‌آمده برای هر حوزه، از روش کوکوسو استفاده گردید. بدین منظور پس تأیید صوری خبرگان دانشگاهی ماتریس تصمیم جهت جمع‌آوری اطلاعات از مطلعین و خبرگان ارائه شد و پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها با استفاده از روابط روش کوکوسو راهبردها

1- Crosby et al
2- Guo & Liang

اولویت‌بندی شدند. ازآنجاکه با توجه به پژوهش ساعتی (۱۹۹۰) در روش‌های خبره‌محور ۱۰ خبره کفایت لازم را دارد، خبرگان در این پژوهش ۱۵ نفر از اساتید دانشگاهی و مدیران دارای سابقه بیش از ۱۰ سال در صنعت که حاضر به همکاری در طول پژوهش بودند، می‌باشند.

(۳-۱)- روش معیار پایه

روش معیار پایه (BCM)[1] توسط حاصلی و همکاران (۲۰۲۰) معرفی شد. آن‌ها چهار مرحله را برای این روش جدید که توسعه‌یافته روش مدل بهترین-بدترین است ارائه کردند. در مرحله اول مجموعه‌ای از معیارهای تصمیم‌گیری را مشخص می‌شود. در این مرحله مجموعه‌ای از معیارها ($C_1, C_2, \ldots, C_n$) را که برای تصمیم‌گیری استفاده می‌شود در نظر می‌گیریم. در گام دوم خبرگان بر اساس نظر خود معیار پایه را تعیین می‌نمایند. تفاوت این روش با روش بهترین-بدترین این است که به دلیل رفع ابهامات روش بهترین-بدترین و پیچیدگی فرآیند اخذ نظرات خبرگان در انتخاب بهترین و بدترین معیار در مرحله ابتدایی، تصمیم‌گیرنده یک معیار ترجیحی را به‌عنوان معیار اصلی انتخاب می‌کند و مقایسه‌ای را در ابتدا انجام نخواهد داد (حاصلی و شیخ، ۲۰۲۲). در مرحله بعد اهمیت نسبی معیار پایه بر سایر معیارها را تعیین می‌شود. اهمیت نسبی مقایسه‌های زوجی در این مرحله با مقیاس ۱ تا ۹ نشان داده می‌شود. نتایج مقایسه‌های پایه با سایر معیارها به شرح زیر است:

$A_{Base.j}$ ($a_{B1}, a_{B2}, a_{B3}, \ldots, a_{Bn}$)

اگر معیار پایه نسبت به معیاری که با آن مقایسه می‌شود برتر باشد به میزان برتری، اعداد ۱ تا ۹ به آن تخصیص می‌یابد؛ اما اگر نسبت به معیار مقایسه شونده کم‌اهمیت‌تر باشد به میزان درجه کم‌اهمیتی وارون مقادیر ۱ تا ۹ به آن اختصاص می‌یابد. در گام آخر وزن مطلوب معیارها ($W_1, W_2, \ldots, W_n$) با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

1- Base Criterion Method

$$Min\ Max\ \left|\frac{w_B}{w_j} - a_{Bj}\right|$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{n} R(W_j) = 1 \\ W_j \geq 0\ for\ all\ j \end{cases} \quad (۱)$$

(۳-۲)- روش کوکوسو

روش کوکوسو (CoCoSo) توسط یزدانی و همکاران (۲۰۱۸) ارائه شد. این روش یک‌راه حل ترکیبی سازشی برای رتبه‌بندی ارائه می‌کند. تکنیک کوکوسو همانند روش‌های تاپسیس، ویکور، الکتره و ... با تشکیل ماتریس تصمیم شروع می‌شود و وزن معیارها را به‌عنوان ورودی دریافت می‌کنند و درنهایت به رتبه‌بندی می‌پردازد. رتبه‌بندی به روش کوکوسو شامل مراحل زیر می‌باشد:

مرحله ۱: ماتریس اولیه تصمیم طبق رابطه (۲) تشکیل می‌شود.

$$x_{ij} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & & x_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{pmatrix}, i = 1,2,...,m\ ,\ j = 1,2,...,n \quad (۲)$$

