



Identifying and Prioritizing the Key Components of Artificial Intelligence Applications for Enhancing Independent Auditing Processes and Mitigating Financial Risks: A Fuzzy Delphi and Thematic Analysis Approach

Hasan Hamed Mohammad 

PhD. Candidate, Department of Accounting and Financial Management, Faculty of Economics and Management, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: h.hamidmohammed@urmia.ac.ir

Mehdi Heidari * 

*Corresponding Author, Associate Prof., Department of Accounting and Financial Management, Faculty of Economics and Management, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: m.heydari@urmia.ac.ir

Ali Ashtab 

Associate Prof., Department of Accounting and Financial Management, Faculty of Economics and Management, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: a.ashtab@urmia.ac.ir

Abstract

Objective

The primary objective of this research is to design and validate a structural model for the application of Artificial Intelligence (AI) aimed at mitigating financial risks within the context of independent auditing.

Methods

This study adopts an applied-developmental design, employing a mixed-methods (qualitative-quantitative) approach. In the qualitative phase, following a systematic literature review and the filtration of 127 initial sources down to 20 core references, an inductive

Citation: Hamed Mohammad, Hasan; Heidari, Mehdi & Ashtab, Ali (2026). Identifying and Prioritizing the Key Components of Artificial Intelligence Applications for Enhancing Independent Auditing Processes and Mitigating Financial Risks: A Fuzzy Delphi and Thematic Analysis Approach. *Accounting and Auditing Review*, 33(3), 481-521. (in Persian)



thematic analysis was conducted alongside semi-structured interviews with 12 subject-matter experts. The expert panel—comprising university professors specializing in AI, senior managers and partners of audit firms, and IT/AI specialists was selected utilizing purposive and snowball sampling techniques. This phase yielded 62 open codes, which were subsequently classified into 10 overarching categories: predicting financial trends, task automation, financial data analysis, fraud detection, enhancing internal controls, increasing accuracy and efficiency, time optimization, improving audit quality, timely auditing, and workforce reduction. The inter-rater reliability of the coding process was corroborated, yielding a Kappa coefficient of 0.758. In the quantitative phase, the proposed model was validated by an independent panel of 15 experts via the Fuzzy Delphi method (utilizing a *nine*-point scale, with an acceptance threshold of > 0.7). Furthermore, the causal relationships and the hierarchical structure of the identified components were analyzed applying Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) and Interpretive Structural Modeling (ISM) techniques.

Results

The comparative ranking of the indicators demonstrated that timely auditing acquired the highest priority (mean = 7.71), followed by increasing accuracy and efficiency (mean = 7.63), and improving audit quality (mean = 7.55). The DEMATEL analysis revealed that fraud detection and error elimination constitute the most influential components, functioning as central catalysts for the enhancement of audit quality. Additionally, task automation exhibited a substantial causal impact on time optimization (coefficient = 0.7) and the prediction of financial trends (coefficient = 0.6). Conversely, workforce reduction emerged as the least impactful factor, underscoring the complementary nature of AI relative to human cognitive functions.

Conclusion

The findings conclude that the integration of AI into independent auditing predominantly expedites the audit process while significantly augmenting its accuracy, efficiency, and overarching quality. The fundamental efficacy of AI is rooted in its capacity for fraud and anomaly detection coupled with process automation; thereby rendering workforce reduction a marginal and secondary consequence. The originality of this research stems from the synergistic application of thematic analysis and the Fuzzy Delphi method to develop a localized AI adoption model tailored to the Iranian independent auditing environment. By leveraging a rigorous mixed-methods design and drawing upon expert consensus, this study introduces a pragmatic framework conducive to professional policymaking, auditor upskilling, and future academic inquiries into the digital transformation of the auditing profession. Ultimately, it contributes to the extant literature by delineating a robust mechanism for mitigating financial risks through AI utilization.

Keywords: Audit process improvement, Content analysis, Independent auditing, Financial risks, Artificial intelligence.



شناسایی و اولویت‌بندی مؤلفه‌های کلیدی کاربرد هوش مصنوعی در بهبود فرایندهای حسابرسی مستقل و کاهش ریسک‌های مالی: رویکرد دلفی فازی و تحلیل مضمون

حسن حامد محمد

دانشجوی دکتری، گروه حسابداری و مدیریت مالی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. رایانامه: h.hamidmohammed@urmia.ac.ir

مهدی حیدری*

* نویسنده مسئول، دانشیار، گروه حسابداری و مدیریت مالی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. رایانامه: m.heydari@urmia.ac.ir

علی آشتاب

دانشیار، گروه حسابداری و مدیریت مالی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. رایانامه: a.ashtab@urmia.ac.ir

چکیده

هدف: این پژوهش با هدف طراحی و اعتبارسنجی الگوی کاربرد هوش مصنوعی در کاهش ریسک‌های مالی حسابرسی مستقل انجام شده است.

روش: پژوهش حاضر از نوع توسعه‌ای - کاربردی با رویکرد آمیخته (کیفی - کمی) است. در مرحله کیفی، پس از مرور نظام‌مند ۱۲۷ منبع و غربالگری به ۲۰ منبع کلیدی، با استفاده از تحلیل مضمون استقرایی و مصاحبه با ۱۲ خبره، ۶۲ کد باز استخراج و در قالب ۱۰ مقوله دسته‌بندی شد. خبرگان این پژوهش، استادان دانشگاهی با حداقل ۱۰ سال سابقه تدریس و سوابق پژوهشی در هوش مصنوعی، مدیران ارشد و شرکای مؤسسه‌های حسابرسی با حداقل ۱۵ سال سابقه حرفه‌ای و متخصصان هوش مصنوعی / فناوری اطلاعات درگیر در پروژه‌های مالی بودند که به‌روش نمونه‌گیری هدفمند و گلوله برفی انتخاب شدند. مقوله‌های شناسایی شده عبارت‌اند از: پیش‌بینی روندهای مالی، اتوماسیون وظایف، تجزیه و تحلیل داده‌های مالی، تشخیص تقلب، بهبود کنترل داخلی، افزایش دقت و کارایی، صرفه‌جویی در زمان، بهبود کیفیت حسابرسی، حسابرسی به‌موقع و کاهش نیروی کار. پایایی کدگذاری با ضریب کاپای ۰/۷۵۸ تأیید شد. در مرحله کمی، الگوی طراحی شده با بهره‌مندی از ۱۵ خبره مستقل با روش دلفی فازی (مقیاس ۹ درجه‌ای با معیار پذیرش کوچک‌تر از ۰/۷) اعتبارسنجی شد. خبرگان بخش کمی افرادی با حداقل ۲۰ سال سابقه در حسابرسی یا ۱۰ سال در هوش مصنوعی کاربردی، تحصیلات دکتری مرتبط یا مدیریت ارشد مؤسسه‌های بزرگ بودند. سپس با استفاده از DEMATEL و ISM، روابط علت و معلولی و ساختار سلسله‌مراتبی مؤلفه‌ها تحلیل شد.

استناد: حامد محمد، حسن؛ حیدری، مهدی و آشتاب، علی (۱۴۰۵). شناسایی و اولویت‌بندی مؤلفه‌های کلیدی کاربرد هوش مصنوعی در بهبود فرایندهای حسابرسی مستقل و کاهش ریسک‌های مالی: رویکرد دلفی فازی و تحلیل مضمون. *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، ۳۳(۳)، ۴۸۱-۵۲۱.

یافته‌ها: تحلیل مقایسه‌ای گروه‌های شاخص‌ها نشان داد که حسابرسی به‌موقع با میانگین ۷/۷۱ در رده نخست، افزایش دقت و کارایی با میانگین ۷/۶۳ در رده دوم و بهبود کیفیت حسابرسی با میانگین ۷/۵۵ در رده سوم قرار گرفتند. نتایج دیماتل نشان داد که تشخیص تقلب و حذف خطاها، مؤثرترین مؤلفه است و در ارتقای کیفیت حسابرسی نقش محوری دارد. اتوماسیون وظایف تأثیر معناداری بر صرفه‌جویی در زمان (ضریب ۰/۷) و پیش‌بینی روندهای مالی (ضریب ۰/۶) دارد. کاهش نیروی کار، کم‌اثرترین مؤلفه بود که نقش مکمل هوش مصنوعی در قضاوت انسانی را نشان داد.

نتیجه‌گیری: الگوی طراحی‌شده نشان می‌دهد که هوش مصنوعی در حسابرسی مستقل، بیش از هر چیز، سرعت و به‌موقع بودن، دقت و کارایی و کیفیت کلی حسابرسی را بهبود می‌بخشد. محور اثرگذاری آن، تشخیص تقلب و خطا و اتوماسیون فرایندها است؛ در حالی که کاهش نیروی انسانی، پیامد فرعی و کم‌اهمیت‌تری محسوب می‌شود. تلفیق روش تحلیل مضمون با دلفی فازی، برای استخراج و اعتبارسنجی الگویی بومی در زمینه کاربرد هوش مصنوعی در حسابرسی مستقل ایران، اصالت پژوهش است. این رویکرد آمیخته با تمرکز بر خبرگان آشنا به فناوری، مدلی جامع و عملیاتی ارائه می‌دهد که می‌تواند مبنایی برای سیاست‌گذاری حرفه‌ای، آموزش حسابرسان و پژوهش‌های آتی در حوزه تحول دیجیتال حسابرسی باشد. این مطالعه به دانش موجود در زمینه تأثیر هوش مصنوعی بر مدیریت ریسک حسابرسی می‌افزاید و چارچوبی کاربردی برای کاهش ریسک‌های مالی فراهم می‌آورد.

کلیدواژه‌ها: بهبود فرایندهای حسابرسی، تحلیل مضمون، حسابرسی مستقل، ریسک‌های مالی، هوش مصنوعی.

مقدمه

هر فعالیت تجاری با خطرهایی روبه‌روست که در صورت وقوع می‌توانند بر کسب‌وکار آثار منفی داشته باشند؛ این خطرها همان ریسک‌ها هستند (بالدوین، براون و ترینکل^۱، ۲۰۲۲). چون حفظ سرمایه و دارایی پایه بقای شرکت است، مدیریت ریسک مالی اهمیت ویژه‌ای دارد (نوردین، حسینی وهایک^۲، ۲۰۲۲). شرکت باید خطرهای احتمالی را پیش‌بینی و تأثیر بالقوه آن‌ها را بر تجارت ارزیابی کند. امروزه این کار با استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی در بازارهای سرمایه و مالی برای اتخاذ تصمیم‌های واقع‌بینانه‌تر انجام می‌شود (خسروانی، قهرمانی و باباخانیان، ۱۴۰۳). صورت‌های مالی حسابرسی شده مسیر مهمی برای انتقال اطلاعات، بهبود تصمیم‌های اقتصادی استفاده‌کنندگان و هدایت سرمایه‌گذاری در اقتصاد هستند. بنابراین، حسابرسان مستقل در تقویت سیستم‌های اطلاعات مالی و اثرگذاری بر تصمیم‌های سیاست‌گذاران و سرمایه‌گذاران نقشی کلیدی دارند (علامی^۳، ۲۰۲۲). هدف اصلی حسابرسی مستقل، ارزیابی صحت و دقت گزارش‌های مالی سازمان است (جامعی، هلشی و حاجی عیدی، ۱۳۹۱؛ محمدی نوره، رحیمیان و احمدی دهرشید، ۱۴۰۰) و انتظار می‌رود حسابرسان بدون تعصب و بی‌طرفانه عمل کنند (دربندی، اولاد غفاری و خلفی، ۱۴۰۳). در عین حال، عملکرد حسابرسان مستقل همواره با ریسک همراه است (صفرزاده بندری، عرب مازاریزدی و هوشمند کاشانی، ۱۳۹۹).

در حسابرسی مستقل، ریسک یعنی احتمال وقوع خطایی که می‌تواند صحت صورت‌های مالی یا فرایند حسابرسی را تحت تأثیر قرار دهد. این ریسک‌ها بر کیفیت حسابرسی و در نهایت بر تصمیم‌های استفاده‌کنندگان صورت‌های مالی اثر می‌گذارند. مدل ریسک حسابرسی که چارچوب نظری این پژوهش بر آن استوار است، ریسک عدم کشف تحریف با اهمیت در صورت‌های مالی را برابندی از سه مؤلفه می‌داند (میتان^۴، ۲۰۲۴):

- ریسک ذاتی^۵ که احتمال وجود تحریف بااهمیت ناشی از ماهیت فعالیت یا تراکنش است؛
- ریسک کنترل^۶ که احتمال اینکه کنترل‌های داخلی سازمان نتوانند تحریف را پیشگیری یا شناسایی کنند؛
- ریسک شناسایی یا کشف^۷ که احتمال اینکه رویه‌های حسابرسی نتوانند تحریف بااهمیت را کشف کنند.

این مدل به صورت $AR = IR \times CR \times DR$ بیان می‌شود که در آن AR ریسک حسابرسی است. این مدل نشان می‌دهد که برای حفظ ریسک حسابرسی در سطح مقبول، حسابرس باید ریسک شناسایی را متناسب با سطح ریسک ذاتی و کنترل تنظیم کند.

هوش مصنوعی با قابلیت‌های تحلیلی پیشرفته می‌تواند به‌طور مستقیم ریسک شناسایی^۸ را هدف قرار دهد؛ با افزایش نرخ کشف تحریف‌های بااهمیت، این ریسک را نسبت به آزمون‌های نمونه‌گیری کلاسیک به‌طور چشمگیر

1. Baldwin, Brown & Trinkle

2. Noordin, Hussainey & Hayek

3. Allami

4. Mitan

5. Inherent Risk – IR

6. Control Risk – CR

7. Detection Risk – DR

8. DR

کاهش می‌دهد (هاشیموتو^۱، ۲۰۲۰). کاهش ریسک شناسایی به بهبود کیفیت کلی حسابرسی و تقویت اطمینان‌بخشی منجر می‌شود (نریمانی و همت‌فر، ۱۴۰۳). استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی بر وظایف و مسئولیت‌های حسابرسان و فرایند حسابرسی اثرگذار است. هوش مصنوعی به‌عنوان فناوری آینده توصیف می‌شود که سعی دارد مهارت‌های شناختی و قضاوت انسانی را تقلید یا تکرار کند (کایادی و وندر وال^۲، ۲۰۲۰). علامی (۲۰۲۲) هوش مصنوعی را یکی از چندوجهی‌ترین، دگرگون‌کننده‌ترین و مخرب‌ترین فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم معرفی کرده است. کارکردهای کلیدی هوش مصنوعی در حسابرسی عبارت‌اند از: کاهش ریسک‌های مالی و افزایش کارایی و دقت (پلشا، پوپسکو و پلشا^۳، ۲۰۲۳)، شناسایی الگوهای غیرمعمول و تشخیص زود هنگام تقلب‌های مالی (هودا، باوا و رانا^۴، ۲۰۲۰)، تحلیل حجم عظیم داده‌های مالی در زمان کوتاه (علامی، ۲۰۲۲)، خودکارسازی وظایف تکراری و کاهش خطاهای انسانی (کونکورو، لندریاناساری و فاطماساری^۵، ۲۰۲۳) و ارائه پیش‌بینی‌های دقیق از روندهای مالی آینده برای مدیریت بهتر ریسک‌ها (میتان، ۲۰۲۴). بنابراین، با پیچیده‌تر شدن داده‌های مالی و افزایش اهمیت شفافیت در گزارشگری، استفاده از هوش مصنوعی در حسابرسی مستقل، نه تنها مزیت رقابتی، بلکه ضرورتی برای تضمین کیفیت و کاهش ریسک‌ها محسوب می‌شود. این فناوری می‌تواند به‌عنوان ابزاری کلیدی در ارتقای اعتماد عمومی به گزارش‌های مالی و بهبود تصمیم‌گیری‌های اقتصادی عمل کند. با این حال، سازوکار دقیق و عملیاتی بهره‌گیری از هوش مصنوعی، برای کاهش انواع ریسک‌های حسابرسی (ریسک ذاتی، کنترل و کشف)، هنوز به‌طور کامل شفاف نیست (آپلبائوم، کوگان و واسارلی^۶، ۲۰۱۷؛ هاشیموتو، ۲۰۲۰). پژوهش‌های پیشین اغلب بر مزایا و چالش‌های کلی یا پذیرش تکنولوژی تمرکز داشته‌اند؛ اما نقش هوش مصنوعی در عملکرد حسابرسان، به‌منظور کاهش ریسک‌ها، به‌صورت جامع و در قالب یک الگوی مشخص و کاربردی با تمرکز عمیق بر دیدگاه حسابرسان مستقل بررسی نشده است. این پژوهش با هدف پر کردن این خلاء الگویی کاربردی برای بهبود فرایندهای حسابرسی مستقل و کاهش ریسک‌ها با استفاده از هوش مصنوعی، بر اساس تجربه‌ها و دیدگاه‌های حسابرسان مستقل ارائه می‌کند.

در ادامه، ابتدا مبانی نظری مرور و پیشینه پژوهش ارائه و سؤال‌ها مطرح شده‌اند. سپس، روش پژوهش شامل نمونه پژوهش و روش‌های گردآوری اطلاعات پژوهش معرفی شده است. در ادامه، یافته‌های پژوهش شامل آمار توصیفی و برازش مدل‌های پژوهش گزارش شده است. بخش نهایی نیز به نتیجه‌گیری اختصاص یافته است.

مبانی نظری پژوهش

چارچوب نظری اصلی این پژوهش، بر مدل ریسک حسابرسی استوار است. این مدل، ریسک عدم کشف تحریف بااهمیت در صورت‌های مالی را برابندی از سه مؤلفه می‌داند: ریسک ذاتی، ریسک کنترل و ریسک شناسایی. کاربرد هوش

1. Hashimoto
2. Cahyadi & Van der Wall
3. Pleşa, Popescu & Pleşa
4. Hooda, Bawa & Rana
5. Kuncoro, Lindrianasari & Fatmasari
6. Appelbaum, Kogan & Vasarhelyi

مصنوعی^۱ به‌طور مستقیم مؤلفه اخیر، یعنی ریسک شناسایی را هدف قرار می‌دهد. هوش مصنوعی از طریق قابلیت‌های تحلیلی پیشرفته، درصد کشف تحریف‌های بااهمیت را افزایش و در نتیجه، ریسک شناسایی را در مقایسه با آزمون‌های نمونه‌گیری کلاسیک، به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهد (هاشیموتو، ۲۰۲۰). این تقلیل در ریسک شناسایی، به بهبود کیفیت کلی حسابرسی و تقویت اطمینان‌بخشی منجر می‌شود (میرزاپور، ۱۴۰۲). پذیرش و استقرار موفقیت‌آمیز هوش مصنوعی در حرفه حسابرسی، مستلزم درک دو چارچوب نظری است: نظریه حاکمیت شرکتی و نظریه یکپارچه پذیرش و کاربرد فناوری. نظریه حاکمیت شرکتی، صورت‌های مالی حسابرسی شده را به‌عنوان یک سازوکار اعتماد بین شرکت (مدیریت) و بازار (سرمایه‌گذاران) تلقی می‌کند. ارتقای کیفیت حسابرسی توسط AI، این اعتماد را تقویت می‌کند و به کاهش عدم تقارن اطلاعاتی می‌انجامد. کاهش عدم تقارن و تقویت اعتبار گزارشگری، هزینه تأمین سرمایه شرکت‌ها را کاهش می‌دهد. در بُعد رفتاری، طبق مدل کاربرد فناوری، عواملی نظیر انتظار کارایی، انتظار تلاش، تأثیر اجتماعی و شرایط تسهیل‌کننده، بر قصد استفاده از AI تأثیر می‌گذارند (هاندوکو و لیوسمن^۲، ۲۰۲۱). در مقابل، چالش‌های رفتاری مانند مقاومت و تهدید هویتی نیز، باید از طریق این مدل تحلیل شوند (محمدی، جاویدمهر و طهماسبی، ۱۴۰۳).

