Journal of
Information System and Technology Auditing

Research Paper

Proposing an Exploratory Conceptual Framework for Algorithmic Governance, Intelligent Audit Supervision and Data-Driven Entrepreneurship Development: A Fuzzy Delphi Study in Kermanshah, Iran [1]

Bijan Rezaee [*2], Arash Khademi [3] and Rasoul Mohammadi[4]

Journal of Information System and Technology Auditing
Iranian Information Technology Audit Scientific Association
Vol. 2, No. 1, Spring & Summer 2026
pp. 61-96

Received: 2026.07.25
Revised: 2026.09.24
Accepted: 2026.10.21

Abstract

This study aimed to develop an exploratory conceptual framework to elucidate the requirements for algorithm-based governance, intelligent audit oversight, and data-driven entrepreneurship development. The city of Kermanshah served as the empirical setting for developing the conceptual framework. However, the proposed framework is not confined to the specific characteristics of this city, and the identified factors may also be examined in other urban contexts. An exploratory mixed-methods approach was adopted. Components were identified through semi-structured interviews and subsequently refined and prioritized using the fuzzy Delphi method based on expert judgments. The findings yielded 15 factors grouped into five dimensions. The results reflect expert consensus on the identified factors and their relative priorities and do not constitute evidence of causal relationships among the framework's dimensions. The study contributes to the literature by offering an integrated framework that connects algorithm-based governance, intelligent auditing, and data-driven entrepreneurship at the urban level.

Keywords: Algorithmic Governance, Intelligent Audit Oversight, Data-Driven Entrepreneurship, Fuzzy Delphi Method, Kermanshah.

JEL classification: *M42.*

---

[1] https://doi.org/10.22034/JISTA.2026.593648.1091
[2] Associate Professor,Department of Management and Entrepreneurship, Razi University, Kermanshah, Iran. (Corresponding Author). Email: b.rezaee@razi.ac.ir
[3] PhD Student of Entrepreneurship Management,Department of Management and Entrepreneurship, Razi University, Kermanshah, Iran. Email: arashkhademi705@gmail.com
[4] PhD Student of Entrepreneurship Management,Department of Management and Entrepreneurship, Razi University, Kermanshah, Iran. Email: rasolmohamadi108@gmail.com

1. INTRODUCTION

Public and municipal organizations generate large volumes of financial, contractual, transactional, and operational data. However, data volume alone does not prevent error, misconduct, or fraud. Periodic, sample-based, and retrospective audits can leave high-risk transactions unexamined until corrective action becomes costly. Intelligent audit supervision addresses this limit by combining continuous data analysis, control rules, artificial intelligence, and professional judgment. It can screen broader transaction populations and identify unusual patterns near the time of occurrence, but it must support rather than replace the auditor's judgment (Appelbaum et al., 2017; Issa et al., 2016).

Algorithmic governance provides the institutional rules for the use of data and algorithms in risk assessment, prioritization, monitoring, and public decision-making. A valid governance arrangement must combine technical performance with data quality, transparency, explainability, accountability, privacy protection, human oversight, and a clear right to review decisions (Abraham et al., 2019; Tabassi, 2023; Yeung, 2018). These safeguards are also important for data-driven entrepreneurship. Reliable and responsibly shared public data can support opportunity recognition, service design, and business innovation, whereas poor-quality or unrestricted data can reduce trust and create legal and ethical risks (Grimaldi et al., 2026).

Previous studies usually examine algorithmic governance, intelligent auditing, and data-driven entrepreneurship as separate fields. This separation is important in Kermanshah, where effective entrepreneurial development depends on coordination among public agencies, municipal management, universities, financial institutions, and private firms (Shakiba et al., 2020). No integrated local model has shown which governance principles can improve audit supervision while enabling the responsible reuse of trusted data. Therefore, this study aimed to develop and prioritize an urban-level algorithmic governance model for intelligent audit supervision and data-driven entrepreneurship in Kermanshah, Iran.

2. MATERIALS AND METHODS

This applied study employed a sequential exploratory mixed-method design. The study population consisted of academic and executive experts in accounting and auditing, public and urban management, information technology, artificial intelligence, data governance, and entrepreneurship in Kermanshah. Thirty experts were selected through criterion-based purposive sampling with limited snowball recruitment. All participants held at least a master's degree and had a minimum of five years of relevant professional experience.

The qualitative phase used semi-structured interviews with nine main questions. Each interview lasted 30-45 minutes and was recorded with participant consent. The researchers used ATLAS.ti for open and in-vivo coding. They reviewed the codes repeatedly, removed duplicates, and combined similar concepts. This process reduced 146 initial codes to 53 independent codes, which formed 15 factors in five dimensions. The quantitative phase used a two-round fuzzy Delphi questionnaire. Five linguistic ratings, from very low to very high, were converted to triangular fuzzy numbers, and the centroid method produced a defuzzified score (Ishikawa et al., 1993). After round one, the anonymous group mean was returned to the panel. A factor was retained when its score was at least 0.50 and at least 75% of experts selected high or very high. Consensus was reached when the change between rounds was less than 0.10. The method identified and prioritized factors; it did not test direct, indirect, or causal relations.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The The panel included 21 men and 9 women. Nineteen participants (63.3%) held doctoral degrees, and 11 (36.7%) held master's degrees. The four expertise groups were relatively balanced in size. academic and research experts and audit and financial management experts each represented 26.7% of the panel, while information technology and data experts and entrepreneurship and innovation experts each represented 23.3%. The qualitative analysis

produced three factors for data and technology infrastructure, four for algorithmic governance, four for intelligent audit supervision, two for organizational requirements, and two for data-driven entrepreneurship.

All 15 factors passed both acceptance criteria. Defuzzified scores ranged from 0.683 to 0.822 in round one and from 0.747 to 0.856 in round two. The change between rounds ranged from 0.028 to 0.069, which was below the 0.10 consensus threshold for every factor. Table 1 presents the six highest priorities. Information security and privacy ranked first. Data quality and integration and continuous monitoring and intelligent alerts shared second place, followed by anomaly and fraud detection.

Table 1

Highest-ranked factors in the second fuzzy Delphi round

Rank	Factor	Final score
1	Information security and privacy	0.856
2	Data quality and integration	0.850
2	Continuous monitoring and intelligent alerts	0.850
4	Anomaly and fraud detection	0.844
5	Algorithm transparency and explainability	0.831
5	Legal and regulatory framework for algorithms	0.831

The priority pattern shows that intelligent supervision requires a trusted data foundation before advanced analytics can produce valid audit evidence. The high scores for transparency, explainability, and a legal and regulatory framework also show that technical accuracy is not sufficient. Auditors and managers must be able to inspect the basis of a high-risk classification, identify responsibility, preserve an audit trail, and use human review for sensitive actions. The factor 'conversion of data into entrepreneurial opportunities' received a score of 0.808. Controlled access to public data received the lowest score, 0.747, but remained well above the acceptance threshold.

Thus, the panel did not reject public-data reuse; it treated secure, classified, and accountable access as a condition for reuse. These results connect oversight and economic value creation in one framework. However, the close factor weights and the Delphi design support a conclusion about expert consensus and priority only. They do not prove that one factor causes another or that intelligent auditing directly increases entrepreneurship.

4. CONCLUSION

The proposed model integrates data and technology infrastructure, algorithmic governance, intelligent audit supervision, organizational requirements, and data-driven entrepreneurship in one contingent urban framework. The results show that a city should not begin with automation alone. It should first improve data quality, interoperability, security, and privacy. It should then establish explainable decision rules, clear accountability, human review, traceable audit records, and a legal basis for data use. Management support, auditor digital competence, interorganizational cooperation, and controlled data access can then support both continuous supervision and responsible entrepreneurial use. The study is limited by purposive sampling in one city and by the non-causal nature of fuzzy Delphi analysis. Future studies should validate the model with structural equation modeling and larger samples, compare it across cities, and test pilot applications in municipal contracts, tenders, and payments.

COPYRIGHT

This license allows others to download the works and share them with others as long as they credit them, but they can’t change them in any way or use them commercially.

نشریه علمی
حسابرسی سیستم‌ها و فناوری اطلاعات
انجمن علمی حسابرسی فناوری اطلاعات ایران

مقالهٔ پژوهشی

ارائه چارچوب مفهومی اکتشافی حکمرانی الگوریتمیک در نظارت هوشمند حسابرسی و توسعه کارآفرینی داده‌محور با رویکرد دلفی فازی[1]

بیژن رضایی[2]*، آرش خادمی[3] و رسول محمدی[4]

حسابرسی سیستم‌ها و فناوری اطلاعات
انجمن حسابرسی فناوری اطلاعات ایران
سال دوم، پیاپی ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۵
صص ۶۱ - ۹۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۵/۰۳
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۷/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۷/۲۹

چکیده

پژوهش حاضر با هدف ارائه چارچوب مفهومی اکتشافی برای تبیین الزامات حکمرانی مبتنی بر الگوریتم، نظارت هوشمند حسابرسی و توسعه کارآفرینی داده‌محور انجام شد. شهر کرمانشاه در این پژوهش، بستر تجربی تدوین چارچوب مفهومی بوده است؛ بااین‌حال، چارچوب پیشنهادی به ویژگی‌های خاص این شهر محدود نیست و عوامل شناسایی‌شده قابلیت بررسی در سایر محیط‌های شهری را نیز دارند. این پژوهش با رویکرد آمیخته اکتشافی انجام شد. مؤلفه‌ها از طریق مصاحبه نیمه‌ساختاریافته استخراج و با استفاده از دلفی فازی توسط خبرگان پالایش و اولویت‌بندی شدند. یافته‌ها به شناسایی ۱۵ عامل در پنج بُعد منجر شد. نتایج بیانگر اجماع تخصصی و اولویت نسبی عوامل است و به معنای آزمون روابط علّی میان ابعاد چارچوب نیست .دانش‌افزایی پژوهش در ارائه چارچوبی یکپارچه برای پیوند حکمرانی الگوریتمیک، حسابرسی هوشمند و کارآفرینی داده‌محور در سطح شهری است .

واژه‌های کلیدی: *حکمرانی الگوریتمیک، نظارت هوشمند حسابرسی، کارآفرینی داده‌محور، دلفی فازی، شهر کرمانشاه.*

طبقه‌بندی موضوعی: *M42*

---

[1] https://doi.org/10.22034/JISTA.2026.593648.1091

[2] دانشیار گروه مدیریت و کارآفرینی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. (نویسنده مسئول). (b.rezaee@razi.ac.ir)

[3] دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت کارآفرینی، گروه مدیریت و کارآفرینی ، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه رازی ،کرمانشاه، ایران. (arashkhademi705@gmail.com)

[4] دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت کارآفرینی، گروه مدیریت و کارآفرینی ، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه رازی ،کرمانشاه، ایران. (rasolmohamadi108@gmail.com)

مقدمه

افزایش حجم داده‌های مالی و معاملاتی، الزاماً به کاهش تخلف و انحراف منجر نمی‌شود. سازمان‌های عمومی و مدیریت‌های شهری می‌توانند روزانه هزاران داده مربوط به قراردادها، پرداخت‌ها، مناقصه‌ها، درآمدها، هزینه‌ها و عملکرد واحدهای اجرایی تولید کنند؛ اما هنگامی که فرایند حسابرسی همچنان دوره‌ای، نمونه‌محور و پس از وقوع رویداد باشد، بخش قابل‌توجهی از ظرفیت این داده‌ها برای پیشگیری، هشداردهی و اصلاح به‌موقع بلااستفاده باقی می‌ماند. مسئله اصلی کمبود داده نیست. مسئله، فقدان سازوکاری است که داده را به تصمیم نظارتی معتبر تبدیل کند. افزایش حجم و پیچیدگی فعالیت‌های دستگاه‌های عمومی، در کنار محدودیت منابع انسانی و زمانی حسابرسان، سبب شده است روش‌های سنتی نتوانند تمام قلمروهای پرریسک را با سرعت، دقت و جامعیت کافی پوشش دهند (مطلبی کربکندی و همکاران، ۱۴۰۱: ۸۲-۷۹) .