مرحله ۲: نرمال‌سازی مقادیر معیارها بر اساس مصالحه انجام می‌شود. نرمال‌سازی با استفاده از روابط (۳) و (۴) انجام می‌گیرد. برای فاکتورهایی که از نوع حداکثری هستند از رابطه (۳) و برای فاکتورهایی که از نوع حداقلی هستند از رابطه (۴) استفاده می‌گردد.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \underset{i}{Min}\, x_{ij}}{\underset{i}{Max}\, x_{ij} - \underset{i}{Min}\, x_{ij}} \quad for\ benefit\ criterian \quad (۳)$$

$$r_{ij} = \frac{\underset{i}{Max}\, x_{ij} - x_{ij}}{\underset{i}{Max}\, x_{ij} - \underset{i}{Min}\, x_{ij}} \quad for \cos t\ criterian \quad (۴)$$

مرحله ۳: در این مرحله بر اساس روابط (۵) و (۶) به محاسبه مقادیر S و P پرداخته می‌شود. S نشان‌دهنده جمع مقادیر ضرب وزن معیارها در ماتریس نرمال برای هر گزینه است و P نشان‌دهنده جمع مقادیر ماتریس نرمال به توان وزن معیارها است.

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} (w_j . r_{ij}) \qquad (۵)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^{n} (r_{ij})^{w_j} \qquad (۶)$$

مرحله ۴: نمره ارزیابی گزینه‌ها با استفاده از سه استراتژی (۷) (۸) (۹) محاسبه می‌گردد. هر یک از این روابط سه استراتژی برای ارزیابی را بیان می‌کند. رابطه (۷) میانگین حسابی امتیازات WSM[1] (مدل جمع وزنی) و WPM[2] (مدل ضرب وزنی) را بیان می‌کند، درحالی‌که رابطه (۸) در مقایسه با بهترین‌ها، نمرات نسبی WSM و WPM را بیان می‌کند. رابطه (۹) مصالحه‌ای بین مدل‌های WSM و WPM است. در این رابطه λ توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شود اما در حالت ۰/۵ انعطاف‌پذیری زیادی دارد. در انتها بر اساس رابطه (۱۰) امتیاز نهایی محاسبه می‌شود. درواقع این رابطه بیانگر جمع میانگین هندسی و میانگین حسابی ۳ استراتژی مرحله قبل می‌باشد. امتیاز (k) هر گزینه‌ای بزرگ‌تر باشد نشان از برتری آن گزینه دارد.

$$k_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^{m} (P_i + S_i)} \qquad (۷)$$

$$k_{ib} = \frac{S_i}{\underset{i}{Min}\, S_i} + \frac{P_i}{\underset{i}{Min}\, P_i} \qquad (۸)$$

$$k_{ic} = \frac{\lambda(S_i) + (1-\lambda)P_i}{\lambda \underset{i}{Min}\, S_i + (1-\lambda)\underset{i}{Min}\, P_i} \;,\; 0 \le \lambda \le 1 \qquad (۹)$$

$$k_i = (k_{ia} k_{ib} k_{ic})^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3}(k_{ia} + k_{ib} + k_{ic}) \qquad (۱۰)$$

(٤)- یافته‌ها

به‌منظور تعیین میزان اهمیت هریک از موانع پذیرش فناوری بلاکچین برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار و تعیین وزن نهایی دسته‌ها از روش معیار پایه استفاده شده است. پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها بر اساس نظر هر خبر وزن موانع مشخص شد. در انتها با میانگین گرفتن از وزن‌های

1- Weighted Sum Method
2- Weighted Product Method

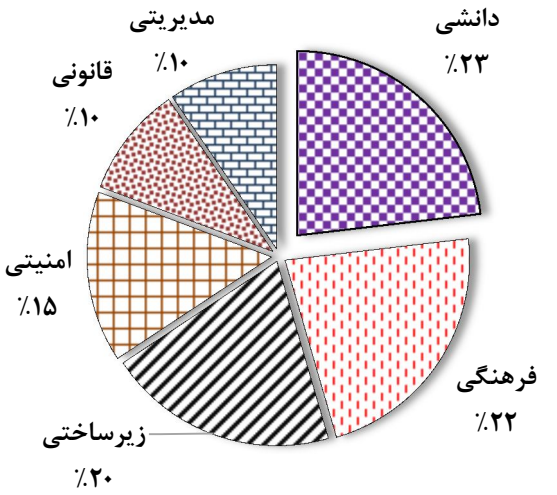
به‌دست‌آمده، وزن نهایی هر یک از موانع مشخص گردید. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده «کمبود دانش و تخصص»، «محدودیت‌های مالی» و «فقدان ابزار برای پیاده‌سازی فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین پایدار» سه مانع مهم عدم پذیرش فناوری بلاکچین برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار شناسایی شدند. با تجمیع وزن موانع مربوط به هردسته میزان اهیمت دسته‌ها نیز محاسبه شد که دو دسته دانشی ۲۳ درصد و فرهنگی ۲۲ درصد، بیشترین اهمیت را دارا می‌باشند (شکل ۱). همچنین در جدول ۲ وزن هریک از موانع نشان داده شده است.

