The Transformation of Information Technology Auditing in the Age of Automation

Esmaeil Amiri[1] , jamil ebrahimi[2]

Abstract

This study aims to explain the transformation of information technology (IT) auditing in the age of automation through a systematic literature review based on the PRISMA framework. Of the 428 records identified in Scopus, Web of Science, and Google Scholar, 28 studies were selected for final analysis following screening. The findings indicate that this transformation occurs across three dimensions: methods, roles, and competencies. At the methodological level, automation has transformed auditing by shifting from periodic, sample-based testing toward whole-population data analysis and continuous monitoring. It supports processes such as evidence collection, control testing, log analysis, anomaly detection, and reporting. Robotic process automation, data analytics, process mining, and machine learning each serve distinct functions in these processes; however, their outputs do not replace auditors' professional judgment. Moreover, the relationship between investment in artificial intelligence and audit quality is not necessarily causal. At the role level, the reduction of repetitive tasks increases the importance of rule design, exception evaluation, and professional judgment, highlighting the need to reconsider how novice auditors acquire practical experience. At the competency level, integrating accounting, technology, and data science knowledge while maintaining professional skepticism is essential. Skills gaps, limited transparency of tools, regulatory lag, and data security risks are interconnected challenges associated with this transformation. Overall, effective automation requires integrating technology with human expertise and fostering coordination among auditors, audit firms, and standard-setting bodies.

1. Introduction

The rapid integration of advanced technologies particularly artificial intelligence, machine learning, robotic process automation (RPA), data analytics, and process mining has fundamentally reshaped organizational

[1] Assistant Professor, Department of Accounting, Faculty of Humanities, University of Jiroft, Jiroft, Iran. Corresponding Author. (Esmaeilamiri@ujiroft.ac.ir).
[2] Assistant Professor, Department of Accounting, Faculty of Social Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran. (J.ebrahimi@razi.ac.ir).

operations and, consequently, the practice of information technology (IT) auditing. Traditional sample-based and periodic audit approaches are increasingly inadequate in environments characterized by high data volumes, complex digital infrastructures, and elevated cybersecurity risks. While the existing literature has examined individual technologies and their operational benefits, a comprehensive and structured understanding of how IT auditing as a specialized domain is being transformed across methods, roles, competencies, and quality dimensions remains limited. This study addresses this gap by systematically reviewing and synthesizing the literature on the transformation of IT auditing in the age of automation, with particular attention to the interplay between technological capabilities and professional judgment.

2. Materials and Methods

This research adopts a qualitative systematic literature review approach guided by the PRISMA framework. The review process consisted of four main stages: identification, screening, eligibility assessment, and inclusion. A total of 428 records were initially identified through searches in Scopus, Web of Science and Google Scholar. After removal of 86 duplicates, 342 records proceeded to title and abstract screening, during which 261 studies were excluded for lack of relevance or inappropriate study type. Full-text assessment of the remaining 81 articles led to the exclusion of 53 studies due to insufficient relevance, methodological limitations, or unavailability of the full text. Ultimately, 28 studies that fully met the predefined inclusion criteria were retained for in-depth analysis and synthesis. The selected literature covers topics including continuous auditing, RPA, artificial intelligence and machine learning applications, data analytics, process mining, audit quality implications, competence requirements, and regulatory challenges in IT auditing.

3. Results and Discussion

The synthesis of the 28 studies reveals that the transformation of IT auditing unfolds across three interconnected levels: method, role, and competence. At the method level, automation shifts auditing from traditional sample-based and periodic testing toward full-population testing and near-real-time continuous monitoring. This shift is observable across the entire audit process chain: risk-based planning (through continuous calculation of key risk indicators and threshold-based prioritization), automated evidence collection, testing of controls and access rights (comparison against baselines and segregation-of-duties matrices), change management review (matching deployments to

authorized requests), log analysis and anomaly detection (using correlation rules and outlier-detection algorithms), and structured, traceable reporting. Technologies such as RPA, advanced data analytics, process mining, and machine learning each perform specialized functions, yet their outputs serve exclusively as inputs for the auditor's professional evaluation rather than as autonomous conclusions.

The relationship between automation and audit quality is conditional rather than absolute. Evidence indicates that higher firm-level investment in artificial intelligence is associated with improved audit quality indicators (for example, fewer financial statement restatements); however, this association remains correlational and context-dependent. Continuous monitoring systems have been shown to detect anomalies significantly faster than traditional methods, yet the reliability of automated outputs is contingent upon data quality, model transparency, and human oversight.

At the role level, automation does not eliminate the auditor but reconfigures the nature of audit work. Routine, rule-based tasks diminish, while emphasis increases on rule design, exception evaluation, and the exercise of professional judgment. This shift reduces the volume of entry-level positions that historically served as the primary training ground for professional judgment, thereby creating a structural need for alternative developmental pathways for novice auditors.

At the competence level, contemporary IT auditors require an integrated set of capabilities spanning accounting and auditing knowledge, technological proficiency, and data science skills. Maintaining professional skepticism is particularly critical, as behavioral evidence demonstrates both undue reliance on automated outputs and inappropriate under-weighting of AI-generated contradictory evidence. Competence gaps, algorithmic opacity ("black-box" models), regulatory lag, data-security risks, and organizational resistance mutually reinforce one another, rendering single-dimensional interventions insufficient.

4. Conclusion

The systematic review demonstrates that automation functions as a powerful complement to rather than a substitute for professional judgment in IT auditing. Realizing its benefits while mitigating associated risks requires a comprehensive approach that integrates technological capabilities with human expertise. Key requirements include rigorous process selection based on technical, economic, and risk criteria; continuous human oversight and documentation of automated outputs; robust data governance; systematic development of the triple competence set (accounting–technology–data); and coordinated action among

individual auditors, audit firms, and standard-setting bodies. Future research should further examine standardized methodologies for auditing smart contracts and blockchain environments, the development of inherently interpretable AI models suitable for high-stakes audit decisions, and the evolution of auditing standards in response to rapid technological change.

Keywords: Information Technology Auditing, Continuous Auditing, Competence Gap, Professional Skepticism, Algorithmic Bias, Systematic Literature Review

JEL Classification: M42, O33, M15, C88, M41

in Press

تحول حسابرسی فناوری اطلاعات در عصر خودکارسازی

اسماعیل امیری[1]، جمیل ابراهیمی[2]

چکیده

این پژوهش با هدف تبیین تحول حسابرسی فناوری اطلاعات در عصر خودکارسازی، از روش مرور سیستماتیک ادبیات بر اساس چارچوب پریزما استفاده کرده است. از میان ۴۲۸ رکورد شناسایی‌شده در پایگاه‌های اسکوپوس، وب‌آوساینس و گوگل اسکالر، پس از غربالگری، ۲۸ مطالعه برای تحلیل نهایی انتخاب شدند. یافته‌ها نشان می‌دهد این تحول در سه سطح روش، نقش و شایستگی رخ داده است. در سطح روش، خودکارسازی با گذار از آزمون نمونه‌ای و دوره‌ای به تحلیل کل جامعه داده‌ها و پایش مستمر، فرایندهایی مانند جمع‌آوری شواهد، آزمون کنترل‌ها، تحلیل لاگ‌ها، کشف ناهنجاری و گزارش‌دهی را متحول کرده است. خودکارسازی فرایندهای رباتیک، تحلیل داده‌ها، فرایندکاوی و یادگیری ماشین، هر یک کارکرد متفاوتی در این فرایند دارند؛ بااین‌حال، خروجی آن‌ها جایگزین قضاوت حرفه‌ای حسابرس نیست. همچنین، رابطه سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی و کیفیت حسابرسی لزوماً علّی نیست. در سطح نقش، کاهش وظایف تکراری، اهمیت طراحی قواعد، ارزیابی استثناها و قضاوت حرفه‌ای را افزایش می‌دهد و ضرورت بازنگری در مسیر کسب تجربه حسابرسان تازه‌کار را مطرح می‌سازد. در سطح شایستگی، تلفیق دانش حسابداری، فناوری و علم داده‌ها، همراه با حفظ تردید حرفه‌ای، ضروری است. شکاف مهارتی، ابهام در عملکرد ابزارها، عقب‌ماندگی مقررات و مخاطرات امنیت داده‌ها نیز چالش‌های مرتبط این تحول‌اند. در مجموع، بهره‌گیری اثربخش از خودکارسازی مستلزم یکپارچه‌سازی فناوری و تخصص انسانی و هماهنگی میان حسابرسان، مؤسسات حسابرسی و نهادهای استانداردگذار است.

واژگان کلیدی: *حسابرسی فناوری اطلاعات، حسابرسی مستمر، شکاف شایستگی، تردید حرفه‌ای، سوگیری الگوریتمی، مرور سیستماتیک ادبیات*

طبقه‌بندی موضوعی: M42, O33, M15, C88, M41

[1] استادیار،گروه حسابداری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران. نویسنده مسئول (Esmaeilamiri@ujiroft.ac.ir)

[2] استادیار حسابداری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. (J.ebrahimi@razi.ac.ir) .

in Press

مقدمه

در عصر دیجیتال کنونی، اتکای فزاینده صنایع مختلف به فناوری‌های پیشرفته، به‌ویژه در حوزه حسابرسی فناوری اطلاعات، به یکی از ویژگی‌های بارز عملیات سازمانی تبدیل شده است. هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و خودکارسازی فرایندهای رباتیک، سطوح بی‌سابقه‌ای از کارایی، دقت و صرفه‌جویی هزینه را به فرایندهای حسابرسی وارد کرده‌اند (سثیبه و نایدو[1]، ۲۰۲۲: ۳). در عین حال، این تحولات، پرسش‌های بنیادینی را درباره آینده نیروی انسانی و ساختار حرفه‌ها مطرح ساخته‌اند. بحث‌های گسترده‌ای در جریان است مبنی بر اینکه آیا فناوری در نهایت جایگزین نیروی انسانی خواهد شد یا خیر؛ چراکه فناوری به‌طور مداوم در حال تکامل و پیچیده‌تر شدن است (بوستروم[2]، ۲۰۱۴: ۲۵۱؛ بریین‌یولفسون و مک‌آفی[3]، ۲۰۱۴: ۴۸۲ ؛ فورد[4]، ۲۰۱۵: ۱۵۱). پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که خودکارسازی و رباتیک بسیاری از مشاغل را جایگزین و مشاغل جدیدی ایجاد خواهند کرد، اما در مجموع، تعداد مشاغل ممکن است کاهش یابد (مانیکا و همکاران[5]، ۳۵۱:۲۰۱۷). بریین‌یولفسون و مک‌آفی (۲۰۱۴: ۴۱۵) تأکید می‌کنند که « خودکارسازی و رباتیک احتمالاً جایگزین مشاغلی با تعاریف محدود خواهند شد؛ مشاغلی که شامل وظایف محدود و تکراری هستند، زیرا چنین نقش‌هایی به فرایندهای قابل پیش‌بینی و مبتنی بر قواعد متکی‌اند که برنامه‌ریزی آن‌ها برای ربات‌ها بسیار آسان‌تر از کارهای متغیر یا خلاقانه است». اگرچه ربات‌ها در انجام وظایف تکراری و قاعده‌مند عملکرد ممتازی دارند، فاقد خلاقیت انسانی هستند؛ خلاقیتی که در خلق کالاها، خدمات و صنایع جدید نقشی محوری ایفا می‌کند (لوندبرگ و لی[6]، ۲۰۱۷: ۴۷۶۸). از این رو، ایجاد محیطی که در آن انسان و ماشین بتوانند به‌صورت مکمل و هم‌افزا عمل کنند، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است.

حرفه حسابرسی نیز از این موج تحولات، مستثنی نبوده است. هرچند حسابرسی همواره کوشیده است خود را با پیشرفت‌های فناورانه همسو سازد، سرعت و عمق تغییرات در عصر

[1] Sethibe & Naidoo
[2] Bostrom
[3] Brynjolfsson & McAfee
[4] Ford
[5] Manyika et al.
[6] Lundberg & Lee

in Press

دیجیتال کنونی بی‌سابقه بوده و ضرورت بازتعریف نقش‌ها، روش‌شناسی‌ها و مجموعه مهارت‌های حرفه‌ای را بیش از پیش آشکار ساخته است. به‌کارگیری فناوری‌های نوظهور می‌تواند اثربخشی و کارایی حسابرسی را به‌طور چشمگیری ارتقا دهد (مک‌گرگور و کارپنتر[1]، ۲۰۲۰: ۴۸). ابزارهایی همچون هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، خودکارسازی فرایندهای رباتیک و تحلیل داده‌های پیشرفته، امکان پردازش حجم عظیمی از داده‌ها را فراهم آورده و دامنه حسابرسی را از آزمون‌های نمونه‌ای به سمت بررسی جامع و تقریباً بلادرنگ معاملات گسترش داده‌اند (المغرشی و همکاران[2]، ۲۰۲۳: ۱۴؛ اپلبام و همکاران[3]، ۲۰۱۷: ۸). سیستم‌های پایش مستمر توانسته‌اند ناهنجاری‌ها را تا ۸۹ درصد سریع‌تر از روش‌های سنتی شناسایی کنند (کوکینا و داونپورت[4]، ۲۰۱۷: ۱۱۶؛ واشارْهلی و همکاران، ۲۰۱۵: ۳۸۴؛ دوپِمو[5]، ۲۰۲۶: ۲۷).

در این میان، آینده حسابرسی فناوری اطلاعات نه بر اساس تقابل انسان و ماشین، بلکه بر پایه همکاری راهبردی میان آن‌ها شکل خواهد گرفت. فناوری در این نگاه، ابزاری برای تقویت قضاوت حرفه‌ای حسابرس است، نه جایگزین آن. شنایدرمن[6] (۲۰۲۲: ۵۴۱) تأکید می‌کند که « خودکارسازی باید مکمل قضاوت انسانی باشد، نه جایگزین آن». تحقق این همکاری مستلزم آن است که حسابرسان ضمن تسلط بر ابزارهای فناورانه، توانایی ارزیابی انتقادی خروجی‌های الگوریتمی، شناسایی سوگیری‌های احتمالی و حفظ تردید حرفه‌ای را در خود پرورش دهند (براون-لیبرد و همکاران[7]، ۲۰۱۵: ۴۵۶؛ کریست و همکاران[8]، ۲۰۲۱:۱۷۶). انجمن حسابداران رسمی آمریکا[9] (۲۰۲۰: ۱۵) نیز تصریح می‌کند که حسابرسان باید نسبت به سوگیری‌های احتمالی مدل‌ها هوشیار باشند، کیفیت داده‌ها را به‌دقت بررسی کنند و رویه‌های اعتبارسنجی مناسب برای خروجی‌های الگوریتمی به کار گیرند.

---

[1] McGregor & Carpenter
[2] Almagrashi et al
[3] Appelbaum et al
[4] Kokina & Davenport
[5] Dopemu
[6] Shneiderman
[7] Brown-Liburd et al
[8] Christ et al
[9] American Institute of Certified Public Accountants

ادبیات موجود درباره خودکارسازی و هوش مصنوعی در حسابرسی عمدتاً بر جنبه‌های فنی، مزایای عملیاتی، چالش‌های نظارتی و پیامدهای کلی برای حرفه متمرکز بوده است. مطالعات کوکینا و داونپورت (۲۰۱۷: ۱۱۸) و غوش و پرزا[1] (۲۰۲۰: ۱۵۴) بیشتر به قابلیت‌های فناورانه و پیامدهای کلی پرداخته‌اند. کسّار و جیزی (۲۰۲۶: ۲۲۱): در مرور نظام‌مند خود از پیاده‌سازی هوش مصنوعی و خودکارسازی فرایندهای رباتیک در حسابداری و حسابرسی، مزایا، چالش‌ها و شکاف‌های پژوهشی را شناسایی کردند. مرورهای دیگر نیز تأکید کرده‌اند که پژوهش‌ها هنوز پراکنده است و درک جامعی از چگونگی تحول حسابرسی فناوری اطلاعات به‌عنوان یک حوزه تخصصی در عصر خودکارسازی وجود ندارد (آنوار و عکیل[2]، ۲۰۲۶: ۱۳). مطالعات اخیر (کوکینا و همکاران،۲۰۲۵ : ۴) نیز نشان می‌دهند که فناوری‌های ساده‌تر هوش مصنوعی گسترده‌تر به‌کار گرفته شده‌اند، در حالی که ابزارهای پیچیده‌تر هنوز در مراحل توسعه قرار دارند و چالش‌هایی همچون شفافیت، سوگیری الگوریتمی و اعتماد مطرح است. با وجود این پیشرفت‌ها، تصویر یکپارچه‌ای از ابعاد، محرک‌ها، چالش‌ها و پیامدهای تحول حسابرسی فناوری اطلاعات در عصر خودکارسازی هنوز به‌صورت نظام‌مند ترسیم نشده است.

مسئله پژوهش از همین نقطه نشأت می‌گیرد: با وجود گسترش روزافزون خودکارسازی در حسابرسی، درک جامع و ساختاریافته‌ای از چگونگی تحول حسابرسی فناوری اطلاعات شامل تغییرات در نقش‌ها، روش‌شناسی‌ها، مهارت‌ها، ریسک‌ها و کیفیت حسابرسی وجود ندارد. این شکاف از آن جهت حیاتی است که پیاده‌سازی موفق خودکارسازی و حفظ ارزش‌های بنیادین حرفه، نیازمند فهم دقیق از مسیر تحول این حوزه تخصصی است (کوکینا و داونپورت، ۲۰۱۷: ۱۱۷ ؛ غوش و پرزا[3]، ۲۰۲۰: ۱۵۱). همان‌گونه که آرِنز و همکاران[4] (۲۰۲۰: ۱۸۲) نشان دادند که حرفه حسابرسی با چالش ایجاد توازن میان نوآوری فناورانه و حفظ ارزش‌های بنیادین حرفه‌ای مواجه است؛ توازنی که برای حفظ اعتماد عمومی به گزارشگری مالی ضروری است.