ظهور هوش مصنوعی به‌عنوان «عامل تغییر بازی»، پارادایم حسابرسی مستقل را در بستر اقتصاد داده‌محور معاصر دگرگون ساخته است. هوش مصنوعی با مجموعه‌ای از روش‌های محاسباتی، از جمله یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، پردازش زبان طبیعی و شبکه‌های عصبی مصنوعی، قادر است که الگوهای پنهان در داده‌های حجیم را استخراج، تعمیم و تفسیر کند (آپلبائوم و همکاران، ۲۰۱۷). این ضرورت، از ناتوانی ابزارهای کلاسیک حسابرسی مبتنی بر نمونه‌گیری در مواجهه با چالش‌های سه‌گانه داده‌های بزرگ، موسوم به «۷۳» (حجم، سرعت و تنوع) نشئت می‌گیرد. بنابراین، به‌کارگیری سامانه‌های هوش مصنوعی، به‌منظور حفظ کفایت و بهنگامی شواهد، ضرورتی ساختاری قلمداد می‌شود (گپ، لیننلوک، اونیل و اسمیت^۳، ۲۰۱۸). کاربرد هوش مصنوعی، همان‌طور که در مدل ریسک حسابرسی ذکر شد، با الگوریتم‌های یادگیری عمیق و قابلیت غربالگری ۱۰۰ درصدی جمعیت داده، میزان کشف تحریف‌های بااهمیت را به‌مراتب افزایش می‌دهد (هاشیموتو، ۲۰۲۰). همچنین، اتوماسیون رباتیک فرایند اجرای خودکار آزمون‌های کنترلی و امکان حسابرسی پیوسته را فراهم می‌آورد (هانگ و واسارلی، ۲۰۱۹). پیامد این ارتقای فنی، تقلیل ریسک‌های مالی و ارتقای کیفیت گزارشگری است؛ این امر، مطابق با نظریه حاکمیت شرکتی به‌مثابه سازوکار اعتماد، به تقویت اعتبار صورت‌های مالی و کاستن از هزینه سرمایه در بازار منجر می‌شود. با وجود مزایای فنی، بهره‌برداری کارآمد از هوش مصنوعی با چالش‌های میان‌رشته‌ای مواجه است. از نظر فنی، مسئله «جعبه سیاه» و دشواری تبیین منطق تصمیم‌گیری مدل‌های عمیق، شفافیت را به چالش می‌کشد. چالش‌های اخلاقی و قانونی شامل تبعیض داده‌محور و مسئولیت پاسخ‌گویی در برابر ذی‌نفعان است. مهم‌تر از همه، چالش‌های رفتاری شامل مقاومت شناختی و فرهنگی حسابرسان به فناوری است. بر اساس نظریه یکپارچه پذیرش و کاربرد فناوری، محرک‌هایی همچون انتظار کارایی و حمایت ساختاری،

1. AI

2. Handoko & Liusman

3. Gepp, Linnenluecke, O'Neill & Smith

در پذیرش نقش کلیدی ایفا می‌کنند، در حالی که ادراک پیچیدگی و تهدید هویتی می‌تواند مانع استقرار فناوری شود (هاندوکو و لیوسمن، ۲۰۲۱).

پژوهش‌های اخیر در حوزهٔ حسابرسی مستقل و کاربرد هوش مصنوعی، نشان‌دهندهٔ توجه فزاینده به نقش این فناوری در بهبود کیفیت حسابرسی، کاهش ریسک‌های مالی و تحول فرایندهای سنتی است. مطالعات داخلی و مستقل به‌طور گسترده‌ای بر قابلیت‌های هوش مصنوعی در افزایش کارایی، دقت و اثربخشی حسابرسی تأکید کرده‌اند؛ اما همچنان شکاف‌هایی در ادبیات پژوهشی وجود دارد که به بررسی عمیق‌تر نیازمند است. در ادامه، برخی از مطالعات مرتبط با موضوع پژوهش مرور شده است.

پیشینه تجربی پژوهش

محمدی‌نوره و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان «بررسی تأثیر دیجیتالی شدن بر حساب‌رسان مستقل و مؤسسات حسابرسی در ایران» با بررسی ۱۳ مؤسسهٔ حسابرسی نشان دادند که دیجیتالی شدن، موجب بهبود نقش حسابرس و ارتقای کیفیت اطلاعات می‌شود. میرزاپور (۱۴۰۲) در یک مطالعهٔ مروری با عنوان «اثرات هوش مصنوعی بر اهداف حسابرسی صورت‌های مالی» به این نتیجه رسید که هوش مصنوعی قادر است تا کارهای تکراری حسابداری را خودکار سازد و بار عملیاتی حساب‌رسان را به‌طور شایان توجهی کاهش دهد. دربندی و همکاران (۱۴۰۳) در پژوهشی با عنوان «بررسی نقش هوش مصنوعی بر توانایی و استقلال حسابرس» با مشارکت ۱۱ خبره از صنعت بیمه، نشان دادند که هوش مصنوعی هم بر توانایی حرفه‌ای و هم بر استقلال حساب‌رسان تأثیرگذار است. خسروانی و همکاران (۱۴۰۳) در پژوهش «پیش‌بینی و تحلیل فرارسیدن ریسک‌های مالی با استفاده از شبکه‌های عصبی هوش مصنوعی» نشان دادند که هوش مصنوعی، ابزار مؤثری در مدیریت ریسک مالی و پیش‌بینی روندهای بازار به شمار می‌رود. محمدی و همکاران (۱۴۰۳) در پژوهش «کاربرد هوش مصنوعی در حسابرسی؛ مزایا و چالش‌ها» به این نتیجه دست یافتند که هوش مصنوعی فرایند حسابرسی را تسریع می‌کند، هرچند چالش‌هایی نیز در زمینهٔ زیرساخت و مهارت‌های انسانی وجود دارد. ملکیان، اقبال صفت رونقی، قمری مقدم و ملکیان (۱۴۰۳) در پژوهشی با عنوان «ارائهٔ روشی برای کشف تقلب در صورت‌های مالی با کمک الگوریتم‌های یادگیری ماشین» با تحلیل داده‌های شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران نشان دادند که الگوریتم‌های یادگیری ماشین در پیش‌بینی تقلب مالی عملکرد بهتری نسبت به روش‌های سنتی دارند. نریمانی و همت‌فر (۱۴۰۳) در پژوهش «تجزیه و تحلیل ادراک حساب‌رسان از هوش مصنوعی و سهم آن در کیفیت حسابرسی» با مشارکت ۸۴ حسابرس عضو انجمن حسابرسی ایران نشان دادند که حساب‌رسان نقش هوش مصنوعی در بهبود کیفیت حسابرسی را مثبت ارزیابی می‌کنند.

علامی (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان «تأثیر کاربردهای هوش مصنوعی بر عملکرد حرفه حسابرسی مستقل» با بررسی حساب‌رسان مستقل از دو منطقهٔ پرتغالی نشان داد که هوش مصنوعی بر کارایی روش‌های حسابرسی و شناخت تحریف‌های بااهمیت تأثیر مثبت و معناداری دارد. کاهپادی و ون در وال (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای موردی دربارهٔ چهار شرکت بزرگ حسابرسی به این نتیجه رسیدند که هوش مصنوعی کیفیت حسابرسی را بدون جایگزین کردن حساب‌رسان

انسانی افزایش می‌دهد و برای متخصصان حرفه‌ای نقش مکملی را ایفا می‌کند. هودا و همکارانش (۲۰۲۰) در پژوهش «بهینه‌سازی پیش‌بینی تقلب در شرکت با استفاده از یادگیری ماشین» با تحلیل داده‌های ۷۷۷ شرکت از ۱۴ بخش مختلف، نشان دادند که الگوریتم‌های یادگیری ماشین در پیش‌بینی و کشف تقلب مالی عملکرد شایان توجهی دارند. هاندوکو و لیوسمن (۲۰۲۱) در پژوهش «تجزیه و تحلیل نیت حسابرس مستقل در اتخاذ هوش مصنوعی به عنوان ابزار کشف تقلب» نشان دادند که انتظار عملکرد و شرایط تسهیل‌کننده از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پذیرش هوش مصنوعی توسط حسابرسان مستقل هستند. علامی (۲۰۲۲) در پژوهش «استفاده حسابرس مستقل از داده‌کاوی به عنوان فناوری هوش مصنوعی برای بررسی سیستم‌های کنترل داخلی» با مشارکت ۲۳ حسابرس مستقل نشان داد که داده‌کاوی کیفیت کنترل داخلی را به طور چشمگیری بهبود می‌بخشد. نوردین و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان «استفاده از هوش مصنوعی و کیفیت حسابرسی: تحلیلی از دیدگاه حسابرسان مستقل در امارات» با بررسی ۲۲ شرکت داخلی و ۴۱ شرکت بین‌المللی در امارات نشان دادند که تفاوت معناداری در دیدگاه شرکت‌های داخلی و بین‌المللی نسبت به نقش هوش مصنوعی در کیفیت حسابرسی وجود ندارد. کونکورو و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهش «هوش مصنوعی و نقش حسابرس مستقل در اندونزی» با مشارکت ۸۴ حسابرس نشان دادند که سطح تحصیلات از عوامل مؤثر بر درک حسابرسان از هوش مصنوعی و آمادگی بهره‌گیری از آن است. مپوفو^۱ (۲۰۲۳) در پژوهشی با عنوان «کاربرد هوش مصنوعی در حسابرسی مستقل و پیامدهای آن بر کیفیت حسابرسی» با مشارکت ۱۲ حسابرس خبره مستقل نشان داد که هوش مصنوعی روش‌های نمونه‌گیری و کارایی کلی فرایند حسابرسی را بهبود می‌بخشد. پلشا و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهش «از دیجیتال‌سازی تا هوش مصنوعی در حسابرسی عمومی مستقل» با بررسی مؤسسه‌های عالی حسابرسی و حسابرسان عمومی خارجی نشان دادند که ابزارهای هوش مصنوعی در حسابرسی عمومی کاربرد گسترده و اثربخشی زیادی دارند. میتان (۲۰۲۴) در پژوهش «افزایش کیفیت حسابرسی از طریق هوش مصنوعی: دیدگاه حسابرسی مستقل» با مشارکت پژوهشگران، حسابرسان، متخصصان فناوری و استانداردگذاران حرفه حسابرسی نشان داد که هوش مصنوعی وظایف حسابرسی را تسریع و ارزیابی ریسک را به طور معناداری بهبود می‌بخشد.

جمع‌بندی و شکاف پژوهشی

این پژوهش‌ها به طور کلی نشان می‌دهند که هوش مصنوعی با خودکارسازی وظایف، بهبود تحلیل داده‌ها، تشخیص تقلب و پیش‌بینی ریسک‌ها، کیفیت حسابرسی مستقل را ارتقا و ریسک‌های مالی را کاهش می‌دهد. مطالعات مرور شده به طور مشترک نشان می‌دهند که هوش مصنوعی از طریق خودکارسازی وظایف، بهبود تحلیل داده‌ها، تشخیص تقلب و پیش‌بینی ریسک، کیفیت حسابرسی مستقل را ارتقا می‌دهد. با این حال، سه شکاف اصلی در ادبیات موجود شناسایی شده است؛

نخست، اکثر پژوهش‌ها بر جنبه‌های منفرد کاربرد هوش مصنوعی متمرکز بوده‌اند و الگوی جامع و یکپارچه‌ای که به طور هم‌زمان فرایندهای حسابرسی مستقل و کاهش ریسک‌های مالی را در نظر بگیرد، ارائه نشده است.

دوم، دیدگاه سیستمی حساب‌رسان مستقل به‌عنوان کاربران اصلی این فناوری کمتر مورد توجه قرار گرفته و پژوهش‌های موجود عمدتاً فاقد چارچوبی مبتنی بر تجربه عملی این متخصصان هستند.

سوم، از منظر نوآوری روش‌شناختی، مطالعات پیشین کمتر از رویکردهای ترکیبی چندمرحله‌ای برای اعتبارسنجی الگوهای کاربردی در این حوزه بهره گرفته‌اند. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف رفع این شکاف‌ها، الگویی یکپارچه ارائه می‌دهد که با تلفیق دیدگاه‌های خبرگان دانشگاهی، حرفه‌ای و فناوری اطلاعات، و با بهره‌گیری از مصاحبه‌های عمیق نیمه‌ساختاریافته و اعتبارسنجی چندمرحله‌ای (تکنیک دلفی)، پیوند میان فناوری هوش مصنوعی و عمل حساب‌رسانی را به‌شکل سیستماتیک مفهوم‌سازی می‌کند و چارچوبی عملیاتی برای مؤسسه‌های حساب‌رسانی و نهادهای نظارتی فراهم می‌آورد.

با توجه به آنچه بیان شد، در پژوهش حاضر، هدف یافتن پاسخ برای پرسش‌های زیر است:

سؤال اصلی: چگونه می‌توان الگویی کاربردی برای بهبود فرایندهای حساب‌رسانی مستقل و کاهش ریسک‌های مالی با استفاده از هوش مصنوعی طراحی کرد؟

سؤال فرعی ۱: مؤلفه‌ها و شاخص‌های کلیدی در طراحی الگوی بهبود فرایندهای حساب‌رسانی مستقل و کاهش ریسک‌های مالی با استفاده از هوش مصنوعی کدام‌اند؟

سؤال فرعی ۲: اولویت‌بندی و روابط میان مؤلفه‌های الگوی پیشنهادی بهبود فرایندهای حساب‌رسانی مستقل با استفاده از هوش مصنوعی چگونه است؟

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف از نوع مطالعات توسعه‌ای - کاربردی به‌شمار می‌رود و در گروه پژوهش‌های توصیفی قرار می‌گیرد. از نظر معیار زمانی، از نوع مقطعی است. رویکرد اصلی این پژوهش آمیخته اکتشافی^۱ است که در آن ابتدا از روش کیفی برای کشف و استخراج مؤلفه‌های الگو استفاده می‌شود و سپس از روش‌های کمی برای اعتبارسنجی و اولویت‌بندی آن‌ها بهره گرفته می‌شود. به‌طور مشخص، فرایند طراحی الگو در سه مرحله اصلی و مکمل یکدیگر سازمان یافته است:

مرحله اول (کیفی - استقرایی): مرور نظام‌مند ادبیات و مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با خبرگان و تحلیل داده‌ها با استفاده از تحلیل مضمون استقرایی^۲. در این مرحله، مضامین و مؤلفه‌های کلیدی، به‌طور مستقیم از داده‌های تجربی خبرگان استخراج شدند.

مرحله دوم (کمی - اعتبارسنجی): اعتبارسنجی الگوی اولیه با استفاده از تکنیک دلفی فازی توسط پنل مستقلی از ۱۵ متخصص.

مرحله سوم (کمی - تحلیل روابط): تحلیل روابط علت و معلولی میان ابعاد الگو با استفاده از روش دیماتل توسط همان پنل ۱۵ نفره.

نقش چارچوب نظری در طراحی پژوهش

اگرچه در مبانی نظری، به نظریه حاکمیت شرکتی و مدل پذیرش فناوری یکپارچه^۱ اشاره شد، رویکرد اصلی این پژوهش استقرایی و داده‌محور است. طراحی سؤال‌های مصاحبه و استخراج مؤلفه‌های الگو، به‌طور مستقیم از مرور نظام‌مند ادبیات تجربی و تجربه زیسته خبرگان انجام شده است، نه از یک چارچوب نظری پیشینی. این انتخاب روش‌شناختی، به‌دلیل شکاف پژوهشی موجود بود؛ چراکه مطالعات پیشین، بیشتر بر جنبه‌های جزئی کاربرد هوش مصنوعی متمرکز بوده‌اند و الگوی جامعی که از دیدگاه حساب‌رسان مستقل طراحی شده باشد، وجود نداشت. بنابراین، نظریه‌های مذکور بیشتر برای تبیین زمینه نظری و بافت مسئله مورد استفاده قرار گرفته‌اند و در بخش بحث و نتیجه‌گیری، یافته‌های تجربی در پرتو این نظریه‌ها تفسیر خواهند شد.

مرور نظام‌مند ادبیات

در مرحله نخست، مبانی نظری و پیشینه پژوهش به‌طور نظام‌مند مرور شد تا ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های مرتبط با کاربرد هوش مصنوعی در حسابرسی مستقل شناسایی شوند. جست‌وجوی مقاله‌ها و منابع در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر، شامل اسکوپوس^۲، ساینس دایرکت^۳، امرالد^۴، پروکوئست^۵، گوگل اسکالر^۶ و نشریه‌های معتبر داخلی حسابداری و حسابرسی انجام شد. کلیدواژه‌های اصلی جست‌وجو به شرح زیر بود:

(“Artificial Intelligence” OR “Machine Learning” OR “Deep Learning” OR “AI”) AND (“External Audit” OR “Independent Audit” OR “Audit Process”) AND (“Financial Risk” OR “Risk Assessment” OR “Fraud Detection” OR “Audit Quality” OR “Audit Efficiency”)

در مجموع ۱۲۷ منبع مرتبط شناسایی شد که پس از غربال اولیه و بررسی چکیده‌ها، ۲۰ منبع کلیدی برای مطالعه عمیق انتخاب شد. با تحلیل مضمون استقرایی این منابع، ۱۰ بُعد اصلی مرتبط با کاربرد هوش مصنوعی در حسابرسی مستقل استخراج و کدگذاری شد. این ابعاد عبارت‌اند از:

۱. اتوماسیون وظایف
۲. تجزیه و تحلیل داده‌های مالی
۳. تشخیص تقلب و حذف خطاها
۴. افزایش دقت و کارایی
۵. پیش‌بینی روندهای مالی
۶. صرفه‌جویی در زمان
۷. بهبود کنترل داخلی
۸. کاهش نیروی کار
۹. بهبود کیفیت حسابرسی
۱۰. حسابرسی به‌موقع

بر اساس این ابعاد، گویه‌های پرسش‌نامه باز (در مجموع ۶۲ گویه) طراحی و پس از بررسی و تأیید سه عضو هیئت علمی از نظر روایی محتوایی، نهایی شد.