جدول (۲)- وزن و رتبه موانع عدم پذیرش بلاکچین در مدیریت زنجیره تأمین پایدار

دسته	وزن دسته	شناسه	وزن	رتبه
امنیتی	۰/۱۴۹۹	A1	۰/۰۴۲۱	۹
		A2	۰/۰۱۳۹	۲۵
		A3	۰/۰۵۲۷	۸
		A4	۰/۰۴۱۲	۱۰
دانشی	۰/۲۳۱۴	N1	۰/۰۱۶۵	۲٤
		N2	۰/۰۲۵۰	۱۷
		N3	۰/۰۲۹۲	۱۵
		N4	۰/۰۲۴۸	۱۸
		N5	۰/۰۹۹۰	۱
		N6	۰/۰۳۶۸	۱۲
قانونی	۰/۰۹۷۳	L1	۰/۰۱۹۴	۲۱
		L2	۰/۰۱۷۴	۲۲
		L3	۰/۰۶۰۵	۵
زیرساختی	۰/۲۰۲۱	B1	۰/۰۶۲۵	۳
		B2	۰/۰۶۶۵	۲
		B3	۰/۰۵۷۶	٦
		B4	۰/۰۱۲۸	۲٦
فرهنگی	۰/۲۲۳۶	C1	۰/۰۳۷۱	۱۱
		C2	۰/۰۲۰۲	۲۰
		C3	۰/۰۶۳۵	٤
		C4	۰/۰۲۹۷	۱٤
		C5	۰/۰۵۶۴	۷

دسته	وزن دسته	شناسه	وزن	رتبه
		C6	۰/۰۱۶۷	۲۳
مدیریتی	۰/۰۹۵۷	M1	۰/۰۲۱۱	۱۹
		M2	۰/۰۱۱۵	۲۷
		M3	۰/۰۲۹۲	۱۵
		M4	۰/۰۳۳۹	۱۳

شکل (۱)- درصد اهمیت هر یک از دسته‌های موانع عدم پذیرش فناوری بلاکچین



به منظور برطرف نمودن موانع شناسایی شده پس از مصاحبه با خبرگان و جمع‌آوری نظرات هفت راهبرد پیشنهاد شده است. این راهبردها به‌گونه‌ای تعریف شده که هریک جنبه‌های گوناگونی از موانع پذیرش بلاکچین را برطرف نماید. این هفت راهکار به شرح ذیل می‌باشد:

S۱: ارائه یک نقشه راه برای پیاده‌سازی و اجرای بلاکچین؛

S۲: تهیه مطالب آموزشی کاربردی با استفاده از رویکردهای جدید گیمیفیکیشن برای آگاهی از مفاهیم و کاربردهای بلاکچین؛

S۳: تجزیه‌وتحلیل نیازمندی‌های مرتبط با بلاکچین در محیط کسب‌وکارها اکوسیستم نوآوری؛

S٤: توسعه مفاهیم برای ادغام زیرسیستم‌های مورد استفاده و پروتکل‌های قابلیت همکاری متقابل زنجیره‌ای؛

S۵: طراحی معماری ایمن، مقیاس‌پذیر و با کارایی بالا برای اجزای راه حل بلاکچین و تعاملات آن‌ها؛

S٦: شناسایی الزامات استقرار بلاکچین و تجزیه‌وتحلیل ریسک‌های بالقوه از جمله مربوط با انطباق با مقررات؛

S۷: سیاست‌گذاری راهبردی در خصوص کاربست استفاده از بلاکچین در سطح ملی.