[1] Kassar & Jizi
[2] Anwar & Akeel
[3] Ghosh & Preza
[4] Arens et al

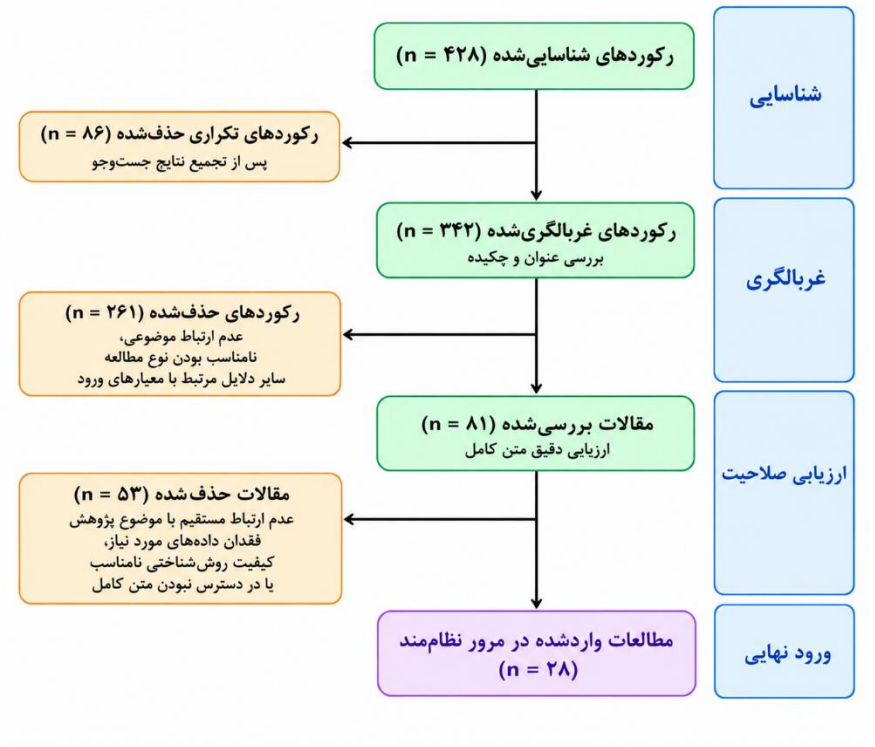
بر این اساس، سؤال پژوهش حاضر این است که «تحول حسابرسی فناوری اطلاعات در عصر خودکارسازی چگونه در ادبیات پژوهشی تبیین و مفهوم‌سازی شده است؟ پژوهش حاضر با هدف پاسخ به این سؤال، از رویکرد مرور نظام‌مند ادبیات استفاده می‌کند تا مطالعات موجود درباره تحول حسابرسی فناوری اطلاعات در عصر خودکارسازی را به‌صورت ساختاریافته شناسایی، ارزیابی و ترکیب کند. در این فرایند، ابعاد مختلف تحول، از جمله فناوری‌های مورد استفاده، تغییرات ایجادشده در فرایندهای حسابرسی، فرصت‌ها و چالش‌های خودکارسازی، پیامدهای آن برای کیفیت حسابرسی مورد توجه قرار می‌گیرد. بنابراین، این مطالعه با سازمان‌دهی و ترکیب شواهد موجود، ضمن ارائه تصویری روشن‌تر از وضعیت دانش موجود، زمینه‌های نیازمند پژوهش بیشتر و مسیرهای آینده تحقیق درباره تحول حسابرسی فناوری اطلاعات در عصر خودکارسازی را نیز مشخص می‌کند.

روش شناسی

پژوهش حاضر با رویکرد مرور نظام‌مند ادبیات انجام شد تا شواهد موجود درباره کاربرد خودکارسازی در حسابرسی فناوری اطلاعات گردآوری و سنتز شود. فرایند انتخاب مطالعات بر اساس چارچوب پریزما[1] در چهار مرحله اصلی شامل شناسایی، غربالگری، ارزیابی صلاحیت و ورود نهایی مطالعات انجام شد. به‌منظور شناسایی مطالعات مرتبط با موضوع تحول حسابرسی فناوری اطلاعات در عصر خودکارسازی، مجموعه‌ای از کلیدواژه‌ها انتخاب شدند این کلیدواژه‌ها شامل "حسابرسی فناوری اطلاعات"، "حسابرسی سیستم‌های اطلاعاتی"، " خودکارسازی حسابرسی"، "حسابرسی خودکارسازی"، "هوش مصنوعی"، "یادگیری ماشین"، " خودکارسازی فرایندهای رباتیک"، "تحول دیجیتال، فناوری‌های نوظهور"، "تحلیل داده‌های حسابرسی"، "حسابرسی مستمر" و "کنترل‌های فناوری اطلاعات" بودند. به‌منظور افزایش جامعیت جست‌وجو، واژه‌های مرتبط با استفاده از عملگرهای منطقی "و" و "یا" با یکدیگر ترکیب شدند. به این ترتیب، مطالعات مرتبط با تأثیر خودکارسازی بر فرایندهای حسابرسی شدند. در مرحله شناسایی، در مجموع ۴۲۸ رکورد از پایگاه‌های

[1] Prisma

اطلاعاتی و منابع جست‌وجوشده شامل اسکوپوس[1]، وب آو ساینس[2] و گوگل اسکالر[3] شناسایی شد. پس از تجمیع نتایج جست‌وجو و بررسی موارد تکراری، ۸۶ رکورد تکراری حذف و ۳۴۲ رکورد برای مرحله غربالگری باقی ماند. در مرحله غربالگری، عنوان و چکیده تمامی رکوردهای باقی‌مانده بررسی شد که در این مرحله ۲۶۱ مطالعه به دلیل عدم ارتباط موضوعی، نامتناسب بودن نوع مطالعه یا سایر دلایل مرتبط با معیارهای ورود حذف شدند و ۸۱ مقاله برای بررسی متن کامل باقی ماندند. در مرحله ارزیابی صلاحیت، متن کامل این ۸۱ مقاله به‌طور دقیق بررسی شد و ۵۳ مقاله به دلیل عدم ارتباط مستقیم با موضوع پژوهش، فقدان داده‌های مورد نیاز، کیفیت روش‌شناختی نامناسب یا در دسترس نبودن متن کامل حذف شدند. در نهایت، ۲۸ مطالعه که تمام معیارهای ورود را برآورده کردند، برای تحلیل نهایی در مرور نظام‌مند وارد شدند (شکل ۱).



[1] Scopus
[2] Web of Science
[3] Google Scholar

شکل ۱. فرایند انتخاب مطالعات بر اساس چارچوب پریزما

حسابرسی فناوری اطلاعات: گذار فناورانه

در فضای کسب‌وکار امروزی که به‌طور فزاینده‌ای تحت تأثیر فناوری قرار دارد، گسترش استفاده از فناوری در عملیات سازمانی، دامنه و ماهیت حسابرسی را به‌طور بنیادین دگرگون ساخته است. حسابرسی فناوری اطلاعات به‌عنوان یک حوزه تخصصی شکل گرفت تا چالش‌ها و ریسک‌های ناشی از وابستگی گزارشگری مالی به سیستم‌های اطلاعاتی را مورد توجه قرار دهد. برخلاف حسابرسی سنتی که عمدتاً بر سوابق و معاملات دستی متمرکز بود، حسابرسی فناوری اطلاعات سیستم‌های خودکار، پردازش داده‌ها، کنترل‌های دیجیتال و زیرساخت‌های پشتیبان را بررسی می‌کند (توتولی و توماس[1]، ۲۰۲۰: ۵۷۶). چارچوب اهداف کنترلی برای اطلاعات و فناوری‌های مرتبط که توسط انجمن حسابرسی و کنترل سیستم‌های اطلاعاتی ارائه شده، تأکید می‌کند که حسابرسی فناوری اطلاعات باید ارزیابی کند آیا سیستم‌های فناوری اطلاعات سازمان از دارایی‌ها محافظت می‌کنند، یکپارچگی داده‌ها را تضمین می‌نمایند و به‌طور کارآمد و اثربخش فعالیت می‌کنند یا خیر (انجمن حسابرسی و کنترل سیستم‌های اطلاعاتی[2]، ۲۰۲۶: ۷۸). حسابرسان فناوری اطلاعات، دقت داده‌های تولیدشده توسط این سیستم‌ها و همچنین امنیت، قابلیت اطمینان و حاکمیت کلی خود سیستم‌ها را ارزیابی می‌کنند (رُسلی و همکاران[3]، ۲۰۱۳: ۲۰۰). با توجه به وابستگی روزافزون گزارشگری مالی به فناوری اطلاعات، حسابرسی‌های فناوری اطلاعات نقش محوری در اعتبارسنجی زیرساخت زیربنایی پردازش داده‌های مالی ایفا می‌کنند و بدین‌وسیله به تضمین اعتبار اطلاعات مالی در عصر دیجیتال کمک می‌نمایند (دوپِمو، ۲۰۲۶: ۳۱؛ هیئت بین‌المللی استانداردهای حسابرسی و اطمینان‌بخشی[4]، ۲۰۲۰: ۱۶).

---

[1] Thottoli & Thomas
[2] Information Systems Audit and Control Association
[3] Rosli et al.
[4] International Auditing and Assurance Standards Board

In Press

یکی از ارکان مفهومی حسابرسی فناوری اطلاعات، تمایز و تعامل میان کنترل‌های عمومی فناوری اطلاعات و کنترل‌های کاربردی است. کنترل‌های عمومی فناوری اطلاعات به سیاست‌ها، رویه‌ها و سازوکارهایی اشاره دارند که محیط کلی فناوری اطلاعات را ایمن و قابل‌اعتماد نگه می‌دارند؛ از جمله کنترل‌های دسترسی منطقی، مدیریت تغییرات برنامه‌ها، توسعه و نگهداری سیستم‌ها و عملیات رایانه‌ای (هیئت نظارت بر حسابداری شرکت‌های سهامی عام[1]، ۲۰۲۱: ۲۲۱). این کنترل‌ها زیربنای قابلیت اتکا به تمام سیستم‌ها و گزارش‌های خودکار هستند. در مقابل، کنترل‌های کاربردی مستقیماً در فرایندهای کسب‌وکار و درون برنامه‌های کاربردی خاص تعبیه شده‌اند و بر صحت، کامل بودن، اعتبار و مجوز معاملات تمرکز دارند؛ مانند کنترل‌های ورودی، پردازش و خروجی داده‌های مالی (پدروسا و کوستا[2]، ۲۰۱۲: ۱۶۵). این مطالعات نشان می‌دهد که این دو لایه کنترل نه به‌صورت مستقل، بلکه در یک رابطه وابستگی ساختاری عمل می‌کنند: اثربخشی کنترل‌های کاربردی به‌طور مستقیم به قوت کنترل‌های عمومی وابسته است. اگر کنترل‌های دسترسی، مدیریت تغییرات یا عملیات فناوری اطلاعات ضعیف باشند، اتکا به کنترل‌های خودکار کاربردی و گزارش‌های سیستمی زیر سؤال می‌رود و حسابرس ناگزیر به گسترش آزمون‌های ماهوی یا کاهش سطح اتکا می‌شود. در عصر خودکارسازی، این تعامل پیچیده‌تر شده است؛ زیرا بسیاری از کنترل‌های کاربردی اکنون به‌صورت الگوریتمی و مبتنی بر قوانین یا مدل‌های یادگیری ماشین اجرا می‌شوند و خود نیازمند کنترل‌های عمومی قوی‌تری در حوزه حاکمیت داده‌ها، شفافیت مدل و نظارت انسانی هستند.

گذار فناورانه در حسابرسی فناوری اطلاعات را می‌توان از منظر تحول چندلایه تحلیل کرد. این گذار صرفاً جایگزینی ابزارهای دستی با ابزارهای دیجیتال نیست، بلکه بازتعریف نقش حسابرس، گسترش دامنه اطمینان‌بخشی و تغییر در ماهیت شواهد و ریسک‌ها را دربرمی‌گیرد. مرورهای نظام‌مند اخیر نشان می‌دهند که فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، خودکارسازی فرایندهای رباتیک و تحلیل داده‌های پیشرفته، حسابرسی فناوری اطلاعات را از رویکردهای دوره‌ای و نمونه‌محور به سمت پوشش گسترده‌تر، پایش

[1] Public Company Accounting Oversight Board
[2] Pedrosa & Costa

مستمر و تشخیص پیش‌بینانه ریسک سوق داده‌اند (آنوار و عکیل، ۲۰۲۶: ۱۲؛ کسّار و جیزی،۲۰۲۶:۲۲۱). همزمان، پیچیدگی محیط‌های فناوری اطلاعات در مقیاس بزرگ، افزایش حملات سایبری و نقض داده‌ها و الزامات نظارتی در حال تحول (مانند مقررات حفاظت از داده‌ها)، فشار مضاعفی بر حسابرسان فناوری اطلاعات وارد کرده است.

مطالعات نشان می‌دهند که میانگین هزینه هر مورد نقض داده‌ها به حدود ۴٫۴۵ میلیون دلار رسیده، حملات سایبری در بخش قابل‌توجهی از موارد نقض نقش داشته‌اند و پیچیدگی محیط‌های فناوری اطلاعات در اکثر سازمان‌ها افزایش یافته و پیچیدگی حسابرسی را به‌طور معناداری بالا برده است (مؤسسه پونمون[1]، ۲۰۲۳؛ ورایزن[2]، ۲۰۲۳؛ انجمن حسابرسی و کنترل سیستم‌های اطلاعات، ۲۰۲۲؛ دیلویت و مرکز کیفیت حسابرسی[3]، ۲۰۲۲: ۴۱).

از منظر مفهومی، این گذار را می‌توان در چارچوب یک رویکرد اجتماعی-فنّی تفسیر کرد: فناوری‌های جدید (زیرسیستم فنّی) تنها زمانی به تحول پایدار در حسابرسی فناوری اطلاعات منجر می‌شوند که با تغییرات در مهارت‌ها، نقش‌ها، حاکمیت و فرایندهای سازمانی (زیرسیستم اجتماعی) هم‌راستا شوند. به‌روزرسانی‌های اخیر چارچوب‌های حرفه‌ای مانند چارچوب حسابرسی فناوری اطلاعات[4] نسخه پنجم نیز این تحول را به رسمیت شناخته و دامنه حسابرسی فناوری اطلاعات را به حوزه‌هایی همچون تحلیل داده‌ها، حسابرسی چابک، اطمینان‌بخشی مستمر و حاکمیت هوش مصنوعی گسترش داده‌اند (انجمن حسابرسی و کنترل سیستم‌های اطلاعات، ۲۰۲۶). بدین‌ترتیب، حسابرسی فناوری اطلاعات دیگر صرفاً یک کارکرد کنترلی نیست، بلکه به یک سازوکار راهبردی برای تضمین اعتماد دیجیتال در عصر خودکارسازی تبدیل شده است.

نقش فناوری در حسابرسی

تکامل شیوه‌های حسابرسی، پیوند عمیقی با پیشرفت‌های فناوری داشته است. حسابرسی نوین دیگر صرفاً بر روش‌های سنتی و دستی متکی نیست، بلکه از مجموعه‌ای از ابزارهای فناورانه بهره می‌گیرد که هر یک کارکرد، مزایا و محدودیت‌های خاص خود را دارند.

---

[1] Ponemon Institute
[2] Verizon
[3] Deloitte & Center for Audit Quality
[4] Information Technology Controls Audit

مهم‌ترین این ابزارها شـــامل تکنیک‌های حســـابرســـی به کمک رایانه، تحلیل داده‌ها، هوش مصـنوعی و یادگیری ماشـین هسـتند (المغرشـی و همکاران،۲۰۲۳ : ۱۴؛ آنوار و عکیل، ۲۰۲۶: ۶). تکنیک‌های حسـابرسـی به کمک رایانه، از قدیمی‌ترین و همچنان پرکاربردترین ابزارها در حسـابرسـی هسـتند. این تکنیک‌ها به حسـابرسـان امکان می‌دهند جمعیت‌های کامل یا بسـیار بزرگ معاملات را بدون اتکا به نمونه‌گیری سنتی مورد آزمون قرار دهند و الگوهای غیرمعمول یا ناهنجاری‌هایی را شـناسـایی کنند که ممکن اسـت نشـانه تقلب یا خطا باشـند (کاچانسـکی، ۲۰۱۶: ۴۲). بـا این حـال، تکنیـک‌هـای حســـابرســـی بـه کمـک رایـانـه عمـدتـاً بر قواعـد ازپیش‌تعریف‌شده متکی هستند و در مواجهه با الگوهای پیچیده و غیرخطی محدودیت دارند.

تحلیل داده‌های پیشـرفته، سـطح بعدی این تحول را نمایندگی می‌کند. این ابزارها فراتر از آزمون سـاده داده‌ها عمل کرده و امکان تحلیل‌های توصـیفی، تشـخیصـی و پیش‌بینانه را فراهم می‌سازند. حسابرسان می‌توانند روندهای تاریخی را شناسایی کرده و ریسک‌های بالقوه آینده را پیش‌بینی کنند و بدین‌وسـیله رویکردی فعالانه‌تر نسـبت به مدیریت ریسـک اتخاذ نمایند (اپلبام و همکاران، ۲۰۱۷: ۵؛ کسـّار و جیزی، ۲۰۲۶: ۲۲۱). با وجود این مزایا، کیفیت نتایج تحلیل داده‌ها به‌شـدت به کیفیت، کامل بودن و سـاختار داده‌های ورودی وابسـته اسـت و در صورت وجود داده‌های ناقص یا سوگیرانه، خطر نتیجه‌گیری نادرست افزایش می‌یابد.

