



"Research Paper"



Evaluation of the effective drivers in the use of blockchain technology in the rice supply chain

Reyhaneh Yahyayi¹ and Mohammad Kavooosi-Kalashami²

1- Master of Agricultural Economic, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

2- Associate Professor of Department of Agricultural Economic, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran, (Corresponding author: mkavooosi@guilan.ac.ir)

Received: 19 January, 2024

Accepted: 7 March, 2024

Extended Abstract

Introduction and Objective: In the supply chain of essential grains such as rice, fraud, poor supervision and delay in reaching the product to the final destination, are always among the main challenges of the beneficiaries of these chains. Improving the supply chain monitoring and tracking system is the best solution to reduce discrepancy among business partners and information asymmetry in these chains. Blockchain enables the mapping and visualizing of steps in a supply chain easily because of its interconnected and encompassing bridging of actions. It builds trust among the parties included in a supply chain because it provides open access to key data points it captures. Blockchain encapsulates smart contracts and automatically update actions when predetermined conditions of the actions are met. Since blockchain is a distributed ledger consisting of multiple copies, it is almost impossible to tamper with a specific transaction because one has to alter all the copies simultaneously. Blockchain is also advantageous for ensuring and sustaining consensus over the process because all the parties know that the transactions are automated and valid. The application of blockchain technology in the management of supply chains brings many benefits such as traceability, information security, transparency and trust. The traditionality of the method of monitoring and tracking in the rice supply chain brings serious concerns about fraud and lack of quality assurance. In this situation, it is very difficult to create trust and transparency between the stakeholders of the chain. The application of blockchain technology can be the driver of the transition from the traditional management of the rice supply chain in Iran.

Identifying the factors affecting the application of this technology in the supply chain and determining their importance can improve the policy-making process in this field. Considering the importance of rice in the food basket of Iranian households and the existing concerns about safety and issues such as fraud in the supply chain of this product, the present study identifies the drivers influencing the use of blockchain technology in the rice supply chain and also, their prioritization took into account.

Material and Methods: This study is applied in terms of purpose and descriptive-survey in terms of research method. The research tool is a pairwise comparison questionnaire based on the objective, criteria and sub-criteria of the decision tree. The decision tree was formed with the aim of identifying and prioritizing the drivers affecting the use of blockchain technology in the rice supply chain, and it includes six criteria and 26 sub-criteria. The findings of previous researches and the opinions of sample experts were used in designing the decision tree. The required information was obtained by completing the pairwise comparison questionnaire by 10 rice market experts in Guilan province during the spring of 2023. In order to analyze the data and determine the relative weight of research criteria and sub-criteria, spherical fuzzy hierarchical analyze was used. This process is carried out in five stages, including creating a decision tree, creating a matrix of paired comparisons using linguistic terms, checking the consistency of the matrix of paired comparisons, calculating fuzzy weights and determining the final rating score of the options. In order to categorize the sub-criteria in terms of the effect intensity, the interval of standard deviation from mean was used.

Results: According to the number of decision tree criteria and sub-criteria, seven comparison groups and 62 pairwise comparisons were analyzed. The validity of the research findings was evaluated using the inconsistency index. The value of the inconsistency index in all comparisons were less than 10%, which indicates the validity of the relative weights. The criteria of "smart contract", "traceability and prevention of fraud" and "simplification of transactions" with a total relative weight of more than 57% are three important criteria according to experts' comments, respectively. Among the sub-criteria of the smart contract, "increasing the credibility of the rice supply chain" is the most important with a relative weight of 29.52 percent. Regarding the sub-criteria related to "traceability and prevention of fraud" and "simplification of transactions", "quick identification of rice" with a relative weight of 20.30% and "doing payment without the need for a bank" with a relative weight of 24.65% were the most important drivers. Classification of drivers using the interval of standard deviation from mean showed that there are four sub-criteria in the impact category with very high intensity, eight sub-criteria in the impact category with high intensity, 11 sub-criteria in the impact category with low intensity and three sub-criteria in the impact category with very low intensity. Increasing the credibility of the rice supply chain, no need to physical presence in setting up contracts, safe storage of rice supply chain information, and speeding up data transfer in the rice supply chain are sub-criteria with very high impact intensity.

Conclusion: The use of blockchain technology in managing and optimizing the supply chain of agricultural and food products is emphasized by many researchers, operational managers and policy makers. Many challenges in the rice supply chain require promoting the use of new technologies such as blockchain. The findings of this research, including the identification, prioritization and classification of drivers affecting the use of blockchain technology in the rice supply chain, provide a suitable opportunity to formulate a related policy package and operational measures in the supply chain.

Keywords: Decision Tree, Pairwise Comparison, Spherical Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Rice, Supply Chain.



ارزیابی پیشران‌های مؤثر در استفاده از فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین برنج

ریحانه یحیایی^۱ و محمد کاوسی کلاشمی^۲

۱- کارشناس اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
 ۲- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران، (نویسنده مسؤل: mkavooosi@guilan.ac.ir)
 تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۷
 صفحه: ۸۹ تا ۱۰۰

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: در زنجیره تأمین غلات اساسی نظیر برنج، تقلب، نظارت ضعیف و تأخیر در رسیدن محصول به مقصد نهایی همواره جزء چالش‌های اساسی ذینفعان این زنجیره‌ها است. بهبود سامانه نظارت و ردیابی زنجیره تأمین، بهترین راه‌حل جهت کاهش اختلافات بین شرکای تجاری و عدم تقارن اطلاعاتی در این زنجیره‌ها می‌باشد. بلاکچین به دلیل به هم پیوستگی و ارتباط دادن اقدام‌ها به یکدیگر، نقشه‌برداری و تجسم مراحل در زنجیره تأمین را به راحتی امکان پذیر می‌کند. این فناوری باعث ایجاد اعتماد در میان طرف‌های ذینفع در یک زنجیره تأمین می‌شود، زیرا دسترسی آزاد به داده کلیدی نقاط مختلف زنجیره را فراهم می‌کند. بلاکچین اجرای قراردادهای هوشمند را تسهیل می‌کند و در صورت تحقق شرایط از پیش تعیین شده در خصوص اقدام‌ها، به طور خودکار شرایط قرارداد و اقدام‌ها را به روز می‌کند. از آنجایی که بلاکچین مبتنی بر یک دفتر کل توزیع شده که از چندین نسخه تشکیل شده است، دستکاری در یک تراکنش خاص تقریباً غیرممکن است زیرا باید همه نسخه‌ها را به طور همزمان تغییر داد. همچنین، بلاکچین برای تضمین و حفظ اجماع در مورد فرایندهای زنجیره سودمند است زیرا همه ذینفعان می‌دانند که تراکنش‌ها خودکار و معتبر می‌باشند. کاربرد فناوری بلاکچین در مدیریت زنجیره‌های تأمین مزایای زیادی مانند قابلیت ردیابی، امنیت اطلاعات، شفافیت و اعتماد را در پی دارد. سنتی بودن شیوه نظارت و ردیابی در زنجیره تأمین برنج، نگرانی‌های جدی را در خصوص تقلب و عدم تضمین کیفیت به همراه دارد. در این شرایط ایجاد اعتماد و شفافیت بین ذینفعان زنجیره بسیار دشوار است. کاربرد فناوری بلاکچین می‌تواند پیشران گذار از مدیریت سنتی زنجیره تأمین برنج در ایران باشد. شناسایی مؤلفه‌های اثرگذار بر کاربرد این فناوری در زنجیره تأمین و تعیین اهمیت آنها می‌تواند موجب بهبود فرایند سیاست‌گذاری در این حوزه گردد. با توجه به اهمیت برنج در سبد غذایی خانوار ایرانی و نگرانی‌های موجود در خصوص ایمنی غذایی و مباحثی نظیر تقلب در زنجیره تأمین این محصول، پژوهش حاضر شناسایی پیشران‌های اثرگذار بر استفاده از فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین برنج و اولویت‌بندی آنها را مدنظر قرار داد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از لحاظ روش پژوهش، توصیفی-پیمایشی است. ابزار پژوهش پرسشنامه مقایسه‌های زوجی مبتنی بر هدف، معیار و زیرمعیارهای درخت تصمیم می‌باشد. درخت تصمیم پژوهش با هدف شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های اثرگذار بر استفاده از فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین برنج، تشکیل شد و شامل شش معیار و ۲۶ زیرمعیار است. در طراحی درخت تصمیم از یافته‌های پژوهش‌های پیشین و نظر خبرگان نمونه استفاده شد. اطلاعات مورد نیاز از طریق تکمیل پرسشنامه مقایسه‌های زوجی توسط ۱۰ نفر از خبرگان بازار برنج در استان گیلان طی بازه زمانی بهار ۱۴۰۲ بدست آمد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها و تعیین وزن نسبی معیارها و زیرمعیارهای پژوهش، فرایند سلسله مراتبی فازی کروی به کار رفت. اجرای این فرایند در پنج مرحله شامل ایجاد درخت تصمیم، ایجاد ماتریس مقایسات زوجی با استفاده از اصطلاحات زبانی، بررسی سازگاری ماتریس مقایسات زوجی، محاسبه وزن‌های فازی و تعیین امتیاز رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها صورت می‌گیرد. به منظور دسته‌بندی زیرمعیارها از نظر شدت اثرگذاری، رهیافت فاصله انحراف معیار از میانگین به کار رفت.