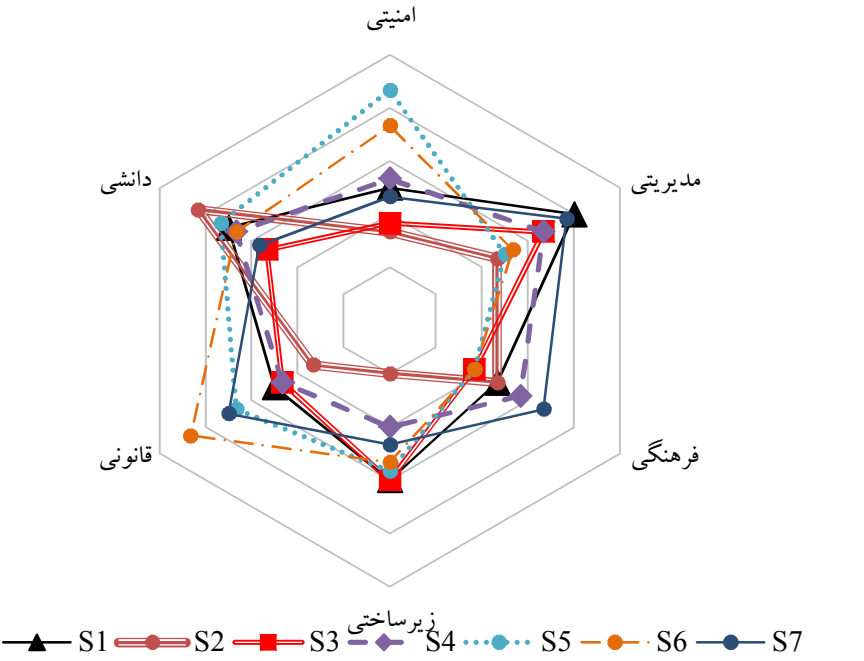
به منظور اولویت‌بندی راهبردها از روش کوکوسو استفاده شده است. در این روش دسته‌های موانع به عنوان معیاری برای سنجش راهبردها در نظر گرفته شده است. بدین‌صورت که راهبردی که تأثیر مثبت‌تری در رفع مانع موجود داشته باشد امتیاز بیشتری را به خود اختصاص خواهد داد. برای این منظور ماتریس تصمیم‌گیری روش کوکوسو که سطرهای آن، راهبردها و ستون‌های آن را دسته‌های موانع پذیرش فناوری بلاکچین تشکیل می‌دادند، تهیه و در اختیار خبرگان قرار گرفت. پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها و انجام مراحل کوکوسو راهبردها اولویت‌بندی شدند که نتایج این روش در جدول ۳ قابل مشاهده می‌باشد.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده راهبرد اول (ارائه یک نقشه راه برای پیاده‌سازی و اجرای بلاکچین) و راهبرد هفتم (سیاست‌گذاری راهبردی در خصوص کاربست استفاده از بلاکچین در سطح) در جایگاه اول و دوم قرار گرفتند. در جدول ۳ امتیازهای هر یک از راهبردها بر اساس استراتژی‌های متفاوت که در روابط (۷)، (۸) و (۹) توضیح داده شد نمایش داده شده است. در نهایت بر اساس رابطه (۱۰) که مقادیر به‌دست‌آمده از این رابطه در ستون K نمایش داده شده است راهبردها رتبه‌بندی شده‌اند. همچنین شکل ۳ میانگین امتیازات داده‌شده توسط خبرگان به هریک از راهبردها بر اساس معیارها را نمایش می‌دهد. همان‌طور که در شکل مشخص است

راهبرد اول نسبت سایر راهبردها متوسط امتیاز بیشتری را در رفع موانع مدیریتی و زیرساختی اخذ نموده است.

جدول (۳)- وزن موانع عدم پذیرش بلاکچین برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار

راهبرد	K_a	K_b	K_c	K	رتبه
S_1	۰/۱۷۶۵	۴/۹۹۴۹	۱	۳/۰۱۶۰	۱
S_2	۰/۰۶۱۸	۲/۰۴۳۳	۰/۳۵۰۰	۱/۱۷۱۸	۷
S_3	۰/۱۱۱۸	۲/۹۵۶۱	۰/۶۳۳۵	۱/۸۲۷۶	۶
S_4	۰/۱۷۱۳	۴/۶۴۸۶	۰/۹۷۰۸	۲/۸۴۸۰	۳
S_5	۰/۱۵۴۱	۴/۵۱۸۶	۰/۸۷۳۳	۲/۶۹۵۹	۴
S_6	۰/۱۵۱۱	۴/۲۹۱۰	۰/۸۵۶۱	۲/۵۸۷۹	۵
S_7	۰/۱۷۳۴	۴/۹۲۷۳	۰/۹۸۲۸	۲/۹۷۱۴	۲