هوش مصـنوعی و یادگیری ماشـین، پیشـرفته‌ترین لایه این ابزارها را تشـکیل می‌دهند. این فناوری‌ها قادرند مجموعه داده‌های بسیار بزرگ و غیرساختاریافته را پردازش کرده و الگوهایی را شـناسـایی کنند که تشـخیص آن‌ها برای انسـان دشـوار یا غیرممکن اسـت (اپلبام و همکاران، ۲۰۱۷: ۸؛ کوکینا و همکاران، ۲۰۲۵: ۷). مطالعات نشـــان می‌دهند که الگوریتم‌های یادگیری ماشین در تشخیص ناهنجاری‌ها و معاملات مشکوک عملکرد قابل‌توجهی داشته‌اند و در برخی کاربردهای واقعی در مؤسـســـات بزرگ حســـابرســـی، زمان بررســـی اولیه داده‌ها را به‌طور چشـمگیری کاهش داده‌اند (براون-لیبرد و همکاران، ۲۰۱۵: ۴۵۲؛ کریست و همکاران، ۲۰۲۱: ۱۷۳). با این حال، این فناوری‌ها با محدودیت‌های مهمی مواجه‌اند: وابسـتگی شـدید به کیفیت داده‌های آموزشی، خطر سوگیری الگوریتمی، عدم شفافیت (جعبه سیاه بودن مدل‌ها) و نیاز به نظارت و قضـاوت حرفه‌ای مسـتمر حسـابرس (براون-لیبرد و همکاران، ۲۰۱۵: ۴۵۸؛ کریست و همکاران، ۲۰۲۱: ۱۷۵؛ کسّار و جیزی، ۲۰۲۶: ۲۲۶).

پذیرش این فناوری‌ها به افزایش کارایی و در مواردی بهبود کیفیت حسابرسی کمک کرده است. خودکارسازی وظایف تکراری و کم‌قضاوت، حسابرسان را آزاد می‌کند تا بر حوزه‌های پرریسک و قضاوت‌محور تمرکز کنند (هیئت بین‌المللی استانداردهای حسابرسی و اطمینان‌بخشی، ۲۰۲۰: ۲۱۷). با وجود این، ادغام فناوری چالش‌های ساختاری نیز به همراه داشته است. حسابرسان ناگزیر به توسعه مجموعه مهارت‌های جدید در حوزه داده‌کاوی، درک الگوریتم‌ها و ارزیابی خروجی‌های ماشینی هستند. علاوه بر این، ریسک‌های مرتبط با امنیت داده‌ها، یکپارچگی سیستم‌ها، اتکای بیش‌ازحد به خروجی الگوریتم‌ها و خلأهای نظارتی همچنان از دغدغه‌های اصلی محسوب می‌شوند (کائو و همکاران[1]، ۲۰۱۵: ۴۲۸؛ آنوار و عکیل،۲۰۲۶ : ۱۴).

حسابرسی فناوری اطلاعات در شرایط کنونی

پیچیدگی روزافزون سیستم‌های فناوری اطلاعات، حسابرسی فناوری اطلاعات را به یکی از اجزای ضروری راهبردهای کلی حسابرسی تبدیل کرده است. با افزایش وابستگی شرکت‌ها به بسترهای دیجیتال، ریسک‌های مرتبط با فناوری اطلاعات به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته‌اند. این ریسک‌ها دیگر محدود به خرابی سیستم‌ها یا حملات سایبری سنتی نیستند، بلکه شامل چالش‌های نوظهوری مانند امنیت سیستم‌های ابری، اینترنت اشیا، حاکمیت داده‌های هوش مصنوعی و شفافیت الگوریتم‌ها نیز می‌شوند (آنوار و عکیل،۲۰۲۶ : ۸؛ کسّار و جیزی،۲۰۲۶ : ۲۲۸).

امنیت سایبری همچنان یکی از حوزه‌های محوری حسابرسی فناوری اطلاعات است. گزارش‌های اخیر نشان می‌دهند که میانگین جهانی هزینه هر مورد نقض داده‌ها در سال‌های ۲۰۲۵–۲۰۲۶ بین حدود ۴٫۴۴ تا ۴٫۹۹ میلیون دلار متغیر بوده و در برخی صنایع (مانند خدمات مالی و بهداشت) حتی بالاتر گزارش شده است (مؤسسه پونمون، ۲۰۲۵– ۲۰۲۶، شرکت بین‌المللی ماشین‌های تجاری[2]؛ ورایزن، ۲۰۲۶: ۱۴). تحلیل این آمار حاکی از آن است که ضعف در کنترل‌های دسترسی، نبود حاکمیت مناسب بر ابزارهای هوش مصنوعی (از جمله پدیده «هوش مصنوعی سایه‌ای») و تأخیر در شناسایی و مهار نفوذ، از عوامل اصلی افزایش

[1] Cao
[2] International Business Machines Corporation

هزینه و شدت آسیب هستند. حسابرسان فناوری اطلاعات وظیفه دارند اثربخشی کنترل‌هایی مانند فایروال‌ها، سیستم‌های تشخیص نفوذ، مدیریت هویت و دسترسی، و برنامه‌های واکنش به حوادث را ارزیابی کنند (رُسلی و همکاران، ۸:۲۰۱۳ ؛ انجمن حسابرسی و کنترل سیستم‌های اطلاعاتی، ۲۰۲۶: ۸۲).

فراتر از امنیت سایبری، حسابرسی فناوری اطلاعات باید دامنه خود را به حوزه‌های نوظهور گسترش دهد. حسابرسی سیستم‌های ابری نیازمند ارزیابی کنترل‌های مشترک میان ارائه‌دهنده خدمات ابری و سازمان مشتری، مدیریت پیکربندی و حفاظت از داده‌ها در محیط‌های چندابری است. در حوزه اینترنت اشیا، چالش اصلی حجم عظیم دستگاه‌های متصل و محدودیت قابلیت‌های امنیتی بسیاری از آن‌هاست که رویکردهای سنتی حسابرسی را ناکافی می‌سازد. همچنین، با گسترش استفاده از هوش مصنوعی در فرایندهای کسب‌وکار و حسابرسی، موضوع «وضیح‌پذیری و حاکمیت مدل‌ها اهمیت ویژه‌ای یافته است؛ زیرا بسیاری از مدل‌های یادگیری ماشین به‌صورت جعبه سیاه عمل می‌کنند و حسابرس باید بتواند منطق تصمیم‌گیری آن‌ها را ارزیابی کند (انجمن حسابرسی و کنترل سیستم‌های اطلاعاتی، ۲۰۲۶: ۱۲؛ آنوار و عکیل، ۲۰۲۶: ۸۰).

حسابرسان فناوری اطلاعات همچنین بر توسعه سیستم‌ها و مدیریت تغییرات تمرکز دارند و باید اطمینان حاصل کنند که کنترل‌های مناسب در سراسر چرخه عمر برنامه‌های کاربردی اجرا شده‌اند (انجمن حسابرسی و کنترل سیستم‌های اطلاعاتی، ۲۰۱۹: ۴۵؛ هیئت نظارت بر حسابداری شرکت‌های سهامی عام، ۲۰۲۲: ۱۱۸؛ انجمن حسابداران رسمی آمریکا، ۲۰۲۰: ۲۱). سیستم‌های فناوری اطلاعات به‌طور مداوم در حال تحول هستند و حسابرسان باید مستندسازی، آزمایش و تأیید تغییرات پیش از استقرار را بررسی کنند تا از ایجاد اختلال یا آسیب‌پذیری جلوگیری شود (توتولی و توماس، ۲۰۲۰: ۵۸۱).

در نتیجه، نقش حسابرسی فناوری اطلاعات این است که اطمینان حاصل کند شرکت‌ها می‌توانند برای پشتیبانی از گزارشگری مالی دقیق به سیستم‌های فناوری اطلاعات خود اتکا کنند و این سیستم‌ها از امنیت، کارایی، شفافیت و انطباق با استانداردهای قانونی و مقرراتی برخوردار باشند. ضعف در حسابرسی فناوری اطلاعات می‌تواند ریسک‌ها را در چند حوزه کلیدی افزایش دهد: تحریف‌های مالی ناشی از ضعف کنترل‌های فناوری اطلاعات،

in Press

ناکارآمدی‌های عملیاتی (از جمله طولانی‌تر شدن زمان بازیابی سیستم‌ها) و مواجهه با جرایم و مجازات‌های قانونی. مطالعات نشان می‌دهند سازمان‌هایی که فاقد واحدهای حسابرسی فناوری اطلاعات بالغ هستند، به‌طور معناداری بیشتر در معرض شکست‌های بااهمیت در کنترل‌ها قرار دارند (هیئت نظارت بر حسابداری شرکت‌های سهامی عام، ۲۰۲۲؛ انجمن حسابرسی و کنترل سیستم‌های اطلاعاتی ، ۲۰۲۲: ۷۱؛ پروتیویتی[1]، ۲۰۲۳). با این حال، صرف وجود آمار بدون تحلیل علل (مانند کمبود مهارت‌های ترکیبی فنّی- حسابرسی، ضعف حاکمیت داده‌ها یا اتکای بیش‌ازحد به خودکارسازی بدون نظارت انسانی) کافی نیست و نیازمند رویکردی انتقادی و چندبُعدی است. این پیچیدگی‌های فزاینده، ضرورت بازتعریف دامنه و روش‌های حسابرسی فناوری اطلاعات در عصر خودکارسازی را برجسته می‌سازد.

چالش‌های نوظهور و شکاف‌های شایستگی

پذیرش سریع فناوری در حرفه حسابرسی، چالش‌های پیچیده‌ای ایجاد کرده که نیازمند توجه فوری و رویکردی یکپارچه هستند. این چالش‌ها به‌صورت مجزا ظاهر نمی‌شوند، بلکه در یک شبکه علت‌ومعلولی با یکدیگر در تعامل‌اند.

۱. شفافیت الگوریتمی و تردید حرفه‌ای

پذیرش سریع هوش مصنوعی در حسابرسی، نگرانی‌هایی درباره «جعبه‌سیاه» بودن تصمیم‌ها ایجاد کرده است. مونوکو و همکاران[2](۲۰۲۰: ۲۱۴) سوگیری الگوریتمی، کمبود شفافیت و ابهام در پاسخگویی را از مهم‌ترین پیامدهای اخلاقی به‌کارگیری هوش مصنوعی در حسابرسی می‌دانند. کوکینا و داونپورت (۲۰۱۷: ۱۲۴) نیز یادآور می‌شوند که استفاده از هوش مصنوعی بدون فهم منطق خروجی‌ها، قضاوت حرفه‌ای حسابرس را تضعیف می‌کند. شواهد تجربی این نگرانی را تأیید می‌کند. کامرفورد و همکاران[3](۲۰۲۲: ۱۷۶) نشان دادند حسابرسان به شواهد مغایر با برآورد مدیریت که از سامانه هوش مصنوعی می‌آید، وزن کمتری می‌دهند تا به شواهد مشابهی که از متخصص انسانی می‌آید. این یافته نشان می‌دهد عدم شفافیت می‌تواند هم به اتکای بیش‌ازحد و هم به بی‌اعتمادیِ نابجا بینجامد. هر دو حالت، به اصل تردید حرفه‌ای

[1] Protiviti
[2] Munoko et al
[3] Commerford et al

آسیب می‌زنند (نلسون[1]، ۲۰۰۹: ۱۵). از منظر فنّی، رودین[2] (۲۰۱۹: ۲۱۶) استدلال می‌کند که در تصمیم‌های پرمخاطره باید مدل‌های ذاتاً تفسیرپذیر را بر توضیح‌های پسینِ مدل‌های پیچیده ترجیح داد. آریتا و همکاران[3](۲۰۲۰: ۸۶) نیز طبقه‌بندی روش‌های هوش مصنوعی توضیح‌پذیر را ارائه کرده‌اند. در عمل، مستندسازی تقویت‌شده شامل ثبت داده‌های ورودی، نسخه مدل، فرضیات و محدودیت‌های آن در پرونده حسابرسی لازم است.

۲. سواد دیجیتال و شکاف شایستگی

امروزه حسابرسان علاوه بر دانش حسابداری، به توانایی کار با داده و فناوری نیاز دارند (ریچینز و همکاران[4]، ۲۰۱۷: ۶۸). مطالعات نشان می‌دهند این آمادگی هنوز یکنواخت نیست. لی و همکاران[5] (۲۰۱۸: ۶۲) نشان دادند استفاده از تحلیل‌های داده‌ها در حسابرسی داخلی به عوامل سازمانی و مهارتی وابسته است. سالیجنی و همکاران[6] (۲۰۱۹: ۹۸) نیز در مصاحبه با فعالان حرفه، تغییر ماهیت کار حسابرسی و نیاز به مهارت‌های جدید را گزارش کرده‌اند. در حوزه آموزش، پان و سئو[7] (۲۰۱۶: ۱۷۱) و جانورین و واتسون[8] (۲۰۱۷: ۵) فاصله میان سرفصل‌های سنتی حسابداری و شایستگی‌های فناورانه موردنیاز را نشان داده‌اند. قسیم و خربط[9] (۲۰۱۹: ۱۰۹) نیز گنجاندن بلاک‌چین، تحلیل داده‌ها و هوش مصنوعی در برنامه درسی حسابداری را پیشنهاد کرده‌اند. استاندارد بین‌المللی آموزش شماره ۲ (هیئت استانداردهای بین‌المللی آموزش حسابداری[10]، ۲۰۱۹) نیز شایستگی فنّی در حوزه فناوری اطلاعات را بخشی از توسعه حرفه‌ای اولیه می‌داند.

[1] Nelson
[2] Rudin
[3] Arrieta et al
[4] Richins et al
[5] Li et al
[6] Salijeni et al
[7] Pan & Seow
[8] Janvrin & Watson
[9] Qasim & Kharbat
[10] International Accounting Education Standards Board

In Press

برای عملیاتی کردن «شایستگی‌های سه‌گانه» (حسابداری، فناوری، علم داده‌ها)، سه سطح بر پایه مدل مهارت‌آموزی دریفوس و دریفوس [1] (۱۹۸۶: ۲۱۵) و طبقه‌بندی بلوم بازنگری‌شده (اندرسون و کراتول [2]، ۲۰۰۱: ۷۶) مطابق با جدول (۱) پیشنهاد می‌شود:

جدول ۱. سطوح شایستگی سه‌گانه حسابرسان فناوری اطلاعات

سطح	حسابداری و حسابرسی	فناوری	علم داده‌ها	معیار سنجش (طبق سطوح شناختی بلوم)
مبتدی	آشنایی با استانداردها و فرایند حسابرسی	کار با ابزارهای متداول و درک مفاهیم ابر و امنیت	آماده‌سازی و تصویرسازی داده‌ها	به‌یادآوری و فهم؛ آزمون‌های مفهومی
متوسط	طراحی و اجرای آزمون‌ها با ابزارهای تحلیلی	به‌کارگیری ابزارهای خودکارسازی و تحلیل مدل‌های ساده	آزمون‌های تحلیلی، تشخیص ناهنجاری	کاربرد و تحلیل؛ مطالعه موردی و پروژه عملی
پیشرفته	ارزیابی اتکاپذیری خروجی ابزارهای هوشمند در قضاوت حسابرسی	ارزیابی کنترل‌های سامانه و پیمانکاران	ارزیابی مدل، سوگیری و توضیح‌پذیری	ارزشیابی و خلق؛ ارزیابی عملکرد در محیط واقعی

این شایستگی‌ها، سه مرحله پیوسته دارد و هر مرحله با ارزیابی مشخص به مرحله بعد متصل می‌شود.

مرحله اول: پایه‌گذاری (سطح مبتدی). هدف، ایجاد سواد بنیادین داده‌ها و فناوری، پیش از ورود به حرفه است. دانشگاه‌ها، دروسی مانند مبانی تحلیل داده‌ها، مفاهیم امنیت اطلاعات، آشنایی با بلاک‌چین و هوش مصنوعی را در برنامه درسی حسابداری می‌گنجانند (قاسم و خربط، ۲۰۱۹: ۱۱۲). خروجی این مرحله، توانایی خواندن و تصویرسازی داده‌ها و فهم منطق کلی مدل‌های هوشمند است. ارزیابی با آزمون‌های مفهومی و تمرین‌های کوتاه انجام می‌شود.

[1] Dreyfus & Dreyfus
[2] Anderson & Krathwohl

In Press

مرحله دوم: کاربست (سطح متوسط). هدف، تبدیل دانش به مهارت عملی است. مؤسسات حسابرسی، کارآموزان را در پروژه‌های واقعی تحلیل داده‌ها، با نظارت حسابرس ارشد، به کار می‌گیرند. فعالیت‌های نمونه شامل اجرای آزمون‌های تحلیلی روی جامعه کامل داده‌ها، ثبت مستندات مدل در پرونده حسابرسی و بازبینی خروجی ابزارها در برابر شواهد مستقل است. این مرحله بخشی از «توسعه شایستگی در محیط کار» است که استاندارد IES 2 بر آن تأکید دارد. ارزیابی با مطالعه موردی، پروژه عملی و بازخورد ناظر انجام می‌شود.

مرحله سوم: تخصصی‌سازی (سطح پیشرفته). هدف، تربیت حسابرسانی است که بتوانند خود فناوری را ارزیابی کنند، نه فقط از آن استفاده کنند. مسیرهای تخصصی مانند حسابرسی سامانه‌های هوشمند، ارزیابی سوگیری و توضیح‌پذیری مدل‌ها و بررسی کنترل‌های پیمانکاران ابری در این مرحله تعریف می‌شوند. حسابرس در این سطح باید بتواند به‌طور مستند درباره اتکاپذیری خروجی مدل قضاوت کند. این توانایی مستقیماً به حفظ تردید حرفه‌ای (بخش ۱) گره خورده است. ارزیابی با سنجش عملکرد در محیط واقعی و بازآموزی دوره‌ای انجام می‌شود تا شایستگی با تغییر فناوری به‌روز بماند.

سازوکار ارزیابی و بازخورد. در پایان هر مرحله، شایستگی بر اساس جدول سطوح سنجیده می‌شود. نتیجه هم برای تصمیم ارتقا و هم برای اصلاح محتوای آموزشی به کار می‌رود. بدین ترتیب مدل، حلقه‌ای بازخوردی دارد و صرفاً یک مسیر خطی نیست. همچنین شاخص‌هایی مانند نرخ موفقیت در ارزیابی‌ها و کیفیت مستندسازی مدل‌ها در پرونده‌ها می‌تواند اثربخشی برنامه را در سطح مؤسسه بسنجد.