1. UTAUT
2. Scopus
3. Science Direct
4. Emerald
5. ProQuest
6. Google Scholar

جدول ۱. مطالعات پایه برای استخراج ابعاد و گویه‌های پرسش‌نامه

ابعاد	منابع پشتیبان
اتوماسیون وظایف	ژنگ، دای و واسارلی ^۱ (۲۰۲۰)؛ کوکینا و دانیپورت ^۲ (۲۰۱۷)
تجزیه و تحلیل داده‌های مالی	آرنابولد، بوسکو و کوگانسان ^۳ (۲۰۱۹)؛ گپ و همکاران (۲۰۱۸)
تشخیص تقلب و حذف خطاها	وست و باتاچاریا ^۴ (۲۰۱۶)؛ مانیتا، الومال، بودیه و هیکرووا ^۵ (۲۰۲۰)
افزایش دقت و کارایی	عیسی، سان و واسارلی ^۶ (۲۰۱۶)
پیش‌بینی روندهای مالی	هاشیموتو (۲۰۲۰)؛ ساتون، هولت و آرنولد ^۷ (۲۰۱۶)
صرفه‌جویی در زمان	لوتیس، دروگالاس، کاراگیورگوس و تسیکالاکیس ^۸ (۲۰۲۰)؛ ژنگ و همکاران (۲۰۲۰)
بهبود کنترل داخلی	آپلبائوم و همکاران (۲۰۱۷)؛ رز، رز، سندرسون و تیپودو ^۹ (۲۰۱۹)
کاهش نیروی کار	هوانگ و واسارلی ^{۱۰} (۲۰۱۹)؛ امانسو ^{۱۱} (۲۰۱۶)
بهبود کیفیت حسابداری	مانیتا و همکاران (۲۰۱۶)؛ مونوکو، براون ییورد و واسارلی ^{۱۲} (۲۰۲۰)
حسابرسی به موقع	بالدوین و همکاران (۲۰۲۲)؛ کروسکوف و همکاران ^{۱۳} (۲۰۱۹)

انتخاب و ویژگی‌های خبرگان: در این پژوهش، ساختار پنل خبرگان در دو مرحله مستقل سازمان یافته است تا هم عمق

کیفی و هم بی‌طرفی اعتبارسنجی تضمین شود:

- **پنل اول - خبرگان کیفی (۱۲ نفر):** برای مرحله مصاحبه و تحلیل مضمون.
 - **پنل دوم - خبرگان کمی (۱۵ نفر):** برای مراحل دلفی فازی و دیماتل، مستقل از پنل اول.
- شناسایی و انتخاب خبرگان با دقت و حساسیت ویژه‌ای انجام شد تا اعتبار داده‌های کیفی و استنتاج‌های نهایی تضمین شود. جامعه خبرگان بخش کیفی شامل سه دسته اصلی بود:
- نخست، اساتید دانشگاهی در حوزه‌های حسابداری و حسابداری که دست‌کم ده سال سابقه تدریس در دانشگاه‌های معتبر کشور و سوابق پژوهشی مرتبط با سیستم‌های اطلاعاتی حسابداری و کاربرد هوش مصنوعی داشتند؛
 - دوم، مدیران ارشد و شرکای مؤسسه‌های حسابداری با سابقه‌ای بالغ بر پانزده سال فعالیت حرفه‌ای و آشنایی با ابزارها و فناوری‌های نوین حسابداری. آشنایی و سنجش دانش این خبرگان با فناوری‌های نوین (نظیر یادگیری

1. Zhang, Dai & Vasarhelyi
2. Kokina & Davenport
3. Arnaboldi, Busco & Cuganesan
4. West & Bhattacharya
5. Manita, Elommal, Baudier & Hikkerova
6. Issa, Sun & Vasarhelyi
7. Sutton, Holt & Arnold
8. Lois, Drogas, Karagiorgos & Tsikalakis
9. Rose, Rose, Sanderson & Thibodeau
10. Huang & Vasarhelyi
11. Omoteso
12. Munoko, Brown-Liburd & Vasarhelyi
13. Kruskopf et al.

ماشین، پردازش زبان طبیعی و الگوریتم‌های داده‌کاوی در تحلیل کلان‌داده‌های مالی)، از طریق بررسی دقیق سوابق حرفه‌ای و پروژه‌های واقعی آن‌ها انجام شد؛ شایان ذکر است که در حال حاضر، کاربرد سامانه‌های تحلیل داده پیشرفته و پیاده‌سازی آزمایشی الگوریتم‌های تشخیص ناهنجاری، جزء فناوری‌های نوین در حال ظهور در صنعت حسابداری ایران است؛

- سوم، متخصصان حوزه فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی که در پروژه‌های مرتبط با سیستم‌های مالی و حسابداری مشارکت داشتند.

فرایند انتخاب خبرگان به صورت هدفمند (قضاوتی) و با بهره‌گیری از روش گلوله برفی انجام شد. در گام نخست، با تکیه بر معیارهایی همچون تجربه حرفه‌ای، سوابق پژوهشی و تخصص موضوعی، ۸ نفر از افراد واجد شرایط انتخاب شدند؛ سپس از ایشان درخواست شد تا سایر افراد صاحب‌نظر در این حوزه را معرفی کنند. با رسیدن به نقطه اشباع نظری و مشارکت نهایی ۱۲ نفر از خبرگان، فرایند نمونه‌گیری متوقف شد. مشخصات مصاحبه‌شوندگان در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. مشخصات مصاحبه‌شوندگان

متغیر	سطح/گزینه	فراوانی	درصد
جنسیت خبرگان	مرد	۱۰	۸۳/۳
	زن	۲	۱۶/۷
	مجموع	۱۲	۱۰۰
تحصیلات خبرگان	کارشناسی ارشد	۷	۵۸/۳
	دکتری	۵	۴۱/۷
	مجموع	۱۲	۱۰۰
سابقه مرتبط با حسابداری (سال)	کمتر از ۱۵ سال	۷	۵۸/۳
	۱۵ سال و بیشتر	۵	۴۱/۷
	مجموع	۱۲	۱۰۰
دسته‌بندی شغلی	دانشگاهیان (هیئت علمی)	۴	۳۳/۳
	مدیران حرفه‌ای حسابداری	۵	۴۱/۷
	متخصصان فناوری اطلاعات	۳	۲۵
	مجموع	۱۲	۱۰۰

این ۱۲ نفر ترکیبی از دانشگاهیان، مدیران حرفه‌ای حسابداری و متخصصان فناوری بودند. میانگین سابقه کاری این افراد ۱۶ سال و ۸ ماه بود. مصاحبه‌ها به صورت نیمه‌ساختاریافته و با استفاده از پرسش‌هایی مبتنی بر پیشینه نظری پژوهش، به شکل حضوری، تلفنی، از طریق واتساپ (صوتی یا تصویری) و نیز مکاتبات ایمیلی انجام شد. بخشی از گفت‌وگوها با رضایت مصاحبه‌شوندگان ضبط و بخش دیگر به صورت مکتوب ثبت شد. در انتخاب مصاحبه‌شوندگان، ضمن رعایت اصل حساسیت نظری، سعی شد اصل تنوع سازمانی و شغلی نیز رعایت شود.

تحلیل داده‌های کیفی (تحلیل مضمون)

برای تحلیل داده‌های گردآوری شده از مصاحبه‌ها، از روش تحلیل مضمون استفاده شد؛ روشی که امکان شناسایی الگوها و مضامین پنهان در داده‌ها را فراهم می‌سازد و به پژوهشگر اجازه می‌دهد تا فراتر از ظاهر کلام، به مفاهیم زیرین آن دست یابد (براون و کلارک، ۲۰۰۶). رویکرد این تحلیل کاملاً استقرایی بود؛ به این معنا که مقوله‌ها و مضامین نه از پیش فرض‌های نظری، بلکه به‌طور مستقیم از درون داده‌های تجربی خبرگان پدیدار شدند.

فرایند تحلیل مضمون در این پژوهش، بر اساس شش گام پیشنهادی براون و کلارک (۲۰۰۶) اجرا شد:

گام اول، آشنایی با داده‌ها: پژوهشگر متون مصاحبه‌ها را به‌دقت مطالعه و یادداشت‌برداری اولیه انجام داد تا درک عمیقی از محتوا حاصل شود.

گام دوم، تولید کدهای اولیه: کلیه متن‌ها به‌صورت منظم کدگذاری و ویژگی‌های معنادار هر بخش با کدهای توصیفی مشخص شد.

گام سوم، جست‌وجو برای مضامین: کدهای اولیه بر اساس شباهت معنایی و محتوایی دسته‌بندی و در قالب مضامین بالقوه سازمان‌دهی شدند.

گام چهارم، بازبینی مضامین: مضامین شناسایی شده در دو سطح بازبینی شدند: یک‌بار در برابر کدهای مرتبط و بار دیگر در برابر کل مجموعه داده‌ها تا از انسجام و اعتبار آن‌ها اطمینان حاصل شود.

گام پنجم، تعریف و نام‌گذاری مضامین: هر مضمون به‌دقت تعریف و ماهیت آن مشخص شد و نام‌گذاری نهایی صورت پذیرفت.

گام ششم، تهیه گزارش نهایی: یافته‌ها در قالب روایتی منسجم تحلیل و گزارش شدند.

فرایند کدگذاری مضامین با بهره‌گیری از ترکیب دو روش دستی و نرم‌افزاری انجام گرفت و نسخه ۱۱ نرم‌افزار تخصصی مکس کیودا، به‌دلیل قابلیت‌های گسترده در کدگذاری، دسته‌بندی مضامین و تحلیل روابط میان آن‌ها برای این منظور انتخاب شد.

کدگذاری باز

در کدگذاری باز، نخست روی واحدهای معنادار داده با استفاده از یک نام مفهومی برچسب زده می‌شود و سپس با استفاده از نام‌هایی انتزاعی‌تر، مفاهیم به‌دست‌آمده دسته‌بندی می‌شوند. پژوهشگر با مرور مجموعه داده‌های گردآوری شده، تلاش کرد مفاهیم مستتر در مصاحبه‌ها را بازشناسد. در این مرحله، کوچک‌ترین واحدهای مفهومی در داده‌های کیفی با رویکرد اکتشافی استخراج شدند. علاوه‌بر مصاحبه‌ها، کدها از مطالعه عمیق پیشینه پژوهش و ادبیات نظری نیز استخراج شدند تا جامعیت بیشتری در شناسایی مفاهیم حاصل شود. در مجموع ۶۲ کد باز از میان مفاهیم موجود در مصاحبه‌ها شناسایی شد که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج کدگذاری باز

ردیف	کد باز	شماره سند
۱	استفاده از ابزار یا نرم‌افزار برای کاهش یا حذف تعداد ثبت دستی یادآورها و پیگیری کارها و وظایف	مصاحبه‌های ۶ و ۸
۲	خودکار کردن وظایف و کارآمدتر کردن فرایندها	مصاحبه ۵
۳	خودکارسازی فرایندها	مصاحبه ۱
۴	پیش‌بینی رویدادهای آینده از طریق کار با داده‌های موجود	مصاحبه ۱
۵	استفاده از روش‌های آماری، ریاضی و یادگیری ماشین برای تحلیل	مصاحبه ۶
۶	تخمین احتمالاتی که ممکن است رخ دهد	مصاحبه‌های ۳ و ۶
۷	تجزیه و تحلیل عمیق داده‌ها	مصاحبه‌های ۳ و ۶
۸	بهبود دقت و کارایی گزارشگری مالی	مصاحبه‌های ۱، ۲، ۴، ۶ و ۷
۹	بهبود کیفیت گزارشگری مالی	مصاحبه ۵
۱۰	استخراج از منابع داده‌ای بدون ساختار و تولید گزارش‌های مالی جامع و دقیق	مصاحبه ۹
۱۱	صحت تحلیل	مصاحبه ۹
۱۲	تجزیه داده به واحدهای جزئی	مصاحبه‌های ۲، ۷ و ۸
۱۳	اعتبار نتایج تحلیل	مصاحبه ۵
۱۴	خطای اثربخشی و کارایی	مصاحبه‌های ۱۰ و ۶
۱۵	خطای رعایت	مصاحبه‌های ۲ و ۴
۱۶	خطای گزارشگری	مصاحبه‌های ۲ و ۵
۱۷	کشف تقلب	مصاحبه‌های ۳ و ۵
۱۸	کاهش گزارشگری مالی تقلبی	مصاحبه‌های ۱، ۸، ۹ و ۱۲
۱۹	کشف داده‌های ناهنجار	مصاحبه‌های ۱، ۲ و ۹
۲۰	کشف ارقام نادرست	مصاحبه‌های ۶، ۸ و ۹
۲۱	کشف داده‌های دست‌کاری شده	مصاحبه ۱
۲۲	کارایی عوامل انسانی	مصاحبه ۱
۲۳	کارایی عوامل فنی	مصاحبه ۲
۲۴	کارایی عوامل اقتصادی	مصاحبه‌های ۴، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰
۲۵	بهبود کارایی حسابرسی	مصاحبه‌های ۱، ۷ و ۸
۲۶	کارایی و اثربخشی روش‌های حسابرسی	مصاحبه ۱۰
۲۷	عمق تحلیل و کارایی	مصاحبه ۱۰
۲۸	پیش‌بینی روندهای مالی آتی بر مبنای داده‌های موجود	مصاحبه ۲
۲۹	تحلیل فعالیت‌های مالی آتی بر اساس نتایج گذشته	مصاحبه ۵
۳۰	پیش‌بینی ریسک	مصاحبه ۳
۳۱	امکان تجزیه و تحلیل پیش‌بینی برای تصمیم‌گیری استراتژیک	مصاحبه‌های ۳ و ۷
۳۲	بهبود پیش‌بینی جریان‌های نقدی آتی تخمین‌های حسابداری و کیفیت حسابرسی	مصاحبه‌های ۱ و ۹
۳۳	کاهش زمان تحلیل داده‌ها	مصاحبه ۱
۳۴	کاهش زمان تهیه گزارش	مصاحبه‌های ۶ و ۷
۳۵	تجزیه و تحلیل مقادیر زیادی از داده‌های مالی را در زمان واقعی	مصاحبه ۶
۳۶	سرعت انجام تحلیل	مصاحبه‌های ۶ و ۱۰

ردیف	کد باز	شماره سند
۳۷	سرعت پردازش داده	مصاحبه ۵
۳۸	سرعت ورود داده	مصاحبه‌های ۱ و ۱۱
۳۹	نظارت و بررسی لحظه‌ای داده‌ها و فعالیت‌های مالی	مصاحبه ۱۰
۴۰	ارزیابی مداوم تراکنش‌ها و کنترل‌ها	مصاحبه ۳
۴۱	بهبود کیفیت کنترل داخلی	مصاحبه‌های ۱، ۵ و ۸
۴۲	بهبود کیفیت اطلاعات حسابداری داخلی	مصاحبه ۷
۴۳	افزایش دقت گزارش حسابرسی داخلی	مصاحبه ۵
۴۴	بهبود سیستم ارتباطی داخلی	مصاحبه ۱۰
۴۵	استفاده از تکنولوژی برای تحلیل داده	مصاحبه‌های ۲ و ۴
۴۶	استفاده از فناوری برای تهیه گزارش	مصاحبه ۴
۴۷	کاهش نیروی کار مرتبط با گزارشگری	مصاحبه‌های ۱ و ۳
۴۸	افزایش شفافیت حسابرسی	مصاحبه ۲
۴۹	افزایش مربوط بودن و به‌موقع بودن اطلاعات	مصاحبه‌های ۱۰ و ۱۲
۵۰	کاهش ریسک تحریف با اهمیت	مصاحبه‌های ۲، ۵، ۶، ۸ و ۹
۵۱	ثبت به‌موقع صورت‌های مالی حسابرسی شده	مصاحبه ۱۰
۵۲	کیفیت حسابرسی بالاتر	مصاحبه‌های ۱، ۲، ۳، ۸ و ۱۰
۵۳	بهبود کیفیت و به‌موقع بودن اطلاعات،	مصاحبه ۹
۵۴	بهبود کیفیت گزارشگری مالی	مصاحبه ۹
۵۵	افزایش کیفیت مربوط بودن اطلاعات حسابداری	مصاحبه ۵
۵۶	انتخاب بهترین راه‌حل از بین راه‌حل‌های موجود	مصاحبه‌های ۳ و ۵
۵۷	اطمینان از نتایج گزارشگری برای تصمیم‌گیری	مصاحبه ۴
۵۸	اتخاذ تصمیم‌های مربوطه با اطمینان بیشتر	مصاحبه‌های ۴، ۸ و ۹
۵۹	تسریع وظایف حسابرسی	مصاحبه‌های ۴، ۷، ۹ و ۱۱
۶۰	فرایندهای حسابرسی به‌موقع	مصاحبه‌های ۶ و ۱۲
۶۱	بهبود تصمیم‌گیری ذی‌نفعان	مصاحبه ۷
۶۲	به‌موقع بودن اطلاعات	مصاحبه ۲

نتایج حاصل از کدگذاری باز داده‌های کیفی گردآوری شده با استفاده از ابزار مصاحبه، بیانگر آن است که تعداد ۶۲ کد باز از میان مفاهیم موجود در مصاحبه‌ها شناسایی شده است.

کدگذاری محوری

در کدگذاری محوری، مقوله‌های جدا از هم در چارچوبی معنادار در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و روابط میان آن‌ها مشخص می‌شود. تمامی کدهای مشابه در گروه خاص خود قرار گرفتند و کدهای ایجادشده دوباره بازبینی و با متون مقایسه شدند تا مطلبی از قلم نیفتد. نتایج حاصل از کدگذاری محوری به استخراج ۶۲ کد اولیه انجامید که در قالب ۱۰ مقوله دسته‌بندی شد: پیش‌بینی روندهای مالی، اتوماسیون وظایف، تجزیه و تحلیل داده‌های مالی، تشخیص تقلب، بهبود

کنترل داخلی، افزایش دقت و کارایی، صرفه‌جویی در زمان، بهبود کیفیت حسابرسی، حسابرسی به‌موقع و کاهش نیروی کار (جدول ۴).