شکل (۲)- درصد اهمیت هر یک از دسته‌های موانع عدم پذیرش فناوری بلاکچین بر اساس میانگین نظرات خبرگان

(۵)- بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش باهدف شناسایی و موانع پذیرش فناوری بلاکچین در مدیریت زنجیره تأمین پایدار و ارائه راهبردهایی برای تسهیل پذیرش این فناوری انجام شده است. با توجه به گستردگی، مشکلات و نگرانی‌های صنایع، لزوم توجه شرکت‌ها و سایر ارگان‌ها به فناوری بلاکچین، پذیرش و به‌کارگیری آن، خیلی از مشکلات زنجیره تأمین را حل می‌کند. استفاده از بلاکچین برای شرکت‌ها و سازمان‌ها با ایجاد مزیت رقابتی، سودآوری، اعتماد و شفافیت، قابلیت ردیابی و دسترسی به اطلاعات را در پی دارد. ازاین‌رو این پژوهش با شناسایی موانع و تعیین میزان اهمیت آن‌ها و همچنین ارائه راهبردهایی در راستای رفع موانع و اولویت‌بندی این راهبردها چارچوبی را بری پذیرش فناوری بلاکچین در مدیریت زنجیره تأمین پایدار ارائه می‌دهد.

با مرور ادبیات ۲۷ مانع پذیرش فناوری بلاکچین در مدیریت زنجیره تأمین پایدار شناسایی و در شش دسته طبقه‌بندی شدند. با استفاده از روش معیار پایه و نظرسنجی از خبرگان میزان اهمیت هریک از این موانع محاسبه شد. نتایج حاصل از این روش نشان داد «کمبود دانش و تخصص»، «محدودیت‌های مالی» و «فقدان ابزار برای پیاده‌سازی فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین پایدار» سه مانع مهم عدم پذیرش فناوری بلاکچین برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار هستند. با تجمیع وزن زیر دسته‌ها دسته‌های دانشی و فرهنگی به ترتیب دارای ۲۳ درصد و ۲۲ درصد از اهمیت را به دست آوردند. در ادامه پس از مشورت با خبرگان هفت راهبرد در راستای تسریع و رفع موانع پذیرش فناوری بلاکچین ارائه گردیده است. این هفت راهبرد با توجه به شش دسته موانع عدم پذیرش بلاکچین اولویت‌بندی شدند. برای این منظور پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری و نظرسنجی از خبرگان از روش کوکوسو استفاده شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده راهبردهای «ارائه یک نقشه راه برای پیاده‌سازی و اجرای بلاکچین» و «سیاست‌گذاری راهبردی در خصوص کاربست استفاده از بلاکچین در سطح ملی» به ترتیب اولویت اول و دوم را به خود اختصاص دادند.

یکی از مهم‌ترین اقدامات عملی در نقشه راه پیاده‌سازی و اجرای بلاکچین این است که استفاده از بلاکچین به‌عنوان راه حل مناسب بجای یک سیستم پایگاه داده سنتی تشخیص داده شود. پس از تعیین هدف و محدوده کاربرد بلاکچین می‌بایست از یک پلتفرم بلاکچین مناسب انتخاب شود (همچون Corda, Fabric, Hyperledger و EOS). هر پلتفرم نقاط قوت و ضعف

خاص خود را دارد؛ بنابراین پلتفرم باید مطابق با نیازهای خاص هر سازمان، ارگان یا صنعت انتخاب شود. سپس به منظور کاربرد مؤثر لازم است تا معماری بلاکچین طراحی شود. این طراحی می‌تواند شامل تعیین ساختار بلاکچین، از جمله تعداد گره‌ها، مکانیسم اجماع و مکانیسم ذخیره‌سازی داده است. در مرحله بعد از نقشه راه بلاکچین لازم است تا قراردادهای هوشمند توسعه یابد. قراردادهای هوشمند محور یک برنامه بلاکچین هستند زیرا قوانین و مقررات سیستم را تعریف می‌کنند. سپس قبل از استقرار بلاکچین ضروری است که آن را به‌طور کامل آزمایش کنید. این آزمایش شامل بررسی قراردادهای هوشمند، عملکرد، امنیت و مقیاس‌پذیری بلاکچین است. در نهایت زمانی که بلاکچین آزمایش شد، نوبت به استقرار آن می‌رسد. بعد از استقرار سیستم، با افزودن گره‌ها و کاربران جدید به بلاکچین، لازم است تا شبکه توسعه یابد. این رشد و توسعه به افزایش امنیت و عدم تمرکز شبکه کمک می‌کند و درعین‌حال عملکرد و موارد استفاده آن را گسترش می‌دهد.