٤. عقب‌ماندگی مقرراتی

استاندارد بین‌المللی حسابرسی شماره ۳۱۵ بازنگری‌شده (هیئت استانداردهای بین‌المللی حسابرسی و اطمینان‌بخشی، ۲۰۱۹) به ابزارها و فنون خودکار پرداخته است، اما راهنمای تفصیلی درباره شواهد بلاک‌چینی و خروجی یادگیری ماشین هنوز محدود است. دای و واساریلی[1] (۲۰۱۷: ۱۲) و روزاریو و واساریلی[2] (۸:۲۰۱۸) نشان داده‌اند که بلاک‌چین و

[1] Dai & Vasarhelyi
[2] Rozario & Vasarhelyi

قراردادهای هوشمند ماهیت شواهد حسابرسی را تغییر می‌دهند. اوستین و همکاران[1] (۲۰۲۱: ۱۹۱۲) نشان دادند که ابهام درباره نگرش مقررات‌گذاران، حسابرسان و مدیران را در به‌کارگیری تحلیل داده‌ها محتاط می‌کند. مقررات هوش مصنوعی اتحادیه اروپا[2] (۲۰۲۴: ۲۸) و چارچوب مدیریت ریسک هوش مصنوعی[3] (۲۰۲۳: ۴۱) نیز الزامات ریسک‌محور تازه‌ای مطرح کرده‌اند.

۵. امنیت داده‌ها در بسترهای ابری

روزاتی و همکاران[4] (۲۰۲۲: ۷۱۲) نشان داده‌اند رخدادهای امنیت سایبری با کیفیت حسابرسی ارتباط دارد و آپلبام و همکاران (۲۰۱۷: ۷۱۳) دسترس‌پذیری و حفاظت از داده‌ها را از موانع حسابرسی داده‌محور می‌دانند. مؤسسات می‌توانند برای رمزگذاری، کنترل دسترسی و مدیریت ارائه‌دهندگان خدمات، از ISO/IEC 27001 (۲۰۲۲) و چارچوب امنیت سایبری (۲۰۲۴) بهره ببرند.

عصر خودکارسازی

عصر خودکارسازی، دوره‌ای است که سه ویژگی هم‌زمان در آن برقرار باشد: نخست، فناوری‌های هوش مصنوعی و خودکارسازی فرایندهای رباتیک از مرحله آزمایشی خارج شده و در جریان کاری اصلی سازمان‌ها به کار گرفته شوند؛ دوم، خودکارسازی علاوه بر کار دستی، وظایف شناختی روتین مانند ورود داده‌ها، تطبیق و آزمون معاملات را نیز جایگزین کند (آتور و همکاران[5]، ۲۰۰۳: ۱۲۸۴)؛ و سوم، تصمیم‌ها و شواهد کاری بر تحلیل حجم کامل داده‌ها استوار باشد، نه نمونه‌گیری. موج‌های پیشین، مانند مکانیزاسیون صنعتی و رایانه‌ای‌شدن دفاتر، فاقد ویژگی دوم و سوم بودند و از همین رو از این دوره متمایز می‌شوند. این مفهوم با چارچوب انقلاب صنعتی چهارم (شواب[6]، ۲۰۱۶: ۷۳) و «عصر دوم ماشین» (بریین‌یولفسون و مک‌آفی، ۲۰۱۴: ۳۱) هم‌راستاست. در حسابرسی، خودکارسازی وظایف تکراری مانند ورود

[1] Austin et al
[2] European Union Artificial Intelligence Act (EU AI Act)
[3] National Institute of Standards and Technology
[4] Rosati et al
[5] Autor et al
[6] Schwab

In Press

داده‌ها، آزمون معاملات و بررسی انطباق را تسهیل کرده و زمان و تلاش لازم برای آن‌ها را کاهش داده است (کوکینا و داونپورت، ۲۰۱۷: ۱۲). خودکارسازی فرایندهای رباتیک برای کارهای قاعده‌محور به‌کار رفته و به حسابرسان امکان می‌دهد بر فعالیت‌های پیچیده‌تر و راهبردی تمرکز کنند (سئیبه و نایدو، ۲۰۲۲: ۴؛ مفیت و همکاران[1]، ۲۰۱۸: ۸). شواهد کمّی نیز این روند را تأیید می‌کند: فدیک و همکاران[2] (۲۰۲۲: ۹۴۰) نشان دادند مؤسسات حسابرسی با سرمایه‌گذاری بیشتر در هوش مصنوعی، کیفیت حسابرسی بالاتر (بازنگری کمتر صورت‌های مالی)، حق‌الزحمه پایین‌تر و کارکنان رده مبتدی کمتری دارند. از منظر کلان، گزارش مک‌کینزی نشان می‌دهد حدود ۴۹ درصد فعالیت‌های کاری با فناوری‌های موجود خودکارپذیرند، اما کمتر از ۵ درصد مشاغل به‌طور کامل خودکار می‌شوند (مانیکا و همکاران، ۲۰۱۷: ۱۶).

با این حال، گسترش خودکارسازی نگرانی‌هایی درباره پیامدهای شغلی آن ایجاد کرده و برآوردها درباره دامنه جایگزینی یکسان نیست. فری و آزبورن[3] (۲۰۱۷: ۲۵۸) حدود ۴۷ درصد اشتغال آمریکا را در معرض خطر بالای رایانه‌ای‌شدن می‌دانند، اما آرنتز و همکاران[4] (۲۰۱۶) با تحلیل در سطح وظایف، سهم مشاغل پرخطر در کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی را حدود ۹ درصد برآورد می‌کنند. آتور (۲۰۱۵: ۱۲) و آجِم‌اوغلو و رستریپو[5] (۲۰۱۸: ۱۵۱۲) توضیح می‌دهند که خودکارسازی هم نیروی کار را جایگزین می‌کند و هم با ایجاد وظایف جدید مکمل آن می‌شود. گزارش آینده مشاغل مجمع جهانی اقتصاد[6] (۲۰۲۳) نیز پیش‌بینی می‌کند تا ۲۰۲۷ حدود ۶۹ میلیون شغل ایجاد و ۸۳ میلیون شغل حذف شود و مشاغل کارمندی حسابداری و دفترداری از سریع‌ترین مشاغل رو به کاهش باشند.

برای حرفه حسابرسی، سه پیامد قابل استنباط است نخست، کاهش نقش‌های مبتدی؛ زیرا وظایف روتین بستر سنتی آموزش حسابرسان تازه‌کار بوده‌اند و کاهش کارکنان مبتدی (فدیک و همکاران، ۲۰۲۲: ۹۴۱) می‌تواند ساختار هرمی تیم‌ها را به ساختاری لوزی‌شکل

[1] Moffitt et al
[2] Fedyk et al
[3] Frey & Osborne
[4] Arntz et al
[5] Acemoglu & Restrepo
[6] World Economic Forum

تبدیل کند؛ دوم، چالش جانشینی مهارت، یعنی ضرورت ساختن مسیری دیگر برای کسب قضاوت حرفه‌ای تازه‌کاران؛ و سوم، پیدایش نقش‌های جدید مانند تحلیل‌گر داده‌ها و متخصص فناوری حسابرسی، همراه با تغییر کار حسابرس ارشد به ارزیابی خروجی ابزارها. بنابراین بازنگری در مهارت‌ها ضروری است و غوش و پرزا (۲۰۲۰: ۱۵۳) نیز شکاف مهارتی و نیاز به آموزش مستمر برای بهره‌گیری مؤثر از هوش مصنوعی در حسابرسی را برجسته کرده‌اند. خودکارسازی فرصت‌های گسترده‌ای دارد، اما بدون برنامه‌ریزی برای ساختار تیم و آموزش، اجرای مؤثر آن با چالش روبه‌رو می‌شود.

خودکارسازی حسابرسی چیست؟

خودکارسازی حسابرسی، به‌کارگیری فناوری‌های نرم‌افزاری برای اجرای خودکار یا نیمه‌خودکار گام‌های قاعده‌محور و داده‌محور حسابرسی است. این گام‌ها شامل استخراج و آماده‌سازی داده‌ها، تطبیق سوابق، آزمون تراکنش‌ها و تهیه مستندات می‌شوند و با حداقل مداخله انسانی و با ثبت ردپای قابل‌بازبینی انجام می‌گیرند. چنین فرایندی را می‌توان با سه معیار از کار دستی تفکیک کرد: نسبت جامعه آزمون‌شده به نمونه (پوشش)، دفعات اجرای آزمون (از دوره‌ای تا مستمر) و میزان نیاز به دخالت انسان در هر گام. بر این اساس، فناوری‌های مورد استفاده در پنج دسته جای می‌گیرند (جدول ۲).

جدول ۲. دسته‌بندی فناوری‌های خودکارسازی حسابرسی

دسته	ماهیت فنی	نمونه ابزار	کاربرد در حسابرسی
کمک‌حسابرسی رایانه‌ای و تحلیل داده‌ها	اجرای پرس‌وجو و آزمون روی کل داده‌ها	ACL، IDEA، Alteryx	آزمون ثبت‌های دستی، کشف مغایرت، تحلیل شکاف و تکرار
خودکارسازی فرایندهای رباتیک	شبیه‌سازی اقدام کاربر با قواعد ثابت	UiPath، Blue Prism، Automation Anywhere	استخراج داده‌ها، تطبیق حساب‌ها، ارسال تأییدیه
حسابرسی مستمر	اجرای زمان‌بندی‌شده آزمون‌ها و صدور هشدار	پلتفرم‌های پایش درون سازمانی	پایش تراکنش‌ها و کنترل‌ها
فرایندکاوی	بازسازی فرایند از ردپای رویدادها	Celonis	کشف انحراف از فرایند مصوب

یادگیری ماشین	تشخیص الگو و امتیازدهی ریسک	MindBridge	شناسایی اسناد و معاملات غیرعادی

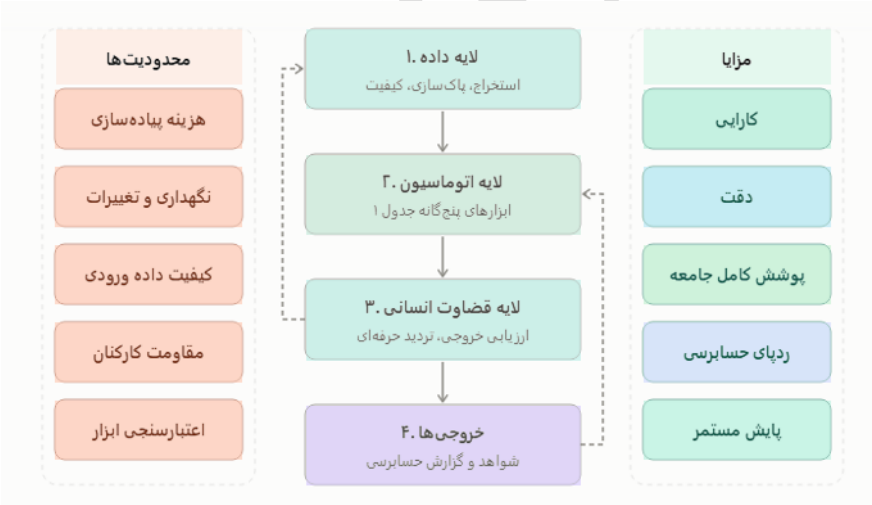
ابزارهای کمک‌حسابرسی رایانه‌ای و تحلیل داده‌ها، مانند ACL، IDEA و Alteryx، آزمون‌ها را روی کل جامعه داده‌ها اجرا می‌کنند (اپلبام و همکاران، ۲۰۱۷: ۸). خودکارسازی فرایندهای رباتیک، مانند UiPath، Blue Prism و Automation Anywhere ، با تقلید از کار کاربر در رابطه نرم‌افزارها، وظایف ساختاریافته و قاعده‌محور را اجرا می‌کند (موفیت و همکاران، ۲۰۱۸: ۶؛ هوانگ و واساریلی[1]، ۲۰۱۹: ۳). حسابرسی مستمر، آزمون‌ها را به‌صورت خودکار و در فواصل کوتاه تکرار می‌کند (واساریلی و هالپر[2]، ۱۹۹۱: ۱۱۴؛ آلس و همکاران[3]، ۲۰۰۸ : ۲۰۲). فرایندکاوی، مانند Celonis، با تحلیل ردپای رویدادها در سامانه‌های سازمانی، انحراف از فرایند مصوب را شناسایی می‌کند (جنس و همکاران[4]، ۲۰۱۴: ۱۷۶۶). یادگیری ماشین و هوش مصنوعی، مانند ابزارهای امتیازدهی ریسک اسناد حسابداری نظیر Mind Bridge، الگوهای غیرعادی را به‌صورت آماری استخراج می‌کنند (عیسی و همکاران[5]، ۲۰۱۶ :۱۴؛ گپ و همکاران[6]، ۲۰۱۸، ۱۰۸). فدیک و همکاران (۲۰۲۲: ۹۴۸) نشان دادند مؤسساتی که بیشتر در هوش مصنوعی سرمایه‌گذاری کرده‌اند، کیفیت حسابرسی بالاتری دارند. ابزارهایی مانند Data Snipper نیز تطبیق مدارک با صفحات گسترده را خودکار می‌کنند، اما شواهد علمی درباره آن‌ها محدود است و در این پژوهش صرفاً به‌عنوان نمونه کاربردی ذکر می‌شوند.

در جدول (۲) مزایای خودکارسازی در هر پنج دسته قابل مشاهده است، اما درجه آن‌ها یکسان نیست. خودکارسازی با حذف گام‌های دستی، زمان صرف‌شده برای استخراج، تطبیق و مستندسازی را کاهش می‌دهد و تمرکز حسابرس را به ارزیابی ریسک و قضاوت می‌برد (کوکینا و داونپورت، ۲۰۱۷: ۱۱۸). اجرای یکسان قواعد، خطای انسانی را در وظایف تکراری کم می‌کند و ثبت خودکار مراحل، ردپای قابل‌ردیابی برای بازبینی ایجاد می‌کند. آزمون تمام

[1] Huang & Vasarhelyi
[2] Vasarhelyi & Halper
[3] Alles et al
[4] Jans et al
[5] Issa et al
[6] Gepp et al

in Press

جامعه به‌جای نمونه و پایش مستمر نیز امکان شناسایی زودهنگام ناهنجاری را فراهم می‌سازد (اپلبام و همکاران، ۲۰۱۷: ۸). در مقابل، این مزایا بدون هزینه نیست. لاسیتی و ویلکاکس[1] (۲۰۱۶: ۴۲) و کوپر و همکاران[2] (۲۰۱۹: ۱۷) نشان می‌دهند هزینه‌های پیاده‌سازی، انتخاب فرایندهای مناسب، نگهداری ربات‌ها و تغییرات نرم‌افزاری، از موانع اصلی‌اند. کیفیت داده‌های ورودی نیز عامل تعیین‌کننده است؛ زیرا آزمون خودکار روی داده‌های ناقص یا ناسازگار، نتیجه گمراه‌کننده می‌دهد. مقاومت کارکنان و شکاف مهارتی (کوکینا و داونپورت، ۲۰۱۷: ۲۱؛ کوپر و همکاران، ۲۰۱۹:۲۱) و ضرورت اعتبارسنجی خود ابزارها، به‌ویژه مدل‌های یادگیری ماشین با خروجی کم‌شفاف (گپ و همکاران، ۲۰۱۸: ۱۰۶)، از دیگر محدودیت‌هاست. بنابراین، خودکارسازی، جایگزین قضاوت حرفه‌ای نیست و ارزش آن به طراحی فرایند، کیفیت داده‌ها و توانایی حسابرس در ارزیابی خروجی‌ها وابسته است. درشکل (۲) چارچوب مفهومی چهارلایه خودکارسازی حسابرسی را نشان می‌دهد.



شکل ۲. چارچوب مفهومی چهارلایه خودکارسازی حسابرسی (یافته‌های محقق)

در لایه اول (داده‌ها)، داده‌های حسابرسی استخراج، پاک‌سازی و از نظر کیفیت کنترل می‌شوند. این لایه، ورودی لایه دوم (خودکارسازی) است که پنج دسته فناوری جدول ۱ را در

[1] Lacity & Willcocks
[2] Cooper et al

بر می‌گیرد. خروجی این ابزارها در لایه سوم (قضاوت انسانی) ارزیابی می‌شود و حسابرس با حفظ تردید حرفه‌ای درباره اتکاپذیری آن‌ها تصمیم می‌گیرد. نتیجه این فرایند در لایه چهارم، به‌صورت شواهد و گزارش حسابرسی، ارائه می‌شود. در سمت راست شکل، مزایای خودکارسازی شامل کارایی، دقت، پوشش کامل جامعه، ردپای حسابرسی و پایش مستمر آمده است. در سمت چپ، محدودیت‌های آن شامل هزینه پیاده‌سازی، نگهداری و تغییرات، کیفیت داده‌های ورودی، مقاومت کارکنان و اعتبارسنجی ابزار نشان داده شده است. پیکان‌های نقطه‌چین دو حلقه بازخورد را نمایش می‌دهند: قضاوت انسانی به اصلاح داده‌ها در لایه اول می‌انجامد و خروجی‌ها به بهبود قواعد و تنظیمات لایه خودکارسازی منجر می‌شوند. به این ترتیب، خودکارسازی جایگزین قضاوت حرفه‌ای نیست و ارزش آن به کیفیت داده‌ها، طراحی فرایند و توانایی حسابرس در ارزیابی خروجی‌ها وابسته است.