عبور از این محدودیت، صرفاً با خرید نرم‌افزار یا خودکارسازی چند فعالیت اداری امکان‌پذیر نیست؛ زیرا مسئله پیش‌گفته، ماهیتی نهادی و حکمرانی دارد. «حکمرانی الگوریتمیک» به مجموعه ترتیبات، قواعد و فرایندهایی اطلاق می‌شود که در آن داده‌ها و الگوریتم‌ها برای شناخت وضعیت، ارزیابی ریسک، اولویت‌بندی موارد، تخصیص منابع، پایش رفتار و پشتیبانی یا اجرای تصمیم‌ها به کار گرفته می‌شوند. در این الگو، الگوریتم تنها یک ابزار محاسباتی نیست، بلکه در نحوه توزیع اختیار، مسئولیت و قدرت تصمیم‌گیری نقش پیدا می‌کند. تنظیم‌گری الگوریتمی نیز بر گردآوری مستمر داده و تولید دانش محاسباتی برای تشخیص انحراف از استانداردها و اصلاح عملکرد نظام استوار است (یانگ[1]، ۲۰۱۸ :۵۰۵-۵۰۸).

بااین‌حال، افزایش سرعت تصمیم‌گیری می‌تواند با کاهش قابلیت فهم آن همراه شود. تصمیم‌های مبتنی بر الگوریتم ممکن است تحت تأثیر کیفیت نامطلوب داده، سوگیری مدل، طراحی نادرست شاخص‌ها یا منافع طراحان سامانه قرار گیرند. ازاین‌رو، حکمرانی الگوریتمیک مطلوب مستلزم شفافیت، توضیح‌پذیری، پاسخ‌گویی، امکان اعتراض، حفاظت از حریم خصوصی و استمرار نظارت انسانی است. پژوهش‌های حقوق اداری ایران نیز نشان داده‌اند که استفاده از تصمیم‌گیری الگوریتمی، در کنار مزایایی مانند افزایش سرعت و کاهش هزینه،

[1] Yeung

می‌تواند اصولی چون عدالت رویه‌ای، بی‌طرفی، منع تبعیض و نظارت بر صلاحیت اداره را با چالش مواجه کند (مرادی‌برلیان و تنگستانی، ۱۴۰۲: ۱۷۲-۱۶۳) .این دوگانگی اهمیت دارد. کارایی بدون پاسخ‌گویی کافی نیست. مشروعیت سازوکارهای الگوریتمی زمانی تقویت می‌شود که آثار آنها بر ذی‌نفعان قابل بررسی باشد و مسئولیت خطا میان مدیر، حسابرس، طراح سامانه و نهاد مالک داده مبهم باقی نماند (داناهر و همکاران[1] ، ۲۰۱۷ :۱-۶).

الزامات شفافیت، پاسخ‌گویی و نظارت انسانی در حکمرانی مبتنی بر الگوریتم، مبنای تبیین «نظارت هوشمند حسابرسی» در پژوهش حاضر است. در این چارچوب، نظارت هوشمند حسابرسی به سازوکاری یکپارچه برای پایش داده‌های مالی، عملیاتی، قراردادی و عملکردی اشاره دارد که در آن، تحلیل داده، هوش مصنوعی و قواعد کنترلی در کنار قضاوت حرفه‌ای حسابرس به کار گرفته می‌شوند. هدف این سازوکار، شناسایی به‌موقع معاملات غیرعادی، الگوهای پرریسک، ضعف‌های کنترل داخلی و نشانه‌های احتمالی تقلب است. استفاده از این قابلیت‌ها می‌تواند دامنه رسیدگی را گسترش دهد و توان حسابرس را برای شناسایی روابط و الگوهای پنهان در تراکنش‌ها افزایش دهد (اپلبام و همکاران[2]، ۲۰۱۷: ۵-۱). بااین‌حال، تفسیر نتایج و تصمیم‌گیری درباره موارد شناسایی‌شده همچنان مستلزم قضاوت حرفه‌ای است و هوش مصنوعی در این فرایند نقشی مکمل دارد (عیسی و همکاران[3]، ۲۰۱۶: ۷-۱). از این منظر، تبیین نظارت هوشمند حسابرسی مستلزم توجه هم‌زمان به قابلیت‌های فنی تحلیل داده و ترتیبات نهادیِ دسترسی به داده‌ها، پاسخ‌گویی در قبال نتایج و تعیین مسئولیت تصمیم‌هاست؛ پیوندی که ضرورت بررسی جایگاه این ترتیبات در ادبیات حسابرسی هوشمند را مطرح می‌کند. نقطه کور ادبیات حسابرسی هوشمند آن است که بیشتر پژوهش‌ها بر افزایش کارایی فنی، کشف تقلب، تحلیل کلان‌داده یا تحول حرفه حسابرسی تمرکز کرده‌اند، درحالی‌که قواعد مالکیت داده، مسئولیت الگوریتم، حق دسترسی ذی‌نفعان و نحوه استفاده ثانویه از داده‌های نظارتی کمتر در قالب یک مدل واحد بررسی شده است. حتی پژوهش‌های داخلی که مفهوم حسابرسی هوشمند را در سازمان‌های عالی نظارتی تبیین کرده‌اند، اذعان دارند که مطالعات قبلی غالباً به کاربردهای پراکنده فناوری در حسابرسی صورت‌های مالی محدود بوده و ابعاد حسابرسی هوشمند در سطح

[1] Danaher at al.
[2] Appelbaum et al.
[3] Issa et al.

یک نظام نظارتی به‌صورت جامع صورت‌بندی نشده است (مطلبی کربکندی و همکاران، ۱۴۰۱: ۸۹-۸۵) . در نتیجه، مشخص نیست داده‌های تولیدشده در فرایند نظارت چگونه باید علاوه بر کنترل انحراف، به یادگیری نهادی و خلق ارزش اقتصادی منجر شوند.

در این نقطه، مفهوم «کارآفرینی داده‌محور» اهمیت پیدا می‌کند. کارآفرینی داده‌محور فرایندی است که در آن داده و قابلیت تحلیل آن، به منبعی برای شناسایی مسئله، کشف فرصت، شناخت نیازهای بازار، طراحی محصول یا خدمت، اصلاح مدل کسب‌وکار و ایجاد نوآوری تبدیل می‌شود. در این رویکرد، کارآفرین تنها از ابزارهای دیجیتال برای عرضه محصول استفاده نمی‌کند؛ بلکه تصمیم‌های اصلی کسب‌وکار را بر پایه گردآوری، ترکیب و تفسیر داده‌ها شکل می‌دهد. داده می‌تواند میان خلق دانش، تشخیص فرصت‌های کارآفرینانه و ظهور نتایج نوآورانه پیوند برقرار کند (گریمالدی و همکاران[1]، ۲۰۲۶ :۱۳۴۱-۱۳۴۸). بااین‌حال، ادبیات این حوزه بیشتر بر قابلیت‌های بنگاه، مدیریت داده و نوآوری بازار تمرکز دارد و نقش اعتماد نهادی، کیفیت داده‌های عمومی و قابلیت حسابرسی منابع اطلاعاتی را کمتر وارد مدل‌های کارآفرینی کرده است.

در این پژوهش، کرمانشاه به‌عنوان بستر مطالعه انتخاب شده است. ویژگی‌های خاص این شهر مانند تعامل چندنهادی میان مدیریت شهری، سازمان‌های عمومی، دانشگاه‌ها و بازیگران اکوسیستم کارآفرینی، زمینه مناسبی برای بررسی کاربرد چارچوب فراهم می‌کنند؛ با این حال، ابعاد اصلی چارچوب (کیفیت داده، امنیت، شفافیت، نظارت انسانی و الزامات سازمانی) به دلیل ماهیت عمومی خود محدود به این شهر نیستند.

انتخاب شهر کرمانشاه به‌عنوان بستر مطالعه، از منظر چالش‌های تعامل نهادی در اکوسیستم کارآفرینی این شهر نیز قابل تبیین است. مطالعه شکیبا و همکاران نشان داده است که اختلاف ترجیحات و منافع بازیگران اکوسیستم کارآفرینی فراگیر کرمانشاه می‌تواند تداوم وضع موجود را به نتیجه‌ای محتمل‌تر از اصلاح ساختاری تبدیل کند (شکیبا و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۳۱-۱۲۳). این یافته، اهمیت توجه به نحوه هماهنگی و همکاری بازیگران را در بررسی زمینه‌های توسعه کارآفرینی شهر برجسته می‌کند. در پژوهش حاضر، این مسئله از منظر ترتیبات حاکم بر تولید، تبادل و استفاده از داده بررسی می‌شود؛ به این معنا که دسترسی بازیگران به داده‌های قابل اتکا،

[1] Grimaldi et al.

حدود مسئولیت آنان در استفاده از داده‌ها و نقش نظارت حسابرسی در ارزیابی اعتبار اطلاعات، در چارچوبی مشترک مورد توجه قرار می‌گیرد. طرح این موضوع در بستر کرمانشاه، زمینه تبیین ضرورت پیوند میان حکمرانی مبتنی بر الگوریتم، نظارت هوشمند حسابرسی و کارآفرینی داده‌محور را فراهم می‌سازد.

با وجود مطالعات انجام‌شده، سه جریان پژوهشی حکمرانی الگوریتمیک، حسابرسی هوشمند و کارآفرینی داده‌محور عمدتاً به‌صورت جداگانه توسعه یافته‌اند. ادبیات حکمرانی الگوریتمیک بر مشروعیت و پاسخ‌گویی تصمیم‌ها تمرکز دارد؛ مطالعات حسابرسی هوشمند بیشتر به قابلیت‌های فنی نظارت می‌پردازند؛ و پژوهش‌های کارآفرینی داده‌محور، داده را منبع کشف فرصت و نوآوری تلقی می‌کنند. حلقه اتصال این حوزه‌ها هنوز ضعیف است. تاکنون مدلی بومی که مشخص کند اصول حکمرانی الگوریتمیک چگونه می‌توانند به‌طور هم‌زمان نظارت حسابرسی را هوشمندتر و بستر کارآفرینی داده‌محور را در شهر کرمانشاه تقویت کنند، به‌صورت منسجم ارائه نشده است. این خلأ، شکاف اصلی پژوهش حاضر را شکل می‌دهد.

بر این اساس، هدف پژوهش حاضر ارائه یک چارچوب مفهومی اکتشافی برای سازمان‌دهی ابعاد و عوامل مرتبط با حکمرانی الگوریتمیک، نظارت هوشمند حسابرسی و کارآفرینی داده‌محور در بستر شهری کرمانشاه است. این چارچوب مجموعه‌ای از ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های شناسایی‌شده توسط خبرگان را در کنار یکدیگر قرار می‌دهد و ادعای آزمون روابط علّی یا پیش‌بینی اثر میان ابعاد را ندارد.

بر این اساس، هدف پژوهش حاضر ارائه مدل حکمرانی الگوریتمیک در نظارت هوشمند حسابرسی و توسعه کارآفرینی داده‌محور در شهر کرمانشاه است. منظور از مدل، مجموعه‌ای نظام‌مند از ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌هایی است که پنج بُعد زیرساخت داده و فناوری، حکمرانی الگوریتمیک، نظارت هوشمند حسابرسی، الزامات سازمانی و کارآفرینی داده‌محور را در چارچوبی یکپارچه قرار می‌دهد. اهمیت نظری پژوهش در پیوند دادن سه حوزه نسبتاً پراکنده است. اهمیت عملی آن نیز به ارائه چارچوبی برای استفاده پیشگیرانه، مسئولانه و ارزش‌آفرین از داده‌های مالی و شهری مربوط می‌شود. چنین مدلی می‌تواند از تبدیل نظارت هوشمند به سازوکاری صرفاً کنترل‌محور جلوگیری کند و در عین حال، مانع استفاده نامنظم، تبعیض‌آمیز یا غیرشفاف از داده‌های عمومی شود.