جدول ۴. نتایج کدگذاری محوری

کد محوری	کد باز
اتوماسیون وظایف	استفاده از ابزار یا نرم‌افزار برای کاهش یا حذف تعداد ثبت دستی یادآورها و پیگیری کارها و وظایف
	خودکار کردن وظایف و کارآمدتر کردن فرایندها
	خودکارسازی فرایندها
تجزیه و تحلیل داده‌های مالی	پیش‌بینی رویدادهای آینده از طریق کار با داده‌های موجود
	استفاده از روش‌های آماری، ریاضی و یادگیری ماشین برای تحلیل
	تخمین احتمالاتی که ممکن است رخ دهد
	تجزیه و تحلیل عمیق داده‌ها
	بهبود دقت و کارایی گزارشگری مالی
	بهبود کیفیت گزارشگری مالی
	استخراج از منابع داده‌ای بدون ساختار و تولید گزارش‌های مالی جامع و دقیق
	صحت تحلیل
	تجزیه داده به واحدهای جزئی
	اعتبار نتایج تحلیل
تشخیص تقلب و حذف خطاها	خطای اثربخشی و کارایی
	خطای رعایت
	خطای گزارشگری
	کشف تقلب
	کاهش گزارشگری مالی تقلبی
	کشف داده‌های ناهنجار
	کشف ارقام نادرست
	کشف داده‌های دست‌کاری شده
افزایش دقت و کارایی	کارایی عوامل انسانی
	کارایی عوامل فنی
	کارایی عوامل اقتصادی
	بهبود کارایی حسابرسی
	کارایی و اثربخشی روش‌های حسابرسی
	عمق تحلیل و کارایی
پیش‌بینی روندهای مالی	پیش‌بینی روندهای مالی آتی بر مبنای داده‌های موجود
	تحلیل فعالیت‌های مالی آتی بر اساس نتایج گذشته
	پیش‌بینی ریسک
	امکان تجزیه و تحلیل پیش‌بینی برای تصمیم‌گیری استراتژیک
	بهبود پیش‌بینی جریان‌های نقدی آتی تخمین‌های حسابداری و کیفیت حسابرسی

کد محوری	کد باز
صرفه جویی در زمان	کاهش زمان تحلیل داده‌ها
	کاهش زمان تهیه گزارش
	تجزیه و تحلیل مقادیر زیادی از داده‌های مالی را در زمان واقعی
	سرعت انجام تحلیل
	سرعت پردازش داده
	سرعت ورود داده
بهبود کنترل داخلی	نظارت و بررسی لحظه‌ای داده‌ها و فعالیت‌های مالی
	ارزیابی مداوم تراکنش‌ها و کنترل‌ها
	بهبود کیفیت کنترل داخلی
	بهبود کیفیت اطلاعات حسابداری داخلی
	افزایش دقت گزارش حسابداری داخلی
	بهبود سیستم ارتباطی داخلی
کاهش نیروی کار	استفاده از تکنولوژی برای تحلیل داده
	استفاده از فناوری برای تهیه گزارش
	کاهش نیروی کار مرتبط با گزارشگری
	افزایش شفافیت حسابداری
بهبود کیفیت حسابداری	افزایش مربوط بودن و به موقع بودن اطلاعات
	کاهش ریسک تحریف با اهمیت
	ثبت به موقع صورت‌های مالی حسابداری شده
	کیفیت حسابداری بالاتر
	بهبود کیفیت و به موقع بودن اطلاعات،
	بهبود کیفیت گزارشگری مالی
	افزایش کیفیت مربوط بودن اطلاعات حسابداری
	انتخاب بهترین راه حل از بین راه حل‌های موجود
	اطمینان از نتایج گزارشگری برای تصمیم‌گیری
	اتخاذ تصمیم‌های مربوطه با اطمینان بیشتر
حسابرسی به موقع	تسریع وظایف حسابداری
	فرایندهای حسابداری به موقع
	بهبود تصمیم‌گیری ذی‌نفعان
	به موقع بودن اطلاعات

سنجش پایایی کدگذاری: برای سنجش پایایی الگوی طراحی شده و کدگذاری‌ها، یک نفر به عنوان کدگذار دوم (استاد خبره و مستقل از پژوهش) همان داده‌ها را کدگذاری کرد؛ سپس با نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس، ضریب کاپای کوهن بین دو

کدگذار ۰/۷۵۸ به دست آمد. طبق معیارهای فلیس، لوین و چو^۱ (۲۰۰۳) لندیس و کخ^۲ (۱۹۹۷)، این مقدار نشان‌دهنده توافق بالا و پایایی مناسب است. جدول ۵ فرایند گام‌به‌گام و تفصیلی تحلیل مضمون را ارائه می‌دهد.

جدول ۵. فرایند گام به گام تحلیل مضمون

گام	اقدام
آشنا شدن با متن مورد بررسی	۱. پیاده‌سازی داده‌ها (در صورت لزوم)؛ ۲. مطالعه مکرر داده‌ها؛ ۳. نوشتن ایده‌های اولیه
ایجاد کدهای اولیه و کدگذاری	۱. کدگذاری ویژگی‌های جالب داده‌ها در کل متن؛ ۲. جمع‌آوری و تطبیق داده‌ها با کدهای مربوطه
جست‌وجو و شناسایی مضامین	۱. تطبیق دادن کدها با مضامین بالقوه؛ ۲. گردآوری همه داده‌های مرتبط با مضمون بالقوه
بازبینی مضامین	۱. بررسی و کنترل هم‌خوانی مضامین با کدهای استخراج شده؛ ۲. بررسی و تطبیق مضامین با چکیده‌های کدگذاری شده؛ ۳. انتخاب مضامین اصلی، سازمان‌دهنده و فراگیر
تعریف و نام‌گذاری مضامین	۱. بررسی ویژگی‌های خاص هر مضمون؛ ۲. تعریف و نام‌گذاری مضامین؛ ۳. تحلیل نهایی مضامین استخراج شده
تدوین گزارش	۱. استخراج نمونه‌های جالب و برجسته از چکیده‌های کدگذاری شده؛ ۲. تحلیل نهایی چکیده‌های منتخب؛ ۳. مرتبط‌کردن تحلیل با سؤال‌های تحقیق و ادبیات موضوع؛ ۴. نوشتن گزارش علمی از تحلیل‌ها

اعتبارسنجی الگو با روش دلفی فازی: پس از مرحله تحلیل مضمون و تدوین الگوی اولیه، به‌منظور بررسی روایی محتوایی و اعتبار الگو، از تکنیک دلفی فازی بهره گرفته شد. این روش با تلفیق فرایند دلفی سنتی و منطق فازی، امکان جمع‌آوری و تحلیل نظرهای خبرگان را با دقت و انعطاف بیشتر فراهم می‌سازد؛ به‌ویژه در مواجهه با نظرهایی که با نوعی عدم قطعیت یا ابهام همراه هستند. قضاوت‌های خبرگان معمولاً مبهم و زبانی هستند؛ منطق فازی امکان تبدیل این قضاوت‌های زبانی به اعداد فازی مثلثی (l, m, u) را فراهم می‌کند.

ترکیب پنل و منطق استفاده مستقل: در این مرحله، ۱۵ نفر از متخصصان باسابقه در حوزه‌های حسابرسی، فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی مشارکت داشتند. این ۱۵ نفر، مستقل از ۱۲ خبره کیفی بودند تا بی‌طرفی و روایی خارجی الگو تضمین شود؛ چراکه افرادی که در استخراج مؤلفه‌ها نقش دارند، نباید در ارزیابی اعتبار همان مؤلفه‌ها مشارکت کنند تا سوگیری تأییدی^۳ کاهش یابد.

شیوه انتخاب و بررسی سطح خبرگی پنل دوم: انتخاب این ۱۵ نفر به‌صورت هدفمند (قضاوتی) و بر اساس معیارهای سخت‌گیرانه‌تری صورت گرفت:

- سابقه حرفه‌ای بالا: حداقل ۲۰ سال تجربه در حسابرسی یا حداقل ۱۰ سال در هوش مصنوعی کاربردی؛
- سطح تحصیلات دکتری در حوزه‌های مرتبط یا مدیریت ارشد/شریک در مؤسسه‌های بزرگ حسابرسی؛
- تجربه در طراحی یا پیاده‌سازی مدل‌های فناوری در حسابرسی و سوابق علمی و پژوهشی معتبر.

1. Fleiss, Levin & Cho
2. Landis & Koch
3. Confirmation Bias

پس از تکمیل فرایند دلفی فازی و تأیید نهایی شاخص‌ها، از همین پنل ۱۵ نفره برای تحلیل دیماتل نیز استفاده شد. این تصمیم روش شناختی بر اساس دو استدلال اتخاذ شد: نخست، این خبرگان پس از مشارکت در دلفی، با ساختار کامل الگو و مؤلفه‌های آن آشنایی عمیق یافته و توانایی قضاوت دقیق درباره روابط علی میان ابعاد را داشتند؛ دوم، استفاده از یک پنل واحد برای مراحل اعتبارسنجی و تحلیل روابط، انسجام و ثبات نظری را در کل فرایند ارزیابی تضمین می‌کند. ساختار نهایی پنل‌های خبرگان به شرح جدول ۶ است.

جدول ۶. ساختار نهایی پنل‌های خبرگان

پنل	تعداد	هدف	روش
پنل اول	۱۲ نفر	استخراج مؤلفه‌های اولیه	مصاحبه + تحلیل مضمون
پنل دوم	۱۵ نفر مستقل	اعتبارسنجی + تحلیل روابط	دلفی فازی + دیماتل

در این روش از مقیاس ۹ درجه فازی (جدول ۷) استفاده شد که از «کاملاً مخالف» تا «کاملاً موافق» تنظیم شده بود. هر سطح زبانی به یک عدد فازی مثلثی (l, m, u) تبدیل شد. برای هر شاخص، میانگین فازی دیدگاه n خبره بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد:

$$\tilde{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (l_i, m_i, u_i) \quad \text{رابطه ۱}$$

سپس با استفاده از روش مرکز سطح^۱، فازی‌زدایی انجام شد (رابطه ۲):

$$DF = \frac{l + m + u}{3} \quad \text{رابطه ۲}$$

معیار پذیرش شاخص‌ها: چنانچه مقدار فازی‌زدایی شده شاخص بیشتر از $0/7$ باشد، شاخص پذیرفته می‌شود؛ در غیر این صورت از الگو حذف می‌شود. این روند در تکرارهای دلفی ادامه یافت تا اجماع نسبی خبرگان حاصل شود.

تحلیل روابط علت و معلولی با روش دیماتل

پس از تأیید نهایی شاخص‌ها در مرحله دلفی فازی، به منظور تعیین روابط علی و شدت تأثیر میان ۱۰ مؤلفه اصلی الگو و شفاف‌سازی ساختار سیستمی آن، از روش دیماتل استفاده شد. این روش امکان تمایز میان مؤلفه‌های «علت» و «معلول» را فراهم می‌آورد. مراحل اجرایی به شرح زیر است:

۱. تشکیل ماتریس رابطه مستقیم اولیه (A) بر اساس قضاوت خبرگان (مقیاس ۰ تا ۱) در مورد تأثیر هر مؤلفه بر سایر مؤلفه‌ها؛

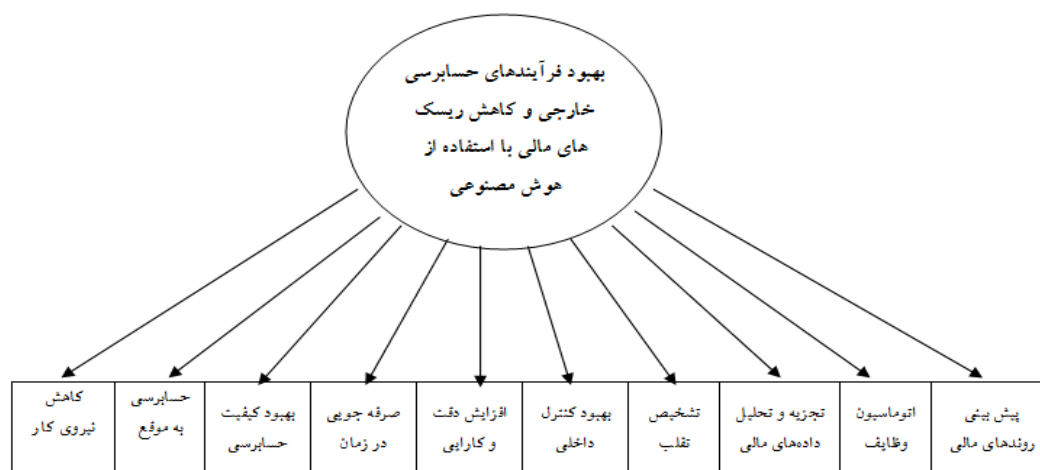
۲. نرمال‌سازی ماتریس A به ماتریس N بر اساس رابطه ۳

$$N = \frac{A}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad \text{رابطه ۳}$$

۳. محاسبه ماتریس رابطه کل (T) که شامل تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم است:

$$T = N(I - N)^{-1} \quad \text{رابطه ۴}$$

الگوی پژوهش در شکل زیر ارائه شده است:



شکل ۱. الگوی پژوهش

یافته‌های پژوهش

به‌منظور سنجش پایایی الگو طراحی شده از شاخص کاپا استفاده شد. جهت محاسبه شاخص کاپا از یک فرد خبره در امر موضوع خواسته می‌شود که بدون اطلاع از کدگذاری پژوهشگر، به کدگذاری و دسته‌بندی مفاهیم اقدام کند. سپس با استفاده از نرم‌افزار اسپ‌اس‌اس، مفاهیم ارائه شده توسط پژوهشگر با مفاهیم ارائه‌شده توسط فرد خبره مقایسه می‌شود. اگر کدهای این دو پژوهشگر به هم نزدیک باشند، نشان‌دهنده توافقی بالا بین این دو کدگذار و بیان‌کننده پایایی است.

جدول ۷. نتایج آزمون ضریب کاپا

وضعیت توافق	مقدار عدد شاخص کاپا	نتایج آماره (ضریب توافق کاپا)	
ضعیف بی‌اهمیت متوسط مناسب معتبر عالی	کمتر از صفر	۰/۷۵۸	ارزش
	بین ۰ تا ۰/۲	۱۰	تعداد کدها
	بین ۰/۲۱ تا ۰/۴	۰/۰۰۰	معناداری
	بین ۰/۴۱ تا ۰/۶		
	بین ۰/۶۱ تا ۰/۸		
	بیشتر از ۰/۸۱		

منبع: محاسبات پژوهش

همان‌طور که در جدول ۷ نشان داده شده است، مقدار شاخص کاپا برابر با ۰/۷۵۸ محاسبه شد که بر اساس معیارهای استاندارد تفسیر کاپا (فلیس و همکاران، ۲۰۰۳؛ لندیس و کخ، ۱۹۷۷) در سطح توافق معتبر قرار می‌گیرد.

همچنین، معناداری آماری این توافق با احتمال ۰/۰۰۰ نشان می‌دهد که این هم‌خوانی تصادفی نیست و از نظر آماری معنادار است. این نتیجه، پایایی بالا و قابلیت اعتماد فرایند کدگذاری و دسته‌بندی مفاهیم استخراج‌شده از مصاحبه‌ها را تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که الگوی طراحی‌شده از ثبات درونی مناسبی برخوردار است (گلیجانی، علیخانی، مران جوری و فلاح، ۱۴۰۰).

جدول ۸. مقیاس نه درجه‌ای فازی برای ارزش‌گذاری شاخص‌ها

مقیاس عدد فازی	متغیر زبانی	معادل قطعی
(۱،۱،۱)	خیلی بی اهمیت	۱
(۱،۲،۳)	خیلی بی اهمیت تا بی اهمیت	۲
(۲،۳،۴)	بی اهمیت	۳
(۳،۴،۵)	بی اهمیت تا اهمیت متوسط	۴
(۴،۵،۶)	متوسط	۵
(۵،۶،۷)	متوسط تا با اهمیت	۶
(۶،۷،۸)	با اهمیت	۷
(۷،۸،۹)	با اهمیت تا خیلی با اهمیت	۸
(۹،۹،۸)	خیلی با اهمیت	۹

منبع: محاسبات پژوهش

در گام بعدی باید میانگین فازی میانگین‌های فازی نمره‌های افراد حساب شود. برای محاسبه میانگین نظرهای n پاسخ‌دهنده، میانگین فازی به‌صورت رابطه ۵ محاسبه می‌شود. هر عدد فازی مثلثی برای هریک از شاخص‌ها به صورت زیرنمایش داده شده است:

$$\tilde{F}_{AVE} = (L \ M \ U) = \left(\frac{\sum l_i^k}{n} \ \frac{\sum m_i^k}{n} \ \frac{\sum u_i^k}{n} \right) \quad \text{رابطه ۵}$$

که در این رابطه عدد فازی مثلثی $\tilde{f}_i = (l_i^k, m_i^k, u_i^k)$ معادل فازی دیدگاه خبره k ام در خصوص معیار i ام است. میانگین فازی دیدگاه پنل خبرگان برای هریک از شاخص‌های تحقیق در جدول ۹ آمده است. از طرفی دیگر، برای تبدیل اعداد فازی به قطعی، معرفی و کاربرد آن در تحلیل نهایی، از فازی‌زدایی به‌روش مرکز سطح، به‌صورت رابطه ۶ استفاده می‌شود. معیار پذیرش، شاخص‌هایی با مقدار فازی‌زدایی‌شده بزرگ‌تر از ۰/۷ است.

$$DF_{ij} = \frac{[(u_{ij} - l_{ij}) + (m_{ij} - l_{ij})]}{3} + l_{ij} \quad \text{رابطه ۶}$$

نتایج دور اول دلفی فازی

در دور اول، تمامی ۶۲ شاخص در ۱۰ گروه اصلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تمامی شاخص‌ها امتیاز بیشتر از ۰/۷ کسب کردند و به دور دوم راه یافتند.

جدول ۹. میانگین فازی و غربالگری فازی شاخص‌ها (مرحله یک)

گروه	حد پایین	میان	حد بالا	میانگین	عدد فازی زدایی	نتیجه
آزمایش و وظایف	استفاده از ابزار یا نرم‌افزار برای کاهش یا حذف تعداد ثبت دستی یادآورها و پیگیری کارها و وظایف	۶/۵۸	۷/۵۸	۸/۲۵	(۸/۲۵,۷/۵۸,۶/۵۸)	پذیرش
	خودکار کردن وظایف و کارآمدتر کردن فرایندها	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۲۵	(۸/۲۵,۷/۵۰,۶/۵۰)	پذیرش
	خودکارسازی فرایندها	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۲۵	(۸/۲۵,۷/۵۰,۶/۵۰)	پذیرش
تجزیه و تحلیل صورت‌های مالی	پیش‌بینی رویدادهای آینده از طریق کار با داده‌های موجود	۶/۴۲	۷/۴۲	۸/۲۵	(۸/۲۵,۷/۴۲,۶/۴۲)	پذیرش
	استفاده از روش‌های آماری، ریاضی و یادگیری ماشین برای تحلیل	۶/۴۲	۷/۴۲	۸/۱۷	(۸/۱۷,۷/۴۲,۶/۴۲)	پذیرش
	تخمین احتمالاتی که ممکن است رخ دهد	۶/۵۰	۷/۴۲	۷/۹۲	(۷/۹۲,۷/۴۲,۶/۵۰)	پذیرش
	تجزیه و تحلیل عمیق داده‌ها	۶/۲۵	۷/۲۵	۸/۰۰	(۸,۷/۲۵,۶/۲۵)	پذیرش
	بهبود دقت و کارایی گزارشگری مالی	۶/۹۲	۷/۹۲	۸/۴۲	(۸/۴۲,۷/۹۲,۶/۹۲)	پذیرش
	بهبود کیفیت گزارشگری مالی	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۰۸	(۸/۰۸,۷/۵۰,۶/۵۰)	پذیرش
	استخراج از منابع داده‌ای بدون ساختار و تولید گزارش‌های مالی جامع و دقیق	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۰۸	(۸/۰۸,۷/۵۰,۶/۵۰)	پذیرش
	صحت تحلیل	۶/۲۵	۷/۲۵	۸/۱۷	(۸/۱۷,۷/۲۵,۶/۲۵)	پذیرش
	تجزیه داده به واحدهای جزئی	۶/۲۵	۷/۱۷	۷/۷۵	(۷/۷۵,۷/۱۷,۶/۲۵)	پذیرش
	اعتبار نتایج تحلیل	۶/۲۵	۷/۲۵	۷/۷۵	(۷/۷۵,۷/۲۵,۶/۲۵)	پذیرش
	خطای اثربخشی و کارایی	۶/۸۳	۷/۸۳	۸/۴۲	(۸/۴۲,۷/۸۳,۶/۸۳)	پذیرش
	خطای رعایت	۷/۰۰	۸/۰۰	۸/۵۸	(۸/۵۸,۸,۷)	پذیرش
نشیمن و نقل و حذف خطاها	خطای گزارشگری	۶/۴۲	۷/۴۲	۸/۱۷	(۸/۱۷,۷/۴۲,۶/۴۲)	پذیرش
	کشف تقلب	۶/۲۵	۷/۲۵	۷/۹۲	(۷/۹۲,۷/۲۵,۶/۲۵)	پذیرش
	کاهش گزارشگری مالی تقلبی	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۴۲	(۸/۴۲,۷/۵۰,۶/۴۲)	پذیرش
	کشف داده‌های ناهنجار	۶/۲۵	۷/۲۵	۷/۹۲	(۷/۹۲,۷/۲۵,۶/۲۵)	پذیرش
	کشف ارقام نادرست	۶/۴۲	۷/۴۲	۸/۱۷	(۸/۱۷,۷/۴۲,۶/۴۲)	پذیرش
	کشف داده‌های دست‌کاری شده	۷/۰۰	۸/۰۰	۸/۶۷	(۸/۶۷,۸,۷)	پذیرش
	کارایی عوامل انسانی	۶/۶۷	۷/۶۷	۸/۴۲	(۸/۴۲,۷/۶۷,۶/۶۷)	پذیرش
افزایش دقت و کارایی	کارایی عوامل فنی	۶/۸۳	۷/۷۵	۸/۱۷	(۸/۱۷,۷/۷۵,۶/۸۳)	پذیرش
	کارایی عوامل اقتصادی	۶/۹۲	۷/۹۲	۸/۶۷	(۸/۶۷,۷/۹۲,۶/۹۲)	پذیرش
	بهبود کارایی حسابرسی	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۴۲	(۸/۴۲,۷/۵۰,۶/۴۲)	پذیرش
	کارایی و اثربخشی روش‌های حسابرسی	۶/۷۵	۷/۷۵	۸/۲۵	(۸/۲۵,۷/۷۵,۶/۷۵)	پذیرش
	عمق تحلیل و کارایی	۷/۰۰	۸/۰۰	۸/۶۷	(۸/۶۷,۸,۷)	پذیرش