یافته‌ها: با توجه به تعداد معیارها و زیرمعیارهای درخت تصمیم، هفت گروه مقایسه و ۶۲ مقایسه زوجی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اعتبار یافته‌های پژوهش با استفاده از شاخص ناسازگاری مورد ارزیابی قرار گرفت. مقدار شاخص ناسازگاری در تمامی مقایسه‌های صورت گرفته کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد که بیانگر اعتبار وزن‌های نسبی حاصل است. معیارهای "قرارداد هوشمند"، "ردیابی و جلوگیری از تقلب" و "ساده‌سازی معاملات" با مجموع وزن نسبی بیش از ۵۷ درصد به ترتیب سه معیار با اهمیت از نظر خبرگان نمونه می‌باشد. در بین زیرمعیارهای قرارداد هوشمند، "افزایش اعتبار زنجیره تأمین برنج" با وزن نسبی ۲۹/۵۲ درصد بیشترین اهمیت را دارا است. در خصوص زیرمعیارهای مرتبط با "ردیابی و جلوگیری از تقلب" و "ساده‌سازی معاملات" نیز "شناسایی سریع برنج" با وزن نسبی ۲۰/۳۰ درصد و "پرداخت بدون نیاز به بانک" با وزن نسبی ۲۴/۶۵ درصد، مهم‌ترین پیشران می‌باشند. دسته‌بندی پیشران‌ها با استفاده از رهیافت فاصله انحراف معیار از میانگین نشان داد که چهار زیرمعیار در دسته اثرگذاری با شدت خیلی زیاد، هشت زیرمعیار در دسته اثرگذاری با شدت زیاد، ۱۱ زیرمعیار در دسته اثرگذاری با شدت کم و سه زیرمعیار در دسته اثرگذاری با شدت خیلی کم می‌باشند. افزایش اعتبار زنجیره تأمین برنج، عدم نیاز به حضور فیزیکی در تنظیم قراردادها، ذخیره ایمن اطلاعات زنجیره تأمین برنج، و سرعت بخشیدن به انتقال داده‌ها در زنجیره تأمین برنج، زیرمعیارهای دارای شدت اثرگذاری خیلی زیاد می‌باشند.

نتیجه‌گیری: استفاده از فناوری بلاکچین در مدیریت و بهینه‌سازی زنجیره تأمین محصولات کشاورزی و مواد غذایی مورد تأکید بسیاری از پژوهشگران، مدیران عملیاتی و سیاست‌گذاران است. بسیاری از چالش‌های موجود در زنجیره تأمین برنج نیاز به ترویج کاربرد فناوری‌های جدید مانند بلاکچین دارد. یافته‌های این پژوهش مشتمل بر شناسایی، اولویت‌بندی و دسته‌بندی پیشران‌های اثرگذار بر استفاده از فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین برنج، فرصت مناسبی جهت تدوین بسته سیاستی مرتبط و اقدام‌های عملیاتی در زنجیره تأمین فراهم می‌آورد.

واژه‌های کلیدی: برنج، درخت تصمیم، زنجیره تأمین، فرایند سلسله مراتبی فازی کروی، مقایسه زوجی

مقدمه

برنج یکی از مهمترین مواد غذایی در قاره آسیا محسوب می‌شود. کشورهای آسیایی حدود ۹۰ درصد از کل تولید جهانی برنج را در اختیار دارند و تأمین امنیت غذایی نزدیک به ۶۰ درصد از جمعیت جهان به عرضه پایدار و مطمئن این محصول وابسته است (WFP¹, 2023). نقش اساسی برنج در هویت فرهنگی، سبد غذایی و سامانه کشاورزی کشورهای آسیایی، پررنگ‌تر از دهه‌های گذشته می‌باشد و این کشورها تلاش‌های گسترده‌ای برای مدیریت و بهینه‌سازی زنجیره تأمین برنج طی سال‌های اخیر داشته‌اند.

شالیکاران خرده‌پا عامل کلیدی و اصلی در زنجیره تأمین برنج تمامی کشورهای عمده تولیدکننده این محصول در قاره

آسیا می‌باشند و درک چالش‌ها و فرصت‌های پیش‌روی آنها ضروری است. پیش‌بینی می‌شود تقاضای جهانی برنج طی سه دهه آینده ۲۵ درصد افزایش یابد (WFP, 2023). از این‌رو، شناخت چالش‌ها و پویایی‌های زنجیره تأمین برنج به همراه برنامه‌ریزی برای بهبود عملکرد این زنجیره بسیار مهم است. در بسیاری از کشورهای آسیایی از جمله ایران، زنجیره تأمین برنج به‌عنوان یک سیستم عرضه سنتی عمل می‌کند. فعالان اصلی این زنجیره شامل شالیکاران، واسطه‌ها، صنایع تبدیلی و فراوری، توزیع‌کنندگان و خرده‌فروشان است (WFP, 2023; Rayatpanah et al., 2022). زنجیره تأمین سنتی برنج به‌دلیل واسطه‌هایی که بین کشاورز و واحدهای تبدیلی و فراوری وجود دارد، فاقد کارایی کامل هستند. همچنین، واسطه‌هایی بین این

بودن و ویژگی‌های غیرقابل تغییر فناوری بلاکچین، شفافیت، ثبات و قابلیت اطمینان زنجیره تأمین کشاورزی-مواد غذایی را تضمین می‌کند. همچنین، نقدینگی، ثبت دقیق‌تر سوابق و شفافیت بالای مالکیت را فراهم می‌کند (Yermack, 2017). بسیاری از شرکت‌های تجاری در حال سرمایه‌گذاری بر روی این فناوری جهت بهبود عملکرد زنجیره تأمین محصولات خود هستند. برای مثال، وال‌مارت^۱ از سال ۲۰۱۷ بیش از ۲۵ میلیون دلار برای ایجاد یک مرکز همکاری ایمنی مواد غذایی در شهر پکن کشور چین با هدف ساخت یک سامانه کاملاً جدید ردیابی مواد غذایی مبتنی بر فناوری بلاکچین، سرمایه‌گذاری کرده است. در یکی از کاربردهای این سامانه، زمان ردیابی منشأ محصول انبه از هفت روز به ۲/۲ ثانیه کاهش پیدا کرده است. بنابراین، شفافیت بیشتر و کارایی بیشتر در زنجیره تأمین غذایی این شرکت به وجود آمده است (Zhao et al., 2019). کاربرد بلاکچین در کسب‌وکارهای کشاورزی نه تنها می‌تواند امنیت اطلاعات تراکنش و حریم خصوصی اطلاعات سازمانی را افزایش دهد، بلکه می‌تواند اعتبار پلت فرم خدمات عمومی در بخش کشاورزی را افزایش دهد و افزایش کارایی کلی را در کل سامانه زنجیره تأمین کشاورزی-مواد غذایی تسهیل کند (Leng et al., 2018).