ازآنجاکه ابعاد مدل پیشنهادی در منابع موجود پراکنده‌اند و اهمیت آنها به قضاوت تخصصی و شرایط بومی وابسته است، پژوهش حاضر با رویکرد آمیخته کیفی و کمی و با استفاده از دلفی فازی اجرا می‌شود. در مرحله کیفی، مؤلفه‌ها از طریق بررسی ادبیات و مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با خبرگان حسابرسی، حسابداری، مدیریت دولتی و شهری، فناوری اطلاعات، حقوق و کارآفرینی استخراج خواهند شد. سپس دیدگاه خبرگان در قالب متغیرهای زبانی دریافت و به اعداد فازی تبدیل می‌شود. تکنیک دلفی فازی، ابهام موجود در قضاوت‌هایی مانند «اهمیت زیاد» یا «اهمیت متوسط» را کاهش داده و امکان تجمیع نظام‌مند دیدگاه‌های تخصصی را فراهم می‌کند (ایشیکاوا و همکاران[1]، ۱۹۹۳ :۲۴۱-۲۵۳).کاربرد این روش در پژوهش‌های حسابرسی ایران نیز نشان داده است که می‌توان از آن برای شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های فناورانه و دستیابی به اجماع خبرگان استفاده کرد (عزیزی، ۱۴۰۴: ۱۳۰-۱۲۳).

مبانی نظری و چارچوب مفهومی پژوهش

حکمرانی الگوریتمیک در این پژوهش به سازوکاری اطلاق می‌شود که در آن قواعد نهادی، داده‌ها، مدل‌های محاسباتی و نظارت انسانی به‌صورت هماهنگ برای تشخیص ریسک، اولویت‌بندی پرونده‌ها، تخصیص منابع نظارتی و پشتیبانی از تصمیم‌های عمومی به کار گرفته می‌شوند. این مفهوم به نظریه سایبرنتیک و تنظیم‌گری بازخوردی متصل است؛ زیرا سامانه الگوریتمی ابتدا استاندارد مطلوب را تعیین می‌کند، سپس داده‌های محیط را پایش می‌کند و در نهایت، انحراف مشاهده‌شده را از طریق هشدار، پیشنهاد اصلاح یا مداخله اجرایی کاهش می‌دهد (یانگ، ۲۰۱۸ :۵۰۷-۵۱۴). در بستر نهادهای شهری، کارآمدی چنین چرخه‌ای تنها به قدرت محاسباتی وابسته نیست و مشروعیت آن به شفافیت معیارها، توضیح‌پذیری خروجی، قابلیت اعتراض، مسئولیت‌پذیری و استمرار کنترل انسانی بستگی دارد (مرادی‌برلیان و تنگستانی، ۱۴۰۲: ۱۷۶-۱۶۹) .

نظارت هوشمند حسابرسی، کاربرد عملی این منطق در قلمرو پاسخ‌گویی مالی است. این سازه بر نظریه حسابرسی مستمر و دیدگاه سیستم‌های اجتماعی ـ فنی استوار است؛ بر این اساس، حسابرسی از یک رسیدگی پسینی و نمونه‌محور به فرایندی پیوسته، داده‌محور و هشداردهنده

[1] Ishikawa et al.

تبدیل می‌شود. در حسابرسی مستمر، داده‌های تراکنشی و کنترلی با قواعد تحلیلی مقایسه می‌شوند تا استثناها و الگوهای غیرعادی در فاصله‌ای کوتاه از زمان وقوع شناسایی شوند (واسارهیلی و همکاران[1]، ۲۰۰۴ :۱-۸). بااین‌حال، فناوری به‌تنهایی عملکرد نظارتی را تضمین نمی‌کند. انطباق‌پذیری سامانه‌ها، کیفیت داده، مهارت تحلیلی حسابرسان، طراحی فرایند و پذیرش سازمانی باید هم‌زمان بهینه شوند؛ زیرا حسابرسی هوشمند ماهیتی اجتماعی ـ فنی دارد (مطلبی کربکندی و همکاران، ۱۴۰۱: ۹۵-۸۳) .

در این مطالعه، حکمرانی الگوریتمیک به‌عنوان مفهوم فراگیر ناظر بر قواعد، مسئولیت‌ها، شفافیت و کنترل تصمیم‌های مبتنی بر داده در نظر گرفته می‌شود. ابعاد زیرساخت داده و فناوری، نظارت هوشمند حسابرسی، الزامات سازمانی و کارآفرینی داده‌محور، حوزه‌های کاربرد و الزامات تحقق این حکمرانی هستند و هم‌سطح با مفهوم فراگیر تلقی نمی‌شوند.

کارآفرینی داده‌محور نیز در این تحقیق صرفاً به استفاده از ابزار دیجیتال برای فروش یا تبلیغات محدود نیست؛ بلکه فرایندی است که طی آن داده معتبر به دانش قابل بهره‌برداری، فرصت اقتصادی و نوآوری تبدیل می‌شود. مبنای نظری این سازه را می‌توان در دیدگاه مبتنی بر دانش و نظریه قابلیت‌های پویا جست‌وجو کرد. طبق منطق قابلیت‌های پویا، سازمان یا کارآفرین باید فرصت را احساس کند، منابع لازم را برای بهره‌برداری از آن بسیج سازد و ترکیب منابع خود را متناسب با تغییر محیط بازآرایی کند. (تیس و همکاران[2]، ۱۹۹۷ :۵۰۹-۵۱۶). داده در هر سه مرحله نقش دارد؛ اما تنها زمانی ارزش‌آفرین می‌شود که زیرساخت فناوری، ذهنیت داده‌محور، سرمایه انسانی و شبکه همکاری در کنار یکدیگر قرار گیرند (گریمالدی و همکاران، ۲۰۲۶ :۱۳۴۱-۱۳۵۲).

هم‌نشینی سه حوزه حکمرانی الگوریتمیک، نظارت هوشمند حسابرسی و کارآفرینی داده‌محور، مبنای سازمان‌دهی چارچوب مفهومی پژوهش است. در این چارچوب، قواعد کیفیت، دسترسی، امنیت، پاسخ‌گویی و نظارت انسانی در کنار قابلیت‌های پایش، هشداردهی و کشف ناهنجاری قرار می‌گیرند و امکان استفاده مسئولانه از داده برای شناسایی مسائل و فرصت‌های شهری را توضیح می‌دهند. این صورت‌بندی، روابط علّی یا اثر مستقیم و غیرمستقیم

[1] Vasarhelyi et al.
[2] Teece et al.

میان سازه‌ها را مفروض نمی‌گیرد؛ بلکه قلمرو عوامل قابل شناسایی و اولویت‌بندی از طریق دلفی فازی را مشخص می‌کند.

حکمرانی الگوریتمیک به مجموعه‌ای از ترتیبات ساختاری، رویه‌ای و ارتباطی گفته می‌شود که از طریق آن، طراحی، استقرار و ارزیابی سامانه‌های مبتنی بر داده و الگوریتم هدایت و کنترل می‌شود. در این پژوهش، حکمرانی الگوریتمیک صرفاً به استفاده سازمان از هوش مصنوعی اشاره ندارد؛ بلکه تعیین می‌کند چه داده‌ای گردآوری شود، چه کسی به آن دسترسی داشته باشد، الگوریتم بر اساس چه معیارهایی تصمیم بگیرد، مسئولیت خطا بر عهده چه شخص یا نهادی باشد و ذی‌نفعان چگونه بتوانند تصمیم‌های سامانه را بررسی یا به آن اعتراض کنند. مرور پژوهش‌های انجام‌شده درباره حکمرانی مسئولانه هوش مصنوعی نشان می‌دهد که تبدیل اصولی مانند شفافیت، انصاف و پاسخ‌گویی به رویه‌های اجرایی، همچنان یکی از نقاط ضعف اصلی سازمان‌هاست. بر همین اساس، حکمرانی مسئولانه هوش مصنوعی در سه دسته سازوکارهای ساختاری، ارتباطی و فرایندی صورت‌بندی شده است (پاپاجیانیدیس و همکاران[1]، ۲۰۲۵ : ۱۰۱۸۸۵).

این مسئله در ایران نیز اهمیت دارد. مرادی‌برلیان و تنگستانی با بررسی حکمرانی الگوریتمی در عرصه عمومی نتیجه گرفتند که نبود نهاد تنظیم‌گر تخصصی، ضعف نظام ارزیابی سامانه‌های هوشمند و ابهام در حدود مسئولیت تصمیم‌های الگوریتمی، از شکاف‌های مهم سیاست‌گذاری کشور به شمار می‌روند (مرادی‌برلیان و تنگستانی، ۱۴۰۴: ۷۵–۶۸). این یافته نشان می‌دهد که استفاده از الگوریتم در نظارت مالی، بدون تعریف قواعد شفاف نهادی و حقوقی، ممکن است سرعت تصمیم‌گیری را افزایش دهد؛ اما لزوماً به افزایش مشروعیت و پاسخ‌گویی منجر نمی‌شود. بنابراین، مؤلفه‌هایی مانند توضیح‌پذیری، نظارت انسانی، حفاظت از اطلاعات، قابلیت اعتراض و تعیین مسئولیت باید بخشی از مدل حکمرانی الگوریتمیک باشند.

مقایسه مدل‌های حکمرانی داده و انتخاب مبنای نظری پژوهش

برای انتخاب مبنای نظری متناسب با مسئله پژوهش، چهار چارچوب پرکاربرد مقایسه شد. الگوی خاتری و براون حوزه‌های تصمیم‌گیری و محل پاسخ‌گویی را محور حکمرانی داده قرار

[1] Papagiannidis et al.

می‌دهد (خاتری و براون[1]، ۲۰۱۰ :۱۴۸-۱۵۲). الگوی اقتضایی وبر و همکاران بر تناسب نقش‌ها، قلمروهای تصمیم و مسئولیت‌ها با شرایط سازمان تأکید دارد (وبر و همکاران[2]، ۲۰۰۹ :۱:۴-۲۷:۴). چارچوب آبراهام و همکاران سازوکارهای ساختاری، رویه‌ای و ارتباطی حکمرانی داده را در یک الگوی جامع تلفیق می‌کند (آبراهام و همکاران، ۲۰۱۹ :۴۲۴-۴۳۸). چارچوب مدیریت ریسک هوش مصنوعیِ مؤسسه ملی استاندارد و فناوری آمریکا[3] نیز چهار کارکرد حکمرانی، زمینه‌شناسی، سنجش و مدیریت ریسک را برای سامانه‌های هوش مصنوعی پیشنهاد می‌کند (تبسی[4]، ۲۰۲۳ :۱-۴۸).

جدول ۱

مقایسه مدل‌های حکمرانی داده و انتخاب مبنای نظری پژوهش

منبع	کانون اصلی	مزیت برای پژوهش حاضر	محدودیت در موضوع حاضر
خاتری و براون (۲۰۱۰)	حقوق تصمیم و پاسخ‌گویی در حوزه‌های داده	تفکیک روشن مالکیت، کیفیت، دسترسی و چرخه عمر داده	پوشش محدود ریسک‌های خاص الگوریتم و کارآفرینی
وبر و همکاران (۲۰۰۹)	طراحی اقتضایی نقش‌ها، تصمیم‌ها و مسئولیت‌ها	انطباق با بافت چندنهادی و محلی شهر کرمانشاه	نیازمند تکمیل با معیارهای شفافیت و ریسک الگوریتمی
آبراهام و همکاران (۲۰۱۹)	سازوکارهای ساختاری، رویه‌ای و ارتباطی	پوشش جامع فرایند و هماهنگی بین‌سازمانی	فاقد تمرکز مستقیم بر حسابرسی هوشمند
چارچوب مدیریت ریسک هوش مصنوعی (۲۰۲۳)	حکمرانی، زمینه‌شناسی، سنجش و مدیریت ریسک	پوشش شفافیت، پایش و کنترل ریسک الگوریتم	فاقد تمرکز مستقیم بر خلق فرصت کارآفرینانه

[1] Khatri & Brown
[2] Weber et al.
[3] National Institute of Standards and Technology (NIST)
[4] Tabassi

بر پایه این مقایسه، رویکرد اقتضایی وبر و همکاران به‌عنوان مناسب‌ترین مبنای سازمان‌دهنده انتخاب شد؛ زیرا ساختار چندنهادی، تفاوت سطح بلوغ داده و تنوع بازیگران شهر کرمانشاه با یک الگوی ثابت سازگار نیست. برای رفع محدودیت این رویکرد، حوزه‌های تصمیم الگوی خاتری و براون، سازوکارهای حکمرانی آبراهام و همکاران و کارکردهای مدیریت ریسک الگوریتمی چارچوب مؤسسه ملی استاندارد و فناوری در مدل تلفیق شدند .بنابراین، مدل نهایی یک چارچوب اقتضایی و تلفیقی است که به‌وسیله دلفی فازی بومی‌سازی و اولویت‌بندی شد.