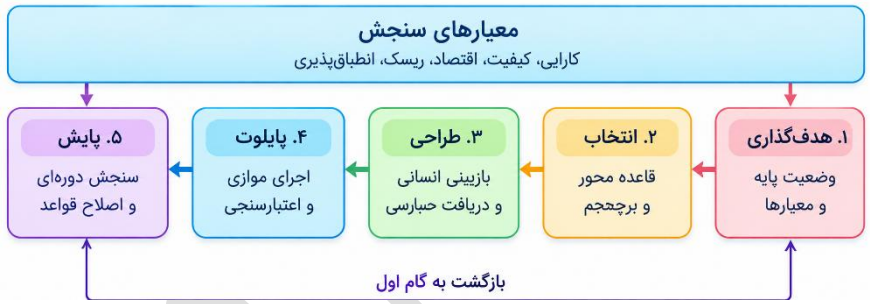
ضرورت بهینه‌سازی استفاده از خودکارسازی

با گسترش خودکارسازی در سازمان‌ها، بهینه‌سازی نحوه به‌کارگیری آن برای بیشینه کردن مزایا و کاهش ریسک‌ها ضرورت یافته است (داونپورت، ۲۰۱۸: ۱۱۹). بهینه‌سازی به معنای بهبود هم‌زمان چند معیار قابل‌سنجش بدون افزایش ریسک است و به کاهش صرف هزینه یا زمان محدود نمی‌شود. در این چارچوب، پنج معیار پیشنهاد می‌شود که هر یک در مقایسه با وضعیت پایه، یعنی مقدار شاخص پیش از اجرای خودکارسازی، سنجیده می‌شود: کارایی (زمان انجام هر آزمون و سهم کار دستی حذف‌شده)؛ اثربخشی و کیفیت (نرخ شناسایی ناهنجاری واقعی، نرخ هشدار کاذب و میزان بازنگری یافته‌ها، با مقایسه با آزمون دستی یا بازبینی مستقل؛ فدیک و همکاران، ۹۵۱:۲۰۲۲)؛ معیار اقتصادی (هزینه کل مالکیت و بازده سرمایه‌گذاری)؛ ریسک و انطباق (تعداد خطاهای کشف‌نشده و موارد نقض الزامات)؛ و اتکاپذیری انسانی (نرخ بازبینی یا رد خروجی ابزار توسط حسابرس). این معیارها ترکیب تحلیلی نگارنده‌اند.

استفاده نادرست از خودکارسازی در حسابرسی می‌تواند به خطا، ناکارآمدی و نقض الزامات مقرراتی بینجامد. اتکای بیش‌ازحد به سامانه‌های خودکار بدون نظارت کافی که در ادبیات «سوگیری خودکارسازی» نام دارد، ممکن است موجب تفسیر نادرست داده‌ها یا عدم

شناسایی ناهنجاری شود (پاراسورامان و مانزی[1]، ۲۰۱۰: ۳۹۲؛ اپلبام و همکاران، ۲۰۱۷: ۸؛ انجمن حسابرسی و کنترل سیستم‌های اطلاعاتی، ۲۰۱۶: ۲۱). از این‌رو خودکارسازی باید مکمل قضاوت انسانی باشد و نه جایگزین آن (شنایدرمن، ۲۰۲۲: ۸۲). تحقق این اصل مستلزم آن است که حسابرسان نقاط قوت، محدودیت‌ها و سوگیری‌های بالقوه ابزارها را بشناسند (کوکینا و داونپورت، ۲۰۱۷: ۱۱۸) و خروجی هر ابزار پیش از اتکا بازبینی و در پرونده حسابرسی مستند شود.

مدل پنج‌گامی در شکل ۳ ارائه شده است و بر چرخه برنامه‌ریزی، اجرا، بررسی و اصلاح (دمینگ[2]، ۱۹۸۶: ۱۱۲)، کارکردهای حاکمیت، شناسایی، سنجش و مدیریت در چارچوب مدیریت ریسک هوش مصنوعی (مؤسسه ملی استاندارد و فناوری آمریکا، ۲۰۲۳) و چارچوب کوبیت[3] (۲۰۱۹) (انجمن حسابرسی و کنترل سیستم‌های اطلاعاتی، ۲۰۱۸ : ۴۱) استوار است.



شکل ۳. مدل پنج‌گامی بهینه‌سازی خودکارسازی در حسابرسی

در گام اول، سازمان معیارهای پنج‌گانه را انتخاب و مقدار فعلی شاخص‌ها را اندازه‌گیری می‌کند. بدون این وضعیت پایه، بهبود قابل اثبات نیست، زیرا بهینه‌سازی ماهیتی مقایسه‌ای دارد. گام دوم به انتخاب فرایند می‌پردازد. فرایندهای قاعده‌محور، پرحجم و دارای داده‌های ساخت‌یافته بیشترین بازده خودکارسازی را دارند، در حالی که فرایندهای مبتنی بر قضاوت یا دارای داده‌های ناسازگار کمتر مناسب‌اند (لاسیتی و ویلکاکس، ۲۰۱۶: ۴۲؛ کوپر و همکاران، ۲۰۱۹: ۲۱). در گام سوم، نقاط بازبینی انسانی و ثبت ردپای حسابرسی در طراحی فرایند

[1] Parasuraman & Manzey
[2] Deming
[3] COBIT

گنجانده و فرایند به الزامات مقرراتی نگاشت می‌شود. این گام مستقیماً پاسخی به خطر سوگیری خودکارسازی است. در گام چهارم، ابزار پیش از استقرار کامل به‌صورت موازی با روش دستی اجرا می‌شود تا نرخ هشدار کاذب و ناهنجاری‌های کشف‌نشده با بازبینی مستقل سنجیده شود. گام پنجم شاخص‌ها را به‌صورت دوره‌ای می‌سنجد و قواعد، الگوریتم‌ها و داده‌های ورودی را اصلاح می‌کند. بازگشت از این گام به گام اول، مدل را از یک مسیر خطی به چرخه‌ای مستمر تبدیل می‌کند. می‌توان گام‌های یک تا سه را برنامه‌ریزی، گام چهار را اجرا، گام پنج را بررسی و اصلاح قواعد را اصلاح در چرخه دمینگ دانست.

ارزیابی مستمر خود هزینه دارد و باید توجیه‌پذیر باشد. ارزش خالص هر خودکارسازی برابر است با مجموع ارزش زمان صرفه‌جویی‌شده، خطای کاهش‌یافته و ریسک کاهش‌یافته، منهای هزینه‌های پیاده‌سازی، نگهداری ربات‌ها و تغییرات نرم‌افزاری، اعتبارسنجی و آموزش. لاسیتی و ویلکاکس (۲۰۱۶: ۴۵) و کوپر و همکاران (۲۰۱۹: ۱۷) نشان می‌دهند این هزینه‌ها از موانع اصلی‌اند و نباید نادیده گرفته شوند. برای کنترل هزینه ارزیابی، فراوانی و عمق آن باید ریسک‌محور باشد: ابزارهای پرمخاطره یا مبتنی بر یادگیری ماشین با خروجی کم‌شفاف (گپ و همکاران، ۲۰۱۸: ۱۰۸) بیشتر بررسی می‌شوند و ابزارهای ساده و باثبات کمتر. سازمان‌هایی که با تغییرات فناورانه سازگار نشوند، در محیط رقابتی دچار افت اثربخشی می‌شوند (داونپورت،۲۰۱۸:۱۲۱). بنابراین، بهینه‌سازی فرایندی مستمر است و در آن، خودکارسازی از ظرفیت خود بهره می‌برد و ریسک‌ها در سطح پذیرفتنی می‌مانند.

آینده حسابرسی: خودکارسازی و فراتر از آن

با ورود حسابرسی به موج چهارم، فناوری‌هایی مانند بلاک‌چین، خودکارسازی فرایندهای رباتیک و یادگیری ماشین شیوه‌های سنتی را دگرگون می‌کنند. دای و واساریلی (۲۰۱۷: ۷) استدلال می‌کنند که دفتر کل تغییرناپذیر و حسابداری سه‌گانه مبتنی بر بلاک‌چین می‌تواند اطمینان‌بخشی تقریباً بلادرنگ را ممکن کند و نیاز به حسابرسی‌های گذشته‌نگر را کاهش دهد. در بعد تحلیل داده‌ها نیز، ابزارهای هوشمند امکان آزمون کل جامعه را به‌جای نمونه‌گیری فراهم می‌کنند (اپلبام و همکاران، ۲۰۱۷: ۱۴). شواهد تجربی نشان می‌دهد مؤسساتی که بیشتر در هوش مصنوعی سرمایه‌گذاری کرده‌اند، کیفیت حسابرسی بالاتر و بازنگری کمتر

صورت‌های مالی دارند (فدیک و همکاران، ۲۰۲۲: ۹۵۲). با این حال، همین تحول سه چالش به‌هم‌پیوسته ایجاد می‌کند که چارچوب این پژوهش را می‌سازند: تأثیر خودکارسازی بر کیفیت و تردید حرفه‌ای، تغییر الزامات شایستگی و سازگاری مقررات.

نخست، تصمیم‌گیری الگوریتمی ممکن است نقش قضاوت انسانی را در حوزه‌های حیاتی کاهش دهد (کریست و همکاران، ۲۰۲۱: ۱۸۶). کامرفورد و همکاران (۲۰۲۲: ۱۹۱) در یک ادبیات نشان می‌دهد که حسابرسان به شواهد مغایر برآمده از سامانه هوش مصنوعی وزن کمتری می‌دهند و مونوکو و همکاران[1] (۲۰۲۰: ۲۱۳) کمبود شفافیت و ابهام پاسخگویی را از پیامدهای اخلاقی مهم این فناوری می‌دانند. گزارش‌های بازرسی هیئت نظارت بر حسابداری شرکت‌های سهامی عام (۲۰۲۲) نیز به مواردی اشاره دارند که اتکای بیش از حد به ابزارهای خودکار، به شناسایی‌نشدن تحریف‌های بااهمیت انجامیده است. دوم، حسابرس آینده افزون بر دانش حسابداری به توانایی کار با فناوری و داده‌ها نیاز دارد (ریچینز و همکاران[2]، ۲۰۱۷: ۶۸) و پژوهش‌های آموزشی شکاف میان برنامه‌های موجود و این شایستگی‌ها را گزارش کرده‌اند (پان و سئو[3]، ۲۰۱۶: ۱۶۹). سوم، استانداردهای حسابرسی برای روش‌های سنتی طراحی شده‌اند و در پرداختن به فناوری‌های نوظهور با خطر منسوخ شدن روبه‌رو هستند. اوستین و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند ابهام درباره نگرش مقررات‌گذاران، حسابرسان را در به‌کارگیری تحلیل داده‌ها محتاط می‌کند. بیانیه مفهومی کمیسیون بورس و اوراق بهادار آمریکا[4] (۲۰۲۳: ۱۳۹) درباره دارایی‌های دیجیتال نیز پرسش‌هایی درباره اعمال چارچوب‌های موجود بر سوابق مالی غیرمتمرکز مطرح می‌کند.

چهار چالش را می‌توان برای حسابرسی بلاک‌چین از ادبیات استخراج کرد. نخست، تغییرناپذیری دفتر کل از صحت ثبت پس از درج محافظت می‌کند، اما صحت اطلاعاتی را تضمین نمی‌کند که از بیرون زنجیره وارد می‌شوند؛ بنابراین، ارزیابی کنترل‌های ورود داده‌ها همچنان ضروری است (کوکینا و همکاران، ۲۰۱۷: ۱۱۶). دوم، قراردادهای هوشمند مستقل از متن حقوقی، به‌صورت کد اجرا می‌شوند و حسابرس باید منطق کد، شرایط اجرا و خطاهای

[1] Munoko et al
[2] Richins et al
[3] Pan & Seow
[4] Securities and Exchange Commission

احتمالی آن را بررسی کند (روزاریو و واساریلی[1]، ۲۰۱۸، ۵). سوم، در دفتر کل توزیع‌شده، تأیید وجود معامله آسان‌تر می‌شود، اما شواهد کامل بودن، مالکیت واقعی دارایی و کنترل کلیدهای خصوصی نیازمند رویه‌های جدید است. چهارم، سازوکار اجماع، حاکمیت شبکه و تفاوت میان زنجیره‌های عمومی و خصوصی بر اتکاپذیری شواهد اثر می‌گذارد (بونیوئت[2]، ۲۰۲۰: ۳۴). استانداردهای کنونی درباره شواهد حسابرسی و ریسک فناوری اطلاعات (هیئت استانداردهای بین‌المللی حسابرسی و اطمینان‌بخشی، ۲۰۱۹) این موارد را به‌طور تفصیلی پوشش نمی‌دهند.

سناریوهای آینده. با توجه به این چالش‌ها و بر پایه روش سناریوپردازی (شومیکر[3]، ۱۹۹۵: ۲۸)، سه سناریوی تحلیلی (ترکیب نگارنده بر پایه منابع بالا) برای آینده حسابرسی قابل ترسیم است. سه عامل تعیین‌کننده، یعنی آمادگی شایستگی‌ها، سازگاری مقررات و شفافیت ابزارها، مسیر هر سناریو را تعیین می‌کنند.

- **سناریوی خوش‌بینانه:** استانداردها با فناوری هماهنگ می‌شوند، مسیرهای آموزشی سه‌گانه (حسابداری، فناوری، داده‌ها) فراگیر می‌شود و ابزارهای توضیح‌پذیر به کار می‌روند. در این حالت، اطمینان‌بخشی مستمر و آزمون کل جامعه به رویه معمول تبدیل می‌شود و خودکارسازی قضاوت حسابرس را تقویت می‌کند.
- **سناریوی بدبینانه:** شکاف شایستگی و عقب‌ماندگی مقرراتی ادامه می‌یابد و ابزارها کم‌شفاف می‌مانند. اتکای بی‌چون‌وچرا به خروجی ماشین، تردید حرفه‌ای را تضعیف می‌کند و تحریف‌های بااهمیت ناشناخته می‌مانند. نتیجه، کاهش اعتماد ذی‌نفعان است.
- **سناریوی واقع‌بینانه:** پذیرش ناهمگون و تدریجی است؛ مؤسسات بزرگ زودتر و مؤسسات کوچک دیرتر به فناوری می‌رسند. مدل ترکیبی انسان و ماشین با نظارت و مستندسازی غالب می‌شود و بلاک‌چین در حوزه‌های محدود، مانند تأیید معاملات و سوابق دارایی دیجیتال، کاربرد می‌یابد.

[1] Rozario & Vasarhelyi
[2] Bonyuet
[3] Schoemaker

فناوری‌های خودکارسازی در حسابرسی فناوری اطلاعات

فناوری‌های خودکارسازی در حسابرسی فناوری اطلاعات مجموعه‌ای به‌هم‌پیوسته‌اند که شامل هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، پردازش زبان طبیعی، خودکارسازی فرایندهای رباتیک، تحلیل داده‌ها و فرایندکاوی، و فناوری‌های دفتر کل توزیع‌شده می‌شوند. هر یک از این فناوری‌ها گام یا نوع خاصی از حسابرسی را هدف می‌گیرد و بررسی جداگانه آن‌ها تصویری ناقص از تحول حرفه به دست می‌دهد (کوکینا و داونپورت، ۲۰۱۷: ۱۱۷ ؛ اپلبام و همکاران، ۲۰۱۷: ۹). از این‌رو جدول ۳ کاربرد هر فناوری را بر حسب سه نوع حسابرسی مالی، عملیاتی و انطباق نشان می‌دهد.

جدول ۳. کاربرد فناوری‌های خودکارسازی بر حسب نوع حسابرسی

فناوری	حسابرسی مالی	حسابرسی عملیاتی	حسابرسی انطباق
یادگیری ماشین	شناسایی ناهنجاری در ثبت‌های حسابداری و پیش‌بینی تقلب (پرولز[1]، ۲۰۱۱: ۲۱؛ بائو و همکاران[2]، ۲۰۲۰: ۲۰۱)	تشخیص الگوی غیرعادی در شاخص‌های عملکرد	امتیازدهی ریسک تراکنش‌ها
پردازش زبان طبیعی	تحلیل متن گزارش‌ها و افشاها (لافران و مک‌دونالد[3]، ۲۰۱۶: ۱۱۹۳؛ براون و همکاران[4]، ۲۰۲۰: ۲۴۱)	تحلیل شکایات و گزارش‌های رخداد	بررسی قراردادها و تطبیق با مقررات
خودکارسازی فرایندهای رباتیک	تطبیق حساب‌ها، استخراج داده‌ها، ارسال تأییدیه (مفیت و همکاران، ۲۰۱۸: ۴؛ کوپر و همکاران، ۲۰۱۹: ۲۴)	اجرای وظایف قاعده‌محور تکراری	بازبینی دوره‌ای [illegible]سی‌ها و کنترل‌ها
تحلیل داده‌ها و فرایندکاوی	آزمون کل جامعه به‌جای نمونه (اپلبام و همکاران، ۲۰۱۷: ۱۳)	کشف گلوگاه و انحراف از فرایند (جنس و همکاران، ۲۰۱۴: ۱۷۶۶)	[illegible] مستمر کنترل‌ها [illegible] و همکاران، ۲۰۰۸:
بلاک‌چین و قرارداد هوشمند	تأیید وجود معامله و ثبت تغییرناپذیر (دای و واساریلی، ۲۰۱۷: ۲۱)	ردیابی زنجیره تأمین	[illegible] منطق کد قرارداد [illegible]مند (روزاریو و [illegible]لی، ۲۰۱۸: ۱۶)

[1] Perols
[2] Bao et al
[3] Loughran & McDonald
[4] Brown et al

در حسابرسی مالی، الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای شناسایی الگوهای غیرعادی در داده‌های مالی به کار می‌روند که ممکن است نشانه خطا یا تقلب باشند. با این حال، دقت این الگوریتم‌ها به مجموعه داده‌ها، تعریف تقلب و نادر بودن رخداد وابسته است؛ به همین دلیل پژوهش‌ها مقایسه الگوریتم‌ها و مدیریت داده‌های نامتوازن را بخش اصلی طراحی مدل می‌دانند (پرولز[1]، ۲۰۱۱: ۳۱). بائو و همکاران[2] (۲۰۲۰: ۲۲۱) نیز نشان دادند رویکرد یادگیری ماشین در پیش‌بینی تقلب شرکت‌های بورسی آمریکا از مدل‌های مرجع پیشین عملکرد بهتری دارد. در حسابرسی انطباق، پردازش زبان طبیعی تحلیل متن را خودکار می‌کند. لافران و مک‌دونالد (۲۰۱۶: ۱۱۹۳) تحلیل متنی را رویکردی رو به گسترش در حسابداری و مالی می‌دانند و براون و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند موضوع‌های متن گزارش‌ها به شناسایی گزارشگری مالی گمراه‌کننده کمک می‌کند. کاربرد آن در مرور اسناد حقوقی پیچیده، مانند قراردادهای اجاره و تأمین، با علامت‌گذاری نظام‌مند بندهای مسئله‌دار برای بررسی حسابرس، مورد تأکید انجمن حسابداران رسمی آمریکا (۲۰۲۲: ۴۱) نیز هست.