کاربرد فناوری بلاکچین در مدیریت زنجیره تأمین کشاورزی-مواد غذایی را می‌توان در چهار حوزه قابلیت ردیابی، امنیت اطلاعات، تولید و مدیریت پایدار آب دسته‌بندی کرد (Zhao et al., 2019). این فناوری کاربردهای گسترده‌ای مانند ایجاد بایگانی اطلاعات تحویل و حمل و نقل کالاها، سفارش برخط، رؤیت داده‌های تراکنش، و تضمین کیفیت مواد غذایی، در زنجیره تأمین کشاورزی-مواد غذایی دارد. برای مثال، به منظور بهبود ایمنی غذایی و کیفیت مواد غذایی در طول فرایند حمل و نقل، یک سامانه ردیابی زنجیره تأمین کشاورزی مبتنی بر شناسایی فرکانس رادیویی و فناوری بلاکچین برای کمک به بازارهای محصولات کشاورزی در کشور چین پیشنهاد شد (Tian, 2016). در پژوهشی دیگر، یک سامانه ردیابی به روز با استفاده از فناوری بلاکچین و ارتباطات میدانی نزدیک با کاربران که هویت آنها تأیید شده، ارائه گردید. در این سامانه تغییرات مختلف یک محصول کشاورزی یا غذایی را می‌توان گزارش کرد و همزمان قابلیت‌های سایر اعضا را محدود کرد. از این رو، می‌توان به ردیابی جامع محصولات کشاورزی یا غذایی با شفافیت و امنیت بالاتر دست یافت (Boehm et al., 2018). در مطالعه‌ای دیگر، یک سامانه ردیابی زنجیره تأمین مبتنی بر تحلیل خطر و نقطه کنترل بحرانی، فناوری بلاکچین و اینترنت اشیا، در قالب سامانه ردیابی غیرمتمرکز پیشنهاد شد. در این سامانه، تحلیل خطر و نقطه کنترل بحرانی برای جلوگیری از وقوع خطرات غذایی مورد استفاده قرار گرفت. اینترنت اشیا همراه با فناوری بلاکچین برای ارائه مداوم اطلاعات مرتبط با مواد غذایی در زمان واقعی به تمام شرکای زنجیره تأمین به شیوه‌ای مؤثر، ایمن و کارآمد به کار رفت. سپس، از یک آزمایش موردی برای بررسی امکان‌پذیر بودن یا نبودن سامانه استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که ایمنی مواد غذایی، کارایی زنجیره تأمین و شفافیت به طور مؤثر بهبود یافته

واحدها و مصرف‌کننده نهایی وجود دارد که باعث پیچیدگی بیشتر و افزایش هزینه‌ها می‌شود. عدم وجود قابلیت ردیابی، تقلب، فقدان کارایی، عدم وجود اعتماد و همکاری بین بازیگران زنجیره، عدم تضمین کیفیت و تأخیر در بخش‌های مختلف زنجیره به واسطه امکانات و زیرساخت‌های ضعیف و عدم وجود سامانه ترابری مناسب از چالش‌های جدی در زنجیره تأمین برنج است (WFP, 2023). بهره‌گیری از فناوری‌های جدید می‌تواند بسیاری از چالش‌های موجود در زنجیره‌های تأمین را برطرف نماید.

سنتی بودن شیوه نظارت بر سامانه‌های غذا، فرایند تدارکاتی سنتی مواد غذایی، فاصله جغرافیایی بین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان، ریسک‌های جدی ایمنی غذایی مانند مواد غذایی دستکاری‌شده ژنتیکی چالش‌هایی درباره ایمنی و کیفیت غذا ایجاد می‌کند. همچنین، نیازهای جدید بازارها و جهانی‌سازی زنجیره تأمین مواد غذایی، نیاز به اعتماد زیاد به اطلاعات رد و بدل شده را ایجاد می‌کند (Zhao et al., 2019). فناوری بلاکچین، تحولی دیجیتالی را در فضای زنجیره تأمین مواد غذایی به وجود آورده است. این فناوری بر اهداف کلیدی زنجیره مانند انعطاف‌پذیری، سرعت، کیفیت، هزینه و کاهش ریسک تأثیر می‌گذارد و باعث افزایش پاسخگویی و شفافیت در زنجیره‌های کشاورزی-غذایی می‌شود (Yadav & Singah, 2020). فناوری بلاکچین یک رویکرد فناوری دیجیتال جدید است که برای اطمینان از یکپارچگی داده‌ها و جلوگیری از دستکاری و هرگونه خرابی توسعه پیدا کرد. چهار عنصر ویژه شامل غیرمتمرکز بودن، تغییرناپذیری، اجماع، و دموکراتیک بودن، منحصر به شبکه‌های بلاکچین است که استفاده از این فناوری را در ارتقای اعتماد و شفافیت در زنجیره تأمین کشاورزی-مواد غذایی مملو از خطاها، تکراری‌ها و افزونگی‌ها، جذاب‌تر می‌کند (Faye, 2016). دو مزیت برجسته فناوری بلاکچین این است که بایگانی دائمی تراکنش‌ها در زنجیره را فراهم می‌کند و این بایگانی قابل دستکاری نمی‌باشد. همچنین، این فناوری می‌تواند جایگزین سامانه‌های سنتی ردیابی کاغذی و سامانه‌های نظارت دستی شود تا از تأثیر اطلاعات نادرست در زنجیره تأمین کشاورزی-مواد غذایی جلوگیری کند (Faye, 2016; Zhao et al., 2019). قابلیت ردیابی مواد غذایی لازمه ایجاد اعتماد و حمایت از مشتریان است. ورود فناوری بلاکچین به سامانه‌های غذایی، موجب بهبود ردیابی مواد غذایی و ایجاد مزیت رقابتی می‌شود. قابلیت ردیابی مواد غذایی با بهبود سامانه‌های اطلاعاتی پیشرفت کرده است؛ اما شفافیت و اعتماد به اطلاعات، هنوز از مشکلات اساسی این حوزه است. سامانه‌های زنجیره تأمین، تلاش دارند با ورود فناوری‌های جدید نظیر بلاکچین، یکپارچگی اطلاعات، اعتماد، اصالت معاملات و شفافیت را برای اطمینان از کیفیت و ایمنی مواد غذایی تضمین کنند (Zhao et al., 2019; Rezaee & Babazadeh, 2020; Duan et al., 2020). فناوری بلاکچین علی‌رغم دارا بودن برخی نقص‌های ذاتی همچون مقیاس‌پذیری (به‌ویژه در رویارویی با داده‌های انبوه در دنیای واقعی)، ظرفیت زیادی برای متحول کردن سامانه‌های فعلی ردیابی زنجیره تأمین کشاورزی-مواد غذایی دارد (Gupta, 2017). به طوری که باز

فناوری می‌توان به هزینه زیاد ایجاد هویت دیجیتال برای کشاورزان و دارایی‌های آبی در زنجیره تأمین اشاره کرد (Civic Ledger, 2017). در پژوهشی دیگر، نشان داده شد که بلاکچین همراه با قراردادهای هوشمند به طور بالقوه می‌تواند به شرکت‌های آب و سازمان‌های دولتی کمک کند تا به داده‌های لحظه‌ای در مورد سهم بازار، الگوهای مصرف و مدیریت قبض‌های آب مصرف‌کنندگان، دسترسی پیدا کنند. بنابراین، شفافیت بیشتری حاصل می‌شود. همچنین، استفاده از پلتفرم بلاکچین در تجارت آب، نیاز به ثبت سوابق را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد (Poberezhna, 2018).

در ایران، شناسایی شاخص‌های مؤثر در استفاده از فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین دارویی با استفاده از رهیافت فراترکیب و نظر خبرگان صورت گرفت. درخت تصمیم این پژوهش شامل شش شاخص اصلی مؤثر بود که براساس یافته‌های حاصل، قرارداد هوشمند مؤثرترین شاخص اثرگذار بر کاربرد این فناوری در زنجیره تأمین دارویی است (Mohammad Ismaeil & Fattahzadeh, 2022). در پژوهشی دیگر، رتبه‌بندی شاخص‌های مهم فناوری بلاکچین برای زنجیره تأمین روغن نباتی صورت گرفت. با استفاده از نظر ۱۵ خبره و کاربرد رهیافت سلسله مراتبی مشخص گردید سه زیرشاخص فزایش اعتماد بین سازمانی، سازگاری، سازگاری داده‌های ایمن به ترتیب بیشترین اولویت را دارا می‌باشند (Ranjbar et al., 2022).