نظارت هوشمند حسابرسی نظامی است که در آن داده‌های مالی، معاملاتی، قراردادی و عملکردی به‌صورت مستمر گردآوری و تحلیل می‌شوند تا انحراف‌ها، معاملات غیرعادی، ضعف‌های کنترل داخلی و نشانه‌های تقلب در فاصله کوتاهی از زمان وقوع شناسایی شوند. این مفهوم به نظریه حسابرسی مستمر و دیدگاه سیستم‌های اجتماعی ـ فنی متصل است. مطابق این دیدگاه، کارایی حسابرسی تنها از قدرت نرم‌افزار ناشی نمی‌شود؛ بلکه نتیجه تعامل میان فناوری، ساختار سازمانی، مهارت حسابرس، کیفیت داده و قواعد حرفه‌ای است.

مطلبی کربکندی و همکاران در طراحی مدل حسابرسی هوشمند دیوان محاسبات کشور، چهارده عنصر را در سه گروه «پیشران‌ها و الزامات»، «عناصر طراحی و اجرا» و «خروجی‌ها» شناسایی کردند. نتایج آنان نشان داد که تحقق حسابرسی هوشمند بدون اجرای هم‌زمان زیرساخت‌های اطلاعاتی، حمایت مدیریتی، منابع انسانی متخصص و فرایندهای اجرایی یکپارچه امکان‌پذیر نیست (مطلبی کربکندی و همکاران، ۱۴۰۱: ۳۲-۵). محدودیت این مطالعه آن است که تمرکز آن بر ساختار ملی دیوان محاسبات بوده و پیوند حسابرسی هوشمند با حکمرانی الگوریتمی و توسعه فرصت‌های اقتصادی در سطح شهری را بررسی نکرده است .

عزیزی نیز با استفاده از پانل خبرگان، مصاحبه و دلفی فازی، پیشران‌های آینده هوش مصنوعی در حسابرسی ایران را بررسی کرد. نتایج نشان داد توسعه سیستم‌های خبره و سامانه‌های حسابرسی هوشمند از مهم‌ترین نیروهای مؤثر بر آینده حرفه حسابرسی هستند؛ بااین‌حال، وضعیت موجود سامانه‌های حسابرسی ایران مطلوب ارزیابی نشده است (عزیزی، ۱۴۰۴: ۱۱۹- ۱۲۳). این پژوهش اهمیت فناوری را مشخص می‌کند، اما درباره قواعد مالکیت داده، قابلیت توضیح الگوریتم، ثبت مسیر تصمیم و مسئولیت ناشی از خروجی‌های اشتباه، مدل نهادی جامعی ارائه نمی‌دهد.

پیوند نظارت هوشمند حسابرسی و کارآفرینی داده‌محور در این چارچوب مبتنی بر استفاده مجدد مسئولانه از داده است .داده‌های حاصل از حسابرسی و نظارت، در صورت تجمیع، ناشناس‌سازی و رعایت محدودیت‌های دسترسی، می‌توانند برای شناسایی مسائل شهری، طراحی خدمات عمومی یا ایجاد فرصت‌های نوآورانه مورد استفاده قرار گیرند. داده‌های محرمانه حسابرسی مستقیماً در اختیار فعالیت‌های کارآفرینانه قرار نمی‌گیرند و تنها داده‌های مجاز و دارای چارچوب دسترسی می‌توانند نقش ارزش‌آفرین داشته باشند.

پژوهش‌های خارجی نیز همین خلأ را از زاویه دیگری تأیید می‌کنند. لی و گوئل [1] با بررسی دیدگاه ۸۹ حسابرس فناوری اطلاعات نشان دادند که نگهداری گزارش‌های سیستمی، تدوین استانداردهای حسابرسی، استقرار فرایندهای حکمرانی داده و توضیح‌پذیری مدل از مهم‌ترین الزامات حسابرسی فرایندهای مبتنی بر هوش مصنوعی هستند (لی و گوئل، ۲۰۲۵ :۱۰۰۸۴۲). آنان همچنین دریافتند که حسابرسان معمولاً مهارت‌های فنی را بر شایستگی‌های اخلاقی و ارزیابی سطح مدل مقدم می‌دانند. این عدم تعادل می‌تواند کیفیت اطمینان‌بخشی را کاهش دهد؛ زیرا یک سامانه از نظر فنی دقیق ممکن است از نظر عدالت، حریم خصوصی یا پاسخ‌گویی همچنان مسئله‌دار باشد.

مرور نظام‌مند موریکا و همکاران [2] نیز نشان داد که کاربرد هوش مصنوعی در حسابرسی، در کنار افزایش ظرفیت تحلیل داده‌های پیچیده، با خطراتی مانند سوگیری الگوریتمی، فقدان شفافیت، تضعیف پاسخ‌گویی و نقض انصاف همراه است (موریکا و همکاران، ۲۰۲۴). بنابراین، نظارت هوشمند باید علاوه بر کشف انحراف مالی، خود الگوریتم و کیفیت تصمیم‌های تولیدشده را نیز در معرض ارزیابی قرار دهد .

کارآفرینی داده‌محور فرایندی است که طی آن داده‌های خام پس از گردآوری، پالایش، ترکیب و تحلیل، به دانش قابل استفاده برای تشخیص فرصت، طراحی محصول یا خدمت و ایجاد کسب‌وکار تبدیل می‌شوند. این مفهوم بر دیدگاه مبتنی بر دانش و نظریه قابلیت‌های پویا استوار است. اگر داده به‌عنوان یک منبع راهبردی پذیرفته شود، ارزش آن زمانی آشکار می‌شود

[1] Li & Goel
[2] Murikah et al.

که سازمان یا کارآفرین بتواند فرصت را شناسایی کند، منابع موردنیاز را بسیج سازد و مدل کسب‌وکار خود را متناسب با اطلاعات جدید بازآرایی کند.

گریمالدی و همکاران چهار بعد جهت‌گیری کارآفرینانه داده‌محور، زیرساخت فناورانه، مدیریت منابع و قابلیت‌های دانشی را به‌عنوان ارکان کارآفرینی داده‌محور معرفی کردند. آنان استدلال کردند که تبادل و یکپارچه‌سازی داده می‌تواند از مرحله تولید ایده و شناسایی فرصت تا تولید، بازاریابی و توزیع، فرایند ایجاد کسب‌وکار جدید را پشتیبانی کند (گریمالدی و همکاران، ۲۰۲۶ :۱۳۴۱-۱۳۵۲). بااین‌حال، تمرکز این الگو بیشتر بر ظرفیت داخلی بنگاه است و نقش داده‌های نظارتی معتبر و قواعد عمومی دسترسی به داده را کمتر بررسی می‌کند .

این خلأ در شهر کرمانشاه اهمیت بیشتری دارد. شکیبا و همکاران نشان دادند که با ترجیحات و روابط موجود میان بازیگران اکوسیستم کارآفرینی شهر کرمانشاه، ادامه وضعیت موجود محتمل‌تر از اجرای اصلاحات اساسی است (شکیبا و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۳۷-۱۲۳). این نتیجه نشان می‌دهد که توسعه کارآفرینی صرفاً به وجود دانشگاه، نهاد حمایتی یا سرمایه‌گذار وابسته نیست؛ بلکه به هماهنگی بازیگران، اعتماد نهادی و دسترسی منصفانه به منابع و اطلاعات نیز نیاز دارد. محدودیت این پژوهش آن است که داده‌های مالی و نظارتی را به‌عنوان منبع تشخیص فرصت‌های کارآفرینانه وارد مدل نکرده است .

سؤالات پژوهش

سؤال اصلی:

مدل حکمرانی الگوریتمیک در نظارت هوشمند حسابرسی و توسعه کارآفرینی داده‌محور شهر کرمانشاه از چه ابعاد و مؤلفه‌هایی تشکیل شده است؟

سؤالات فرعی:

۱. عوامل تشکیل‌دهنده هر یک از پنج بُعد زیرساخت داده و فناوری، حکمرانی الگوریتمیک، نظارت هوشمند حسابرسی، الزامات سازمانی و کارآفرینی داده‌محور کدام‌اند؟

۲. خبرگان چه الزامات و قابلیت‌هایی را برای شکل‌گیری نظارت هوشمند حسابرسی ضروری می‌دانند؟

۳. کدام عوامل مرتبط با بهره‌برداری مسئولانه و کارآفرینانه از داده در مدل پذیرفته می‌شوند؟

٤. اولویت عوامل مدل بر اساس اجماع خبرگان چگونه است؟

شکل ۱. چارچوب مفهومی اکتشافی پژوهش

یادداشت: چارچوب شکل ۱ سازمان‌دهی مفهومی پنج بُعد و پانزده عامل را نشان می‌دهد و متضمن آزمون رابطه علّی، اثر مستقیم یا اثر غیرمستقیم میان سازه‌ها نیست.

خبرگانی که در مرحله مصاحبه کیفی مشارکت داشتند، همان اعضای پانل دلفی فازی بودند. بنابراین، مرحله دلفی به‌عنوان فرایند پالایش، اجماع‌سنجی و اولویت‌بندی عوامل استخراج‌شده توسط همان جامعه تخصصی تفسیر می‌شود و اعتبارسنجی مستقل مدل محسوب نمی‌شود.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی، از حیث ماهیت و روش توصیفی ـ پیمایشی و از لحاظ نوع‌شناسی در زمره پژوهش‌های آمیخته با رویکرد کیفی و کمّی قرار گرفت. اجرای پژوهش به‌صورت اکتشافی متوالی انجام شد؛ بدین ترتیب که ابتدا ابعاد و عوامل مدل از طریق مصاحبه با خبرگان شناسایی شدند و سپس اهمیت، پذیرش و اولویت عوامل استخراج‌شده با

استفاده از دلفی فازی تعیین شد. دلفی فازی در این پژوهش برای شناسایی، تأیید، اجماع‌سنجی و اولویت‌بندی عوامل به کار رفت و برای آزمون اثر مستقیم، اثر غیرمستقیم یا معناداری روابط میان متغیرها استفاده نشد.

جامعه آماری پژوهش در هر دو بخش کیفی و کمّی شامل خبرگان دانشگاهی و اجرایی شهر کرمانشاه بود. این افراد از میان استادان و پژوهشگران حوزه‌های حسابداری و حسابرسی، مدیریت دولتی و شهری، فناوری اطلاعات، هوش مصنوعی، حکمرانی داده و کارآفرینی انتخاب شدند. نمونه‌گیری به روش هدفمند ملاکی و با استفاده محدود از روش گلوله‌برفی انجام شد. معیارهای ورود به پژوهش شامل داشتن حداقل مدرک کارشناسی ارشد یا صلاحیت حرفه‌ای مرتبط، حداقل پنج سال سابقه تخصصی و برخورداری از تجربه علمی یا اجرایی مرتبط با موضوع پژوهش بود. بر اساس اصل کفایت نظری و استمرار گردآوری داده‌ها تا رسیدن به اشباع، تعداد ۳۰ نفر به‌عنوان اعضای نمونه انتخاب شدند.