گروه	حد پایین	میان	حد بالا	میانگین	عدد فازی زدایی	نتیجه
پیش‌بینی روندهای مالی	۶/۱۷	۷/۱۷	۸/۰۰	(۸,۷/۱۷,۶/۱۷)	۷/۱۱	پذیرش
	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۰۸	(۸/۰۸,۷/۵,۶/۵)	۷/۳۶	پذیرش
	۶/۰۸	۷/۰۸	۸/۰۰	(۸,۷/۰۸,۶/۰۸)	۷/۰۵	پذیرش
	۶/۵۸	۷/۵۸	۸/۳۳	(۸/۳۳,۷/۵۸,۶/۵۸)	۷/۵۰	پذیرش
	۶/۴۲	۷/۴۲	۸/۰۸	(۸/۰۸,۷/۴۲,۶/۴۲)	۷/۳۱	پذیرش
صرفه‌جویی در زمان	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۰۸	(۸/۰۸,۷/۵,۶/۵)	۷/۳۶	پذیرش
	۶/۵۸	۷/۵۰	۸/۰۰	(۸,۷/۵,۶/۵۸)	۷/۳۶	پذیرش
	۶/۳۳	۷/۳۳	۸/۰۸	(۸/۰۸,۷/۳۳,۶/۳۳)	۷/۲۵	پذیرش
	۶/۶۷	۷/۶۷	۸/۳۳	(۸/۳۳,۷/۶۷,۶/۶۷)	۷/۵۶	پذیرش
	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۱۷	(۸/۱۷,۷/۵,۶/۵)	۷/۳۹	پذیرش
	۶/۴۲	۷/۴۲	۸/۰۸	(۸/۰۸,۷/۴۲,۶/۴۲)	۷/۳۱	پذیرش
	۶/۵۸	۷/۵۸	۸/۳۳	(۸/۳۳,۷/۵۸,۶/۵۸)	۷/۵۰	پذیرش
بهبود کنترل داخلی	۶/۴۲	۷/۴۲	۸/۲۵	(۸/۲۵,۷/۴۲,۶/۴۲)	۷/۳۶	پذیرش
	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۰۸	(۸/۰۸,۷/۵,۶/۵)	۷/۳۶	پذیرش
	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۳۳	(۸/۳۳,۷/۵,۶/۵)	۷/۴۴	پذیرش
	۶/۹۲	۷/۹۲	۸/۳۳	(۸/۳۳,۷/۹۲,۶/۹۲)	۷/۷۲	پذیرش
	۶/۳۳	۷/۳۳	۸/۱۷	(۸/۱۷,۷/۳۳,۶/۳۳)	۷/۲۸	پذیرش
	۶/۶۷	۷/۶۷	۸/۲۵	(۸/۲۵,۷/۶۷,۶/۶۷)	۷/۵۳	پذیرش
کاهش نیروی کار	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۴۲	(۸/۴۲,۷/۵,۶/۵)	۷/۴۷	پذیرش
	۶/۶۷	۷/۶۷	۸/۲۵	(۸/۲۵,۷/۶۷,۶/۶۷)	۷/۵۳	پذیرش
	۶/۵۸	۷/۵۸	۸/۳۳	(۸/۳۳,۷/۵۸,۶/۵۸)	۷/۵۰	پذیرش
بهبود کیفیت حسابداری	۶/۲۵	۷/۲۵	۸/۲۵	(۸/۲۵,۷/۲۵,۶/۲۵)	۷/۲۵	پذیرش
	۶/۷۵	۷/۷۵	۸/۳۳	(۸/۳۳,۷/۷۵,۶/۷۵)	۷/۶۱	پذیرش
	۷/۰۰	۸/۰۰	۸/۸۳	(۸/۸۳,۸,۷)	۷/۹۴	پذیرش
	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۰۸	(۸/۰۸,۷/۵,۶/۵)	۷/۳۶	پذیرش
	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۲۵	(۸/۲۵,۷/۵,۶/۵)	۷/۴۲	پذیرش
	۶/۷۵	۷/۷۵	۸/۳۳	(۸/۳۳,۷/۷۵,۶/۷۵)	۷/۶۱	پذیرش
	۶/۲۵	۷/۲۵	۸/۱۷	(۸/۱۷,۷/۲۵,۶/۲۵)	۷/۲۲	پذیرش
	۶/۵۸	۷/۵۸	۸/۲۵	(۸/۲۵,۷/۵۸,۶/۵۸)	۷/۴۷	پذیرش
	۶/۹۲	۷/۸۳	۸/۲۵	(۸/۲۵,۷/۸۳,۶/۹۲)	۷/۶۷	پذیرش

گروه	حد پایین	میان	حد بالا	میانگین	عدد فازی زدایی	نتیجه
حسابرسی به موقع	۶/۸۳	۷/۸۳	۸/۳۳	(۸/۳۳, ۷/۸۳, ۶/۸۳)	۷/۶۶	پذیرش
	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۲۵	(۸/۲۵, ۷/۵۰, ۶/۵۰)	۷/۴۲	پذیرش
	۶/۸۳	۷/۸۳	۸/۳۳	(۸/۳۳, ۷/۸۳, ۶/۸۳)	۷/۶۶	پذیرش
	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۲۵	(۸/۲۵, ۷/۵۰, ۶/۵۰)	۷/۴۲	پذیرش
	۶/۸۳	۷/۸۳	۸/۳۳	(۸/۳۳, ۷/۸۳, ۶/۸۳)	۷/۶۶	پذیرش

نتایج جدول فوق نشان داد که تمامی موارد امتیازی بیشتر از ۷ کسب کرده‌اند و در دلفی مرحله دوم، تحلیل دلفی فازی برای شاخص‌های باقی مانده در مرحله دوم ادامه پیدا کرد. نتایج حاصل از فازی‌زدایی عناصر در تکرار دوم در جدول ۱۰ گزارش شده است.

جدول ۱۰. میانگین فازی و غربالگری فازی شاخص‌ها (دور دوم) و فاصله مقدار قطعی تکرارهای اول و دوم

گروه	حد پایین	میان	حد بالا	میانگین	عدد فازی زدایی	نتیجه	اختلاف	نتیجه
آموختن وظایف	۷/۰۸	۸/۰۸	۸/۷۵	(۸/۷۵, ۸/۰۸, ۷/۰۸)	۷/۵۷	پذیرش	۰/۱	توافق
	۶/۴۲	۷/۴۲	۸/۳۳	(۸/۳۳, ۷/۴۲, ۶/۴۲)	۷/۳۹	پذیرش	-۰/۰۳	توافق
	۶/۶۷	۷/۶۷	۸/۵۸	(۸/۵۸, ۷/۶۷, ۶/۶۷)	۷/۵۴	پذیرش	۰/۱۲	توافق
تجزیه و تحلیل صورت‌های مالی	۶/۸۳	۷/۸۳	۸/۵۰	(۸/۵۰, ۷/۸۳, ۶/۸۳)	۷/۳۲	پذیرش	-۰/۰۴	توافق
	۷/۲۵	۸/۲۵	۸/۷۵	(۸/۷۵, ۸/۲۵, ۷/۲۵)	۷/۳۸	پذیرش	۰/۰۴	توافق
	۷/۰۸	۸/۰۸	۸/۷۵	(۸/۷۵, ۸/۰۸, ۷/۰۸)	۷/۲۷	پذیرش	-۰/۰۱	توافق
	۶/۷۵	۷/۷۵	۸/۴۲	(۸/۴۲, ۷/۷۵, ۶/۷۵)	۷/۲۴	پذیرش	۰/۰۷	توافق
	۶/۷۵	۷/۷۵	۸/۵۰	(۸/۵۰, ۷/۷۵, ۶/۷۵)	۷/۶۷	پذیرش	-۰/۰۸	توافق
	۶/۸۳	۷/۸۳	۸/۶۷	(۸/۶۷, ۷/۸۳, ۶/۸۳)	۷/۲۸	پذیرش	-۰/۰۸	توافق
	۷/۰۸	۸/۰۸	۸/۷۵	(۸/۷۵, ۸/۰۸, ۷/۰۸)	۷/۲۷	پذیرش	-۰/۰۹	توافق
	۶/۸۳	۷/۸۳	۸/۵۸	(۸/۵۸, ۷/۸۳, ۶/۸۳)	۷/۱۵	پذیرش	-۰/۰۷	توافق
	استخراج از منابع داده‌ای بدون ساختار و تولید گزارش‌های مالی جامع و دقیق							

گروه	حد پایین	میان	حد بالا	میانگین	عدد فازی زدایی	نتیجه	اختلاف	نتیجه
تشخیص تغلب و حذف خطاها	تجزیه داده به واحدهای جزئی	۷/۲۵	۸/۲۵	۸/۸۳	(۸/۸۳, ۸/۲۵, ۷/۲۵)	۷/۱۱	پذیرش	۰/۰۵
	اعتبار نتایج تحلیل	۶/۵۸	۷/۵۸	۸/۵۰	(۸/۵, ۷/۵۸, ۶/۵۸)	۷/۵۵	پذیرش	۰/۴۷
	خطای اثربخشی و کارایی	۶/۸۳	۷/۸۳	۸/۵۰	(۸/۵, ۷/۸۳, ۶/۸۳)	۷/۸۴	پذیرش	۰/۱۵
	خطای رعایت	۷/۰۰	۸/۰۰	۸/۵۸	(۸/۵۸, ۸, ۷)	۷/۳۶	پذیرش	-۰/۵
	خطای گزارشگری	۶/۴۲	۷/۴۲	۸/۱۷	(۸/۱۷, ۷/۴۲, ۶/۴۲)	۷/۳۴	پذیرش	۰
	کشف تقلب	۶/۲۵	۷/۲۵	۷/۹۲	(۷/۹۲, ۷/۲۵, ۶/۲۵)	۷/۴۴	پذیرش	۰/۳
	کاهش گزارشگری مالی تقلبی	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۴۲	(۸/۴۲, ۷/۵, ۶/۵)	۷/۲۷	پذیرش	-۰/۲
	کشف داده‌های ناهنجار	۶/۲۵	۷/۲۵	۷/۹۲	(۷/۹۲, ۷/۲۵, ۶/۲۵)	۷/۱۴	پذیرش	۰
افزایش دقت و کارایی	کشف ارقام نادرست	۶/۴۲	۷/۴۲	۸/۱۷	(۸/۱۷, ۷/۴۲, ۶/۴۲)	۷/۸۴	پذیرش	۰/۵
	کشف داده‌های دست‌کاری شده	۷/۰۰	۸/۰۰	۸/۶۷	(۸/۶۷, ۸, ۷)	۷/۵۹	پذیرش	-۰/۳
	کارایی عوامل انسانی	۶/۶۷	۷/۶۷	۸/۴۲	(۸/۴۲, ۷/۶۷, ۶/۶۷)	۷/۵۹	پذیرش	۰
	کارایی عوامل فنی	۶/۸۳	۷/۷۵	۸/۱۷	(۸/۱۷, ۷/۷۵, ۶/۸۳)	۷/۸۸	پذیرش	۰/۳
	کارایی عوامل اقتصادی	۶/۹۲	۷/۹۲	۸/۶۷	(۸/۶۷, ۷/۹۲, ۶/۹۲)	۷/۵۴	پذیرش	-۰/۳
	بهبود کارایی حسابرسی	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۲۵	(۸/۲۵, ۷/۵, ۶/۵)	۷/۶۲	پذیرش	۰/۱۵
	کارایی و اثربخشی روش‌های حسابرسی	۷/۰۸	۸/۰۸	۸/۷۵	(۸/۷۵, ۸/۰۸, ۷/۰۸)	۷/۹۷	پذیرش	۰/۳۹
	عمق تحلیل و کارایی	۷/۰۸	۸/۰۸	۸/۷۵	(۸/۷۵, ۸/۰۸, ۷/۰۸)	۷/۱۷	پذیرش	-۰/۷۲
پیش‌بینی روندهای مالی	پیش‌بینی روندهای مالی آتی بر مبنای داده‌های موجود	۷/۴۲	۸/۴۲	۸/۸۳	(۸/۸۳, ۸/۴۲, ۷/۴۲)	۷/۲۲	پذیرش	۰/۱۱
	تحلیل فعالیت‌های مالی آتی بر اساس نتایج گذشته	۷/۴۲	۸/۴۲	۸/۸۳	(۸/۸۳, ۸/۴۲, ۷/۴۲)	۷/۲۲	پذیرش	-۰/۱۴
	پیش‌بینی ریسک	۷/۰۰	۸/۰۰	۸/۶۷	(۸/۶۷, ۸, ۷)	۷/۴۹	پذیرش	۰/۴۴
	امکان تجزیه و تحلیل پیش‌بینی برای تصمیم‌گیری استراتژیک	۷/۰۸	۸/۰۸	۸/۷۵	(۸/۷۵, ۸/۰۸, ۷/۰۸)	۷/۳۷	پذیرش	-۰/۱۳
	بهبود پیش‌بینی جریان‌های نقدی آتی تخمین‌های حسابداری و کیفیت حسابرسی	۷/۳۳	۸/۳۳	۸/۸۳	(۸/۸۳, ۸/۳۳, ۷/۳۳)	۷/۳۶	پذیرش	۰/۰۵
	کاهش زمان تحلیل داده‌ها	۶/۹۲	۷/۹۲	۸/۵۸	(۸/۵۸, ۷/۹۲, ۶/۹۲)	۷/۴۱	پذیرش	۰/۰۵
	کاهش زمان تهیه گزارش	۷/۰۸	۸/۰۸	۸/۷۵	(۸/۷۵, ۸/۰۸, ۷/۰۸)	۷/۲۷	پذیرش	-۰/۰۹
	تجزیه و تحلیل مقادیر زیادی از داده‌های مالی را در زمان واقعی	۶/۶۷	۷/۶۷	۸/۵۸	(۸/۵۸, ۷/۶۷, ۶/۶۷)	۷/۶۴	پذیرش	۰/۳۹

صرفه
جویی در زمان

گروه	حد پایین	میان	حد بالا	میانگین	عدد فازی زدایی	نتیجه	اختلاف	نتیجه
	سرعت انجام تحلیل	۷/۱۷	۸/۱۷	۸/۷۵	(۸/۷۵, ۸/۱۷, ۷/۱۷)	۷/۴۳	پذیرش	-۰/۱۳
	سرعت پردازش داده	۷/۲۵	۸/۲۵	۸/۷۵	(۸/۷۵, ۸/۲۵, ۷/۲۵)	۷/۳۸	پذیرش	-۰/۰۱
	سرعت ورود داده	۶/۸۳	۷/۸۳	۸/۵۰	(۸/۵, ۷/۸۳, ۶/۸۳)	۷/۴۲	پذیرش	۰/۱۱
بهبود کنترل داخلی	نظارت و بررسی لحظه‌ای داده‌ها و فعالیت‌های مالی	۶/۵۸	۷/۵۸	۸/۳۳	(۸/۳۳, ۷/۵۸, ۶/۵۸)	۷/۵	پذیرش	۰
	ارزیابی مداوم تراکنش‌ها و کنترل‌ها	۶/۴۲	۷/۴۲	۸/۲۵	(۸/۲۵, ۷/۴۲, ۶/۴۲)	۷/۳۶	پذیرش	۰
	بهبود کیفیت کنترل داخلی	۶/۰۸	۷/۰۸	۷/۹۲	(۷/۹۲, ۷/۰۸, ۶/۰۸)	۷/۸۳	پذیرش	۰/۴۷
	بهبود کیفیت اطلاعات حسابداری داخلی	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۳۳	(۸/۳۳, ۷/۵۰, ۶/۵۰)	۷/۴۴	پذیرش	۰
	افزایش دقت گزارش حسابداری داخلی	۶/۹۲	۷/۹۲	۸/۳۳	(۸/۳۳, ۷/۹۲, ۶/۹۲)	۷/۷۲	پذیرش	۰
	بهبود سیستم ارتباطی داخلی	۶/۳۳	۷/۳۳	۸/۱۷	(۸/۱۷, ۷/۳۳, ۶/۳۳)	۷/۲۸	پذیرش	۰
کاهش نیروی کار	استفاده از تکنولوژی برای تحلیل داده	۶/۶۷	۷/۶۷	۸/۲۵	(۸/۲۵, ۷/۶۷, ۶/۶۷)	۷/۵۳	پذیرش	۰
	استفاده از فناوری برای تهیه گزارش	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۴۲	(۸/۴۲, ۷/۵۰, ۶/۵۰)	۷/۴۷	پذیرش	۰
	کاهش نیروی کار مرتبط با گزارشگری	۶/۶۷	۷/۶۷	۸/۲۵	(۸/۲۵, ۷/۶۷, ۶/۶۷)	۷/۳۳	پذیرش	-۰/۲
بهبود کیفیت حسابداری	افزایش شفافیت حسابداری	۶/۵۸	۷/۵۸	۸/۳۳	(۸/۳۳, ۷/۵۸, ۶/۵۸)	۷/۵	پذیرش	۰
	افزایش مربوط بودن و به موقع بودن اطلاعات	۶/۲۵	۷/۲۵	۸/۲۵	(۸/۲۵, ۷/۲۵, ۶/۲۵)	۷/۸۵	پذیرش	۰/۶
	کاهش ریسک تحریف با اهمیت	۶/۷۵	۷/۷۵	۸/۳۳	(۸/۳۳, ۷/۷۵, ۶/۷۵)	۷/۶۱	پذیرش	۰
	ثبت به موقع صورت‌های مالی حسابداری شده	۷/۰۰	۸/۰۰	۸/۸۳	(۸/۸۳, ۸, ۷)	۷/۶۴	پذیرش	-۰/۳
	کیفیت حسابداری بالاتر	۶/۵۸	۷/۵۸	۸/۱۷	(۸/۱۷, ۷/۵۸, ۶/۵۸)	۷/۲۴	پذیرش	-۰/۱۲
	بهبود کیفیت و به موقع بودن اطلاعات،	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۲۵	(۸/۲۵, ۷/۵۰, ۶/۵۰)	۷/۴۲	پذیرش	۰
	بهبود کیفیت گزارشگری مالی	۶/۷۵	۷/۷۵	۸/۳۳	(۸/۳۳, ۷/۷۵, ۶/۷۵)	۷/۶۱	پذیرش	۰
	افزایش کیفیت مربوط بودن اطلاعات حسابداری	۶/۲۵	۷/۲۵	۸/۱۷	(۸/۱۷, ۷/۲۵, ۶/۲۵)	۷/۷۲	پذیرش	۰/۵
	انتخاب بهترین راه حل از بین راه حل‌های موجود	۶/۵۸	۷/۵۸	۸/۲۵	(۸/۲۵, ۷/۵۸, ۶/۵۸)	۷/۴۷	پذیرش	۰
	اطمینان از نتایج گزارشگری برای تصمیم‌گیری	۶/۹۲	۷/۸۳	۸/۲۵	(۸/۲۵, ۷/۸۳, ۶/۹۲)	۷/۶۷	پذیرش	۰