در دنیای پرتلاطم امروزی که تحت تأثیر جهانی‌شدن می‌باشد، دانش در حال تبدیل شدن به یک عامل کلیدی در بازار است (Asadpourkordi et al., 2023). در اقتصاد رقابتی و دانش‌بنیان، مدیریت حجم عظیمی از اطلاعات و خدمات، نیاز اساسی تولیدکنندگان موفق محصولات کشاورزی و مواد غذایی است. وجود اطلاعات زیاد، خدمات متنوع و بسیار پیچیده، در طول و عرض زنجیره، تولیدکنندگان را در مدیریت آنها با مشکل مواجه می‌کند. هرچه یک ابزار به‌طور مؤثر، در زمان مناسب و باکیفیت مطلوب، تعداد بیشتری از افراد جامعه هدف را تحت پوشش قرار دهد از اهمیت قابل توجه‌تری برخوردار است (Hosseini et al., 2023). با توجه به اهمیت بهبود کارایی و تضمین کیفیت در زنجیره تأمین برنج، کاربرد فناوری بلاکچین ضرورتی انکارناپذیر است. گذار از چالش‌های زنجیره سنتی برنج زمینه‌ساز ایجاد اعتماد و شفافیت در بازار و رونق تجارت این محصول می‌باشد. شناسایی پیشران‌های کاربرد فناوری بلاکچین گام نخست در راستای تدوین بسته سیاستی مرتبط و آغاز فرایند اجرایی در زنجیره است.

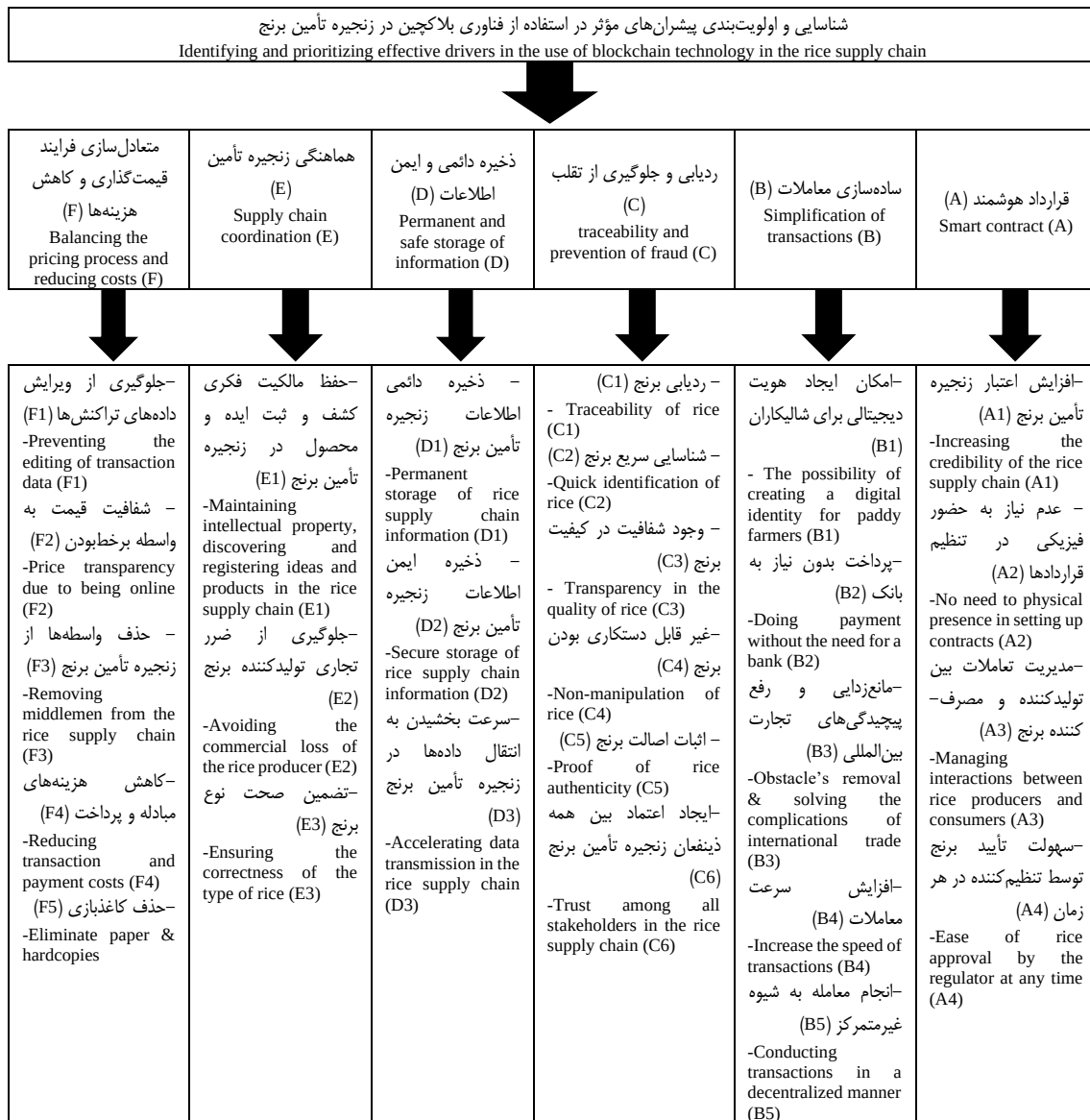
در این پژوهش با استفاده از نظر خبرگان بازار برنج و مرور پیشینه پژوهش، درخت تصمیم جامع دربرگیرنده پیشران‌های اثرگذار بر کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین برنج شناسایی شد.

است (Tian, 2017). در پژوهشی دیگر، یک سامانه ردیابی زنجیره تأمین مبتنی بر بلاکچین پیشنهاد شد که در آن هر تراکنش به عنوان یک بلوک در زنجیره ثبت می‌شود و برای اعضای زنجیره تأمین مانند کشاورز، واحد فراوری، توزیع‌کننده، انباردار، عامل حمل و نقل، واحد بسته‌بندی، عمده‌فروش و خرده‌فروش قابل مشاهده است. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های سامانه پیشنهادی این است که هر یک از ذینفعان می‌تواند تاریخچه خرید محصول را با واردکردن شناسه محصول در سامانه ردیابی کند (Biswas et al., 2017).

در خصوص غلات، مستندات بسیاری وجود دارد که کاربرد فناوری بلاکچین می‌تواند بسیاری از مشکلات موجود در این زنجیره را برطرف نماید (Kumar & Iyengar, 2017). در طول زنجیره تأمین غلات تقلب، نظارت ضعیف و تأخیر در مقصد نهایی همراه وجود دارد. یافته‌های یک پژوهش نشان داد که استفاده از فناوری بلاکچین در سامانه ردیابی زنجیره تأمین غلات بهترین راه در شرایط کنونی برای کاهش اختلافات بین شرکای تجاری و عدم تقارن اطلاعاتی این زنجیره است (Lucena et al., 2018). در مورد برنج نیز پیشنهاد شده است که یک چارچوب ردیابی مبتنی بر بلاکچین برای مدیریت زنجیره تأمین برنج می‌تواند امنیت برنج در فرایند حمل و نقل و کارایی زنجیره تأمین برنج را بسیار بهبود دهد. در این چارچوب پیشنهادی، بلاکچین برای ثبت تمام مسائل مرتبط در زنجیره تأمین برنج و نظارت بر امنیت و کیفیت برنج در فرایند حمل و نقل استفاده شد. توجه به این نکته ضروری است که همه اعضای زنجیره تأمین برنج باید در این چارچوب ثبت شوند و هویت منحصر به فرد و دیجیتال خود را در سامانه بلاکچین مطابقت دهند (Kumar & Iyengar, 2017).

در مطالعه‌ای، یک چارچوب غیرمتمرکز برای مدیریت دانش و خدمات به اشتراک گذاشته شده بین شرکت‌های مختلف بر اساس فناوری بلاکچین شامل قراردادهای هوشمند و محاسبات لبه، ارائه شد. برای بررسی اثربخشی چارچوب غیرمتمرکز از مطالعه موردی استفاده شد. نتایج نشان داد که با استفاده از این چارچوب، تولیدکنندگان می‌توانند کسب‌وکارهای مقیاس‌پذیر و انعطاف‌پذیر را با هزینه کمتر توسعه دهند و در نهایت کیفیت، کارایی و اثربخشی خدمات تولیدی را بهبود دهند (Li et al., 2018).