به منظور ترویج استفاده از فناوری بلاکچین لازم است تا راهبردی در خصوص کاربست استفاده از بلاکچین در سطح ملی انجام شود. از جمله راهبردهای پیشنهاد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- توسعه چارچوب نظارتی به منظور کاهش نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی داده‌ها، امنیت و پیشگیری از تقلب
- سرمایه‌گذاری و حمایت در زیرساخت‌های لازم برای فناوری بلاکچین (همچون توسعه سیستم‌های هویت دیجیتال امن، اتصال به اینترنت پرسرعت و امکان ذخیره‌سازی داده)
- ارائه خدمات خاص به منظور افزایش همکاری بین سازمان‌های دولتی، بازیگران صنعت و سایر ذینفعان در این فناوری
- ترویج آموزش به منظور افزایش آگاهی و ایجاد اعتماد و اطمینان در استفاده از این فناوری

در نهایت پیشنهاد می‌شود تا برای استفاده مؤثر از فناوری بلاکچین چشم‌انداز نظارتی مطالعه شود. این مطالعه می‌تواند چارچوب نظارتی فعلی فناوری بلاکچین کشور را بررسی و تحلیل کند و هرگونه شکاف قانونی و نظارتی را که برای حمایت از پذیرش بلاکچین باید برطرف

شود، شناسایی کند.

منابع

- اصغرپور سرشکه، محمدحسین. (۱۴۰۲). **یک رویکرد نظریه بازی تکاملی برای مدل‌سازی کاربرد فناوری بلاکچین جهت مقابله با کپی‌برداری در زنجیره تأمین کالاهای بادوام**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه یزد.
- طاهرخانی، لیلا؛ عموزاد خلیلی، حسین. (۱۴۰۱). پذیرش فناوری بلاکچین در زنجیره تامین، **فصلنامه رویکردهای پژوهشی نوین در مدیریت و حسابداری**، شماره ۸۵، صص ۴۸۸-۵۱۲.
- تعامی، عبدالله؛ ریاحی، حامد. (۱۳۹۸). زنجیره تامین، فناوری بلاکچین و تاثیر آن بر پیشگیری از قاچاق کالا، **فصلنامه اقتصاد پنهان**، سال چهارم، شماره ۱۷، صص ۳۹-۶۳.

- Abeyratne, S. A., & Monfared, R. P. (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger. **International journal of research in engineering and technology**, *5*(9), 1-10.
- AlShamsi, M., Al-Emran, M., & Shaalan, K. (2022). A systematic review on blockchain adoption. **Applied Sciences,** *12*(9), 4245.
- Andoni, M., Robu, V., Flynn, D., Abram, S., Geach, D., Jenkins, D., McCallum, P., & Peacock, A. (2019). Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. **Renewable and sustainable energy reviews**, 100, 143-174.
- Angelis, J., & Da Silva, E. R. (2019). Blockchain adoption: A value driver perspective. **Business Horizons**, 62(3), 307-314.
- Angraal, S., Krumholz, H. M., & Schulz, W. L. (2017). Blockchain technology: applications in health care. **Circulation: Cardiovascular quality and outcomes**, 10(9), e003800.
- Bai, C., & Sarkis, J. (2020). A supply chain transparency and sustainability technology appraisal model for blockchain technology. **International Journal of Production Research**, 58(7), 2142-2162.
- Batubara, F. R., Ubacht, J., & Janssen, M. (2018). Challenges of blockchain technology adoption for e-government: a systematic literature review. **Proceedings of the 19th annual international conference on digital government research: governance in the data age**.
- Beck, R. (2018). Beyond bitcoin: The rise of blockchain world. **Computer**, 51(2), 54-58.
- Behnke, K., & Janssen, M. (2020). Boundary conditions for traceability in food supply chains using blockchain technology. **International Journal of Information Management**, 52, 101969.