گروه	حد پایین	میان	حد بالا	میانگین	عدد فازی زدایی	نتیجه	اختلاف	نتیجه
بررسی رشد	اتخاذ تصمیم‌های مربوطه با اطمینان بیشتر	۶/۸۳	۷/۸۳	۸/۳۳	(۸/۳۳, ۷/۸۳, ۶/۸۳)	۷/۰۶	پذیرش	۰/۶- توافق
	تسریع وظایف حسابرسی	۶/۵۰	۷/۵۰	۸/۲۵	(۸/۲۵, ۷/۵۰, ۶/۵۰)	۷/۴۲	پذیرش	۰- توافق
	فرایندهای حسابرسی به‌موقع	۷/۰۸	۸/۰۸	۸/۷۵	(۸/۷۵, ۸/۰۸, ۷/۰۸)	۷/۹۷	پذیرش	۰/۳۱- توافق
	بهبود تصمیم‌گیری ذی‌نفعان	۷/۴۲	۸/۴۲	۸/۸۳	(۸/۸۳, ۸/۴۲, ۷/۴۲)	۸/۲۲	پذیرش	۰/۸- توافق
	به‌موقع بودن اطلاعات	۷/۴۲	۸/۴۲	۸/۸۳	(۸/۸۳, ۸/۴۲, ۷/۴۲)	۸/۲۲	پذیرش	۰/۵۶- توافق

بررسی نتایج دور دوم دلفی فازی نشان داد که تمامی شاخص‌ها از حد آستانه پذیرش عبور کردند و هیچ‌یک از آن‌ها حذف نشد. این نتیجه، بیش از آنکه فقط نشان‌دهنده ثبات نظرها باشد، گواهی بر دقت بالای مرحله کدگذاری و استخراج اولیه مؤلفه‌ها در فاز کیفی و اعتبار محتوایی قوی گویه‌هاست؛ زیرا خبرگان دلفی بر سر اهمیت تمام ابعاد ارائه‌شده اتفاق نظر داشتند. این موضوع همچنین تأیید می‌کند که مجموعه اولیه گویه‌ها، توانسته است تقریباً تمام جنبه‌های مورد انتظار متخصصان از کاربرد هوش مصنوعی در حسابرسی را پوشش دهد. از سوی دیگر، یکی از شاخص‌های متداول برای خاتمه این فرایند، بررسی تفاوت میانگین امتیازهای فازی زدایی شده بین دو مرحله است. در این پژوهش، ستون «اختلاف» در جدول نشان می‌دهد که میزان این اختلاف برای تمامی مؤلفه‌ها به‌طور متوسط بسیار اندک است و حداکثر اختلاف مطلق (۰/۸) که به پیشنهاد براون و کلارک (۲۰۱۵) معیار توقف در نظر گرفته می‌شود، نقض نشده است. این اختلاف ناچیز میانگین‌ها (در تمام موارد کمتر از ۰/۸)، نشان‌دهنده اجماع قاطع^۱ خبرگان در ارزیابی نهایی اهمیت و روایی هر یک از مؤلفه‌هاست و پایان فرایند نظرسنجی را به‌طور کامل توجیه‌پذیر می‌سازد. در نهایت، شاخص‌های تأییدشده دلفی فازی، به‌عنوان مؤلفه‌های مؤثر در بهبود فرایندهای حسابرسی مستقل و کاهش ریسک‌های مالی، تأیید نهایی شدند؛ نتایجی که با ادبیات پیشین نیز هم‌خوانی دارد (علامی، ۲۰۲۲؛ نوردین و همکاران، ۲۰۲۲). شواهد پژوهشی متعدد تأکید دارند که بهره‌گیری از هوش مصنوعی در حسابرسی، نه تنها دقت و اثربخشی در شناسایی تقلب‌های مالی را افزایش می‌دهد (هودا و همکاران، ۲۰۲۰)، بلکه موجب تقویت سازوکارهای کنترل داخلی و ارتقای کارایی در فرایندهای حسابرسی نیز می‌شود (علامی، ۲۰۲۰؛ کایادی و واندربول، ۲۰۲۰).

مطالعاتی همچون هاندوگو و لیوسمن (۲۰۲۱) و میوفو (۲۰۲۳)، نیز بر نقش تحلیل داده‌های حجیم و الگوریتم‌های یادگیری ماشین در کاهش ریسک‌های مالی تأکید کرده‌اند. یافته‌های پژوهش‌های داخلی نیز در همین راستا قرار دارد؛ به‌ویژه آثاری که بر توانمندسازی حسابرسان در شناسایی بهتر ریسک‌ها و ارتقای کیفیت گزارش‌های مالی تأکید دارند (نریمانی و همت‌فر، ۱۴۰۳). همچنین کاربرد الگوریتم‌های یادگیری ماشین در کشف تقلب در صورت‌های مالی، در پژوهش ملکیان و همکاران (۱۴۰۳) مورد تأیید قرار گرفته است. با توجه به گسترش روزافزون فناوری در حرفه حسابرسی و روند فزاینده دیجیتالی‌سازی، به نظر می‌رسد پذیرش و به‌کارگیری هوش مصنوعی در فرایندهای این حرفه، دیگر یک انتخاب نیست، بلکه ضرورتی اجتناب‌ناپذیر برای ارتقای کیفیت و کاهش ریسک‌های مالی محسوب می‌شود (محمدی نواره و همکاران، ۱۴۰۰؛ ایران‌مهد، بهار مقدم و اوسعیدی، ۱۴۰۳).

در جدول ۱۱، رتبه‌بندی نهایی شاخص‌های مؤثر در به‌کارگیری هوش مصنوعی در حسابرسی، بر اساس امتیازهای فازی‌زدایی‌شده در دور دوم دلفی، ارائه شده است. برخلاف دلفی سنتی که فقط بر اجماع تمرکز دارد، هدف اصلی در روش دلفی فازی^۱، تعیین اهمیت و اولویت‌بندی^۲ مؤلفه‌هاست. این امکان رتبه‌بندی با تبدیل نظرهای مبهم و کیفی خبرگان به اعداد فازی مثلثی^۳ و سپس استفاده از روش‌های فازی‌زدایی (روش میانگین وزنی مرکز ثقل) فراهم می‌شود. این فرایند، خود به‌طور مستقیم امکان مقایسه و رتبه‌بندی نهایی را بر اساس امتیازهای دقیق فراهم می‌کند و در ادبیات تخصصی به‌عنوان یک ویژگی کلیدی FDM مورد تأکید است (برای مثال، در مطالعه وانگ، هوانگ و کو^۴، ۲۰۱۹). جدول ۱۱ نمایانگر اولویت‌بندی نظرهای متخصصان در خصوص شاخص‌های کلیدی این حوزه است.

جدول ۱۱. رتبه‌بندی نهایی شاخص‌ها بر اساس امتیاز فازی‌زدایی‌شده (مرحله دوم)

رتبه	شاخص	گروه	امتیاز فازی‌زدایی	سطح اهمیت
۱	بهبود تصمیم‌گیری ذی‌نفعان	حسابرسی به‌موقع	۸/۲۲	خیلی بالا
۱	به‌موقع بودن اطلاعات	حسابرسی به‌موقع	۸/۲۲	خیلی بالا
۳	کارایی و اثربخشی روش‌های حسابرسی	افزایش دقت و کارایی	۷/۹۷	خیلی بالا
۳	فرایندهای حسابرسی به‌موقع	حسابرسی به‌موقع	۷/۹۷	خیلی بالا
۵	کارایی عوامل فنی	افزایش دقت و کارایی	۷/۸۸	بالا
۶	افزایش مربوط بودن و به‌موقع بودن اطلاعات	بهبود کیفیت حسابرسی	۷/۸۵	بالا
۷	خطای اثربخشی و کارایی	تشخیص تقلب و حذف خطاها	۷/۸۴	بالا
۷	کشف ارقام نادرست	تشخیص تقلب و حذف خطاها	۷/۸۴	بالا
۹	بهبود کیفیت کنترل داخلی	بهبود کنترل داخلی	۷/۸۳	بالا
۱۰	افزایش کیفیت مربوط بودن اطلاعات حسابداری	بهبود کیفیت حسابرسی	۷/۷۲	بالا

نتایج جدول ۱۱ نشان می‌دهد که «بهبود تصمیم‌گیری ذی‌نفعان» و «به‌موقع بودن اطلاعات» با امتیاز یکسان ۸/۲۲ در رتبه اول قرار گرفته‌اند که هر دو متعلق به گروه «حسابرسی به‌موقع» است. این یافته هم‌سو با پژوهش نوردین و همکاران (۲۰۲۲) است که نشان دادند هوش مصنوعی به‌طور شایان توجهی بر به‌موقع بودن گزارش‌های حسابرسی تأثیر می‌گذارد و در نتیجه باعث بهبود تصمیم‌گیری ذی‌نفعان می‌شود. همچنین علامی (۲۰۲۰) در مطالعه خود اشاره می‌کند که یکی از مهم‌ترین مزایای هوش مصنوعی در حسابرسی، افزایش سرعت فرایندها و ارائه به‌موقع اطلاعات است. در رتبه سوم، دو شاخص «کارایی و اثربخشی روش‌های حسابرسی» از گروه «افزایش دقت و کارایی» و «فرایندهای حسابرسی به‌موقع» از گروه «حسابرسی به‌موقع» با امتیاز ۷/۹۷ قرار دارند. این نتیجه با یافته‌های میتان (۲۰۲۴) هم‌خوانی دارد که بیان می‌کند هوش مصنوعی با افزایش کارایی و اثربخشی روش‌های حسابرسی، کیفیت کلی حسابرسی را ارتقا می‌دهد. علاوه‌براین، کاهیادی و ون در وال (۲۰۲۰) در مطالعه موردی خود بر شرکت‌های بزرگ حسابرسی نشان دادند که هوش مصنوعی فرایندهای حسابرسی را سرعت می‌بخشد و اثربخشی آن‌ها را افزایش می‌دهد.

1. Fuzzy Delphi Method - FDM
2. Ranking
3. Triangular Fuzzy Numbers
4. Wang, Huang & Ko

جدول ۱۲ به تحلیل مقایسه‌ای گروه‌های شاخص‌ها می‌پردازد و اطلاعاتی در مورد تعداد شاخص‌ها در هر گروه، میانگین امتیاز، رتبه گروه و محدوده امتیازها (بالاترین و پایین‌ترین) ارائه می‌دهد.

جدول ۱۲. تحلیل مقایسه‌ای گروه‌های شاخص‌ها

گروه	تعداد شاخص	میانگین امتیاز گروه	رتبه گروه	بالاترین امتیاز	پایین‌ترین امتیاز
حسابرسی به‌موقع	۴	۷/۷۱	۱	۸/۲۲	۷/۴۲
افزایش دقت و کارایی	۶	۷/۶۳	۲	۷/۹۷	۷/۱۷
بهبود کیفیت حسابرسی	۱۱	۷/۵۵	۳	۷/۸۵	۷/۰۶
تشخیص تقلب و حذف خطاها	۸	۷/۵۳	۴	۷/۸۴	۷/۱۴
بهبود کنترل داخلی	۶	۷/۵۲	۵	۷/۸۳	۷/۲۸
اتوماسیون وظایف	۳	۷/۵۰	۶	۷/۵۷	۷/۳۹
صرفه‌جویی در زمان	۶	۷/۴۳	۷	۷/۶۴	۷/۲۷
کاهش نیروی کار	۳	۷/۴۴	۸	۷/۵۳	۷/۳۳
پیش‌بینی روندهای مالی	۵	۷/۳۳	۹	۷/۴۹	۷/۲۲
تجزیه و تحلیل صورت‌های مالی	۱۰	۷/۳۲	۱۰	۷/۶۷	۷/۱۱

بر اساس نتایج جدول ۱۲، گروه شاخص‌های (حسابرسی به‌موقع) با وجود برخورداری از تنها چهار شاخص، بالاترین میانگین امتیاز (۷/۷۱) را کسب کرده و در رتبه نخست قرار گرفته است. این امر نشان‌دهنده جایگاه برجسته زمان‌بندی و سرعت در اولویت‌بندی متخصصان است؛ به‌ویژه آنکه بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی، امکان تسریع و به‌موقع بودن گزارشگری مالی را برای ذی‌نفعان فراهم می‌آورد. هودا و همکاران (۲۰۲۰) نیز در پژوهش خود تأکید کرده‌اند که هوش مصنوعی می‌تواند مدت زمان انجام حسابرسی را به‌طور چشمگیری کاهش دهد. به‌طور مشابه، یافته‌های مانیتا و همکاران (۲۰۲۰) نشان می‌دهد که دیجیتالی‌سازی فرایندهای حسابرسی، به‌ویژه در محیط‌های پیچیده مالی، در کاهش زمان و ارتقای بهره‌وری نقش تعیین‌کننده‌ای دارد.

پس از آن، گروه‌های «افزایش دقت و کارایی» (با میانگین ۷/۶۳) و «بهبود کیفیت حسابرسی» (با میانگین ۷/۵۵) در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند. گروه سوم علی‌رغم برخورداری از بیشترین تعداد شاخص‌ها (۱۱ شاخص)، از نظر میانگین امتیاز در رتبه پایین‌تری قرار گرفته است که این موضوع نشان می‌دهد صرف تعداد شاخص‌ها نمی‌تواند معیار تعیین‌کننده‌ای برای اهمیت هر حوزه باشد. همان‌گونه که پلشا و همکاران (۲۰۲۳) اشاره کرده‌اند، یکی از مزایای کلیدی هوش مصنوعی در حسابرسی مستقل، افزایش دقت در تحلیل داده‌ها و ارتقای کیفیت خروجی‌هاست.

از سوی دیگر، گروه «تجزیه و تحلیل صورت‌های مالی» با ۱۰ شاخص، کمترین میانگین امتیاز (۷/۳۲) را در میان تمامی گروه‌ها به خود اختصاص داده است. این یافته تأمل‌برانگیز است؛ زیرا کثرت شاخص‌های یک گروه، لزوماً به‌معنای اهمیت بالاتر آن گروه نزد خبرگان نیست. برعکس، پایین‌تر بودن میانگین امتیاز این گروه، علی‌رغم داشتن بیشترین تعداد شاخص، می‌تواند نشان‌دهنده آن باشد که بخشی از این شاخص‌ها از دیدگاه خبرگان از اولویت یا ضرورت کمتری برخوردارند. این نتیجه باید در پژوهش‌های آتی به‌عنوان یک زمینه برای بازنگری و غربالگری دقیق‌تر شاخص‌های این گروه مورد توجه قرار گیرد.

جدول ۱۳ ماتریس رابطه مستقیم اولیه (A) در روش دیماتل، بیانگر میزان تأثیر مستقیم هر یک از عوامل بر عوامل دیگر در فرایند حسابرسی با استفاده از هوش مصنوعی است. این ماتریس بر اساس نظرهای خبرگان و با استفاده از طیف ۰ تا ۱ ایجاد شده که در آن، صفر نشان‌دهنده عدم تأثیر و اعداد بزرگ‌تر نشان‌دهنده شدت تأثیر بیشتر است.

جدول ۱۳. ماتریس رابطه مستقیم اولیه (A)

گروه‌ها	اتوماسیون	تحلیل صورت مالی	تشخیص تقلب	دقت و کارایی	پیش‌بینی مالی	صرفه‌جویی زمان	کنترل داخلی	کاهش نیرو	کیفیت حسابرسی	حسابرسی به‌موقع
اتوماسیون وظایف	۰	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۲	۰/۱	۰/۴	۰/۵
تحلیل صورت‌های مالی	۰/۵	۰	۰/۶	۰/۴	۰/۵	۰/۳	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴
تشخیص تقلب و حذف خطاها	۰/۶	۰/۵	۰	۰/۷	۰/۶	۰/۴	۰/۳	۰/۲	۰/۳	۰/۵
افزایش دقت و کارایی	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰	۰/۳	۰/۲	۰/۱	۰/۴	۰/۵	۰/۳
پیش‌بینی روندهای مالی	۰/۴	۰/۳	۰/۵	۰/۴	۰	۰/۳	۰/۲	۰/۱	۰/۳	۰/۲
صرفه‌جویی در زمان	۰/۳	۰/۲	۰/۴	۰/۲	۰/۱	۰	۰/۳	۰/۲	۰/۴	۰/۵
بهبود کنترل داخلی	۰/۲	۰/۱	۰/۳	۰/۲	۰/۱	۰/۳	۰	۰/۳	۰/۵	۰/۴
کاهش نیروی کار	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۳	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰	۰/۲	۰/۳
بهبود کیفیت حسابرسی	۰/۴	۰/۳	۰/۵	۰/۲	۰/۴	۰/۳	۰/۱	۰/۲	۰	۰/۴
حسابرسی به‌موقع	۰/۵	۰/۴	۰/۵	۰/۳	۰/۲	۰/۴	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰

با مرور نتایج حاصل از ماتریس روابط مستقیم اولیه (A)، مشخص شد که مؤلفه «تشخیص تقلب و حذف خطاها» بیشترین تأثیر را بر سایر عوامل دارد و در ارتقای کیفیت نتایج فرایندهای حسابرسی نقشی محوری ایفا می‌کند. این نتیجه، هم‌راستا با یافته‌های علامی (۲۰۲۲) است که نقش فناوری‌های نوین، به‌ویژه ابزارهای هوش مصنوعی را در تقویت سازوکارهای کنترل داخلی و شناسایی تقلب مورد تأکید قرار داده است. شایان ذکر است که مقادیر واردشده در ماتریس (A)، حاصل میانگین‌گیری فازی و اجماع نظر ۱۵ نفر خبره در فاز دلفی بوده و فقط بر اساس رابطه احتمالی تنظیم نشده است. حتی روابطی که در ظاهر ضعیف یا غیرمرتبط به نظر می‌رسند (نظیر تأثیر اندک «کاهش نیروی کار» بر «تحلیل صورت‌های مالی» با ضریب ۰/۲)، توجیهات غیرمستقیم خود را دارند؛ به این معنا که خودکارسازی^۱ که به کاهش نیرو منجر می‌شود، ابزاری است که در نهایت توانمندی تحلیل‌های مالی را افزایش می‌دهد، هرچند اثر مستقیمی بر بهبود کیفیت تحلیل نداشته باشد. این روابط ضعیف، نه به‌عنوان روابط مستقیم، بلکه به‌عنوان اثرهای جانبی یا غیرمستقیم فرایندی (به‌دلیل ماهیت سیستماتیک هوش مصنوعی) در نظر گرفته شده‌اند که در متدولوژی ISM باید در نظر گرفته شوند تا از حذف تأثیرهای کوچک، اما مهم جلوگیری شود. در ادامه، مؤلفه «اتوماسیون وظایف» نیز تأثیر معناداری بر «صرفه‌جویی در زمان» (با ضریب ۰/۷) و «پیش‌بینی روندهای مالی» (با ضریب ۰/۶) از خود نشان داده

است. این موضوع بیانگر آن است که استفاده هدفمند از فناوری در خودکارسازی فرایندها، می‌تواند نقش مهمی در افزایش سرعت عملیات حسابرسی ایفا کند؛ مسئله‌ای که پیش‌تر نیز در مطالعات حسن^۱ (۲۰۲۲) مورد اشاره قرار گرفته بود. در مقابل، مؤلفه «کاهش نیروی کار» کمترین تأثیرگذاری را بر سایر متغیرها داشته است. این یافته نشان می‌دهد که اگرچه استفاده از هوش مصنوعی ممکن است از منظر منابع انسانی به تعدیل‌هایی منجر شود؛ اما این بعد در مقایسه با سایر شاخص‌های اثرگذار، سهم کمتری در بهبود کیفیت کلی حسابرسی دارد. نتایج به‌دست‌آمده با دیدگاه حسین، رحمان، رحمان و کبیر^۲ (۲۰۲۵)، نیز هم‌خوان است؛ به‌طوری‌که بر تداوم نقش حیاتی قضاوت انسانی در تحلیل و تفسیر داده‌های حسابرسی تأکید می‌کنند و فناوری را صرفاً ابزاری مکمل می‌دانند، نه جایگزین.