خودکارسازی فرایندهای رباتیک در هر سه نوع حسابرسی برای وظایف ساختاریافته و قاعده‌محور به کار می‌رود و در حسابرسی فناوری اطلاعات، به‌ویژه برای بازبینی دوره‌ای دسترسی کاربران و کنترل‌های عمومی قابل استفاده است. تحلیل داده‌ها و فرایندکاوی نیز آزمون کل جامعه را به‌جای نمونه‌گیری ممکن می‌کنند و انحراف از فرایند مصوب را از ردپای رویدادها آشکار می‌سازند. بلاک‌چین در کنار تأیید وجود معامله، حسابرسی کد قراردادهای هوشمند را ضروری می‌کند؛ زیرا حسابرس باید منطق کد و شرایط اجرای آن را نیز ارزیابی کند.

شواهد پیاده‌سازی نشان می‌دهد این فناوری‌ها در عمل نیز به کار رفته‌اند. کوکینا و داونپورت (۲۰۱۷: ۱۱۷) ابزارهای هوشمند مؤسسات بزرگ حسابرسی از جمله Argus دیلویت برای تحلیل اسناد و همکاری کی‌پی‌ام‌جی با آی‌بی‌ام واتسون را بررسی کرده‌اند. کوپر و همکاران (۲۰۱۹: ۲۱) کاربرد خودکارسازی رباتیک را در یکی از مؤسسات حسابرسی بزرگ گزارش کرده‌اند. جنس و همکاران (۲۰۱۴: ۱۷۶۶) فرایندکاوی را در یک مطالعه

[1] Perols
[2] Bao et al

in Press

میدانی روی ردپای رویدادهای سازمانی به کار بردند و آلس و همکاران (۲۰۰۸: ۲۰۲) دو پیاده‌سازی آزمایشی حسابرسی مستمر را تحلیل کردند. در سطح کلان، فدیک و همکاران (۲۰۲۲: ۹۴۱) نشان دادند مؤسساتی که بیشتر در هوش مصنوعی سرمایه‌گذاری کرده‌اند، کیفیت حسابرسی بالاتری دارند.

با این حال، این فناوری‌ها بی‌قیدوشرط کارآمد نیستند. نخست، مدل‌ها به داده‌های آموزشی باکیفیت و بازنمای جامعه واقعی نیاز دارند و در پدیده‌های نادر مانند تقلب با مسئله داده‌های نامتوازن روبه‌رو می‌شوند (پرولز،۲۰۱۱ : ۳۳). دوم، سوگیری الگوریتمی، کمبود شفافیت و ابهام پاسخگویی از پیامدهای اخلاقی مهم هوش مصنوعی در حسابرسی‌اند (مونوکو و همکاران، ۲۰۲۰: ۲۱۷). سوم، مدل‌های پیچیده به‌صورت «جعبه‌سیاه» عمل می‌کنند و در تصمیم‌های پرمخاطره، مدل‌های ذاتاً تفسیرپذیر ترجیح دارند (رودین[1]،۲۰۱۹ : ۲۰۸). چهارم، حسابرسان ممکن است به شواهد حاصل از ابزارهای هوشمند بیش‌ازحد یا کمتر از حد لازم اتکا کنند (کامرفورد و همکاران، ۲۰۲۲: ۱۸۲؛ براون-لیبرد و همکاران، ۲۰۱۵: ۴۵۸). پنجم، پیاده‌سازی خودکارسازی رباتیک هزینه، نگهداری و تغییرات نرم‌افزاری را به همراه دارد (لاسیتی و ویلکاکس،۲۰۱۶ : ۴۳؛ کوپر و همکاران،۲۰۱۹ : ۲۱). بنابراین، اعتبارسنجی ابزارها پیش از اتکا و بازبینی انسانی خروجی‌ها شرط بهره‌برداری مؤثر از آن‌هاست.

خودکارسازی فرایند رباتیک

خودکارسازی فرایند رباتیک، فناوری نرم‌افزاری است که با تقلید از اقدامات کاربر در رابط نرم‌افزارها، وظایف تکراری، قاعده‌محور و مبتنی بر داده‌های ساخت‌یافته را بدون مداخله انسانی اجرا می‌کند. در حسابرسی فناوری اطلاعات، این فناوری ظرفیت افزایش کارایی، دقت و استانداردسازی فعالیت‌ها را دارد و به حسابرسان امکان می‌دهد زمان خود را از کار دستی به فعالیت‌های تحلیلی و قضاوتی منتقل کنند (مفیت و همکاران، ۲۰۱۸: ۴؛ هوانگ و واساریلی، ۲۰۱۹: ۸). مستندات پیاده‌سازی، این کاربرد را تأیید می‌کند: کوپر و همکاران (۲۰۱۹: ۲۶) به‌کارگیری خودکارسازی فرایند رباتیک را در یکی از مؤسسات حسابرسی بزرگ گزارش کرده‌اند و لاسیتی و ویلکاکس (۲۰۱۶: ۴۶) در مطالعات موردی سازمان‌های متعدد، کاهش

[1] Rudin

زمان و خطا را همراه با هزینه‌ها و موانع اجرایی نشـــان داده‌اند. همچنین، مؤســـســـات بزرگ حســـابرســـی ادعا می‌کنند خودکارســـازی فرایند رباتیک زمان آزمون ثبت‌های حســـابداری و خطاهای پردازشـــی را به‌طور چشـــمگیری کاهش می‌دهد، اما چنین گزارش‌هایی تجاری‌اند و نمی‌توان آن‌ها را با روش علمی تأیید کرد؛ از این‌رو در این بخش، استدلال بر پایه پژوهش‌های داوری‌شده استوار است. در مقایسه با روش دستی، خودکارسازی فرایند رباتیک اجرای یکسان قواعد، ثبت خودکار مراحل و تکرارپذیری آزمون‌ها را فراهم می‌کند. در مقایسه با فناوری‌های هوشـمندتر مانند یادگیری ماشین، خودکارسـازی فرایند رباتیک به قواعد ثابت وابسـته اسـت و توان مواجهه با داده‌های بدون ســـاختار یا تصـــمیم‌های مبتنی بر قضـــاوت را ندارد (کوپر و همکاران، ۲۰۱۹: ۲۶).

شناسایی فرایندهای مناسب خودکارسازی، اهمیت ویژه‌ای دارد. ادبیات سه ویژگی فنّی را برای این فرایندها برمی‌شـــمارد: حجم بالای تراکنش، تغییرپذیری و نرخ اســـتثنای پایین و داده‌های ورودی ســـاختاریافته با قالب مشـــخص (لاســـیتی و ویلکاکس،۲۰۱۶: ۴۶؛ هوانگ و واساریلی، ۲۰۱۹: ۸). این سـه ویژگی برای انتخاب کافی نیستند و باید با معیارهای اقتصـادی و ریســـکی تکمیل شـــوند. نخســـت، هزینه پیاده‌ســـازی و نگهداری شـــامل توســـعه ربات، مجوز نرم‌افزار، آموزش و بازنگری پس از تغییر سامانه‌هاست. دوم، بازده سرمایه‌گذاری یعنی ارزش ساعت‌های صرفه‌جویی‌شده و خطای کاهش‌یافته در برابر کل هزینه‌ها در افق زمانی مشخص. ســـوم، پایداری فرایند به احتمال تغییر رابط‌ها و قواعد در آینده نزدیک مربوط اســـت. چهارم، ریسـک و حسـاسـیت پیامد خطای ربات را در فرایندهای پرمخاطره یا دارای الزام انطباق نشـان می‌دهد. فرایند مناســـب باید هم‌زمان در ویژگی‌های فنّی امتیاز بالا و در هزینه و ریســـک امتیاز قابل‌قبول داشـته باشـد. نمونه‌های مناسـب شـامل مغایرت‌گیری حسـاب‌ها، تطبیق تراکنش‌ها و آزمون کنترل‌های ساختاریافته‌اند (مفیت و همکاران، ۲۰۱۸: ۶؛ کوپر و همکاران،۲۰۱۹ : ۲۹).

با این حال، خودکارســـازی فرایند رباتیک محدودیت‌های جدی دارد. ربات‌ها به قواعد و رابط‌های ثابت وابسته‌اند؛ بنابراین هر تغییر در سامانه، قالب داده‌ها یا فرایند ممکن است اجرای آن‌ها را مختل کند و نگهداری مداوم نیاز باشـــد (لاســـیتی و ویلکاکس، ۲۰۱۶ : ۴۴؛ کوپر و همکاران، ۲۰۱۹: ۲۷). خودکارسازی فرایند رباتیک، قضاوت حرفه‌ای نمی‌کند و فقط وظایف ســـاختاریافته را اجرا می‌کند. اتکای بیش‌ازحد به خروجی خودکار نیز می‌تواند تردید حرفه‌ای

را کاهش دهد (پاراسورامان و مانزی، ۴۰۲:۲۰۱۰). افزون بر این، اعتبارسنجی ربات پیش از استقرار، کنترل دسترسی و ثبت ردپای حسابرسی برای جلوگیری از ریسک‌های امنیتی و انطباقی ضروری است. در مجموع، خودکارسازی فرایند رباتیک با کاهش خطای انسانی، تسریع پردازش و افزایش تکرارپذیری، می‌تواند کیفیت حسابرسی فناوری اطلاعات را ارتقا دهد، مشروط بر آنکه فرایندها با معیارهای فنّی، اقتصادی و ریسکی انتخاب شوند و نگهداری و بازبینی انسانی پایدار بماند.

کاربرد خودکارسازی در مراحل مختلف حسابرسی فناوری اطلاعات

خودکارسازی در حسابرسی فناوری اطلاعات را می‌توان زنجیره‌ای از فعالیت‌های وابسته دانست که از برنامه‌ریزی مبتنی بر ریسک آغاز می‌شود و از مسیر جمع‌آوری شواهد، آزمون کنترل‌ها و دسترسی‌ها، بررسی تغییرات، تحلیل لاگ‌ها و کشف ناهنجاری به مستندسازی و گزارش‌دهی می‌رسد. مرور ادبیات نشان می‌دهد ارزش اصلی این رویکرد در کاهش فعالیت‌های دستی، افزایش تکرارپذیری آزمون‌ها و امکان تحلیل کل جامعه داده‌ها، به‌جای نمونه‌های محدود، است (چان و واسارهلی[1]، ۲۰۱۱: ۱۵۸؛ وانگ و کاتبرتسون[2]، ۲۰۱۵: ۱۶۱). با این حال، خودکارسازی ابزار پشتیبان قضاوت حرفه‌ای است و جایگزین آن نیست؛ از این رو خروجی هر مرحله ورودی ارزیابی حسابرس به شمار می‌آید و نتیجه این ارزیابی می‌تواند به مرحله برنامه‌ریزی بازگردد.در جدول (۴)، ورودی، روش فنّی، خروجی و نقش حسابرس ارائه شده است.

جدول ٤. ورودی‌ها، روش‌های فنّی، خروجی‌ها و نقش حسابرس در مراحل حسابرسی خودکار فناوری اطلاعات

مرحله	ورودی	روش فنی	خروجی	نقش حسابرس
برنامه‌ریزی و ارزیابی ریسک	شاخص‌های ریسک کلیدی، رخدادها، خطاها	داشبورد پایش مستمر و آستانه‌های ریسک	حوزه‌های اولویت‌دار	تأیید دامنه و منابع

[1] Chan & Vasarhelyi
[2] Wang & Cuthbertson

جمع‌آوری شواهد	پایگاه‌داده‌ها، برنامه‌ها، سامانه هویت و دسترسی	ETL، SQL، API، اسکریپت	داده شواهد دارای زمان استخراج و هش	تأیید کامل بودن و اعتبار داده‌ها
آزمون کنترل‌ها	پیکربندی‌ها، سیاست‌های امنیتی	مقایسه با خط‌مبنا (مانند معیارهای CIS)	فهرست انطباق و استثنا	ارزیابی کفایت کنترل
آزمون دسترسی	کاربران، نقش‌ها، مجوزها	قواعد حساب راکد و ماتریس تفکیک وظایف	دسترسی‌های نامتناسب	بررسی علت و ریسک
بررسی تغییرات	سامانه تغییر، سوابق استقرار	تطبیق هر استقرار با درخواست تأییدشده	تغییرات غیرمجاز	قضاوت درباره اهمیت
تحلیل لاگ	لاگ برنامه، پایگاه داده‌ها و احراز هویت	تجمیع، نرمال‌سازی، قواعد همبستگی	رخدادهای مهم	انتخاب موارد بررسی تفصیلی
کشف ناهنجاری	لاگ و داده تراکنشی نرمال‌شده	تشخیص داده پرت (Isolation Forest، LOF، خوشه‌بندی، z-score)	موارد مشکوک رتبه‌بندی‌شده	اعتبارسنجی و تفسیر
گزارش‌دهی	خروجی مراحل قبل	تولید برگه کار و گزارش استثنا	گزارش ردیابی‌پذیر	نتیجه‌گیری نهایی

در مرحله برنامه‌ریزی، اویلریش و همکاران[1] (۲۰۲۰: ۱۴۶) نشان داده‌اند که حسابرسی مستمر اطلاعات به‌روزتری درباره ریسک‌ها در اختیار حسابرسان قرار می‌دهد و به برنامه‌ریزی مبتنی بر ریسک کمک می‌کند. از منظر فنّی، این کار معمولاً از طریق محاسبه دوره‌ای شاخص‌های ریسک کلیدی انجام می‌شود، از جمله تعداد ورودهای ناموفق، تعداد حساب‌های دارای دسترسی ممتاز، سهم تغییرات اضطراری و فراوانی خطاهای سیستمی. عبور هر شاخص از آستانه تعریف‌شده، حوزه مربوط را در اولویت بالاتر برنامه حسابرسی قرار می‌دهد. وانگ و کاتبرتسون (وانگ و کاتبرتسون[2]، ۲۰۱۵: ۱۵۸). بر ضرورت بهره‌گیری از داده‌های گسترده سازمانی و توسعه روش‌های تحلیلی تأکید کرده‌اند. در محیط فناوری اطلاعات، جمع‌آوری خودکار شواهد معمولاً از سه گام تشکیل می‌شود: استخراج داده‌ها از منبع با ETL،

[1] Eulerich et al
[2] Wang & Cuthbertson

In Press

پرس‌وجوی SQL یا API؛ نرمال‌سازی و کنترل کیفیت داده‌ها (کامل بودن، یکتایی و یکنواختی قالب)؛ و ثبت زمان استخراج و مقدار هش فایل برای حفظ یکپارچگی شواهد. این رویه وابستگی به گردآوری دستی را کاهش می‌دهد و ردیابی یافته‌ها تا منبع اولیه را ممکن می‌سازد.

چان و واسارهلی (۲۰۱۱: ۱۵۸) ظرفیت فناوری برای اجرای مستمر و خودکار فعالیت‌های حسابرسی را برجسته می‌کنند. در این چارچوب، آزمون‌های قاعده‌محور، از جمله الزامات گذرواژه، رمزنگاری، پورت‌های بازِ غیرضروری و تنظیمات ثبت لاگ، با اسکریپت یا ابزار مدیریت پیکربندی در برابر خط‌مبنای سازمانی یا معیارهای استاندارد مقایسه می‌شوند و نتیجه همراه با شاهد ثبت می‌شود. آزمون دسترسی نیز با استخراج فهرست کاربران، نقش‌ها و مجوزها و تطبیق آن با داده‌های منابع انسانی انجام می‌شود. قواعد متداول شامل حساب‌های بدون ورود در بازه‌ای معین، حساب‌های کارکنان خروج‌شده و ترکیب‌های مجوز ناسازگار با ماتریس تفکیک وظایف است. تحلیل کل جامعه به‌جای نمونه‌گیری با رویکرد تحلیل داده‌های مورد تأکید وانگ و کاتبرتسون (۲۰۱۵: ۱۵۶) همسو است، اما قضاوت درباره کفایت طراحی کنترل و پذیرش ریسک باقی‌مانده در حیطه حسابرس باقی می‌ماند. در بررسی تغییرات، هر استقرار ثبت‌شده در مخزن کد یا خط استقرار با یک درخواست تغییر تأییدشده در سامانه مدیریت تغییر تطبیق داده می‌شود و استقرارهای فاقد درخواست مصوب، انجام‌شده پیش از تأیید یا توسط کاربر فاقد مجوز به‌عنوان استثنا علامت می‌خورند. این رویکرد با مفهوم پایش مستمر رخدادها و کنترل‌ها) سازگار است.

در تحلیل لاگ، داده‌ها از منابع مختلف تجمیع و به قالبی مشترک تبدیل می‌شوند و قواعد همبستگی الگوهایی مانند چند ورود ناموفق پیاپی همراه با ورود موفق، یا تغییر پیکربندی حساس در ساعات غیرکاری را شناسایی می‌کنند. کونا و همکاران[1] (۲۰۱۴: ۲۶) نمونه‌ای از به‌کارگیری روش‌های تشخیص داده‌های پرت در لاگ سیستم‌های کاربردی ارائه کرده‌اند. الگوریتم‌هایی از این دست رخدادهای دور از الگوی عادی را رتبه‌بندی می‌کنند، اما خروجی آن‌ها صرفاً نشانه‌ای برای بررسی است و به‌خودی‌خود دلیلی بر تخلف یا ضعف کنترلی به شمار نمی‌آید؛ بنابراین کنترل نرخ هشدار کاذب و اعتبارسنجی موارد منتخب توسط حسابرس

[1] Kuna et al

in Press

ضـــروری اســـت. در مرحله پایانی، نتایج آزمون‌ها، پرس‌وجوها، نســـخه داده‌ها و اســـتثناها در برگه‌های کار ساختاریافته ثبت و به شواهد مربوط پیوند داده می‌شوند. این رویه تکرار آزمون را ممکن می‌سـازد و بخشـی از بار مسـتندسـازی دسـتی را کاهش می‌دهد، اما ارزیابی اهمیت یافته‌ها و نتیجه‌گیری نهایی بر عهده حسابرس است.