بهره‌وری بخش کشاورزی به شدت به مدیریت منابع آب وابسته است. نحوه استفاده مؤثر و کارآمد از منابع آب برای توسعه کشاورزی به ویژه در محصولات آب‌بر مانند برنج بسیار مهم است. در این حوزه نیز فناوری بلاکچین می‌تواند در حل مشکلات مرتبط با کم‌آبی، تغییر اقلیم و خشکسالی اثرگذار باشد. توسعه یک پلتفرم مبتنی بر بلاکچین امکان تخصیص کارای منابع محدود آب، مشارکت کشاورزان و بهبود کارایی کلی مصرف منابع آب را فراهم آورد. از مشکلات اصلی این



شکل ۱- درخت تصمیم سلسله مراتبی (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

Figure 1. Hierarchical decision tree (Source: Research findings, 2023)

استفاده از تجارب موجود در پژوهش‌های پیشین (Rezaee & Mohammad Ismaeil & Babazadeh, 2020; Fattahzadeh, 2022; Njualet, Lohmer et al., 2022; Ranjbar et al., 2022) و نظر خبرگان نمونه، مطابق شکل (۱) طراحی گردید.

هدف از طراحی درخت تصمیم، شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های مؤثر از استفاده از فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین برنج است. معیارهای درخت تصمیم شامل قرارداد هوشمند (A)، ساده‌سازی معاملات (B)، ردیابی و جلوگیری از تقلب (C)، ذخیره دائمی و ایمن اطلاعات (D)، هماهنگی زنجیره تأمین (E) و متعادل‌سازی فرایند قیمت‌گذاری و کاهش هزینه‌ها (F) می‌باشد. زیرمعیارهای درخت تصمیم شامل ۲۶ مورد است که چهار مورد (A1-A4) مرتبط با معیار قرارداد

در گام بعد با بهره‌گیری از فرایند سلسله مراتبی فازی کروی^۱ (SFAHP)، اولویت‌بندی پیشران‌های شناسایی شده جهت تدوین مناسب بسته سیاست‌گذاری مدنظر قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی و از حیث ماهیت و روش، از نوع توصیفی-تحلیلی است. همچنین، از نظر جمع‌آوری اطلاعات یک مطالعه‌ی اسنادی-میدانی می‌باشد. جهت تعیین وزن شاخص‌های پژوهش با تهیه‌ی پرسش‌نامه‌ی مقایسه زوجی ویژه‌ی کارشناسان و خبرگان، نظر ۱۰ نفر از خبرگان حوزه تجارت الکترونیک، کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی و نیز فعالین بازار برنج استان گیلان به صورت نمونه‌گیری هدفمند، جمع‌آوری شد. درخت تصمیم پژوهش با

1- Spherical fuzzy analytic hierarchy process

بیشتر باشد در گروه پیشران‌ها با اثرگذاری بسیار زیاد دسته‌بندی خواهد شد. این دسته‌بندی امکان برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر شرایط جهت ترویج کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین برنج را فراهم می‌آورد.

نتایج و بحث

در این بخش تحلیل نتایج حاصل از هفت گروه مقایسه و ۶۲ مقایسه زوجی توسط ۱۰ خبره نمونه با استفاده از رهیافت SFAHP ارائه می‌شود. خبرگان نمونه در حوزه‌های تجارت الکترونیک و بازار برنج تخصص داشتند. اعتبار نتایج حاصل در هر مقایسه با استفاده از شاخص ناسازگاری مورد ارزیابی قرار گرفت. مقدار کمتر از ۰/۱ یا ۱۰ درصد این شاخص بیانگر معتبر بودن وزن‌های نسبی حاصل در رهیافت SFAHP است. نتایج حاصل از تعیین وزن نسبی معیارهای درخت تصمیم در جدول (۱) نشان داد که شاخص ناسازگاری معادل ۷/۸۴ درصد می‌باشد که اعتبار یافته‌های حاصل در این سطح را نشان می‌دهد. از نظر خبرگان نمونه معیار قرارداد هوشمند با وزن نسبی ۲۰/۷۷ درصد رتبه نخست اهمیت را به خود اختصاص داده است. معیارهای ردیابی و جلوگیری از تقلب و ساده‌سازی معاملات نیز با وزن‌های نسبی ۲۰/۶۴ و ۱۶/۳۷ درصد به ترتیب در جایگاه‌های دوم و سوم قرار دارند. این سه معیار در مجموع بیش از ۵۷ درصد وزن نسبی را در بین معیارهای درخت تصمیم دارا می‌باشند. از سوی دیگر، معیار هماهنگی زنجیره تأمین با وزن نسبی ۱۳/۳۷ درصد رتبه آخر اهمیت را به خود اختصاص داده است.

هوشمند، پنج مورد مرتبط با معیار ساده‌سازی معاملات (B1-B5)، پنج مورد مرتبط با معیار ردیابی و جلوگیری از تقلب (C1-C6)، سه مورد مرتبط با معیار ذخیره دائمی و ایمن اطلاعات (D1-D3)، سه مورد مرتبط با هماهنگی زنجیره تأمین (E1-E3) و پنج مورد مرتبط با متعادل‌سازی فرایند قیمت‌گذاری و کاهش هزینه‌ها (F1-F5) می‌باشد.

توسعه فرایند سلسله مراتبی با استفاده از مجموعه‌های فازی گروهی منجر به ایجاد فرایند سلسله مراتبی فازی گروهی (SFAHP) در سال ۲۰۱۹ میلادی شد. این فرایند در پنج گام اساسی شامل ایجاد الگوی سلسله مراتبی (درخت تصمیم)، ایجاد ماتریس مقایسات زوجی با استفاده از اصطلاحات زبانی، بررسی سازگاری ماتریس مقایسات زوجی (آستانه مدنظر سازگاری ۰/۱ یا ۱۰ درصد)، محاسبه وزن‌های فازی و تعیین امتیاز رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها (در صورت وجود)، اجرا می‌شود (Gündogdu & Kahraman, 2019).

به منظور دسته‌بندی زیرمعیارها از رهیافت فاصله انحراف معیار از میانگین استفاده شد. پس از محاسبه وزن نهایی هر زیرمعیار (حاصلضرب وزن نسبی زیرمعیار در وزن نسبی معیار مرتبط)، میانگین و انحراف معیار وزن‌های نهایی ۲۶ زیرمعیار بدست آمد. در صورتی که وزن نهایی زیرمعیار از میانگین منهای انحراف معیار وزن‌های نهایی کمتر باشد در گروه پیشران‌ها با اثرگذاری بسیار کم، اگر وزن نهایی زیرمعیار از میانگین منهای انحراف معیار وزن‌های نهایی بزرگتر اما از میانگین وزن‌های نهایی کمتر باشد در گروه پیشران‌ها با اثرگذاری کم، اگر وزن نهایی زیرمعیارها از میانگین وزن‌های نهایی بیشتر اما از میانگین به اضافه انحراف معیار وزن‌های نهایی کمتر باشد در گروه پیشران‌ها با اثرگذاری زیاد و در نهایت، اگر وزن نهایی زیرمعیار از میانگین به اضافه انحراف معیار وزن‌های نهایی

جدول ۱- تعیین وزن نسبی معیارهای درخت تصمیم پژوهش

Table 1. Determining the relative weight of decision tree criteria

رتبه اهمیت	وزن نسبی (درصد)	نماد	معیار
Importance Rank	Relative Weight (Percent)	Symbol	Criteria
1	20.77	A	Smart contract
3	16.37	B	Simplification of transactions
2	20.64	C	traceability and prevention of fraud
4	15.33	D	Permanent and safe storage of information
6	13.37	E	Supply chain coordination
5	13.53	F	Balancing the pricing process and reducing costs
7.84		Inconsistency Index (Percent)	

Source: Research findings (2023)

منبع: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۲)

با وزن نسبی ۲۹/۵۲ درصد، بیشترین اهمیت را از دیدگاه خبرگان نمونه دارا بوده و کم اهمیت‌ترین زیرمعیار با وزن نسبی ۲۰/۰۹ درصد نیز سهولت تأیید برنج توسط تنظیم‌کننده در هر زمان می‌باشد.