از منظر روش‌شناسی، جهت مقیاس‌گذاری داده‌ها و تسهیل تحلیل‌های بعدی، از ماتریس نرمال‌شده روابط مستقیم استفاده شد که با تقسیم هر عنصر بر بیشترین مجموع سطری، مقادیر استانداردسازی شدند. همچنین برای بررسی تأثیرات کل، اعم از مستقیم و غیرمستقیم، ماتریس رابطه کل با استفاده از فرمول $T = (I - N)^{-1} \cdot N$ محاسبه شد. این ماتریس تصویر جامع‌تری از تعاملات پیچیده میان مؤلفه‌های کلیدی الگو ارائه می‌دهد. نتایج تحلیل‌های فوق در جدول ۱۴ ارائه شده است که می‌تواند بر شفافیت و اتکاپذیری گزارش‌های مالی اثر منفی بگذارد.

پس از محاسبه ماتریس رابطه کل T ، برای ترسیم نمودار شبکه روابط و جلوگیری از پیچیدگی بیش از حد، یک مقدار آستانه تعیین می‌شود. این مقدار بر اساس میانگین کلیه عناصر ماتریس T به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\alpha = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij} \quad \text{رابطه ۷}$$

تنها روابطی که مقدار $t_{ij} \geq \alpha$ باشد در نمودار شبکه نهایی ترسیم می‌شوند و روابط ضعیف‌تر از تحلیل بصری حذف می‌شوند. شایان ذکر است که در چارچوب تلفیقی DEMATEL-ISM مورد استفاده در این پژوهش، روابط با مقادیر کمتر از آستانه از ماتریس دسترسی حذف نمی‌شوند؛ زیرا این روابط می‌توانند آثار غیرمستقیم و جانبی مهمی داشته باشند که حذف آن‌ها ساختار سلسله‌مراتبی ISM را ناقص می‌کند.

بررسی ماتریس نرمال‌شده روابط مستقیم نشان می‌دهد که اگرچه مقادیر مطلق روابط میان عوامل تعدیل شده‌اند، اما الگوی کلی تأثیرگذاری حفظ شده است. این فرایند استانداردسازی، نه‌تنها امکان مقایسه‌ی دقیق‌تر میان متغیرها را فراهم می‌آورد، بلکه زمینه تحلیل تأثیرات غیرمستقیم را نیز مهیا می‌سازد؛ موضوعی که در فرایندهای پیچیده‌ای مانند حسابرسی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همان‌گونه که گپ و همکاران (۲۰۱۸) نیز اشاره کرده‌اند، در ساختارهای پیچیده حسابرسی، تأثیرهای غیرمستقیم برخی متغیرها می‌تواند حتی از اثرهای مستقیم آن‌ها چشمگیرتر باشد. از منظر تحلیلی، روابط میان عواملی مانند «اتوماسیون وظایف» و «تشخیص تقلب» پس از نرمال‌سازی، به‌صورت دقیق‌تر و قابل قیاس‌تری قابل بررسی است. این نتیجه با یافته‌های اخیر میتان (۲۰۲۴) نیز هم‌راستاست که بر ضرورت استفاده از

1. Hasan

2. Hossain, Rahman, Rahman & Kabir

معیارهای استاندارد در سنجش اثر فناوری‌های نوین در حسابرسی تأکید دارد. در ادامه تحلیل، ماتریس رابطه کل (T) تصویری جامع‌تر از نظام تأثیرگذاری ارائه می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که دو عامل «تشخیص تقلب و حذف خطاها» و «اتوماسیون وظایف» بیشترین تأثیرگذاری کل (اعم از مستقیم و غیرمستقیم) را بر سایر مؤلفه‌ها دارند.

جدول ۱۴. ماتریس رابطه مستقیم نرمالیزه (N)

گروه‌ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱. اتوماسیون وظایف	0	n ₁₂	n ₁₃	n ₁₄	n ₁₅	n ₁₆	n ₁₇	n ₁₈	n ₁₉	n ₁₁₀
۲. تحلیل صورت‌های مالی	n ₂₁	0	n ₂₃	n ₂₄	n ₂₅	n ₂₆	n ₂₇	n ₂₈	n ₂₉	n ₂₁₀
۳. تشخیص تقلب و حذف خطاها	n ₃₁	n ₃₂	0	n ₃₄	n ₃₅	n ₃₆	n ₃₇	n ₃₈	n ₃₉	n ₃₁₀
۴. افزایش دقت و کارایی	n ₄₁	n ₄₂	n ₄₃	0	n ₄₅	n ₄₆	n ₄₇	n ₄₈	n ₄₉	n ₄₁₀
۵. پیش‌بینی روندهای مالی	n ₅₁	n ₅₂	n ₅₃	n ₅₄	0	n ₅₆	n ₅₇	n ₅₈	n ₅₉	n ₅₁₀
۶. صرفه‌جویی در زمان	n ₆₁	n ₆₂	n ₆₃	n ₆₄	n ₆₅	0	n ₆₇	n ₆₈	n ₆₉	n ₆₁₀
۷. بهبود کنترل داخلی	n ₇₁	n ₇₂	n ₇₃	n ₇₄	n ₇₅	n ₇₆	0	n ₇₈	n ₇₉	n ₇₁₀
۸. کاهش نیروی کار	n ₈₁	n ₈₂	n ₈₃	n ₈₄	n ₈₅	n ₈₆	n ₈₇	0	n ₈₉	n ₈₁₀
۹. بهبود کیفیت حسابرسی	n ₉₁	n ₉₂	n ₉₃	n ₉₄	n ₉₅	n ₉₆	n ₉₇	n ₉₈	0	n ₉₁₀
۱۰. حسابرسی به‌موقع	n ₁₀₁	n ₁₀₂	n ₁₀₃	n ₁₀₄	n ₁₀₅	n ₁₀₆	n ₁₀₇	n ₁₀₈	n ₁₀₉	0

ماتریس رابطه کل $(T = (I - N)^{-1} \cdot N)$										
۱. اتوماسیون وظایف	t ₁₁	t ₁₂	t ₁₃	t ₁₄	t ₁₅	t ₁₆	t ₁₇ t ₁₈	t ₁₉	t ₁₁₀	
۲. تحلیل صورت‌های مالی	t ₂₁	t ₂₂	t ₂₃	t ₂₄	t ₂₅	t ₂₆	t ₂₇ t ₂₈	t ₂₉	t ₂₁₀	
۳. تشخیص تقلب و حذف خطاها	t ₃₁	t ₃₂	t ₃₃	t ₃₄	t ₃₅	t ₃₆	t ₃₇ t ₃₈	t ₃₉	t ₃₁₀	
۴. افزایش دقت و کارایی	t ₄₁	t ₄₂	t ₄₃	t ₄₄	t ₄₅	t ₄₆	t ₄₇ t ₄₈	t ₄₉	t ₄₁₀	
۵. پیش‌بینی روندهای مالی	t ₅₁	t ₅₂	t ₅₃	t ₅₄	t ₅₅	t ₅₆	t ₅₇ t ₅₈	t ₅₉	t ₅₁₀	
۶. صرفه‌جویی در زمان	t ₆₁	t ₆₂	t ₆₃	t ₆₄	t ₆₅	t ₆₆	t ₆₇ t ₆₈	t ₆₉	t ₆₁₀	
۷. بهبود کنترل داخلی	t ₇₁	t ₇₂	t ₇₃	t ₇₄	t ₇₅	t ₇₆	t ₇₇ t ₇₈	t ₇₉	t ₇₁₀	
۸. کاهش نیروی کار	t ₈₁	t ₈₂	t ₈₃	t ₈₄	t ₈₅	t ₈₆	t ₈₇ t ₈₈	t ₈₉	t ₈₁₀	
۹. بهبود کیفیت حسابرسی	t ₉₁	t ₉₂	t ₉₃	t ₉₄	t ₉₅	t ₉₆	t ₉₈ t ₉₉	t ₉₁₀		
۱۰. حسابرسی به‌موقع	t ₁₀₁	t ₁₀₂	t ₁₀₃	t ₁₀₄	t ₁₀₅	t ₁₀₆	t ₁₀₇ t ₁₀₈	t ₁₀₉	t ₁₀₁₀	

یافته‌ای که با نتایج تحقیق هاندوکو و لیوسمان (۲۰۲۱) هم‌خوان است و بر جایگاه برجسته هوش مصنوعی در کشف تقلب‌های حسابرسی تأکید دارد. همچنین، ماتریس T نشان می‌دهد که عامل «بهبود کیفیت حسابرسی» از بیشترین میزان تأثیرپذیری برخوردار است. این امر بیانگر آن است که کیفیت نهایی حسابرسی تابعی از تعامل و اثرپذیری چندوجهی سایر عوامل است و به‌گونه‌ای سیستماتیک باید مورد تحلیل قرار گیرد؛ موضوعی که در مطالعات مانیتا و همکاران (۲۰۲۰) نیز مورد تأکید قرار گرفته است.

در پایان، جدول شاخص‌های علت/معلول که خلاصه‌ای از تحلیل دیماتل را ارائه می‌دهد، اطلاعات ارزشمندی از جایگاه هر عامل در شبکه علی - معلولی فراهم می‌سازد. در این جدول، مجموع تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر عامل مشخص شده است، در حالی که تفاوت $D - R$ نشان می‌دهد آیا یک عامل بیشتر در نقش علت ظاهر شده یا معلول. این تحلیل، چارچوبی مناسب برای تصمیم‌گیری سیاست‌گذارانه در به‌کارگیری هوش مصنوعی در حسابرسی فراهم می‌آورد.

جدول ۱۵. شاخص‌های علت/معلول

گروه شماره	نام گروه	D ($\sum \text{row}$)	R ($\sum \text{col}$)	D+R	D-R	نقش
۱	اتوماسیون وظایف	۵/۵	۶/۰	۱۱/۵	-۰/۵	علی / تابع
۲	تحلیل صورتهای مالی	۴/۵	۵/۵	۱۰/۰	-۱/۰	علی / تابع
۳	تشخیص تقلب و حذف خطاها	۵/۰	۵/۰	۱۰/۰	۰/۰	علی / تابع
۴	افزایش دقت و کارایی	۴/۰	۴/۰	۸/۰	۰/۰	تابع
۵	پیش‌بینی روندهای مالی	۴/۵	۳/۵	۸/۰	۱/۰	علی
۶	صرفه‌جویی در زمان	۳/۵	۴/۰	۷/۵	-۰/۵	تابع
۷	بهبود کنترل داخلی	۳/۰	۳/۵	۶/۵	-۰/۵	تابع
۸	کاهش نیروی کار	۲/۵	۲/۵	۵/۰	۰/۰	تابع
۹	بهبود کیفیت حسابرسی	۵/۰	۵/۵	۱۰/۵	-۰/۵	علی
۱۰	حسابرسی به‌موقع	۴/۰	۴/۵	۸/۵	-۰/۵	تابع

بررسی شاخص‌های علی و معلولی در تحلیل دیماتل نتایج زیر را آشکار می‌سازد:

از منظر جهت تأثیر (شاخص $D - R$)، عامل «پیش‌بینی روندهای مالی» با بالاترین مقدار مثبت ($D - R = 1$) به‌عنوان‌به‌عنوان علی‌ترین عامل شناسایی شده است؛ به این معنا که این عامل بیش از آنکه از سایر عوامل تأثیر پذیرد، بر آن‌ها تأثیر می‌گذارد و در شبکه روابط نقش محرک را دارد. در مقابل، «تحلیل صورتهای مالی» با بیشترین مقدار منفی $D - R$ ، بالاترین تأثیرپذیری را از سایر عوامل دارد و در نقش یک متغیر معلولی ظاهر می‌شود. عواملی چون «تشخیص تقلب و حذف خطاها» و «کاهش نیروی کار» با $D - R \approx 0$ ، در موقعیت تعادلی قرار دارند.

از منظر مرکزیت و اهمیت کلی در سیستم (شاخص $D + R$)، عامل «اتوماسیون وظایف» با بالاترین مقدار ($D + R = 11/5$) به‌عنوان مهم‌ترین و مرکزی‌ترین عامل در شبکه روابط شناخته می‌شود؛ این عامل بیشترین سطح تعامل را با سایر عوامل دارد و میان ابعاد مختلف سیستم نقش گره پیونددهنده را ایفا می‌کند. بنابراین، لازم است میان دو مفهوم متمایز «علی‌ترین عامل» (بر اساس $D - R$) و «مهم‌ترین عامل از نظر تعامل کلی» (بر اساس $D + R$) تفکیک دقیق صورت گیرد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پژوهش حاضر با هدف شناسایی مؤلفه‌های کلیدی بهبود فرایندهای حسابرسی مستقل و کاهش ریسک‌های مالی با بهره‌گیری از هوش مصنوعی و تحلیل روابط علی - معلولی میان آن‌ها انجام شد. نتایج تحلیل مضمون در گام نخست، به استخراج ۶۲ کد اولیه انجامید که پس از تلفیق، در قالب ۱۰ شاخص محوری دسته‌بندی شد: اتوماسیون وظایف، تجزیه و تحلیل داده‌های مالی، تشخیص تقلب و حذف خطاها، افزایش دقت و کارایی، پیش‌بینی روندهای مالی، صرفه‌جویی در زمان، بهبود کنترل داخلی، کاهش نیروی کار، بهبود کیفیت حسابرسی و حسابرسی به‌موقع. این شاخص‌ها متعاقباً با بهره‌گیری از روش دلفی فازی غربالگری و رتبه‌بندی شدند که اجماع قاطع خبرگان را بر سر اعتبار و اهمیت تمامی مؤلفه‌ها تأیید کرد و به دلیل نزدیکی امتیازهای فازی‌زدایی‌شده در دور دوم، به فرایند خاتمه داد. در مرحله بعد، با استفاده از تکنیک دیماتل، روابط علی - معلولی و شدت تأثیرگذاری متقابل این ۱۰ شاخص کلیدی بر یکدیگر تحلیل شد. نتایج ماتریس رابطه کل نشان داد که «تشخیص تقلب و حذف خطاها» و «اتوماسیون وظایف» بیشترین قدرت تأثیرگذاری کل (اعم از مستقیم و غیرمستقیم) را بر سایر مؤلفه‌ها دارند، در حالی که «بهبود کیفیت حسابرسی»، از بیشترین میزان تأثیرپذیری برخوردار است. تحلیل شاخص‌های D-R نشان داد که «پیش‌بینی روندهای مالی» علی‌ترین عامل و عواملی همچون «صرفه‌جویی در زمان»، «بهبود کنترل داخلی» و «حسابرسی به‌موقع» بیشتر در نقش معلول قرار دارند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که هوش مصنوعی، از طریق سازوکارهای لایه‌لایه و زنجیره‌ای، ابتدا وظایف را اتوماسیون و تقلب را شناسایی می‌کند؛ سپس این بهبودها به‌صورت غیرمستقیم به ارتقای کیفیت نهایی حسابرسی و کاهش ریسک‌های مالی منجر می‌شوند. همچنین، بر اساس کدهای تأیید شده خبرگان، هوش مصنوعی در این مطالعه نه فقط به معنای تحلیل داده، بلکه به‌عنوان مجموعه‌ای جامع از فناوری‌های داده‌محور و رباتیک (شامل ML و NLP) که توانایی تحول در فرایندهای حسابرسی را دارند، تعریف و به‌کار گرفته شده است. یافته‌ها حاکی از آن است که هوش مصنوعی، در توانمندسازی حساب‌رسان برای ارائه اظهارنظر معتبر نقش مستقیمی ایفا می‌کند. این توانمندسازی، به‌واسطه بهبود عمیق شواهد حسابرسی حاصل می‌شود؛ استدلالی که از تأیید قاطع شاخص‌هایی نظیر «تجزیه و تحلیل عمیق داده‌ها»، «تجزیه داده به واحدهای جزئی» و «صحت تحلیل» در فرایند دلفی فازی نشئت می‌گیرد. این شاخص‌ها نشان می‌دهند که هوش مصنوعی توانایی تولید شواهدی با عمق، گستره و قابلیت اتکای بیشتر را دارد که فراتر از توانایی‌های نمونه‌گیری سنتی است. علاوه‌براین، ارتقای کارایی که در شاخص‌های «افزایش دقت و کارایی» و «حسابرسی به‌موقع» متجلی است، به حساب‌رسان امکان می‌دهد تا ماهیت، زمان‌بندی و گستره روش‌های حسابرسی را به‌صورت بهینه تخصیص دهند. این ارتقای کیفیت شواهد و کارایی، به کاهش مؤثر ریسک کشف منجر می‌شود. این استنتاج بر اساس مدل ریسک حسابرسی کاملاً موجه است؛ زیرا کاهش DR به‌صورت ریاضی ریسک کل حسابرسی را پایین می‌آورد و به‌طور مستقیم احتمال صدور اظهارنظر مناسب و معتبر را افزایش می‌دهد. ارزیابی ریسک که اساس استراتژی حسابرسی را در مرحله برنامه‌ریزی تشکیل می‌دهد، با ورود هوش مصنوعی دچار تحولی عمیق می‌شود. این استدلال بر اساس پذیرش شاخص‌های پیشرفته توسط خبرگان در مرحله دلفی توجیه می‌شود؛ به این صورت که شاخص‌های تأییدشده مانند «پیش‌بینی روندهای مالی» و «تشخیص تقلب و حذف خطاها» با امتیاز بالا، به وضوح بر توانایی‌های تحلیلی جدید

تأکید دارند. دستیابی به این شاخص‌ها، در واقع مستلزم استفاده از فناوری‌های پیشرفته هوش مصنوعی مانند یادگیری عمیق و شبکه‌های عصبی مصنوعی است که قابلیت‌های بی‌سابقه‌ای برای تجزیه و تحلیل مجموعه داده‌های گسترده (شامل داده‌های ساختاریافته و بدون ساختار)، شناسایی الگوهای پیچیده و تشخیص ناهنجاری‌ها را فراهم می‌کنند. این توجیه فنی، استدلال پژوهش را از یک ادعای کلی، به یک نتیجه‌گیری مبتنی بر داده‌های خبرگی تبدیل می‌کند. علاوه بر این، تجهیز نرم‌افزارهای حسابرسی به ابزارهایی نظیر پردازش زبان طبیعی و یادگیری ماشین که توسط خبرگان تأیید شده است، امکان تحلیل کامل اسناد بدون ساختار (مانند فاکتورها و قراردادهای) را فراهم و شناسایی ارقام غیرمنتظره یا مشکوک را تسهیل می‌کند که در نهایت، به توضیح‌پذیری هوش مصنوعی در فرایندهای حسابرسی و ارتقای کیفیت آن کمک می‌کند. مقایسه نتایج با پژوهش‌های پیشین، نشان‌دهنده هم‌راستایی و تمایزهای مهمی است. نتایج با یافته‌های میتان (۲۰۲۴) و کونکورو و همکاران (۲۰۲۳)، در زمینه بهبود کیفیت حسابرسی و عملکرد حسابرسان به کمک هوش مصنوعی هم‌سو است. همچنین، هم‌خوانی نتایج با علامی (۲۰۲۲)، بر نقش هوش مصنوعی در تقویت کنترل‌های داخلی و با هودا و همکاران (۲۰۲۰) بر عملکرد بالای الگوریتم‌های ML در پیش‌بینی تقلب، نشان‌دهنده اعتبار خارجی و زیاد یافته‌های این پژوهش است. در داخل کشور نیز، نتایج با پژوهش‌های خسروانی و همکاران (۱۴۰۳) و ملکیان و همکاران (۱۴۰۳) در زمینه پیش‌بینی ریسک‌های مالی و کشف تقلب توسط هوش مصنوعی هم‌راستا است و ادراک مثبت حسابرسان داخلی (نریمانی و همت‌فر، ۱۴۰۳) از سودمندی هوش مصنوعی را تأیید می‌کند. با این حال، نوآوری شایان توجه این پژوهش، در ارائه الگویی جامع نهفته است که بر خلاف اغلب مطالعات پیشین که تنها بر جنبه‌های خاص (مانند تقلب یا کیفیت) متمرکز بودند، کل فرایند حسابرسی مستقل را دربرمی‌گیرد و با استفاده از دیماتل، روابط علی و معلولی بین عوامل تأثیرگذار را به صورت کمی شفاف می‌سازد.