شواهد موجود نشان می‌دهد این رویکردها در شرکت‌های واقعی به کار رفته‌اند. واسارهلی و هالپر (۱۹۹۱: ۱۱۳) از نخستین پیاده‌سازی‌های حسابرسی مستمر را در آزمایشگاه‌های بل[1] گزارش کرده‌اند. آلس و همکاران (۲۰۰۶: ۱۴۸) پایلوت یک سامانه حسابرسی مستمر برای پایش کنترل‌های فرایندهای کسب‌وکار در زیمنس را شرح داده‌اند و آلس و همکاران (۲۰۰۸: ۲۰۱) درس‌های دو پایلوت در دو شـــرکت بزرگ را جمع‌بندی کرده‌اند. همچنین، اویلریش و همکاران (۲۰۲۴: ۷۴) با تکیه بر داده‌های میدانی یک شـــرکت چندملیتی نشـــان داده‌اند که کاهش معنادار ریسک حسابرسی پس از حدود سه سال استفاده از حسابرسی مستمر مشاهده می‌شود و میزان بهبود برای هر سال اضافه استفاده، بسته به عامل ریسک، از ۰ درصد تا ۵۱/۶ درصد متغیر است. باید توجه داشت که این مطالعات عمدتاً حسابرسی مستمر را به‌طور عام بررسی می‌کنند و نه حسابرسی فناوری اطلاعات را به‌طور اختصاصی؛ لذا تعمیم یافته‌ها به این حوزه با احتیاط همراه است.

ارزیابی اقتصادی خودکارسازی مستلزم سنجش هزینه‌ها در برابر منافع در هر مرحله است (جدول ۵). هزینه‌ها شـامل زیرسـاخت و مجوز ابزار، توسـعه اتصـال به منابع داده‌ها، تدوین و نگهداری قواعد و مدل‌ها، آموزش یا جذب نیروی متخصص و حاکمیت و امنیت داده‌ها است. منافع شـامل کاهش فعالیت‌های دسـتی، پوشـش کل جامعه، تکرارپذیری و کشـف زودهنگام مسائل است. نتیجه اویلریش و همکاران (۲۰۲۴: ۸۱) حاکی از آن است که منافع با تأخیر تحقق می‌یابد؛ بنابراین، توجیه‌پذیری سرمایه‌گذاری باید در افق چندساله سنجیده شود. به‌نظر می‌رسد آغاز از فرایندهای تکراری، پرحجم و قاعده‌محور، مانند آزمون دسـترسـی و بررسـی تغییرات، نسبت منفعت به هزینه مطلوب‌تری داشته باشد؛ هرچند این برآورد تحلیلی است و تأیید تجربی آن نیازمند پژوهش‌های آتی است.

---

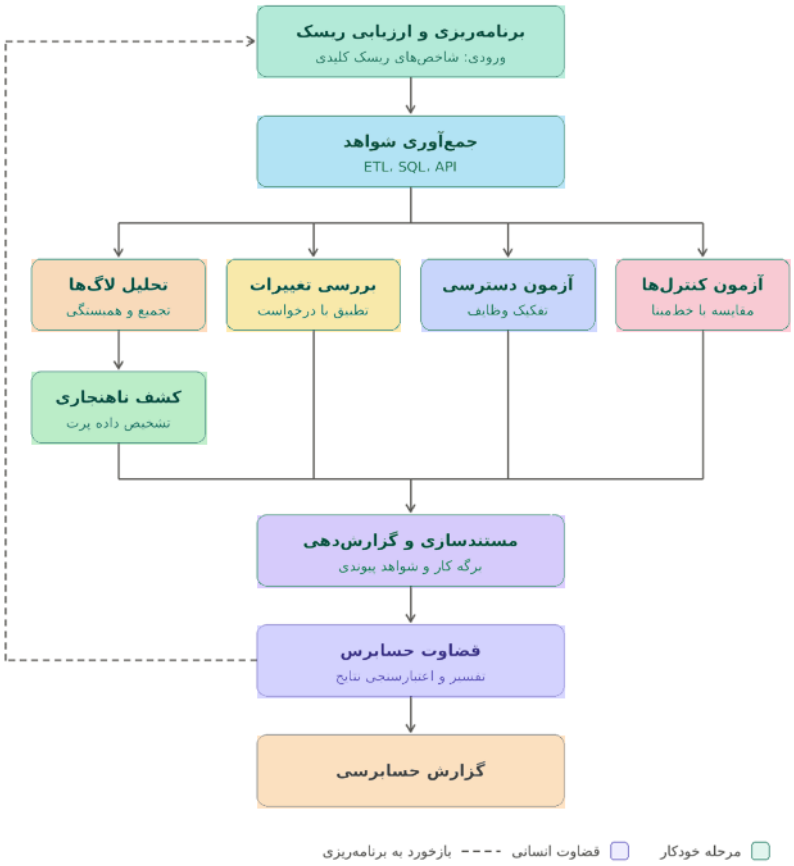
[1]) AT &T Bell Laboratories

جدول ۵. هزینه‌ها و منافع خودکارسازی به تفکیک مرحله

مرحله	هزینه‌های اصلی	منافع اصلی
برنامه‌ریزی و ریسک	تعریف شاخص‌ها و آستانه‌ها، داشبورد	اولویت‌بندی مبتنی بر داده جاری
جمع‌آوری شواهد	اتصال به منابع، مجوزهای دسترسی، حاکمیت داده‌ها	حذف استخراج دستی، شواهد ردیابی‌پذیر
آزمون کنترل و دسترسی	تدوین و نگهداری قواعد	تکرارپذیری، بررسی کل جامعه
بررسی تغییرات	یکپارچه‌سازی سامانه‌های تغییر و استقرار	کشف تغییر غیرمجاز
تحلیل لاگ و ناهنجاری	زیرساخت ذخیره و تحلیل، مهارت علم داده‌ها، کنترل هشدار کاذب	پوشش وسیع‌تر، تمرکز بر موارد مهم
گزارش‌دهی	قالب‌بندی و یکپارچه‌سازی ابزار	کاهش مستندسازی دستی، ردیابی یافته‌ها

در نتیجه، خودکارسازی در تمام مراحل حسابرسی فناوری اطلاعات قابل به‌کارگیری است، به‌شرط آنکه به‌عنوان ابزار پشتیبان یک فرایند مستمر، داده‌محور و ردیابی‌پذیر در نظر گرفته شود و قضاوت حرفه‌ای حسابرس در تفسیر نتایج حفظ شود. شکل (۴) فرایند یکپارچه خودکارسازی در حسابرسی فناوری اطلاعات را به‌صورت جریان داده‌ها و تصمیم نشان می‌دهد. فرایند با برنامه‌ریزی و ارزیابی ریسک آغاز می‌شود و حوزه‌های اولویت‌دار شناسایی‌شده، دامنه جمع‌آوری شواهد را تعیین می‌کنند. داده‌های استخراج‌شده سپس به‌طور هم‌زمان در چهار مسیر آزمون کنترل‌ها، آزمون دسترسی کاربران، بررسی تغییرات و تحلیل لاگ‌ها به کار می‌روند، و خروجی تحلیل لاگ برای کشف ناهنجاری به مرحله بعد منتقل می‌شود. استثناهای هر مسیر در مستندسازی و گزارش‌دهی گردآوری می‌شوند و قضاوت حسابرس بر آن‌ها اعمال می‌شود. مراحل خودکار و مرحله قضاوت انسانی در نمودار با رنگ متفاوت مشخص شده‌اند و خط‌چین بازخورد نشان می‌دهد که نتیجه این قضاوت می‌تواند برنامه‌ریزی و اولویت‌بندی ریسک را در چرخه بعد اصلاح کند.

In Press



شکل ٤. جریان خودکارسازی در حسابرسی فناوری اطلاعات: ورودی‌ها، خروجی‌ها و نقش قضاوت حسابرس

خودکارسازی، کیفیت و روش‌شناسی حسابرسی

ادغام فناوری‌های خودکارسازی در حسابرسی فناوری اطلاعات، هم‌زمان سه حوزه را دگرگون کرده است: روش‌شناسی اجرای آزمون‌ها، نحوه ارزیابی کنترل‌های فناوری اطلاعات و ماهیت شواهد حسابرسی. کیفیت حسابرسی بر پایه تعریف دی آنجلو[1] (۱۹۸۱: ۱۸۷)، احتمال کشف و گزارش تحریف بااهمیت در سامانه حسابداری است. کیفیت شواهد نیز بر اساس دو

[1] DeAngelo

ویژگی مربوط بودن و قابل‌اتکا بودن و کفایت آن‌ها طبق استاندارد حسابرسی ۵۰۰ (هیئت استانداردهای بین‌المللی حسابرسی و اطمینان‌بخشی) سنجیده می‌شود. مقایسه روش‌شناسی سنتی و روش مبتنی بر خودکارسازی در چهار بعد پوشش، زمان‌بندی، ماهیت شواهد و نقش حسابرس، در جدول (۶) خلاصه شده است.

جدول ٦. مقایسه روش‌شناسی سنتی و خودکار در حسابرسی فناوری اطلاعات

بعد	روش سنتی	روش مبتنی بر خودکارسازی
پوشش	نمونه‌گیری از جامعه	آزمون کل جامعه داده‌ها (اپلبام و همکاران، ۲۰۱۷: ۱۴)
زمان‌بندی	آزمون دوره‌ای و گذشته‌نگر	پایش مستمر و تقریباً بلادرنگ (واساریلی و هالپر، ۱۹۹۱: ۱۱۳؛ چان و واساریلی، ۲۰۱۱: ۱۵۶)
ماهیت شواهد	اسناد و استخراج دستی	داده‌های استخراج‌شده با ثبت زمان و ردپای حسابرسی
نقش حسابرس	اجرای آزمون و گردآوری	طراحی قواعد، ارزیابی استثناها و قضاوت

در سطح روش، پایش مستمر مهم‌ترین تحول است. واساریلی و هالپر (۱۹۹۱: ۱۱۳) آن را در یکی از نخستین پیاده‌سازی‌ها گزارش کردند و آلس و همکاران (۲۰۰۶: ۱۵۱، ۲۰۰۸: ۲۰۱) با پایلوت‌های میدانی، پایش مستمر کنترل‌های فرایندهای کسب‌وکار را بررسی کردند. چان و واساریلی (۲۰۱۱: ۱۵۸) این رویکرد را ظرفیتی برای اجرای خودکار و مستمر فعالیت‌های حسابرسی می‌دانند. در حسابرسی فناوری اطلاعات، این امر یعنی بررسی مداوم داده‌های سامانه‌ای، رویدادهای ثبت‌شده و عملکرد کنترل‌های خودکار که شناسایی زودتر ناهنجاری و ضعف کنترلی را ممکن می‌کند. در نتیجه، فراوانی و دامنه آزمون کنترل‌ها می‌تواند افزایش یابد. با این حال، شواهد تجربی درباره اندازه این بهبود محدود است و به متن و سازمان وابسته است. فدیک و همکاران (۲۰۲۲: ۹۶۱) در سطح مؤسسه نشان دادند سرمایه‌گذاری بیشتر در هوش مصنوعی با کیفیت حسابرسی بالاتر، از جمله بازنگری کمتر صورت‌های مالی، همراه است، اما این یافته رابطه همبستگی است و برای تعمیم به هر ابزار و هر سازمان باید با احتیاط به کار رود.

خودکارسازی، به‌طور هم‌زمان ریسک‌های کیفی تازه‌ای می‌آفریند. نخست، شواهد خودکار فقط به اندازه داده‌های ورودی معتبرند؛ از این‌رو کامل بودن و صحت استخراج

داده‌ها باید پیش از اتکا کنترل شود. دوم، اتکای بیش‌ازحد به سامانه‌های خودکار (پاراسورامان و مانزی[1]، ۲۰۱۰: ۳۸۷) و کم‌وزن‌دهی نابجا به خروجی‌های هوش مصنوعی (کامرفورد و همکاران، ۲۰۲۲) هر دو می‌توانند تردید حرفه‌ای را تضعیف کنند. براون-لیبرد و همکاران (۲۰۱۵: ۴۵۷) نیز بر حفظ تردید حرفه‌ای هنگام استفاده از داده‌های حجیم تأکید دارند. سوم، مدل‌های کم‌شفاف قضاوت درباره خروجی را دشوار می‌کنند (رودین، ۲۰۱۹: ۲۱۱۱). از این‌رو، خودکارسازی زمانی کیفیت حسابرسی را ارتقا می‌دهد که با اعتبارسنجی ابزار، کنترل کیفیت داده‌ها، مستندسازی در پرونده حسابرسی و بازبینی انسانی خروجی‌ها همراه باشد.

چالش‌های پیاده‌سازی و مدیریت ریسک

پذیرش فناوری‌های خودکارسازی در حسابرسی فناوری اطلاعات، افزون بر مزایای کارایی، مجموعه‌ای از چالش‌های به‌هم‌پیوسته را پدید می‌آورد که می‌توان آن‌ها را در چهار بُعد حاکمیت داده‌ها، انطباق با الزامات شواهد، عوامل سازمانی و انسانی و ریسک‌های فنّی و امنیتی تحلیل کرد. در بُعد نخست، اعتبار خروجی‌های خودکار به کیفیت داده‌های ورودی وابسته است؛ از این‌رو اپلبام و همکاران (۲۰۱۷: ۱۵) دسترس‌پذیری، یکپارچگی و حفاظت از داده‌ها را از موانع بنیادین حسابرسی داده‌محور برمی‌شمارند. در بُعد دوم، رویه‌های خودکار باید الزامات استاندارد حسابرسی ۵۰۰ درباره کفایت و مناسب بودن شواهد (هیئت استانداردهای بین‌المللی حسابرسی و اطمینان‌بخشی) را برآورده کنند. تحقق این الزام مستلزم مستندسازی جامع، راستی‌آزمایی مستقل و نظارت مؤثر انسانی است. در بُعد سوم، شواهد تجربی نشان می‌دهد عوامل سازمانی و نهادی نقشی تعیین‌کننده در بهره‌گیری از فناوری دارند. اوستین و همکاران (۲۰۲۱: ۱۸۹۷) در مطالعه‌ای مبتنی بر مصاحبه نشان دادند ابهام درباره نگرش مقررات‌گذاران و بازرسان، حسابرسان و مدیران را به رویکردی محتاطانه در به‌کارگیری تحلیل داده‌ها سوق می‌دهد. در حوزه خودکارسازی رباتیک نیز، هزینه پیاده‌سازی، نگهداری و مقاومت کارکنان از موانع اصلی گزارش شده‌اند (لاسیتی و ویلکاکس، ۲۰۱۶: ۴۲؛ کوپر و همکاران، ۲۰۱۹: ۱۷). در بُعد چهارم، انتقال داده‌ها به بسترهای ابری و ابزارهای هوشمند سطح مواجهه با رخدادهای امنیت سایبری را گسترش می‌دهد و پژوهش‌ها میان این

[1] Parasuraman & Manzey

in Press

رخدادها و کیفیت حسابرسی ارتباط یافته‌اند (روزاتی و همکاران[1]، ۲۰۲۲: ۷۰۸). برای مدیریت این ریسک‌ها می‌توان از چارچوب مدیریت ریسک هوش مصنوعی (مؤسسه ملی استاندارد و فناوری آمریکا، ۲۰۲۳: ۱۴) و چارچوب کوبیت ۲۰۱۹ (انجمن حسابرسی و کنترل سیستم‌های اطلاعاتی،۲۰۱۸ : ۹۲) بهره برد که هر دو بر حاکمیت، شناسایی، سنجش و مدیریت ریسک تأکید دارند. به‌طور مشخص، استقرار مرحله‌ای همراه با پایلوت، سرمایه‌گذاری بر توسعه شایستگی و حمایت مدیران ارشد از سازوکارهایی‌اند که می‌توانند این چالش‌ها را کاهش دهند، هرچند شواهد تجربی درباره اثربخشی نسبی آن‌ها هنوز محدود است.

با وجود پیشرفت‌های اخیر، چند حوزه نیازمند پژوهش بیشتر است و می‌تواند دستور کار پژوهشی آینده را شکل دهد. نخست، حسابرسی قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاک‌چین فاقد روش‌شناسی استاندارد است و چالش‌های فنّی و مقرراتی ویژه‌ای دارد؛ زیرا حسابرس باید افزون بر ثبت تراکنش، منطق کد و شرایط اجرای آن را نیز ارزیابی کند (دای و واساریلی، ۲۰۱۷: ۱۲؛ روزاریو و واساریلی، ۲۰۱۸: ۱۸). دوم، توسعه مدل‌های هوش مصنوعی توضیح‌پذیر که ضمن بهره‌گیری از الگوریتم‌های پیچیده یادگیری ماشین، قابلیت ردیابی و تبیین در فرایند حسابرسی را حفظ کنند، مسئله‌ای مهم و باز است (رودین،۲۰۱۹ : ۲۰۱۱؛ آریتا و همکاران، ۲۰۲۰: ۸۷). سوم، چگونگی تحول استانداردهای حسابرسی در مواجهه با تحولات فناورانه، بدون تضعیف الزامات حرفه‌ای، نیازمند پایش و ارزیابی مستمر است. چنان‌که آرنز و همکاران (۲۰۲۰: ۲۱) تصریح می‌کنند، حرفه حسابرسی با چالش برقراری توازن میان نوآوری فناورانه و حفظ ارزش‌های بنیادین حرفه‌ای روبه‌روست؛ توازنی که برای اعتماد عمومی به گزارشگری مالی ضروری است. بر این اساس، ادغام موفق خودکارسازی در حسابرسی فناوری اطلاعات به همکاری مستمر حسابرسان حرفه‌ای، نهادهای تدوین‌کننده استاندارد و پژوهشگران دانشگاهی نیاز دارد تا این فناوری‌ها به‌جای تضعیف کیفیت حسابرسی، به ارتقای آن بینجامند.