مقایسه چهار زیرمعیار مرتبط با معیار قرارداد هوشمند در جدول (۲) نشان داد که مقدار شاخص ناسازگاری در این مقایسه‌ها معادل ۰/۸۷ درصد می‌باشد که بیانگر اعتبار وزن‌های نسبی حاصل است. زیرمعیار افزایش اعتبار زنجیره تأمین برنج (تأمین خواسته و نظر مشتریان به صورت کامل و تحویل به موقع کالا)

جدول ۲- تعیین وزن نسبی زیرمعیارهای قرارداد هوشمند

Table 2. Determining the relative weight of the sub-criteria of smart contract

رتبه اهمیت Importance Rank	وزن نسبی (درصد) Relative Weight (Percent)	نماد Symbol	زیرمعیار Sub-criteria
1	29.52	A1	افزایش اعتبار زنجیره تأمین برنج Increasing the credibility of the rice supply chain
2	27.8	A2	عدم نیاز به حضور فیزیکی در تنظیم قراردادهای No need to physical presence in setting up contracts
3	22.59	A3	مدیریت تعاملات بین تولیدکننده و مصرف کننده برنج Managing interactions between rice producers and consumers
4	20.09	A4	سهولت تأیید برنج توسط تنظیم کننده در هر زمان Ease of rice approval by the regulator at any time
0.87		Inconsistency Index (Percent)	

Source: Research findings (2023)

منبع: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۲)

شالیکاران با وزن‌های نسبی ۲۴/۶۵، ۲۳/۳۲ و ۲۱/۳۸ درصد به ترتیب جایگاه اول تا سوم اهمیت را به خود اختصاص داده‌اند. از نظر خبرگان نمونه افزایش سرعت معاملات کم‌اهمیت‌ترین زیرمعیار در این گروه مقایسه‌ها می‌باشد.

مقایسه پنج زیرمعیار مرتبط با معیار ساده‌سازی معاملات در جدول (۳) نشان داد که شاخص ناسازگاری در این مقایسه‌ها برابر با ۴/۲۵ درصد است که بیانگر معتبر بودن وزن‌های نسبی می‌باشد. زیرمعیارهای پرداخت بدون نیاز به بانک، انجام معامله به شیوه غیرمتمرکز و امکان ایجاد هویت دیجیتالی برای

جدول ۳- تعیین وزن نسبی زیرمعیارهای ساده‌سازی معاملات

Table 3. Determining the relative weight of the sub-criteria of simplification of transactions

رتبه اهمیت Importance Rank	وزن نسبی (درصد) Relative Weight (Percent)	نماد Symbol	زیرمعیار Sub-criteria
3	21.38	B1	امکان ایجاد هویت دیجیتالی برای شالیکاران The possibility of creating a digital identity for paddy farmers
1	24.65	B2	پرداخت بدون نیاز به بانک Doing payment without the need for a bank
4	18.41	B3	مانع‌زدایی و رفع پیچیدگی‌های تجارت بین‌المللی Obstacle's removal & solving the complications of international trade
5	12.24	B4	افزایش سرعت معاملات Increase the speed of transactions
2	23.32	B5	انجام معامله به شیوه غیرمتمرکز Conducting transactions in a decentralized manner
4.25		Inconsistency Index (Percent)	

Source: Research findings (2023)

منبع: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۲)

در کیفیت برنج با وزن‌های نسبی ۲۰/۳۰، ۱۹/۵۳ و ۱۶/۷۱ درصد به ترتیب رتبه اول تا سوم اهمیت را دارا می‌باشند. کمترین مقدار وزن نسبی نیز مربوط به زیرمعیار ایجاد اعتماد بین همه ذینفعان زنجیره تأمین برنج است.

نتایج مقایسه و تعیین وزن نسبی شش زیرمعیار مرتبط با معیار ردیابی و جلوگیری از تقلب در جدول (۴) ارائه شد. مقدار شاخص ناسازگاری در این مقایسه‌ها برابر با ۲/۳۱ درصد است که صحت نتایج مربوط به وزن‌های نسبی را تأیید می‌کند. زیرمعیارهای شناسایی سریع برنج، ردیابی برنج و وجود شفافیت

جدول ۴- تعیین وزن نسبی زیرمعیارهای ردیابی و جلوگیری از تقلب

Table 4. Determining the relative weight of the sub-criteria of traceability and prevention of fraud

رتبه اهمیت Importance Rank	وزن نسبی (درصد) Relative Weight (Percent)	نماد Symbol	زیرمعیار Sub-criteria
2	19.53	C1	Traceability of rice ردیابی برنج
1	20.30	C2	Quick identification of rice شناسایی سریع برنج
3	16.71	C3	Transparency in the quality of rice وجود شفافیت در کیفیت برنج
4	15.89	C4	Non-manipulation of rice غیر قابل دستکاری بودن برنج
5	14.47	C5	Proof of rice authenticity اثبات اصالت برنج
6	13.09	C6	Trust among all stakeholders in the rice supply chain ایجاد اعتماد بین همه ذینفعان زنجیره تأمین برنج
2.31		Inconsistency Index (Percent)	

Source: Research findings (2023)

منبع: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۲)

زنجیره تأمین برنج با وزن نسبی ۳۸/۹۴ درصد، از نظر خبرگان نمونه بیشترین اهمیت را به خود اختصاص داده است. همچنین، ذخیره دائمی اطلاعات زنجیره تأمین برنج کمترین مقدار وزن نسبی را در این گروه مقایسه‌ها دارا می‌باشد.

نتایج مرتبط با تعیین وزن نسبی سه زیرمعیار ذخیره دائمی و ایمن اطلاعات در جدول (۵) ارائه شد. شاخص ناسازگاری در این مقایسه‌ها برابر با ۰/۴۶ درصد است که بیانگر اعتبار وزن‌های نسبی حاصل می‌باشد. زیرمعیار ذخیره ایمن اطلاعات

جدول ۵- تعیین وزن نسبی زیرمعیارهای ذخیره دائمی و ایمن اطلاعات

Table 5. Determining the relative weight of the sub-criteria of Permanent and safe storage of information

رتبه اهمیت Importance Rank	وزن نسبی (درصد) Relative Weight (Percent)	نماد Symbol	زیرمعیار Sub-criteria
3	24.39	D1	Permanent storage of rice supply chain information ذخیره دائمی اطلاعات زنجیره تأمین برنج
1	38.94	D2	Secure storage of rice supply chain information ذخیره ایمن اطلاعات زنجیره تأمین برنج
2	36.67	D3	Accelerating data transmission in the rice supply chain سرعت بخشیدن به انتقال داده‌ها در زنجیره تأمین برنج
0.46		Inconsistency Index (Percent)	

Source: Research findings (2023)

منبع: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۲)

ایده و محصول در زنجیره تأمین برنج با وزن نسبی ۳۶/۱۷ درصد، بیشترین اهمیت را از دیدگاه خبرگان نمونه دارا بوده و کم اهمیت‌ترین زیرمعیار با وزن نسبی ۳۰/۱۸ درصد نیز جلوگیری از ضرر تجاری تولیدکننده برنج می‌باشد.

مقایسه سه زیرمعیار مرتبط با هماهنگی زنجیره تأمین در جدول (۶) نشان داد که مقدار شاخص ناسازگاری در این مقایسه‌ها معادل ۶/۱۰ درصد می‌باشد که بیانگر اعتبار وزن‌های نسبی حاصل است. زیرمعیار حفظ مالکیت فکری کشف و ثبت

جدول ۶- تعیین وزن نسبی زیرمعیارهای هماهنگی زنجیره تأمین

Table 6. Determining the relative weight of the sub-criteria of Supply chain coordination

رتبه اهمیت Importance Rank	وزن نسبی (درصد) Relative Weight (Percent)	نماد Symbol	زیرمعیار Sub-criteria
1	36.17	E1	Accelerating data transmission in the rice supply chain حفظ مالکیت فکری کشف و ثبت ایده و محصول در زنجیره تأمین برنج
3	30.18	E2	Avoiding the commercial loss of the rice producer جلوگیری از ضرر تجاری تولیدکننده برنج
2	33.65	E3	Ensuring the correctness of the type of rice تضمین صحت نوع برنج
6.10		Inconsistency Index (Percent)	

Source: Research findings (2023)

منبع: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۲)

و حذف واسطه‌ها از زنجیره تأمین برنج با وزن‌های نسبی ۲۴/۴۸، ۲۳/۳۹ و ۲۲/۳۳ درصد به ترتیب جایگاه اول تا سوم اهمیت را به خود اختصاص داده‌اند. از نظر خبرگان نمونه حذف کاغذبازی کم‌اهمیت‌ترین زیرمعیار در این گروه مقایسه‌ها است.