در بخش کیفی، ابزار گردآوری داده‌ها مصاحبه نیمه‌ساختاریافته مشتمل بر ۹ سؤال اصلی بود .سؤال‌های مصاحبه بر موضوعاتی مانند زیرساخت داده، شفافیت و توضیح‌پذیری الگوریتم، پاسخ‌گویی، امنیت اطلاعات، نظارت انسانی، قابلیت‌های حسابرسان، پایش هوشمند تراکنش‌ها و تبدیل داده‌های نظارتی به فرصت‌های کارآفرینانه تمرکز داشتند .مصاحبه‌ها به‌صورت حضوری یا برخط و در بازه زمانی ۳۰ تا ۴۵ دقیقه انجام شدند .پس از کسب رضایت مشارکت‌کنندگان، محتوای مصاحبه‌ها ضبط، پیاده‌سازی و با استفاده از نرم‌افزار ATLAS.ti تحلیل شد. تحلیل هم‌زمان با گردآوری داده‌ها پیش رفت؛ پس از هر مصاحبه، متن با مصاحبه‌های پیشین مقایسه، کدگذاری باز و درون‌مایه‌ای انجام و کدهای تازه یا موارد نیازمند پیگیری ثبت شد .سپس کدهای هم‌معنا در مقوله‌های اولیه ادغام و با ادامه مقایسه مداوم، ابعاد و عوامل نهایی استخراج شدند.

اشباع در این پژوهش به‌طور عملیاتی زمانی احراز شد که مرور مصاحبه‌های پایانی، کد یا عامل مستقل جدیدی خارج از طبقات شکل‌گرفته ایجاد نکرد و داده‌های تازه صرفاً نمونه‌ها و توضیح‌های مفاهیم موجود را غنی‌تر کرد .برای پیشگیری از توقف زودهنگام، نمونه‌گیری تا تکمیل ۳۰ مصاحبه و تثبیت این وضعیت ادامه یافت .بنابراین، اشباع یک داوری تحلیلی درباره کفایت داده‌ها بود، نه شاخص آماری مبتنی بر حجم نمونه .

برای تقویت اعتبارپذیری و قابلیت پیگیری بخش کیفی، سؤال‌های مصاحبه و گویه‌های پرسش‌نامه پیش از اجرا از نظر تناسب با هدف، شفافیت عبارت‌ها و پوشش ابعاد موضوع بازبینی شدند .در تحلیل، کدهای اولیه در چند نوبت با متن مصاحبه‌ها تطبیق داده شدند، موارد تکراری حذف، مفاهیم مشابه ادغام و موارد ناسازگار دوباره با داده خام مقابله شدند .نمونه‌ای از زنجیره مضمون ناشناس خبرگان–کد اولیه–عامل نهایی–بُعد نهایی در جدول ۴ گزارش شده است تا مسیر استنباط قابل بازبینی باشد .تنوع تخصصی خبرگان و تطبیق عوامل با ادبیات نیز برای پوشش مفهومی به کار رفت و سپس عوامل کیفی طی دو دور دلفی به‌طور مستقل در معرض داوری خبرگان قرار گرفتند .این مراحل جایگزین شاخص‌های توافق بین کدگذاران نیستند؛ ازاین‌رو، به دلیل نبود داده‌های ثبت‌شده و قابل راستی‌آزمایی، ادعای گزارش نسبت روایی محتوا، کاپای کوهن و بازآزمایی حذف شد.

جدول ۲

تعریف عملیاتی سازه‌های پژوهش

تعریف عملیاتی	سازه
کیفیت و یکپارچگی داده، امنیت اطلاعات و حریم خصوصی و قابلیت تعامل سامانه‌های اطلاعاتی	زیرساخت داده و فناوری
شفافیت و توضیح‌پذیری، پاسخ‌گویی، نظارت انسانی و چارچوب حقوقی تصمیم‌های الگوریتمی	حکمرانی الگوریتمیک
پایش مستمر، کشف ناهنجاری، ثبت ردپای حسابرسی و شایستگی دیجیتال حسابرسان	نظارت هوشمند حسابرسی
حمایت مدیریتی و نهادی و همکاری بین‌سازمانی در اکوسیستم داده	الزامات سازمانی
دسترسی کنترل‌شده به داده‌های عمومی و تبدیل داده معتبر به فرصت اقتصادی	کارآفرینی داده‌محور

برای بیان میزان موافقت خبرگان از متغیرهای زبانی "خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد" استفاده شد و هر پاسخ به عدد فازی مثلثی متناظر تبدیل شد .نگاشت کامل مقیاس عبارت بود از: (خیلی کم=(0، 0، 0.25)) ، (کم = (0، 0.25، 0.50)) ، (متوسط=(0.25، 0.50، 0.75)) ، (زیاد= (0.50، 0.75، 1)) ، (خیلی زیاد=(0.75، 1، 1))، جدول ۳ همین نگاشت را به‌صورت خلاصه نشان می‌دهد.

جدول ۳

مقیاس متغیرهای زبانی

عدد فازی مثلثی (l, m, u)	متغیر زبانی
$(0, 0, 0.25)$	خیلی کم
$(0, 0.25, 0.50)$	کم
$(0.25, 0.50, 0.75)$	متوسط
$(0.50, 0.75, 1)$	زیاد
$(0.75, 1, 1)$	خیلی زیاد

برای خبره i و عامل j، عدد فازی مثلثی با سه‌تایی l_{ij}، m_{ij}، u_{ij} تعریف شد؛ در این نمایش، l، m و u به‌ترتیب کران پایین، مقدار میانی و کران بالای ارزیابی هستند .میانگین فازی گروه برای هر عامل از روابط زیر به دست آمد؛ n= ۳۰ تعداد خبرگان بود.

$$\tilde{A}_j = (\bar{l}_j, \bar{m}_j, \bar{u}_j)$$

$$\bar{l}_j = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} l_{ij}\,, \qquad \bar{m}_j = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} m_{ij}\,, \qquad \bar{u}_j = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} u_{ij}$$

برای تبدیل میانگین فازی هر عامل به امتیاز قطعی در بازه]۰،۱[، از روش مرکز ثقل استفاده شد:

$$S_j = \frac{\bar{l}_j + \bar{m}_j + \bar{u}_j}{3}$$

دلفی فازی در دو دور اجرا شد .پس از دور نخست، میانگین دیدگاه گروه بدون افشای هویت افراد در اختیار خبرگان قرار گرفت و آنان در دور دوم نظر خود را تثبیت یا اصلاح کردند .ثبات بین دو دور با قدر مطلق اختلاف امتیازهای قطعی سنجیده شد:

$$D_j = \left| S_j^{(2)} - S_j^{(1)} \right|$$

میزان توافق هر عامل نیز از نسبت تعداد پاسخ‌های »زیاد «و »خیلی زیاد «به کل پاسخ‌های معتبر محاسبه شد:

تفسیر اولویت‌ها با احتیاط انجام شده است. از آنجا که هدف دلفی فازی دستیابی به اجماع خبرگان درباره اهمیت عوامل بود، رتبه‌بندی عوامل صرفاً نشان‌دهنده اولویت نسبی در میان عوامل پذیرفته‌شده است و نباید به‌عنوان تفاوت قطعی در اهمیت یا رابطه علّی میان عوامل تفسیر شود.

$$P_j = \frac{N_{\text{high},j} + N_{\text{very high},j}}{n} \times 100$$

پس از پذیرش عوامل، وزن نهایی هر عامل از نرمال‌سازی امتیاز قطعی دور دوم محاسبه شد؛ $m = 15$ تعداد عوامل پذیرفته‌شده بود:

$$W_j = \frac{S_j^{(2)}}{\sum_{k=1}^{m} S_k^{(2)}} \times 100$$

از آنجا که در مطالعات دلفی آستانه واحد و الزام‌آوری وجود ندارد، معیارها پیش از داوری نهایی تثبیت شدند .حد 0.50 برابر نقطه میانی دامنه نرمال‌شده $[0,1]$ و مرز حداقل پذیرش بود؛ حد ۷۵ درصد با توجه به رواج توافق درصدی و میانه گزارش‌شده برای آستانه اجماع در مرور نظام‌مند دایموند و همکاران (۲۰۱۴) انتخاب شد؛ و $D_j<0.10$ به‌عنوان معیار محافظه‌کارانه ثبات، معادل تغییر کمتر از یک‌دهم دامنه مقیاس، در کنار معیار جداگانه توافق به کار رفت .این شیوه با تأکید فون‌درگراخت (۲۰۱۲) بر تعریف و گزارش شفاف معیارهای اجماع و ثبات سازگار است.

قواعد پذیرش عامل و توقف فرایند به‌صورت زیر اعمال شدند:

$$R_j = 1 \Leftrightarrow S_j^{(2)} \geq 0.50 \ \wedge \ P_j \geq 75\%; \qquad \text{stop} \Leftrightarrow D_j < 0.10 \quad \forall j$$

بنابراین، عامل j فقط زمانی پذیرفته شد که هم امتیاز قطعی دور دوم آن دست‌کم ۰/۵۰ و هم توافق درباره آن دست‌کم ۷۵ درصد بود؛ فرایند نیز زمانی متوقف شد که تغییر امتیاز همه عوامل کمتر از ۰/۱۰ بود .این قواعد صرفاً اجماع، ثبات و اولویت عوامل را نشان می‌دهند و دلالتی بر رابطه علّی، اندازه اثر یا معناداری آماری ندارند.

یافته‌های پژوهش

یافته‌های پژوهش در دو بخش کیفی و کمّی ارائه شدند. در بخش کیفی، تحلیل مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان به شناسایی ابعاد و عوامل تشکیل‌دهنده مدل منجر شد. در بخش کمّی، عوامل استخراج‌شده طی دو مرحله دلفی فازی در معرض ارزیابی خبرگان قرار گرفتند و پس از محاسبه میانگین‌های فازی، فازی‌زدایی و بررسی اختلاف دیدگاه‌های دو مرحله، میزان اجماع و اولویت نهایی عوامل مشخص شد. جدول ۳ ویژگی‌های جمعیت‌شناختی

۳۰ نفر از خبرگان مشارکت‌کننده را نشان می‌دهد. از مجموع اعضای نمونه، ۲۱ نفر مرد و ۹ نفر زن بودند. بیشترین فراوانی سابقه کاری به گروه ۱۱ تا ۲۰ سال و بیشترین فراوانی مدرک تحصیلی به دارندگان مدرک دکتری اختصاص داشت. ترکیب تخصصی اعضای نمونه نیز حوزه‌های دانشگاهی و پژوهشی، حسابرسی و مدیریت مالی، فناوری اطلاعات و داده و کارآفرینی و نوآوری را دربر گرفت.

تحلیل ترکیب جامعه خبرگان نشان داد ۳/۶۳ درصد مشارکت‌کنندگان دارای مدرک دکتری و ۷/۳۶ درصد دارای مدرک کارشناسی ارشد بودند .سهم چهار حوزه دانشگاهی و پژوهشی، حسابرسی و مدیریت مالی، فناوری اطلاعات و داده و کارآفرینی و نوآوری نیز بین ۳/۲۳ تا ۷/۲۶ درصد قرار داشت .این توزیع نسبتاً متوازن، امکان بررسی ریسک‌های نوظهور مالی، داده‌ای، الگوریتمی و کارآفرینانه را از چند منظر تخصصی فراهم کرد و وابستگی نتیجه‌گیری به یک گروه حرفه‌ای را کاهش داد .بااین‌حال، چون نمونه هدفمند و محدود به خبرگان شهر کرمانشاه بود، یافته‌ها بیانگر اجماع تخصصی همین جامعه‌اند و نباید به‌عنوان برآورد آماری کل جامعه تعمیم داده شوند.