- Biswas, B., & Gupta, R. (2019). Analysis of barriers to implement blockchain in industry and service sectors. **Computers & Industrial Engineering**, 136, 225-241.
- Caro, M. P., Ali, M. S., Vecchio, M., & Giaffreda, R. (2018). Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation. **2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture-Tuscany (IOT Tuscany)**.
- Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. **Telematics and informatics**, 36, 55-81.
- Crosby, M., Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain technology: Beyond bitcoin. **Applied Innovation**, 2(6-10), 71.
- Dutta, P., Choi, T.-M., Somani, S., & Butala, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. **Transportation research part e: Logistics and transportation review**, 142, 102067.
- Gorane, S., & Kant, R. (2015). Modelling the SCM implementation barriers: An integrated ISM-fuzzy MICMAC approach. **Journal of Modelling in Management**, 10(2), 158-178.
- Govindan, K., Kaliyan, M., Kannan, D., & Haq, A. N. (2014). Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. **International Journal of Production Economics**, 147, 555-568.
- Guo, Y., & Liang, C. (2016). Blockchain application and outlook in the banking industry. **Financial Innovation**, 2, 1-12.
- Hackius, N., & Petersen, M. (2017). Blockchain in logistics and supply chain: trick or treat? Digitalization in Supply Chain Management and Logistics: Smart and Digital Solutions for an Industry 4.0 Environment. **Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL)**, Vol. 23,
- Haseli, G., & Sheikh, R. (2022). Base criterion method (BCM). **Multiple Criteria Decision Making: Techniques, Analysis and Applications** (pp. 17-38). Springer.
- Hawlitschek, F., Notheisen, B., & Teubner, T. (2018). The limits of trust-free systems: A literature review on blockchain technology and trust in the sharing economy. **Electronic commerce research and applications**, 29, 50-63.
- Hou, H. (2017). The application of blockchain technology in E-government in China. (2017). **26th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN)**.
- Huberman, G., Leshno, J. D., & Moallemi, C. (2021). Monopoly without a monopolist: An economic analysis of the bitcoin payment system. **The Review of Economic Studies**, 88(6), 3011-3040.

- Hughes, L., Dwivedi, Y. K., Misra, S. K., Rana, N. P., Raghavan, V., & Akella, V. (2019). Blockchain research, practice and policy: Applications, benefits, limitations, emerging research themes and research agenda. **International Journal of Information Management**, 49, 114-129.
- Janssen, M., Weerakkody, V., Ismagilova, E., Sivarajah, U., & Irani, Z. (2020). A framework for analysing blockchain technology adoption: Integrating institutional, market and technical factors. **International Journal of Information Management**, 50, 302-309.
- Kamble, S., Gunasekaran, A., & Arha, H. (2019). Understanding the Blockchain technology adoption in supply chains-Indian context. **International Journal of Production Research**, 57(7), 2009-2033.
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Sharma, R. (2020). Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain. **International Journal of Information Management**, 52, 101967.
- Karamchandani, A., Srivastava, S. K., & Srivastava, R. K. (2020). Perception-based model for analyzing the impact of enterprise blockchain adoption on SCM in the Indian service industry. **International Journal of Information Management**, 52, 102019.
- Ko, T., Lee, J., & Ryu, D. (2018). Blockchain technology and manufacturing industry: Real-time transparency and cost savings. **Sustainability**, 10(11), 4274.
- Kouhizadeh, M., Saberi, S., & Sarkis, J. (2021). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. **International Journal of Production Economics**, 231, 107831.
- Kshetri, N. (2018). 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. **International Journal of Information Management**, *39*, 80-89.
- Lacity, M. C. (2018). Addressing key challenges to making enterprise blockchain applications a reality. **MIS Quarterly Executive**, 17(3), 201-222.
- Lian, J.-W., Chen, C.-T., Shen, L.-F., & Chen, H.-M. (2020). Understanding user acceptance of blockchain-based smart locker. **The Electronic Library**, 38(2), 353-366.
- Lindman, J., Tuunainen, V. K., & Rossi, M. (2017). Opportunities and risks of Blockchain Technologies–a research agenda.
- Luthra, S., Mangla, S. K., Xu, L., & Diabat, A. (2016). Using AHP to evaluate barriers in adopting sustainable consumption and production initiatives in a supply chain. I**nternational Journal of Production Economics**, 181, 342-349.
- Mangla, S. K., Govindan, K., & Luthra, S. (2017). Prioritizing the barriers to achieve sustainable consumption and production trends in supply chains using fuzzy Analytical Hierarchy Process. **Journal of cleaner production**, 151, 509-525.
- Marsal-Llacuna, M.-L. (2018). Future living framework: Is blockchain the next enabling network? **Technological Forecasting and Social Change**, 128, 226-234.