مقایسه پنج زیرمعیار مرتبط با متعادل‌سازی فرایند قیمت‌گذاری و کاهش هزینه‌ها در جدول (۷) ارائه شد. مقدار شاخص ناسازگاری در این مقایسه‌ها برابر با ۴/۶۵ درصد است که بیانگر اعتبار وزن‌های نسبی می‌باشد. زیرمعیارهای جلوگیری از ویرایش داده‌های تراکنشها، کاهش هزینه‌های مبادله و پرداخت

جدول ۷- تعیین وزن نسبی زیرمعیارهای متعادل‌سازی فرایند قیمت‌گذاری و کاهش هزینه‌ها

Table 7. Determining the relative weight of the sub-criteria of balancing the pricing process and reducing costs

رتبه اهمیت Importance Rank	وزن نسبی (درصد) Relative Weight (Percent)	نماد Symbol	زیرمعیار Sub-criteria
1	24.48	F1	Preventing the editing of transaction data تراکنشها
4	19.48	F2	Price transparency due to being online شفافیت قیمت به واسطه برخط بودن
3	22.23	F3	Removing middlemen from the rice supply chain حذف واسطه‌ها از زنجیره تأمین برنج
2	23.39	F4	Reducing transaction and payment costs کاهش هزینه‌های مبادله و پرداخت
5	10.43	F5	Eliminate paper & hardcopies حذف کاغذبازی
4.65		Inconsistency Index (Percent)	

Source: Research findings (2023)

منبع: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۲)

معیار وزن‌های نهایی نیز معادل ۰/۰۱۲ (۱/۱۸ درصد) می‌باشد. با استفاده از این مقادیر گروه‌بندی پیشران‌ها حسب شدت اثرگذاری بر کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین برنج صورت گرفت.

پس از تعیین وزن‌های نسبی معیارها و زیرمعیارها، وزن نهایی زیرمعیارها جهت کاربرد رهیافت فاصله انحراف معیار از میانگین، محاسبه شد. مقدار میانگین وزن‌های نهایی ۲۶ زیرمعیار درخت تصمیم برابر با ۰/۰۳۸ (۳/۸۵ درصد) و انحراف

جدول ۸- دسته‌بندی زیرمعیارها با استفاده از رهیافت فاصله انحراف معیار از میانگین

Table 8. Sub-criteria grouping using interval of standard deviation from mean

شدت اثرگذاری The intensity of the effect	نماد Symbol	زیرمعیار Sub-criteria
خیلی زیاد	A1	Increasing the credibility of the rice supply chain افزایش اعتبار زنجیره تأمین برنج
	A2	No need to physical presence in setting up contracts عدم نیاز به حضور فیزیکی در تنظیم قراردادهای
	D2	Secure storage of rice supply chain information ذخیره ایمن اطلاعات زنجیره تأمین برنج
	D3	Accelerating data transmission in the rice supply chain سرعت بخشیدن به انتقال داده‌ها در زنجیره تأمین برنج
زیاد	A3	Managing interactions between rice producers and consumers مدیریت تعاملات بین تولیدکننده و مصرف‌کننده برنج
	A4	Ease of rice approval by the regulator at any time سهولت تأیید برنج توسط تنظیم‌کننده در هر زمان
	B2	Doing payment without the need for a bank پرداخت بدون نیاز به بانک
	C1	Traceability of rice ردیابی برنج
	C2	Quick identification of rice شناسایی سریع برنج
	E1	Accelerating data transmission in the rice supply chain حفظ مالکیت فکری کشف و ثبت ایده و محصول در زنجیره تأمین برنج
	E2	Avoiding the commercial loss of the rice producer جلوگیری از ضرر تجاری تولیدکننده برنج
کم	E3	Ensuring the correctness of the type of rice تضمین صحت نوع برنج
	B1	The possibility of creating a digital identity for paddy farmers امکان ایجاد هویت دیجیتال برای شالیکاران
	B3	Obstacle's removal & solving the complications of international trade مانع‌زدایی و رفع پیچیدگی‌های تجارت بین‌المللی
	B5	Conducting transactions in a decentralized manner انجام معامله به شیوه غیرمتمرکز

ادامه جدول ۸- دسته‌بندی زیرمعیارها با استفاده از رهیافت فاصله انحراف معیار از میانگین

Continued Table 8. Sub-criteria grouping using interval of standard deviation from mean

C3	Transparency in the quality of rice	وجود شفافیت در کیفیت برنج
C4	Non-manipulation of rice	غیر قابل دستکاری بودن برنج
C5	Proof of rice authenticity	اثبات اصالت برنج
C6	Trust among all stakeholders in the rice supply chain	ایجاد اعتماد بین همه ذینفعان زنجیره تأمین برنج
D1	Permanent storage of rice supply chain information	ذخیره دائمی اطلاعات زنجیره تأمین برنج
F1	Preventing the editing of transaction data	جلوگیری از ویرایش داده‌های تراکنش‌ها
F3	Removing middlemen from the rice supply chain	حذف واسطه‌ها از زنجیره تأمین برنج
F4	Reducing transaction and payment costs	کاهش هزینه‌های مبادله و پرداخت
B4	Increase the speed of transactions	افزایش سرعت معاملات
F2	Price transparency due to being online	شفافیت قیمت به واسطه برخط‌بودن
F5	Eliminate paper & hardcopies	حذف کاغذبازی

Source: Research findings (2023)

منبع: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۲)

دستیابی به عرضه شفاف و ایمن، یکپارچگی زنجیره تأمین و جلوگیری از تقلب، ضروری و اثرگذار می‌داند (Boehm et al., 2018; Xiong et al., 2020; Zhao et al., 2019; Yadav & Singah, 2020; Teodorescu & Korchagina, 2021).

وجود زنجیره تأمین برنج کارا، کیفی و سالم یکی از سیاست‌های راهبردی کشور است. لذا باید به شناخت عوامل مؤثر و نحوه تأثیر آنها بر زنجیره تأمین توجه بیشتری داشت. فعالان زنجیره تأمین برنج و صنایع تبدیلی، تکمیلی و غذایی می‌توانند با شناسایی مشکلات و خلاءهای زنجیره، راهکاری جدی و دانش‌بنیان را برای حل مشکلات ارائه دهد. طراحی و پیاده‌سازی سامانه‌های جامع، مطمئن، ارزان، شفاف و دارای قابلیت احراز هویت در کشور با استفاده از فناوری‌های نوظهور مانند بلاکچین کلید جلوگیری از تقلب در معاملات برنج و ضررهای تجاری عاملان زنجیره تأمین برنج است. شناسایی پیشران‌ها، تعیین اهمیت و دسته‌بندی آنها در پژوهش حاضر بستر مناسبی جهت تدوین بسته سیاستی مرتبط فراهم آورد تا با تمرکز بر یافته‌های حاصل فرایند عملیاتی طراحی این سامانه اجرایی گردد. با توجه به اهمیت پیشران‌های قرارداد هوشمند و ردیابی و جلوگیری از تقلب براساس یافته‌های این پژوهش، اطلاع‌رسانی و آگاه‌سازی ذینفعان زنجیره در خصوص مزایای استفاده از این فناوری می‌تواند پیاده‌سازی و کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین برنج را تسریع نماید. آشنایی و آموزش ابعاد و مزایای فناوری‌های جدید مانند بلاکچین به بازیگران زنجیره در کنار ارتباط مستمر مدیران زنجیره با چارچوب‌های حاکمیتی و قانونی جهت تسریع پیشبرد امور مرتبط با کاربرد این فناوری از جمله الزامات دیگر در این حوزه می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