جدول ٤

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی نمونه

متغیر	طبقه	فراوانی	درصد
جنسیت	مرد	۲۱	۷۰
	زن	۹	۳۰
سابقه کاری	کمتر از ۱۰ سال	۶	۲۰
	۱۱ تا ۲۰ سال	۱۴	۷/۴۶
	بیش از ۲۰ سال	۱۰	۳/۳۳
مدرک تحصیلی	کارشناسی ارشد	۱۱	۷/۳۶
	دکتری	۱۹	۳/۶۳
حوزه تخصصی	دانشگاهی و پژوهشی	۸	۷/۲۶
	حسابرسی و مدیریت مالی	۸	۷/۲۶
	فناوری اطلاعات و داده	۷	۳/۲۳
	کارآفرینی و نوآوری	۷	۳/۲۳

یافته‌های بخش کیفی

تحلیل متن مصاحبه‌ها با استفاده از کدگذاری باز و زنده به استخراج ۱۴۶ کد اولیه منجر شد. پس از مرور کدها، حذف موارد تکراری و ادغام مفاهیم مشابه، ۵۳ کد مستقل باقی ماند. کدهای نهایی در قالب ۱۵ عامل و پنج بُعد اصلی شامل حکمرانی الگوریتمیک، زیرساخت داده و فناوری، نظارت هوشمند حسابرسی، الزامات سازمانی و کارآفرینی داده‌محور طبقه‌بندی شدند.

جدول ۵ عوامل شناسایی‌شده و ابعاد مرتبط با آنها را نشان می‌دهد. بیشترین تعداد عوامل به ابعاد حکمرانی الگوریتمیک و نظارت هوشمند حسابرسی اختصاص یافت. عوامل استخراج‌شده، مبنای تدوین پرسش‌نامه دلفی فازی و اجرای مرحله کمّی پژوهش قرار گرفتند.

برای شفاف‌سازی مسیر تبدیل داده‌های کیفی به عوامل نهایی، چند نمونه از خلاصه مضمون اظهارات خبرگان، کدهای اولیه و نحوه انتساب آنها به عامل و بُعد نهایی در جدول تکمیلی زیر ارائه شده است .عبارت‌های ستون نخست، بازگویی غیرلفظی و ناشناس‌شده مضمون مصاحبه‌ها هستند و نقل‌قول مستقیم محسوب نمی‌شوند.

جدول ۵

نمونه مسیر تبدیل مضامین مصاحبه به عوامل و ابعاد نهایی

خلاصه مضمون خبرگان	کد اولیه	عامل نهایی	بُعد نهایی
ناسازگاری داده‌های سامانه‌های مالی، اعتبار هشدارهای هوشمند را کاهش می‌دهد.	ناسازگاری منابع داده؛ نیاز به پاک‌سازی و ادغام	کیفیت و یکپارچگی داده	زیرساخت داده و فناوری
مدیر و حسابرس باید بتوانند علت پرریسک شناخته‌شدن یک پرونده را بررسی کنند.	لزوم توضیح خروجی؛ قابلیت بررسی معیارها	شفافیت و توضیح‌پذیری الگوریتم	حکمرانی الگوریتمیک
اقدام نهایی در پرونده‌های حساس باید پس از بازبینی انسانی انجام شود.	حفظ قضاوت حرفه‌ای؛ کنترل انسانی	نظارت انسانی بر تصمیم‌های الگوریتمی	حکمرانی الگوریتمیک
پایش پیوسته تراکنش‌ها باید انحراف را نزدیک به زمان وقوع هشدار دهد.	تحلیل مستمر؛ هشدار به‌موقع	پایش مستمر و هشدار هوشمند	نظارت هوشمند حسابرسی
حمایت مدیریت و همکاری میان سازمان‌ها برای تبادل امن داده ضروری است.	حمایت مدیران؛ هماهنگی بین‌سازمانی	حمایت مدیریتی و همکاری بین‌سازمانی	الزامات سازمانی
داده عمومی پس از ناشناس‌سازی می‌تواند برای طراحی خدمت جدید استفاده شود.	دسترسی طبقه‌بندی‌شده؛ کشف فرصت	دسترسی کنترل‌شده و تبدیل داده به فرصت	کارآفرینی داده‌محور

جدول ٦

عوامل استخراج‌شده از بخش کیفی

بُعد اصلی	عامل	کد
زیرساخت داده و فناوری	کیفیت و یکپارچگی داده	A1
حکمرانی الگوریتمیک	شفافیت و توضیح‌پذیری الگوریتم	A2
حکمرانی الگوریتمیک	پاسخ‌گویی و تعیین مسئولیت	A3
حکمرانی الگوریتمیک	نظارت انسانی بر تصمیم‌های الگوریتمی	A4
زیرساخت داده و فناوری	امنیت اطلاعات و حریم خصوصی	A5
زیرساخت داده و فناوری	قابلیت تعامل سامانه‌های اطلاعاتی	A6
نظارت هوشمند حسابرسی	پایش مستمر و هشدار هوشمند	A7
نظارت هوشمند حسابرسی	کشف ناهنجاری و تقلب	A8
نظارت هوشمند حسابرسی	ردپای حسابرسی و قابلیت ردیابی	A9
نظارت هوشمند حسابرسی	شایستگی دیجیتال حسابرسان	A10
الزامات سازمانی	حمایت مدیریتی و نهادی	A11
کارآفرینی داده‌محور	دسترسی کنترل‌شده به داده‌های عمومی	A12
کارآفرینی داده‌محور	تبدیل داده به فرصت کارآفرینانه	A13
الزامات سازمانی	همکاری بین‌سازمانی و اکوسیستم داده	A14
حکمرانی الگوریتمیک	چارچوب حقوقی و تنظیم‌گری الگوریتمی	A15

در مرحله کمّی، میزان موافقت خبرگان با هر عامل بر اساس پنج متغیر زبانی از «خیلی کم» تا «خیلی زیاد» سنجیده شد. برای انجام محاسبات، هر متغیر زبانی به یک عدد فازی مثلثی تبدیل شد. مقدار قطعی هر متغیر نیز با استفاده از روش مرکز ثقل به دست آمد.

جدول ۷

متغیرهای زبانی و اعداد فازی مثلثی

متغیر زبانی	عدد فازی مثلثی (l, m, u)	مقدار قطعی
خیلی کم	(۰،۰،۰/۲۵)	۰/۸۳۰
کم	(۰،۰/۲۵،۰/۵۰)	۰/۲۵۰
متوسط	(۰/۲۵،۰/۵۰،۰/۷۵)	۰/۵۰۰
زیاد	(۰/۵۰،۰/۷۵،۱)	۰/۷۵۰
خیلی زیاد	(۰/۷۵،۱،۱)	۰/۹۱۷

در مرحله نخست، پرسش‌نامه در اختیار ۳۰ نفر از خبرگان قرار گرفت. بررسی فراوانی پاسخ‌ها نشان داد گزینه‌های «زیاد» و «خیلی زیاد» در همه عوامل، بخش عمده پاسخ‌ها را تشکیل دادند. بیشترین فراوانی گزینه «خیلی زیاد» به عوامل امنیت اطلاعات و حریم خصوصی و پایش مستمر و هشدار هوشمند اختصاص یافت. دسترسی کنترل‌شده به داده‌های عمومی و شایستگی دیجیتال حسابرسان نیز نسبت به سایر عوامل، پاسخ‌های بیشتری در طبقات کم و متوسط دریافت کردند.

جدول ۸

نتایج شمارش پاسخ‌های مرحله نخست نظرسنجی

عامل	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
A1	۰	۱	۳	۸	۱۸
A2	۰	۱	۴	۹	۱۶
A3	۰	۲	۴	۱۰	۱۴
A4	۰	۱	۵	۱۰	۱۴
A5	۰	۱	۳	۷	۱۹
A6	۱	۲	۵	۱۰	۱۲
A7	۰	۱	۲	۸	۱۹
A8	۰	۱	۳	۸	۱۸
A9	۰	۲	۴	۹	۱۵
A10	۱	۲	۶	۱۰	۱۱
A11	۰	۲	۵	۱۰	۱۳
A12	۱	۳	۶	۱۰	۱۰
A13	۰	۲	۴	۹	۱۵
A14	۱	۲	۵	۱۱	۱۱
A15	۰	۱	۴	۹	۱۶

پس از محاسبه نتایج مرحله نخست، میانگین دیدگاه گروه بدون ذکر نام پاسخ‌دهندگان در اختیار خبرگان قرار گرفت. در مرحله دوم، اعضای پانل نظر خود را تثبیت یا اصلاح کردند. بررسی پاسخ‌ها نشان داد فراوانی گزینه «خیلی زیاد» برای تمام عوامل افزایش یافت و تعداد

پاسخ‌های «خیلی کم» در همه مؤلفه‌ها به صفر رسید .در این مرحله، امنیت اطلاعات و حریم خصوصی بیشترین فراوانی گزینه «خیلی زیاد» را به خود اختصاص داد. پس از آن، کیفیت و یکپارچگی داده و پایش مستمر و هشدار هوشمند قرار گرفتند. عامل دسترسی کنترل‌شده به داده‌های عمومی، با وجود افزایش پاسخ‌های مثبت، کمترین تعداد گزینه «خیلی زیاد» را در میان عوامل داشت.

جدول ۹

نتایج شمارش پاسخ‌های مرحله دوم نظرسنجی

عامل	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
A1	۰	۰	۲	۷	۲۱
A2	۰	۰	۳	۸	۱۹
A3	۰	۱	۳	۹	۱۷
A4	۰	۱	۳	۸	۱۸
A5	۰	۰	۲	۶	۲۲
A6	۰	۱	۴	۱۰	۱۵
A7	۰	۰	۲	۷	۲۱
A8	۰	۰	۲	۸	۲۰
A9	۰	۱	۳	۸	۱۸
A10	۰	۱	۵	۱۰	۱۴
A11	۰	۱	۴	۹	۱۶
A12	۰	۲	۵	۱۰	۱۳
A13	۰	۱	۳	۸	۱۸
A14	۰	۱	۴	۱۰	۱۵
A15	۰	۰	۳	۸	۱۹

پس از شمارش پاسخ‌ها، میانگین فازی مثلثی و مقدار فازی‌زدایی‌شده هر عامل در دو مرحله محاسبه شد. امتیاز تمام عوامل در مرحله دوم بیشتر از مرحله نخست بود. در مرحله نخست، امتیاز عوامل بین ۰/۶۸۳ و ۰/۸۲۲ قرار داشت؛ درحالی‌که دامنه امتیازات مرحله دوم بین ۰/۷۴۷ و ۰/۸۵۶ بود. در مرحله دوم، امنیت اطلاعات و حریم خصوصی بالاترین مقدار فازی‌زدایی‌شده

را کسب کرد. کیفیت و یکپارچگی داده و پایش مستمر و هشدار هوشمند در جایگاه بعدی قرار گرفتند. پایین‌ترین مقدار فازی‌زدایی‌شده نیز به دسترسی کنترل‌شده به داده‌های عمومی اختصاص یافت.