- Mendling, J., Weber, I., Aalst, W. V. D., Brocke, J. V., Cabanillas, C., Daniel, F., Debois, S., Ciccio, C. D., Dumas, M., & Dustdar, S. (2018). Blockchains for business process management-challenges and opportunities. **ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)**, 9(1), 1-16.
- Michelman, P. (2017). Seeing beyond the blockchain hype. **MIT Sloan Management Review**, 58(4), 17.
- Morabito, V. (2017). **Business innovation through blockchain**.
- Morkunas, V. J., Paschen, J., & Boon, E. (2019). How blockchain technologies impact your business model. **Business Horizons**, 62(3), 295-306.
- Mougayar, W. (2016). **The business blockchain: promise, practice, and application of the next Internet technology**. John Wiley & Sons.
- Palombini, M. (2017). The other side of blockchain: We choose what we want to see. **IEEE SA Beyond Standards**. Last Modified, 23.
- Patel, D., Bothra, J., & Patel, V. (2017). Blockchain exhumed. **2017 ISEA Asia Security and Privacy (ISEASP)**.
- Pilkington, M. (2016). Blockchain technology: principles and applications. **In Research handbook on digital transformations** (pp. 225-253). Edward Elgar Publishing.
- Pournader, M., Shi, Y., Seuring, S., & Koh, S. L. (2020). Blockchain applications in supply chains, transport and logistics: a systematic review of the literature. **International Journal of Production Research**, 58(7), 2063-2081.
- Prewett, K. W., Prescott, G. L., & Phillips, K. (2020). Blockchain adoption is inevitable—Barriers and risks remain. **Journal of Corporate accounting & finance**, 31(2), 21-28.
- Queiroz, M. M., & Wamba, S. F. (2019). Blockchain adoption challenges in supply chain: An empirical investigation of the main drivers in India and the USA. **International Journal of Information Management**, 46, 70-82.
- Rana, R. L., Tricase, C., & De Cesare, L. (2021). Blockchain technology for a sustainable agri-food supply chain. **British Food Journal.**
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., & Sarkis, J. (2018). Blockchain technology: a panacea or pariah for resources conservation and recycling? **Resources, Conservation and Recycling**, 130(March), 80-81.
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. **International Journal of Production Research**, 57(7), 2117-2135.
- Sahebi, I. G., Masoomi, B., & Ghorbani, S. (2020). Expert oriented approach for analyzing the blockchain adoption barriers in humanitarian supply chain. **Technology in Society**, 63, 101427.
- Sayogo, D. S., Zhang, J., Luna-Reyes, L., Jarman, H., Tayi, G., Andersen, D. L., Pardo, T. A., & Andersen, D. F. (2015). Challenges and requirements for developing data architecture supporting integration of

sustainable supply chains. **Information Technology and Management**, 16, 5-18.

- Sreedevi, R., & Saranga, H. (2017). Uncertainty and supply chain risk: The moderating role of supply chain flexibility in risk mitigation. **International Journal of Production Economics**, 193, 332-342.
- Sternberg, H. S., Hofmann, E., & Roeck, D. (2021). The struggle is real: insights from a supply chain blockchain case. **Journal of Business Logistics**, 42(1), 71-87.
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. " O'Reilly Media, Inc.".
- Tanwar, S., Parmar, A., Kumari, A., Jadav, N. K., Hong, W.-C., & Sharma, R. (2022). Blockchain Adoption to Secure the Food Industry: Opportunities and Challenges. **Sustainability**, 14(12), 7036.
- Wang, H., Chen, K., & Xu, D. (2016). A maturity model for blockchain adoption. **Financial Innovation**, 2, 1-5.
- Wang, Y., Han, J. H., & Beynon-Davies, P. (2019). Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda. **Supply Chain Management: An International Journal**, 24(1), 62-84.
- Wang, Y., Singgih, M., Wang, J., & Rit, M. (2019). Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains? **International Journal of Production Economics**, 211, 221-236.
- Yazdani, M., Zarate, P., Kazimieras Zavadskas, E., & Turskis, Z. (2019). A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. **Management Decision**, 57(9), 2501-2519.
- Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., & Smolander, K. (2016). Where is current research on blockchain technology?—a systematic review. **PloS one**, 11(10), e0163477.