با توجه به اهمیت محوری به‌کارگیری هوش مصنوعی در حسابرسی مستقل و بر اساس یافته‌های تحلیل دیماتل، پیشنهادها برای عملی و کاربردی متعددی برای ذی‌نفعان ارائه می‌شود. برای مؤسسه‌های حسابرسی و حسابرسان مستقل، با توجه به نقش محوری «تشخیص تقلب و حذف خطاها» و «اتوماسیون وظایف»، به عنوان عوامل با بیشترین تأثیرگذاری کل، سرمایه‌گذاری اولویت‌دار در ابزارهای هوش مصنوعی مجهز به الگوریتم‌های یادگیری ماشین و پردازش زبان طبیعی، برای شناسایی خودکار ناهنجاری‌ها و اتوماسیون وظایف تکراری توصیه می‌شود.

استفاده از سیستم‌های پیش‌بینی مبتنی بر هوش مصنوعی (با توجه به نقش علی «پیش‌بینی روندهای مالی») برای ارزیابی ریسک در مرحله برنامه‌ریزی حسابرسی و تخصیص بهینه منابع ضروری است. برای شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس و سازمان‌های دارای الزام حسابرسی، استقرار سیستم‌های کنترل داخلی مبتنی بر هوش مصنوعی که به صورت مستمر تراکنش‌ها را پایش و ناهنجاری‌ها را گزارش کنند (با توجه به اینکه «بهبود کنترل داخلی» از عوامل تابع شناسایی شده است که از بهبود سایر مؤلفه‌ها تغذیه می‌شود) و سرمایه‌گذاری در آموزش کارکنان مالی و حسابداری برای کار با ابزارهای هوش مصنوعی و تفسیر خروجی‌های آن‌ها توصیه می‌شود.

برای سازمان حسابرسی و نهادهای نظارتی (سازمان بورس و اوراق بهادار، جامعه حسابداران رسمی)، تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های کاربرد هوش مصنوعی در حسابرسی با تأکید بر شفافیت، توضیح‌پذیری و اخلاق حرفه‌ای و

ایجاد الزام برای افشای میزان و نحوه استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی در گزارش‌های حسابرسی، به‌منظور افزایش اعتماد ذی‌نفعان ضروری است.

برای مراکز آموزشی و دانشگاه‌ها، بازنگری برنامه‌های درسی رشته حسابداری و حسابرسی با افزودن دروس مرتبط با تحلیل داده، یادگیری ماشین و کاربردهای هوش مصنوعی در حسابرسی و برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت و کارگاه‌های عملی برای حسابرسان شاغل جهت ارتقای مهارت‌های فناورانه پیشنهاد می‌شود.

این پژوهش با محدودیت‌هایی مواجه بود که باید در تفسیر نتایج مدنظر قرار گیرند. محدودیت‌های اصلی به‌طور مستقیم از انتخاب روش‌شناسی کیفی و ترکیبی ناشی می‌شود:

نخست، محدودیت جامعه آماری به نمونه‌ای خاص (به‌دلیل نمونه‌گیری هدفمند) ممکن است تنوع کامل دیدگاه‌ها را منعکس نکند و تعمیم‌پذیری آماری را محدود سازد.

دوم، تفاوت در ویژگی‌های فردی پاسخ‌دهندگان، اگرچه از طریق روش دلفی فازی تلاش شد کاهش یابد، همچنان می‌تواند بر یکنواختی داده‌های جمع‌آوری شده اثر بگذارد.

سوم، عدم بررسی اثرهای بلندمدت هوش مصنوعی بر فرایندها و ریسک‌های مالی، به‌دلیل ماهیت مقطعی پژوهش، تصویر جامعی از پایداری این فناوری ارائه نمی‌دهد.

چهارم، روش دیماتل بر اساس قضاوت خبرگان است و ممکن است تمامی پیچیدگی‌های واقعی روابط را منعکس نکند.

پژوهشگران آتی می‌توانند با انجام مطالعات طولی به بررسی تأثیرهای بلندمدت هوش مصنوعی بر کیفیت حسابرسی و ریسک‌های مالی بپردازند و با استفاده از روش‌های کمی تطبیقی (مانند مقایسه عملکرد ANN و SVM در ارزیابی ریسک مالی)، برای اعتبارسنجی تجربی یافته‌های این پژوهش، بررسی تطبیقی کاربرد هوش مصنوعی در حسابرسی بین کشورهای مختلف با سطوح متفاوت توسعه فناوری و مطالعه موردی پیاده‌سازی سیستم‌های هوش مصنوعی در مؤسسه‌های حسابرسی و ارزیابی کمی تأثیر آن بر شاخص‌های عملکردی، این محدودیت‌ها را برطرف سازند.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی ندارند.

سیاسگزاری

از صاحب‌نظرانی که در انجام این پژوهش همکاری کردند، قدردانی و تشکر می‌شود.

منابع

ایران‌مهد، محسن؛ بهارمقدم، مهدی و اوسعیدی، مینا (۱۴۰۳). شناسایی عوامل مؤثر بر نگرش پذیرش ابزارها و تکنیک‌های حسابرسی مبتنی بر رایانه به‌کمک تحلیل مضمون. *فصلنامه علمی اقتصاد و بانکداری اسلامی*، ۴۸، ۲۶۵-۲۸۶.

- جامعی، رضا؛ هلهشی، مهران و حاجی عیدی، عبدالله (۱۳۹۱). بررسی تأثیر عملکرد مدیران بر اظهارنظر حسابرس مستقل در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، ۱۹(۴)، ۱-۱۴.
- خسروانی، آرزو؛ قهرمانی، محمد و باباخانیان، زهرا (۱۴۰۳). پیش‌بینی و تحلیل فرارسیدن ریسک‌های مالی با استفاده از شبکه‌های عصبی هوش مصنوعی. *رویکردهای پژوهشی نوین مدیریت و حسابداری*، ۸(۲۹)، ۲۳۳-۲۴۸.
- دربندی، یاشار؛ اولاد غفاری، حمید و خلفی، سپیده (۱۴۰۳). بررسی نقش هوش مصنوعی بر توانایی و استقلال حسابرس. *رویکردهای پژوهشی نوین مدیریت و حسابداری*، ۸(۲۹)، ۱۰۵-۱۲۱.
- صفرزاده بندری، محمدحسین؛ عرب مازار یزدی، محمد و هوشمند کاشانی، عباس (۱۳۹۹). تأثیر اندازه مؤسسه حسابرسی و رده سازمانی حسابرسان بر استدلال‌های اخلاقی حسابرسان مستقل در مراحل مختلف نظریه رشد اخلاقی کالبرگ. *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، ۲۷(۴)، ۶۲۴-۶۴۸.
- گلجانی، مهرداد؛ علیخانی، رضیه؛ مران جوری، مهدی و فلاح، رضا (۱۴۰۰). طراحی مدل فراترکیب عوامل مؤثر بر توسعه حسابداری در ایران. *پژوهش‌های حسابداری مالی و حسابرسی*، ۱۳(۵۰)، ۲۰۷-۲۲۷.
- محمدی، پویان؛ جاویدمهر، حسین؛ طهماسبی، الیاس (۱۴۰۳). کاربرد هوش مصنوعی در حسابرسی؛ مزایا و چالش‌ها. *مدیریت و حسابداری در هزاره سوم*، ۲۸(۸)، ۱۴۹-۱۶۰.
- محمدی‌نوره، شاکر؛ رحیمیان، نظام‌الدین؛ احمدی دهرشید، جمیل (۱۴۰۰). بررسی تأثیر دیجیتالی شدن بر حسابرسان مستقل و مؤسسات حسابرسی در ایران. *پژوهش‌های حسابرسی حرفه‌ای*، ۳(۱)، ۱۵۱-۱۷۶.
- ملکیان، اسفندیار؛ اقبال صفت رونقی، اسماعیل؛ قمری مقدم، امین و ملکیان، مصطفی (۱۴۰۳). ارائه روشی برای کشف تقلب در صورت‌های مالی شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران به کمک الگوریتم‌های یادگیری ماشین و درخت تصمیم بهینه شده. *حسابداری، حسابرسی و تأمین مالی در محیط‌های اسلامی*، ۲(۵)، ۶۰-۹۵.
- میرزاپور، مانا (۱۴۰۲). مروری بر اثرات هوش مصنوعی بر اهداف حسابرسی صورت‌های مالی. *همایش پژوهش‌های مدیریت و علوم انسانی در ایران*.
- نیرماني، نگار؛ همت‌فر، محمود (۱۴۰۳). تجزیه و تحلیل ادراک حسابرسان از هوش مصنوعی و سهم آن در کیفیت حسابرسی. *نخبگان علوم و مهندسی*، ۴۷(۹)، ۱۷-۲۹.

References

- Allami, F. A. J. (2020). The Impact of Artificial Intelligence Applications on the Performance of the External Audit Profession. *profession*, 13(5).
- Allami, F. A. J. (2022). The use of external auditor to data mining as an artificial intelligence technology to examine the internal control systems in an electronic business environment. *Czech Journal of Multidisciplinary Innovations*, 9, 1-13.
- 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.

- Arnaboldi, M., Busco, C. & Cuganesan, S. (2019). Accounting, accountability, social media and big data: Revolution or hype? *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 32(3), 762-776.
- Baldwin, A. A., Brown, C. E. & Trinkle, B. S. (2022). Opportunities for artificial intelligence development in the accounting domain: The case for auditing. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 27(2), 100-120.
- Braun, V. & Clarke, V. (2015). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006) Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3 (2), 77-101.
- Cahyadi, N. & van der Wal, R. (2020). *A case study on the Big 4 Firms: Impact of Artificial Intelligence on the work of external auditors*. Business Economics. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2105/53696>.
- Darbandi, Y. & Olad Ghaffari, H. & Kholfi, S. (2024). Investigating the role of artificial intelligence on the auditor's ability and independence. *New Research Approaches in Management and Accounting*, 8(29), 105-11. (in Persian)
- Fleiss, J. L., Levin, B. & Cho, M. K. (2003). *Statistical methods for rates and proportions*. (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Gepp, A., Linnenluecke, M. K., O'Neill, T. J. & Smith, T. (2018). Big data techniques in auditing research and practice: Current trends and future opportunities. *Journal of Accounting Literature*, 40, 102-115.
- Goleyjani, M., Alikhani, R., Mraanjory, M., Fallah, R (2021). Designing a Hybrid Model of Factors Affecting Accounting Development in Iran. *Financial accounting and auditing research*, 13(50), 207-227. (in Persian)
- Handoko, B. L. & Liusman, S. (2021, July). Analysis of external auditor intentions in adopting artificial intelligence as fraud detection with the unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT) approach. In *Proceedings of the 2021 12th International Conference on E-business, Management and Economics* (pp. 96-103).
- Hasan, A. R. (2022). Artificial intelligence (AI) in accounting & auditing: A literature review. *Open Journal of Business and Management*, 10(1), 440-465.
- Hashimoto, K. (2020). Unpacking the black box of artificial intelligence for audit. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 17(1), 73-86.
- Hooda, N., Bawa, S. & Rana, P. S. (2020). Optimizing fraudulent firm prediction using ensemble machine learning: A case study of an external audit. *Applied Artificial Intelligence*, 34(1), 20-30.
- Hossain, M. S., Rahman, M., Rahman, A. & Kabir, M. M. (2025). Automatic navigation and self-driving technology in agricultural machinery: A state-of-the-art systematic review. *IEEE Access*, (99), 1-1.
- Huang, F. & Vasarhelyi, M. A. (2019). Applying robotic process automation (RPA) in auditing: A framework. *International Journal of Accounting Information Systems*, 35, 100433.

- Iran Mahd, M., Bahar Moghadam, M., Abu Saeidi, M (2024). Identifying factors affecting the attitude towards the acceptance of computer-based auditing tools and techniques using the content analysis technique. *Quarterly Journal of Islamic Economics and Banking*, 48, 265-286. (in Persian)
- 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.
- Jamei, R., Halashi, M. & Hajiaidy, A. (2013). Effectiveness of Manager's Performance on Independent Auditor's Opinion in Listed Companies of Tehran Stock Exchange. *Accounting and Auditing Review*, 19(4), 1-14. doi: 10.22059/acctgrev.2020.73218 (in Persian)
- Khosrovani, A. & GHahremani, M. & Babakhan, Z. (2024). Predicting and analyzing the arrival of financial risks using artificial intelligence neural networks. *New Research Approaches in Management and Accounting*, 8(29), 248-233. (in Persian)
- 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.
- Kruskopf, S., Lobbas, C., Meinander, H., Söderling, K., Martikainen, M. & Lehner, O. (2019). Digital accounting and the human factor: Theory and practice. *ACRN Journal of Finance and Risk Perspectives*, 8(1), 78-89.
- Kuncoro, E. A., Lindrianasari, L. & Fatmasari, A. (2023). Artificial Intelligence and the Role of External Auditor in Indonesia. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 426, p. 02122). EDP Sciences.
- Landis, J. R. & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159-174.
- Lois, P., Drogalas, G., Karagiorgos, A. & Tsikalakis, K. (2020). Internal audits in the digital era: opportunities risks and challenges. *EuroMed Journal of Business*, 15(2), 205-217.
- Malekian, E., Eghbal Sefat Ronaghi, E., Ghamari Moghaddam, A. & Malekian, M. (2024). Providing a method to detect fraud in the financial statements of companies active in the Tehran Stock Exchange using machine learning algorithms and optimized decision trees. *Iranian Journal of Accounting, Auditing and Finance in the Islamic Environment*, 2(5), 60- 95. doi: 10.22034/aafie.2024.413225.1033 (in Persian)
- Manita, R., Elommal, N., Baudier, P. & Hikkerova, L. (2020). The digital transformation of external audit and its impact on corporate governance. *Technological Forecasting and Social Change*, 150, 119751.
- Mirzapour, M. (2022). A review of the effect of artificial intelligence on the objectives of auditing financial statements. *Conference on management and humanities researches in Iran*. (in Persian)
- Mitan, J. (2024). *Enhancing audit quality through artificial intelligence: an external auditing perspective*. Accounting Undergraduate Honors Theses Retrieved from <https://scholarworks.uark.edu/acctuht/58>.

- Mohammadi, P., Javidmehr, H., Tahmasebi, E. (2024). Application of artificial intelligence in auditing; Advantages and Challenges. *Management and accounting in the third millennium*, 28(8), 149-160. (in Persian)
- Mohammady Navareh, S., Rahimian, N. & Ahmadi Dehrashid, J. (2021). Investigating the Impact of Digitalization on Independent Auditors and Auditing firms in Iran. *Professional Auditing Research*, 1(3), 150-176. doi: 10.22034/arj.2021.247704. (in Persian)
- Mpofu, F. (2023). The application of Artificial Intelligence in external auditing and its implications on audit quality? A review of the ongoing debates. *International Journal of Research in Business and Social Science* (2147-4478), 12(9), 496-512.
- Munoko, I., Brown-Liburd, H. L. & Vasarhelyi, M. (2020). The ethical implications of using artificial intelligence in auditing. *Journal of Business Ethics*, 167(2), 209-234.
- Narimani, N., Hemmat Far, M. (2024). Analysis of auditor's perception of artificial intelligence and its contribution to audit quality. *Journal of Science and Engineering Elites*, 9(2), 17-29. (in Persian)
- Noordin, N. A., Hussainey, K. & Hayek, A. F. (2022). The use of artificial intelligence and audit quality: An analysis from the perspectives of external auditors in the UAE. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(8), 339.
- Omoteso, K. (2016). *Audit effectiveness: Meeting the IT challenge*. Routledge.
- Pleşa, T. L., Popescu, C. & Pleşa, I. T. (2023). From Digitization to Artificial Intelligence in External Public Audit. *Valahian Journal of Economic Studies*, 14(1), 47-59.
- Rose, A. M., Rose, J. M., Sanderson, K. A. & Thibodeau, J. C. (2019). When should audit firms introduce analyses of big data into the audit process? *Journal of Information Systems*, 33(2), 67-82.
- Safarzadeh Bondari, M. H., Arab Mazar Yzadi, M. & Hooshmand Kashani, A. (2021). A Survey on the Effect of Auditing Firm's Size and the Organizational Level of Auditors on the Ethical Reasoning at Different Stages of Kohlberg's Theory of Cognitive Moral Development. *Accounting and Auditing Review*, 27(4), 624-648. doi: 10.22059/acctgrev.2021.80476 (in Persian)
- Sutton, S. G., Holt, M. & Arnold, V. (2016). "The reports of my death are greatly exaggerated"—Artificial intelligence research in accounting. *International Journal of Accounting Information Systems*, 22, 60-73.
- Wang, J. C., Huang, K. T. & Ko, M. Y. (2019). Using the Fuzzy Delphi Method to study the construction needs of an elementary campus and achieve sustainability. *Sustainability*, 11(23), 6852.
- West, J. & Bhattacharya, M. (2016). Intelligent financial fraud detection: A comprehensive review. *Computers & Security*, 57, 47-66.
- Zhang, C., Dai, J. & Vasarhelyi, M. A. (2020). The impact of disruptive technologies on accounting and auditing education: How should the profession adapt? *CPA Journal*, 90(3), 16-21.