جدول ۱۰

میانگین دیدگاه‌های خبرگان حاصل از دو مرحله نظرسنجی

کد	میانگین فازی مرحله اول (l، m، u)	فازی‌زدایی اول	میانگین فازی مرحله دوم (l، m، u)	فازی‌زدایی دوم
A1	۰/۹۵۸ ،۰/۸۵۸ ،۰/۶۰۸	۰/۸۰۸	۰/۹۸۳ ،۰/۹۰۸ ،۰/۶۵۸	۰/۸۵۰
A2	۰/۹۵۰ ،۰/۸۳۳ ،۰/۵۸۳	۰/۷۸۹	۰/۹۷۵ ،۰/۸۸۳ ،۰/۶۳۳	۰/۸۳۱
A3	۰/۹۳۳ ،۰/۸۰۰ ،۰/۵۵۰	۰/۷۶۱	۰/۹۵۸ ،۰/۸۵۰ ،۰/۶۰۰	۰/۸۰۳
A4	۰/۹۴۲ ،۰/۸۰۸ ،۰/۵۵۸	۰/۷۶۹	۰/۹۵۸ ،۰/۸۵۸ ،۰/۶۰۸	۰/۸۰۸
A5	۰/۹۵۸ ،۰/۸۶۷ ،۰/۶۱۷	۰/۸۱۴	۰/۹۸۳ ،۰/۹۱۷ ،۰/۶۶۷	۰/۸۵۶
A6	۰/۹۰۰ ،۰/۷۵۰ ،۰/۵۰۸	۰/۷۱۹	۰/۹۵۰ ،۰/۸۲۵ ،۰/۵۷۵	۰/۷۸۳
A7	۰/۹۶۷ ،۰/۸۷۵ ،۰/۶۲۵	۰/۸۲۲	۰/۹۸۳ ،۰/۹۰۸ ،۰/۶۵۸	۰/۸۵۰
A8	۰/۹۵۸ ،۰/۸۵۸ ،۰/۶۰۸	۰/۸۰۸	۰/۹۸۳ ،۰/۹۰۰ ،۰/۶۵۰	۰/۸۴۴
A9	۰/۹۳۳ ،۰/۸۰۸ ،۰/۵۵۸	۰/۷۶۷	۰/۹۵۸ ،۰/۸۵۸ ،۰/۶۰۸	۰/۸۰۸
A10	۰/۸۹۲ ،۰/۷۳۳ ،۰/۴۹۲	۰/۷۰۶	۰/۹۴۲ ،۰/۸۰۸ ،۰/۵۵۸	۰/۷۶۹
A11	۰/۹۲۵ ،۰/۷۸۳ ،۰/۵۳۳	۰/۷۴۷	۰/۹۵۰ ،۰/۸۳۳ ،۰/۵۸۳	۰/۷۸۹
A12	۰/۸۷۵ ،۰/۷۰۸ ،۰/۴۶۷	۰/۶۸۳	۰/۹۲۵ ،۰/۷۸۳ ،۰/۵۳۳	۰/۷۴۷
A13	۰/۹۳۳ ،۰/۸۰۸ ،۰/۵۵۸	۰/۷۶۷	۰/۹۵۸ ،۰/۸۵۸ ،۰/۶۰۸	۰/۸۰۸
A14	۰/۹۰۰ ،۰/۷۴۲ ،۰/۵۰۰	۰/۷۱۴	۰/۹۵۰ ،۰/۸۲۵ ،۰/۵۷۵	۰/۷۸۳
A15	۰/۹۵۰ ،۰/۸۳۳ ،۰/۵۸۳	۰/۷۸۹	۰/۹۷۵ ،۰/۸۸۳ ،۰/۶۳۳	۰/۸۳۱

برای تعیین ثبات دیدگاه‌ها، اختلاف مقدار فازی‌زدایی‌شده هر عامل در دو مرحله محاسبه شد. نتایج جدول ۹ نشان می‌دهد اختلاف همه عوامل کمتر از آستانه ۱/۰ بود. کمترین اختلاف به عامل پایش مستمر و هشدار هوشمند و بیشترین اختلاف به همکاری بین‌سازمانی و اکوسیستم داده اختصاص داشت. با توجه به قرارگرفتن تمام اختلاف‌ها زیر حد تعیین‌شده، فرایند دلفی پس از مرحله دوم متوقف شد. تمام عوامل نیز امتیازی بیشتر از حد پذیرش ۵/۰ کسب کردند و

درصد پاسخ‌های زیاد و خیلی زیاد آنها بیشتر از ۷۵ درصد بود. بنابراین، هر ۱۵ عامل برای حضور در مدل نهایی حفظ شدند.

جدول ۱۱

اختلاف میانگین فازی‌زدایی‌شده مرحله اول و دوم

عامل	مرحله اول	مرحله دوم	اختلاف
A1	۰/۸۰۸	۰/۸۵۰	۰/۰۴۲
A2	۰/۷۸۹	۰/۸۳۱	۰/۰۴۲
A3	۰/۷۶۱	۰/۸۰۳	۰/۰۴۲
A4	۰/۷۶۹	۰/۸۰۸	۰/۰۳۹
A5	۰/۸۱۴	۰/۸۵۶	۰/۰۴۲
A6	۰/۷۱۹	۰/۷۸۳	۰/۰۶۴
A7	۰/۸۲۲	۰/۸۵۰	۰/۰۲۸
A8	۰/۸۰۸	۰/۸۴۴	۰/۰۳۶
A9	۰/۷۶۷	۰/۸۰۸	۰/۰۴۲
A10	۰/۷۰۶	۰/۷۶۹	۰/۰۶۴
A11	۰/۷۴۷	۰/۷۸۹	۰/۰۴۲
A12	۰/۶۸۳	۰/۷۴۷	۰/۰۶۴
A13	۰/۷۶۷	۰/۸۰۸	۰/۰۴۲
A14	۰/۷۱۴	۰/۷۸۳	۰/۰۶۹
A15	۰/۷۸۹	۰/۸۳۱	۰/۰۴۲

برای تعیین وزن نهایی، مقدار فازی‌زدایی‌شده مرحله دوم هر عامل بر مجموع امتیازات تمام عوامل تقسیم شد. نتایج نشان داد امنیت اطلاعات و حریم خصوصی با وزن ۷/۰۴ درصد در رتبه نخست قرار گرفت. کیفیت و یکپارچگی داده و پایش مستمر و هشدار هوشمند، هرکدام با وزن ۶/۹۹ درصد، رتبه دوم را به دست آوردند.

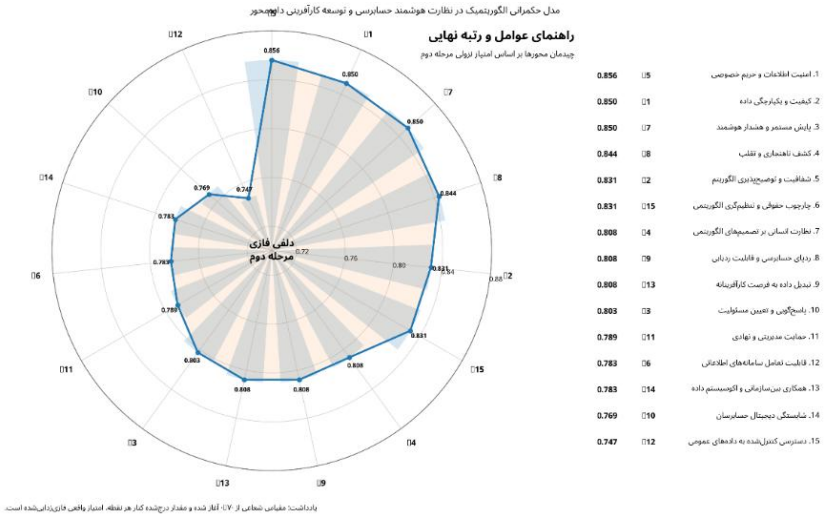
در ادامه، کشف ناهنجاری و تقلب با وزن ۶/۹۴ درصد قرار گرفت. شفافیت و توضیح‌پذیری الگوریتم و چارچوب حقوقی و تنظیم‌گری الگوریتمی نیز وزن یکسان ۶/۸۳ درصد را کسب

کردند. پایین‌ترین وزن متعلق به دسترسی کنترل‌شده به داده‌های عمومی بود. دامنه محدود وزن‌ها نشان داد هر ۱۵ عامل در مدل نهایی سهم داشتند، هرچند ترتیب اولویت آنها یکسان نبود.

جدول ۱۲

وزن نهایی و اولویت عوامل

رتبه	کد	عامل	امتیاز نهایی	وزن درصدی
۱	A5	امنیت اطلاعات و حریم خصوصی	۰/۸۵۶	۷/۰۴
۲	A1	کیفیت و یکپارچگی داده	۰/۸۵۰	۶/۹۹
۲	A7	پایش مستمر و هشدار هوشمند	۰/۸۵۰	۶/۹۹
۴	A8	کشف ناهنجاری و تقلب	۰/۸۴۴	۶/۹۴
۵	A2	شفافیت و توضیح‌پذیری الگوریتم	۰/۸۳۱	۶/۸۳
۵	A15	چارچوب حقوقی و تنظیم‌گری الگوریتمی	۰/۸۳۱	۶/۸۳
۷	A4	نظارت انسانی بر تصمیم‌های الگوریتمی	۰/۸۰۸	۶/۶۵
۷	A9	ردپای حسابرسی و قابلیت ردیابی	۰/۸۰۸	۶/۶۵
۷	A13	تبدیل داده به فرصت کارآفرینانه	۰/۸۰۸	۶/۶۵
۱۰	A3	پاسخ‌گویی و تعیین مسئولیت	۰/۸۰۳	۶/۶۰
۱۱	A11	حمایت مدیریتی و نهادی	۰/۷۸۹	۶/۴۹
۱۲	A6	قابلیت تعامل سامانه‌های اطلاعاتی	۰/۷۸۳	۶/۴۴
۱۲	A14	همکاری بین‌سازمانی و اکوسیستم داده	۰/۷۸۳	۶/۴۴
۱۴	A10	شایستگی دیجیتال حسابرسان	۰/۷۶۹	۶/۳۳
۱۵	A12	دسترسی کنترل‌شده به داده‌های عمومی	۰/۷۴۷	۶/۱۴



شکل ۲. وزن نهایی عوامل مدل حکمرانی الگوریتمیک

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف ارائه مدل حکمرانی الگوریتمیک در نظارت هوشمند حسابرسی و توسعه کارآفرینی داده‌محور در شهر کرمانشاه انجام شد .بر پایه اجماع خبرگان، کاربردپذیری مدل پیشنهادی مستلزم توجه هم‌زمان به کیفیت داده، امنیت اطلاعات، شفافیت تصمیم‌های الگوریتمی، نظارت انسانی، توانایی حسابرسان و قابلیت تبدیل داده‌ها به فرصت‌های اقتصادی ارزیابی شد .این نتیجه بازتاب قضاوت خبرگان درباره اهمیت نسبی عوامل است و نباید به‌منزله آزمون اثر یا رابطه علّی میان آنها تفسیر شود .در میان عوامل شناسایی‌شده، امنیت اطلاعات و حریم خصوصی، کیفیت و یکپارچگی داده و پایش مستمر و کشف ناهنجاری در اولویت قرار گرفتند.

در پاسخ به سؤال نخست، پانزده عامل در پنج بُعد زیرساخت داده و فناوری، حکمرانی الگوریتمیک، نظارت هوشمند حسابرسی، الزامات سازمانی و کارآفرینی داده‌محور شناسایی و پذیرفته شدند .در پاسخ به سؤال دوم، اجماع خبرگان نشان داد شفافیت و توضیح‌پذیری الگوریتم، پاسخ‌گویی، نظارت انسانی، چارچوب حقوقی، کیفیت داده، امنیت، پایش مستمر، ثبت ردپای حسابرسی و کشف تقلب از الزامات و قابلیت‌های اصلی نظارت هوشمند هستند .

این نتیجه با پژوهش مرادی‌برلیان و تنگستانی درباره مخاطرات حقوقی تصمیم‌گیری الگوریتمی و با یافته‌های مطلبی کربکندی و همکاران درباره زیرساخت اطلاعاتی، تخصص نیروی انسانی و هماهنگی سامانه‌ها هماهنگ است)مطلبی کربکندی و همکاران، ۱۴۰۱الف؛ ۱۴۰۱ب)

در پاسخ به سؤال سوم، دو عامل دسترسی کنترل‌شده به داده‌های عمومی و تبدیل داده به فرصت کارآفرینانه در بُعد کارآفرینی داده‌محور پذیرفته شدند و همکاری بین‌سازمانی نیز در بُعد الزامات سازمانی قرار گرفت. این یافته‌ها نشان می‌دهند خبرگان، استفاده کارآفرینانه از داده را مشروط به کیفیت، محرمانگی، سطح‌بندی دسترسی و همکاری نهادی می‌دانند. این تفسیر بیانگر اجماع درباره اهمیت عوامل است و اثبات‌کننده اثر مستقیم یا غیرمستقیم نظارت هوشمند بر کارآفرینی نیست.

در پاسخ به سؤال چهارم، امنیت اطلاعات و حریم خصوصی با وزن ۰۴/۷ درصد در رتبه نخست قرار گرفت؛ کیفیت و یکپارچگی داده و پایش مستمر و هشدار هوشمند نیز هرکدام با وزن ۹۹/۶ درصد رتبه دوم را کسب کردند. دسترسی کنترل‌شده به داده‌های عمومی با وزن ۱۴/۶ درصد پایین‌ترین اولویت را داشت. فاصله محدود وزن‌ها نشان داد همه عوامل برای انسجام مدل اهمیت دارند، اما شدت اولویت آنها یکسان نیست. در مجموع، مدل پیشنهادی سه حوزه موضوعی پژوهش را در قالب پنج بُعد هماهنگ و یک چارچوب اقتضایی ـ تلفیقی سازمان‌دهی می‌کند.