در بسیاری از کشورهای بحث استفاده از فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی و مواد غذایی مطرح شده است. تقلب، عدم قابلیت ردیابی، تضمین کیفیت و عدم قابلیت بررسی صحت و اصالت محصولات در این زنجیره‌ها به‌طور مستقیم سلامتی افراد جامعه را به خطر می‌اندازد. در حال حاضر فناوری بلاکچین بهترین گزینه برای ایمن‌سازی، کیفی‌سازی و جلوگیری از تقلب در زنجیره تأمین برنج می‌باشد. این پژوهش به شناسایی، جمع‌آوری، دسته‌بندی و تعیین اهمیت مؤلفه‌های اثرگذار در استفاده از فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین برنج کشور پرداخت. معیارهای شناسایی شده شامل قرارداد

ساده‌سازی معاملات، ردیابی و جلوگیری از تقلب، ذخیره دائمی و ایمن اطلاعات، هماهنگی زنجیره تأمین و متعادل‌سازی فرایند قیمت‌گذاری و کاهش هزینه‌ها است. کاربرد فرایند سلسله مراتبی فازی کروی (FAHP) به منظور تعیین وزن نسبی معیارها و زیرمعیارهای درخت تصمیم، مدنظر قرار گرفت. نتایج حاصل از پژوهش‌های دیگر نیز مزایایی مانند ایجاد اعتماد، شفافیت، قابلیت ردیابی و ذخیره متمرکز اطلاعات در زنجیره تأمین در صورت استفاده از فناوری بلاکچین مورد تأکید قرار داده‌اند که با نتایج پژوهش حاضر همسو می‌باشد (Mirdad et al., 2023). براساس یافته‌های یک پژوهش، پنج پیشران اصلی کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره‌های تأمین عبارتند از هوشمندسازی، ایجاد اعتماد، قابلیت ردیابی، شفافیت و کاهش زمان صرف شده، که با نتایج تحقیق حاضر همسو است (Fernando et al., 2021). یافته‌های این پژوهش با نتایج مطالعات پیشین تطابق دارد چراکه آنها نیز کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین را در جهت ردیابی هوشمند برای

منابع

- Asadpourkordi, M., Amirnejad, H., & Eshghi, F. (2023). The role of a knowledge-based economy in maintaining and improving the quality of the environment. *Journal of Agricultural Market and Economics*, 1(1): 30-42. (In Persian)
- Boehm, V. A. J., Kim, J., & Won-Ki Hong, J. (2018). Holistic tracking of products on the blockchain using NFC and verified users. In: Kang, B.B.H and Kim, T eds. *Information Security Applications*. Cham: Springer.
- Biswas, K., Muthukumarasamy, V., & Tan, W. L. (2017). Blockchain based wine supply chain traceability system. *2017 Future Technologies Conference*. Vancouver, Canada, 29-30 November 2017. Vancouver: Canada.

- Civic Ledger. (2017). Commercial trail: agricultural water trading rights [Online]. Available at: <https://www.civicleader.com/civic/>
- Duan, J., Zhang, CH., Gong, Y., Brown, S., & Li, ZH. (2020). A Content-Analysis Based Literature Review in Blockchain Adoption Within Food Supply Chain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5), 1784.
- Faye, P. S. (2016). Use of blockchain technology in agribusiness: transparency and monitoring in agricultural trade. *13th International Conference on Service Systems and Service Management*. Kuming, China, 24-26 June 2016. Beijing: China.
- Fernando, E., Meyliana, M., Warnars H. L. H. S., Abdurachman, E., & Surjandy, S. (2021). Blockchain Technology-Based Good Distribution Practice Model of Pharmacy Industry in Indonesia. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 6(2): 267-273.
- Gündoğdu, F., & Kahraman, C., (2019). A novel spherical fuzzy analytic hierarchy process and its renewable energy application. *Soft Computing*, 24: 4607-4621.
- Gupta, V. (2017). A brief history of blockchain. *Harvard Business Review*. Available at: <https://hbr.org/2017/02/a-brief-history-of-blockchain>
- Hosseini, S. M., Fehrest-Sani, M., Fattahi, A. & Abyar, N. M. (2023). Prioritizing promotional options for sesame-products in Gorgan and Sari cities. *Journal of Agricultural Market and Economics*, 1(1): 10-19. (In Persian)
- Kumar, M. V., & Iyengar, N. CH. S. N. (2017). A framework for blockchain technology in rice supply chain management. *Advanced Science and Technology Letters*, 146: 125-130
- Leng, K., Bi, Y., Jing, L., & Fu, H. C., Nieuwenhuyse, I. V. (2018). Research on agricultural supply chain system with double chain architecture based on blockchain technology. *Future Generation Computer Systems*, 86: 641-649.
- Li, Z., Wang, W. M., Liu, G., Liu, L., He, J., & Huang, G. Q. (2018). Toward open manufacturing: A cross-enterprise knowledge and services exchange framework based on blockchain and edge computing. *Industrial Management & Data Systems*, 118(1): 303-320.
- Lohmer, J., da Silva, E. R., & Lasch, R. (2022). Blockchain Technology in Operations & Supply Chain Management: A Content Analysis. *Sustainability*, 14, 6192: 1-88.
- Lucena, P., Binotto, A. P. D., Silva Momo, F., & Kim, H. (2018). A case study for grain quality assurance tracking based on blockchain business network. *Proceedings of the Symposium on Foundations and Applications of Blockchain*. Los Angeles, USA, 9 March 2018. Washington: USA.
- Mirdad, A., Khadeer Hussain, F., & Khadeer Hussain, O. (2023). A systematic literature review on pharmaceutical supply chain: research gaps and future opportunities. *International Journal of Web and Grid Services*, 19(2): 233-258.
- Mohammad Ismaeil, S., & Fattahzadeh, H. (2022). Identify Effective Indicators in the Use of Blockchain Technology in the Drug Supply Chain (Using the Meta Synthesis Method for the Years 2010-2022). *Journal of Healthcare Management*, 12(4): 81-106. (In Persian)
- Njuaem, L.A. (2022). Leveraging Blockchain Technology in Supply Chain Sustainability: A Provenance Perspective. *Sustainability*, 14, 10533: 1-15.
- Poberezhna, A. (2018). Addressing water sustainability with blockchain technology and green finance. In: Marke, A. ed. *Transforming Climate Finance and Green Investment with Blockchains*. Cambridge: Academic Press, pp. 189-196.
- Ranjbar, T., Mojaverian, S. M., Amiri Raftani, Z., Shirzadi Laskoukelayeh, S., & Eshghi, F. (2022). Ranking of important indicators of blockchain technology for the vegetable oil supply chain. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 36(2): 169-182.
- Rayatpanah, GH., Mojarradi, GH., Karamidehkordi, E., & Amiri Larijani, B. (2022). Identifying the components for institutionalization market-based extension services with rice value chain approach in rural areas of Mazandaran province of Iran. *Village and Development*, 24(4): 23-46. (In Persian)
- Rezaee, L., & Babazadeh, R. (2020). Investigating the relationships between the influencing indicators of blockchain in the food industry. *Research in Production and Operations Management*, 11(3): 95-116. (In Persian)
- 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*, 7(1): 1-18.
- Tian, F. (2016). An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology. *13th International Conference on Service Systems and Service Management*. Kunming, China, 24-26 June 2016. Beijing: China.
- Tian, F. (2017). A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, Blockchain & Internet of Things. *14th International Conference on Service Systems and Service Management*. Dalian, China, 16-18 June 2017. Beijing: China

- World Food Programme (2023). Understanding the Rice Value Chain in South and Southeast Asia: Opportunities, Challenges, and Way Forward for Rice Fortification. Regional Bureau for Asia and the Pacific and ValueNotes Strategic Intelligence Pvt. Ltd.
- Xiong, H., Dalhaus, T., Wang, P., & Haung, J. (2020). Blockchain technology for agriculture: applications and rationale. *Frontiers in Blockchain*, 3: 1-7.
- Yadav, S., & Singah, S. P. (2020). Blockchain critical success factors for sustainable supply chain. *Resources, Conservation and Recycling*, 152: 1-11.
- Yermack, D. (2017). Corporate governance and blockchains. *Review of Finance*, 21(1): 7-31.
- Zhao, G., Liu, S., Lopez, C., Lu, H., Elgueta, S., Chen, H. & Boshkoska, B. M. (2019). Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions. *Computers in Industry*, 109: 83-99.