تعمیم نتایج به سایر شهرها باید با احتیاط انجام شود؛ زیرا یافته‌ها بر دیدگاه خبرگان شهر کرمانشاه و نمونه‌گیری هدفمند استوار است .همچنین، دلفی فازی در این پژوهش فقط برای شناسایی، تأیید و اولویت‌بندی عوامل به کار رفته است و روابط علّی، اثر مستقیم، اثر غیرمستقیم یا معناداری آماری میان متغیرها را اثبات نمی‌کند .جمع‌بندی محدود پژوهش حاضر آن است که خبرگان، حکمرانی الگوریتمیک را یکی از الزامات مهم طراحی یک نظام نظارتی قابل‌اعتماد، پاسخ‌گو و ارزش‌آفرین ارزیابی کردند .داده‌های این پژوهش اثربخشی واقعی مدل یا رابطه علّی میان مؤلفه‌ها را نشان نمی‌دهند .از دید خبرگان، نبود امنیت، شفافیت و نظارت انسانی با خطر افزایش سرعت تصمیم‌گیری بدون تقویت پاسخ‌گویی همراه است؛ مدل پیشنهادی صرفاً چارچوبی برای آزمون تجربی این انتظار در مطالعات آینده فراهم می‌کند.

پیشنهادها برای پژوهش‌های آینده

پیشنهاد می‌شود مدل ارائه‌شده در پژوهش‌های آینده با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری و در میان نمونه‌ای بزرگ‌تر از حسابرسان، مدیران شهری و کارآفرینان اعتبارسنجی شود .همچنین، اجرای آزمایشی مدل در فرایندهایی مانند قراردادها، مناقصه‌ها و پرداخت‌های شهری می‌تواند امکان سنجش تجربی پیامدهای احتمالی آن بر کشف انحراف، هزینه حسابرسی و شفافیت را فراهم کند .بررسی تطبیقی مدل در شهرهای دیگر و مطالعه نقش متغیرهایی مانند اعتماد نهادی، بلوغ دیجیتال و کیفیت حکمرانی داده نیز پیشنهاد می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

حامی مالی: مقاله حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان: تمام نویسندگان در آماده‌سازی مقاله مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع: بنابر اظهار نویسندگان در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

تعهد کپی رایت: طبق تعهد نویسندگان حق کپی رایت رعایت شده‌است.

منابع

رضایی، بیژن؛ نادری، نادر؛ و سلیمانی، معین. (۱۳۹۹) .راهبردهای توسعه اکوسیستم کارآفرینی در نواحی روستایی شهرستان کرمانشاه .*اقتصاد فضا و توسعه روستایی*، ۹(۳۱)، ۶۷–۹۴.

شکیبا، حجت؛ دل‌انگیزان، سهراب؛ و محمدی‌فر، یوسف. (۱۳۹۹) .مدل‌سازی و تحلیل راهبردی اکوسیستم کارآفرینی فراگیر شهری با رویکرد نظریه بازی‌ها :مورد مطالعه شهر کرمانشاه .*بهبود مدیریت*، ۱۴(۳)، ۱۲۱–۱۴۸ https://doi.org/10.22034/jmi.2020.118532 .

عزیزی، فرهاد .(۱۴۰۴) .آینده‌پژوهی کاربرد هوش مصنوعی در حسابرسی :از منظر علم و فناوری اطلاعات .*قضاوت و تصمیم‌گیری در حسابداری و حسابرسی*، ۴(۱۳)، ۱۱۹–۱۳۴ . https://doi.org/10.71960/jdaa.2025.1127884

مرادی‌برلیان، مهدی؛ و تنگستانی، محمدقاسم. (۱۴۰۲) .الگوریتم و حقوق اداری؛ چالش‌ها و راهکارها . *حقوق اداری*، ۱۰(۳۴)، ۱۶۳–۱۹۲ https://doi.org/10.61186/qjal.10.34.163 .

مرادی‌برلیان، مهدی؛ و تنگستانی، محمدقاسم. (۱۴۰۴) .نظم عمومی در عصر تحول پلتفرمی :مطالعه تطبیقی سیاست‌گذاری نظم در بستر حکمرانی الگوریتمی .*مطالعات راهبردی*، ۲۸(۳)، ۴۳–۷۹ . https://doi.org/10.22034/ssq.2025.539441.4299

مطلبی کربکندی، مصطفی؛ آذر، عادل؛ خدیور، آمنه؛ و مقبل باعرض، عباس. (۱۴۰۱الف) .طراحی مدل حسابرسی هوشمند در دیوان محاسبات کشور .*پژوهش‌های مدیریت عمومی*، ۱۵(۵۸)، ۵–۳۲ . https://doi.org/10.22111/jmr.2022.43008.5818

مطلبی کربکندی، مصطفی؛ آذر، عادل؛ خدیور، آمنه؛ و مقبل باعرض، عباس. (۱۴۰۱ب). مفهوم‌شناسی حسابرسی هوشمند در سازمان‌های عالی نظارتی با رویکرد روش‌شناسی سیستم‌های نرم :مورد مطالعه دیوان محاسبات کشور .*اندیشه مدیریت راهبردی*، ۱۶(۲)، ۷۹–۱۰۶ . https://doi.org/10.30497/smt.2022.243585.3415

Abraham, R., Schneider, J., & vom Brocke, J. (2019). Data governance: A conceptual framework, structured review, and research agenda. International *Journal of Information Management*, 49, 424–438. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.07.008

Appelbaum, D., Kogan, A., & Vasarhelyi, M. A. (2017). Big data and analytics in the modern audit engagement: Research needs. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 36(4), 1–27. https://doi.org/10.2308/ajpt-51684

Azizi, F. (2025). Future study of artificial intelligence application in auditing: From the perspective of information science and technology. Judgment and *Decision Making in Accounting and Auditing*, 4(13), 119–134. https://doi.org/10.71960/jdaa.2025.1127884 (in Persian).

Danaher, J., Hogan, M. J., Noone, C., Kennedy, R., Behan, A., De Paor, A., Felzmann, H., Haklay, M., Khoo, S. M., Morison, J., Murphy, M. H., O'Brolcháin, N., Schafer, B., & Shankar, K. (2017). Algorithmic governance: Developing a research agenda through the power of collective intelligence. *Big Data & Society*, 4(2), 1–21. https://doi.org/10.1177/2053951717726554

Diamond, I. R., Grant, R. C., Feldman, B. M., Pencharz, P. B., Ling, S. C., Moore, A. M., & Wales, P. W. (2014). Defining consensus: A systematic review recommends methodologic criteria for reporting of Delphi studies. *Journal of Clinical Epidemiology*, 67(4), 401–409. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2013.12.002

Grimaldi, M., Troisi, O., Papa, A., & de Nuccio, E. (2026). Conceptualizing data-driven entrepreneurship: From knowledge creation to entrepreneurial opportunities and innovation. *The Journal of Technology Transfer*, 51, 1341–1392. https://doi.org/10.1007/s10961-024-10176-5

Hennink, M., & Kaiser, B. N. (2022). Sample sizes for saturation in qualitative research: A systematic review of empirical tests. Social Science & Medicine, 292, Article 114523. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.114523

Ishikawa, A., Amagasa, M., Shiga, T., Tomizawa, G., Tatsuta, R., & Mieno, H. (1993). The max–min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy

integration. *Fuzzy Sets and Systems*, 55(3), 241–253. https://doi.org/10.1016/0165-0114(93)90251-C

Issa, H., Sun, T., & Vasarhelyi, M. A. (2016). Research ideas for artificial intelligence in auditing: The formalization of audit and workforce supplementation. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 13(2), 1–20. https://doi.org/10.2308/jeta-10511

Khatri, V., & Brown, C. V. (2010). Designing data governance. *Communications of the ACM*, 53(1), 148–152. https://doi.org/10.1145/1629175.1629210

Kokina, J., & Davenport, T. H. (2017). The emergence of artificial intelligence: How automation is changing auditing. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(1), 115–122. https://doi.org/10.2308/jeta-51730

Li, Y., & Goel, S. (2025). Bridging IT auditors and AI auditing: Understanding pathways to effective IT audits of AI-driven processes. *Advances in Accounting*, 69, Article 100842. https://doi.org/10.1016/j.adiac.2025.100842

Moradi Berelyan, M., & Tangestani, M. (2023). Algorithm and Administrative Law; Challenges and Solutions. *Administrative Law*, 10(34), 163–192. https://doi.org/10.61186/qjal.10.34.163 (in Persian).

Moradi Berelian, M., & Tangestani, M. G. (2025). Public Order in the Era of Platform Transformation: A Comparative Study of Policy-making in Algorithmic Governance. *Strategic Studies Quarterly*, 28(3), 43–79. https://doi.org/10.22034/ssq.2025.539441.4299 (in Persian).

Motallebi Korbekandi, M., Azar, A., Khadivar, A., & Moghbel, A. (2022). Conceptology of Intelligent Audit in High Supervisory Organizations With the approach of Soft Systems Methodology (Case Study: Supreme Audit Court of Iran). *Strategic Management Thought*, 16(2), 79–106. https://doi.org/10.30497/smt.2022.243585.3415 (in Persian).

Motallebi Korbekandi, M., Azar, A., Khadivar, A., & Moghbel Baarz, A. (2023). Designing the Model of Intelligent Audit in the Supreme Audit Court of Iran with an Interpretive-Structural Modeling Approach. *Public Management Researches*, 15(58), 5–32. https://doi.org/10.22111/jmr.2022.43008.5818 (in Persian).

Murikah, W., Nthenge, J. K., & Musyoka, F. M. (2024). Bias and ethics of AI systems applied in auditing: A systematic review. *Scientific African*, 25, Article e02281. https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02281

Papagiannidis, E., Mikalef, P., & Conboy, K. (2025). Responsible artificial intelligence governance: A review and research framework. *Journal of Strategic Information Systems*, 34(2), Article 101885. https://doi.org/10.1016/j.jsis.2024.101885

Rezaee, B., Naderi, N., & Soleimani, M. (2020). Strategies for developing the entrepreneurship ecosystem in rural areas of Kermanshah County. *Space Economy and Rural Development*, 9(31), 67–94. https://serd.khu.ac.ir/article_10348.html (in Persian).

Shakiba, H., Delangizan, S., & Mohamadifar, Y. (2020). Modeling and Strategic Analysis of Inclusive Urban Entrepreneurial Ecosystem using Game Theory

Approach (case of study: Kermanshah City). *Management Improvement*, 14(3), 121–148. https://doi.org/10.22034/jmi.2020.118532 (in Persian).

Tabassi, E. (2023). Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0). *National Institute of Standards and Technology*. https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1

Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533. https://doi.org/10.1002/%28SICI%291097-0266%28199708%2918%3A7%3C509%3A%3AAID-SMJ882%3E3.0.CO%3B2-Z

Vasarhelyi, M. A., Alles, M. G., & Kogan, A. (2004). Principles of analytic monitoring for continuous assurance. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 1(1), 1–21. https://doi.org/10.2308/jeta.2004.1.1.1

von der Gracht, H. A. (2012). Consensus measurement in Delphi studies: Review and implications for future quality assurance. *Technological Forecasting and Social Change*, 79(8), 1525–1536. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.04.013

Weber, K., Otto, B., & Österle, H. (2009). One size does not fit all—A contingency approach to data governance. *ACM Journal of Data and Information Quality*, 1(1), Article 4, 1–27. https://doi.org/10.1145/1515693.1515696

Yeung, K. (2018). Algorithmic regulation: A critical interrogation. *Regulation & Governance*, 12(4), 505–523. https://doi.org/10.1111/rego.12158

COPYRIGHT

This license allows others to download the works and share them with others as long as they credit them, but they can’t change them in any way or use them commercially.