نتیجه‌گیری

این مطالعه با رویکرد مرور سیستماتیک ادبیات، تحول حسابرسی فناوری اطلاعات را در عصر خودکارسازی بررسی کرد و یافته‌ها نشان می‌دهد این تحول در سه سطح روش، نقش و

[1] Rosati et al

شایستگی رخ داده است. در سطح روش، خودکارسازی حسابرسی را از آزمون‌های نمونه‌ای و دوره‌ای به آزمون کل جامعه داده‌ها و پایش مستمر نزدیک به بلادرنگ منتقل کرده است و کاربرد آن را می‌توان در زنجیره‌ای به‌هم‌پیوسته از مراحل حسابرسی ردیابی کرد. در مرحله برنامه‌ریزی و ارزیابی ریسک، محاسبه دوره‌ای شاخص‌های ریسک کلیدی و آستانه‌های هشدار، حوزه‌های اولویت‌دار را تعیین می‌کند. در مرحله جمع‌آوری شواهد، استخراج خودکار داده‌ها از منابع، کنترل کیفیت آن و ثبت زمان استخراج، ردیابی یافته‌ها تا منبع اولیه را ممکن می‌سازد. در آزمون کنترل‌ها و دسترسی‌ها، مقایسه پیکربندی‌ها با خط‌مبنا و تطبیق فهرست کاربران، نقش‌ها و مجوزها با ماتریس تفکیک وظایف انجام می‌شود. در بررسی تغییرات، هر استقرار با درخواست تغییر تأییدشده تطبیق داده می‌شود. در تحلیل لاگ و کشف ناهنجاری، تجمیع رویدادها، قواعد همبستگی و الگوریتم‌های تشخیص داده‌های پرت، موارد مشکوک را رتبه‌بندی می‌کنند. در مرحله مستندسازی و گزارش‌دهی نیز برگه‌های کار ساختاریافته و ردیابی‌پذیر تولید می‌شود. در این زنجیره، هر دسته از فناوری‌ها، از خودکارسازی فرایندهای رباتیک و تحلیل داده‌ها تا فرایندکاوی و یادگیری ماشین، کارکرد متفاوتی دارد و خروجی همه مراحل صرفاً ورودی ارزیابی حسابرس است. بر پایه یافته‌ها، اثر این تحول بر کیفیت مشروط است و رابطه‌ای بی‌قیدوشرط نیست؛ شواهد موجود از ارتباط سرمایه‌گذاری بیشتر در هوش مصنوعی با کیفیت بالاتر حسابرسی حکایت دارد، اما ماهیت این یافته همبستگی است. در سطح نقش، خودکارسازی به‌جای حذف حسابرس، ترکیب کار او را تغییر می‌دهد؛ وظایف روتین کاهش می‌یابد و تمرکز او به طراحی قواعد، ارزیابی استثناها و قضاوت حرفه‌ای منتقل می‌شود، که پیامد آن کاهش نقش‌های مبتدی و ضرورت مسیری جایگزین برای کسب قضاوت حرفه‌ای تازه‌کاران است. در سطح شایستگی، حسابرس به توان هم‌زمان حسابداری، فناوری و علم داده‌ها نیاز دارد و حفظ تردید حرفه‌ای اهمیت می‌یابد؛ زیرا شواهد رفتاری هم کم‌وزن‌دهی نابجا به خروجی هوش مصنوعی و هم اتکای بیش‌ازحد به سامانه‌های خودکار را نشان می‌دهد. با وجود این، شکاف شایستگی، ناشفافیت ابزارها، ابهام و عقب‌ماندگی مقرراتی، ریسک‌های امنیت داده‌ها و مقاومت سازمانی یکدیگر را تقویت می‌کنند و مداخله‌ای تک‌بعدی برای حل آن‌ها کافی نیست. بنابراین، بهینه‌سازی خودکارسازی، مستلزم رویکردی جامع است که فناوری را با تخصص انسانی یکپارچه کند، بر پایش مستمر، حاکمیت داده‌ها و

in Press

توسعه شایستگی تکیه کند و حسابرسان، مؤسسات و نهادهای استانداردگذار را هماهنگ سازد.

یافته‌های پژوهش، چند دستاورد و ارزش افزوده علمی برای استفاده‌کنندگان را دارد. برای حسابرسان، یافته‌ها بر مستندسازی منطق ابزار، بازبینی انسانی خروجی‌ها و حفظ تردید حرفه‌ای تأکید دارد. برای مؤسسات حسابرسی، سه اقدام برجسته است: انتخاب فرایندهای خودکارسازی بر پایه معیارهای فنّی، اقتصادی و ریسکی؛ طراحی مسیری جایگزین برای کسب قضاوت حرفه‌ای توسط تازه‌کاران، زیرا وظایف روزمره، بستر سنتی آموزش آن‌ها بوده است؛ و سرمایه‌گذاری در شایستگی‌های سه‌گانه حسابداری، فناوری و داده‌ها. برای نهادهای استانداردگذار، اولویت با رفع شکاف راهنمایی درباره شواهد حاصل از مدل‌های یادگیری ماشین و بلاک‌چین و کاستن از ابهام مقرراتی است که به احتیاط حسابرسان در به‌کارگیری فناوری می‌انجامد. هماهنگی با الزامات ریسک‌محور هوش مصنوعی نیز ضروری است.

محدودیت‌ها

تفسیر یافته‌ها باید با احتیاط انجام شود. نخست، مرور سیستماتیک به پایگاه‌ها، بازه زمانی و زبان‌های انتخابی محدود است و سوءگیری انتشار و حذف ادبیات منتشرنشده یا تجاری را در پی دارد. دوم، مطالعات واردشده، از آزمایش تا مطالعه موردی و پیمایش، ناهمگن‌اند و داده‌های کمّی قابل‌مقایسه اندک است؛ بنابراین فراتحلیل کمّی ممکن نبود. سوم، بخش مهمی از شواهد به حسابرسی مستمر یا حسابرسی به‌طور عام مربوط است و نه حسابرسی فناوری اطلاعات به‌طور اختصاصی و تعمیم آن به این حوزه باید محتاطانه باشد. چهارم، تغییر سریع فناوری ممکن است برخی یافته‌ها را زود از اعتبار بیندازد. پنجم، چارچوب‌های پیشنهادی (مدل بهینه‌سازی، مدل شایستگی و سناریوها) ترکیب تحلیلی نگارنده‌اند و هنوز آزمون تجربی نشده‌اند.

پیشنهادهای پژوهشی

با توجه به این یافته‌ها و محدودیت‌ها، پژوهش‌های آینده را می‌توان به‌ترتیب اولویت پیگیری کرد. اولویت بالا با دو موضوع است: نخست، بررسی اثر علّی خودکارسازی بر کیفیت حسابرسی و ساختار تیم‌های حسابرسی فناوری اطلاعات با مطالعات میدانی طولی و داده‌های

سطح مؤسسه، زیرا یافته‌های موجود عمدتاً همبستگی‌اند؛ دوم، آزمون تجربی مدل بهینه‌سازی و مدل توسعه شایستگی با پژوهش طراحی‌محور یا شبه‌آزمایش، زیرا این مدل‌ها هنوز آزمون نشده‌اند. در اولویت متوسط، سه موضوع قرار می‌گیرد: مطالعه رفتار اتکای حسابرسان به ابزارهای هوشمند با آزمایش‌های رفتاری، برای روشن کردن شرایط کم‌وزن‌دهی یا اتکای بیش‌ازحد؛ تدوین روش‌شناسی حسابرسی قراردادهای هوشمند و شواهد بلاک‌چینی با پژوهش طراحی‌محور و مطالعه موردی؛ و ارزیابی توضیح‌پذیری ابزارها در تصمیم‌های حسابرسی با مقایسه مدل‌های تفسیرپذیر و توضیح‌های پسینی. در اولویت پایین، پایش تحول استانداردها و مقررات با تحلیل محتوای اسناد و مصاحبه با نهادهای استاندارد‌گذار قرار می‌گیرد، زیرا سرعت تغییر آن بالاست و نیازمند به‌روزرسانی مستمر است. با اجرای این دستور کار، می‌توان اطمینان یافت که ادغام خودکارسازی در حسابرسی فناوری اطلاعات به‌جای تضعیف کیفیت حسابرسی، به ارتقای آن می‌انجامد.

References

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment. *American Economic Review, 108*(6), 1488–1542.

Almagrashi, A., Mujalli, A., Khan, T., & Attia, O. (2023). Factors determining internal auditors' behavioral intention to use computer-assisted auditing techniques: An extension of the UTAUT model and an empirical study. *Future Business Journal, 9*, 74. https://doi.org/10.1186/s43093-023-00231-2.

Alles, M., Kogan, A., & Vasarhelyi, M. (2008). Putting continuous auditing theory into practice: Lessons from two pilot implementations. *Journal of Information Systems, 22*(2), 195–214.

Alles, M., Brennan, G., Kogan, A., & Vasarhelyi, M. A. (2006). Continuous monitoring of business process controls: A pilot implementation of a continuous auditing system at Siemens. *International Journal of Accounting Information Systems, 7*(2).

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.

Anwar, A., & Akeel, M. O. (2026). Integrating artificial intelligence in audit workflow: Opportunities, architecture, and challenges: *A systematic review. Accountancy and Auditing*, 2, 4.

American Institute of Certified Public Accountants (AICPA). (2020). Professional guidance on the use of technology and artificial intelligence in auditing. AICPA.

American Institute of Certified Public Accountants (AICPA). (2020). Guidance on system development and change management controls in IT environments. AICPA.

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.

Arrieta, A. B., et al. (2020). Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion*, *58*, 82–115.

Arens, A. A., Elder, R. J., Beasley, M. S., & Hogan, C. E. (2020). Auditing and assurance services: An integrated approach (17th ed.). Pearson.

Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). *The risk of automation for jobs in OECD countries* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189). OECD Publishing.

Austin, A. A., Carpenter, T., Christ, M. H., & Nielson, C. S. (2021). The data analytics journey: Interactions among auditors, managers, regulation, and technology. *Contemporary Accounting Research*, *38*(3), 1888–1924.

Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, *29*(3), 3–30.

Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *Quarterly Journal of Economics*, *118*(4), 1279–1333.

Bao, Y., Ke, B., Li, B., Yu, Y. J., & Zhang, J. (2020). Detecting accounting fraud in publicly traded U.S. firms using a machine learning approach. *Journal of Accounting Research*, *58*(1), 199–235.

Bostrom, N. (2014). Superintelligence: Paths, dangers, strategies. Oxford University Press.

Bonyuet, D. (2020). Overview and impact of blockchain on auditing. *International Journal of Digital Accounting Research*, *20*, 31–43.

Brown-Liburd, H., Issa, H., & Lombardi, D. (2015). Behavioral implications of big data's impact on audit judgment and decision making. *Accounting Horizons*, *29*(2), 451–468. https://doi.org/10.2308/acch-51069.

Brown, N. C., Crowley, R. M., & Elliott, W. B. (2020). What are you saying? Using topic to detect financial misreporting. *Journal of Accounting Research*, *58*(1), 237–291.

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. W. W. Norton & Company.

Cao, M., Chychyla, R., & Stewart, T. (2015). Big data analytics in financial statement audits. *Accounting Horizons*, *29*(2), 423–429. https://doi.org/10.2308/acch-51068

Chan, D. Y., & Vasarhelyi, M. A. (2011). Innovation and practice of continuous auditing. *International Journal of Accounting Information Systems*, *12*(2), 152–160.

Christ, M. H., Emett, S. A., Summers, S. L., & Wood, D. A. (2021). The effects of technological disruption on auditing. *Journal of Accounting Research, 59*(1), 173–213. https://doi.org/10.1111/1475-679X.12345.

Commerford, B. P., Dennis, S. A., Joe, J. R., & Ulla, J. W. (2022). Man versus machine: Complex estimates and auditor reliance on artificial intelligence. *Journal of Accounting Research, 60*(1), 171–201.

Cooper, L. A., Holderness, D. K., Sorensen, T. L., & Wood, D. A. (2019). Robotic process automation in public accounting. *Accounting Horizons, 33*(4), 15–35.

Dai, J., & Vasarhelyi, M. A. (2017). Toward blockchain-based accounting and assurance. *Journal of Information Systems, 31*(3), 5–21. https://doi.org/10.2308/isys-51807

Davenport, T. H., & Mittal, N. (2023). All-in on AI: How smart companies win big with artificial intelligence. Harvard Business Review Press.

Davenport, T. H. (2018). *The AI advantage: How to put the artificial intelligence revolution to work*. MIT Press.

DeAngelo, L. E. (1981). Auditor size and audit quality. *Journal of Accounting and Economics, 3*(3), 183–199.

Deloitte & Center for Audit Quality. (2022). *The impact of IT complexity on audit* [Report].

Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis*. MIT Center for Advanced Engineering Study.

Dopemu, O. (2026). An exploration of information technology auditors' perceptions of the use of automation in information technology audits [Doctoral dissertation, College of Arts and Sciences, Department of History & Government].

Dreyfus, H. L., & Dreyfus, S. E. (1986). *Mind over machine*. Free Press.

Eulerich, M., Georgi, C., & Schmidt, A. (2020). Continuous auditing and risk-based audit planning—An empirical analysis. *Journal of Emerging Technologies in Accounting, 17*(2), 141–155.

Eulerich, M., Fligge, B., Kasper, V. L., & Wood, D. A. (2024). Patience is key: The time it takes to see benefits from continuous auditing. *Accounting Horizons.* 39 (1): 69–86.

European Union. (2024). Regulation (EU) 2024/1689 (Artificial Intelligence Act).

Ernst & Young. (2023, February 16). How data and tech help deliver a high-quality audit. https://www.ey.com/en_us/digital-audit/data-and-tech-deliver-high-quality-audit.

Fedyk, A., Hodson, J., Khimich, N., & Fedyk, T. (2022). Is artificial intelligence improving the audit process? *Review of Accounting Studies, 27*(3), 938–985.

Ford, M. (2015). Rise of the robots: Technology and the threat of a jobless future. Basic Books.

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting and Social Change, *114*, 254–280. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019.

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.

Ghosh, S., & Preza, M. (2020). Unleashing the potential of artificial intelligence in auditing: A comprehensive exploration of its multifaceted impact (Paper No. 119616). Munich Personal RePEc Archive.

Huang, F., & Vasarhelyi, M. A. (2019). Applying robotic process automation (RPA) in auditing: A framework. *International Journal of Accounting Information Systems, 35*, 100433.

Information Systems Audit and Control Association. (2019). COBIT 2019 framework: Governance and management objectives. Information Systems Audit and Control Association.

Information Systems Audit and Control Association. (2022). CISA certification overview. https://www.isaca.org/credentialing/cisa

Information Systems Audit and Control Association. (2023). CISA certification: Job practice domains. https://www.isaca.org/credentialing/cisa

International Information System Security Certification Consortium. (2023). *CISSP certification requirements.* https://www.isc2.org/certifications/cissp

ISACA. (2019). COBIT 2019 framework: Governance and management objectives. ISACA.

ISACA. (2022). State of cybersecurity and IT complexity report. ISACA.

ISACA. (2026). IT Audit Framework (ITAF), 5th edition: A professional practices framework for IT audit. ISACA.

International Accounting Education Standards Board. (2019). International Education Standard 2: Initial professional development, technical competence (revised). IFAC.

International Auditing and Assurance Standards Board (IAASB). (2020). *Guidance on data protection and related audit considerations*. IAASB.

International Accounting Education Standards Board. (2019). *International Education Standard 2: Initial professional development, technical competence (revised)*. IFAC.

International Auditing and Assurance Standards Board. (2019). *ISA 315 (Revised 2019), Identifying and assessing the risks of material misstatement*. IFAC.

International Auditing and Assurance Standards Board. (2020). *The IAASB's technology position*. IFAC.

International Auditing and Assurance Standards Board. *ISA 500, Audit evidence*. IFAC.

ISO/IEC. (2022). ISO/IEC 27001:2022 Information security management systems.

ISACA. (2018). *COBIT 2019 framework: Introduction and methodology*. ISACA.

Issa, H., Sun, T., & Vasarhelyi, M. (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

Janvrin, D. J., & Watson, M. W. (2017). “Big Data”: A new twist to accounting. *Journal of Accounting Education, 38*, 3–8.

Jans, M., Alles, M., & Vasarhelyi, M. (2014). A field study on the use of process mining of event logs as an analytical procedure in auditing. *The Accounting Review, 89*(5), 1751–1773.

Kacanski, S. (2016). ICT in auditing: Impact of audit quality norms on interpersonal interactions. *European Financial and Accounting Journal,* 11(4), 39–64. https://doi.org/10.18267/j.efaj.173.

Kassar, M., & Jizi, M. (2026). Artificial intelligence and robotic process automation in auditing and accounting: A systematic literature review. Journal of Applied Accounting Research, 27(1), 217–241.

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-51761.

Kokina, J., Blanchette, S., Davenport, T. H., & Pachamanova, D. (2025). Challenges and opportunities for artificial intelligence in auditing: Evidence from the field. International Journal of Accounting Information Systems, 56, 100734.

KPMG International. (2023). AI in audit survey report. https://kpmg.com/kpmg-us/content/dam/kpmg/pdf/2023/kpmg-ai-in-audit-survey-report-october-2023.pdf.

Kuna, H. D., García-Martínez, R., & Villatoro, F. R. (2014). Outlier detection in audit logs for application systems. *Information Systems, 44*, 22–33.

Lacity, M., & Willcocks, L. (2016). A new approach to automating services. *MIT Sloan Management Review, 58*(1), 41–49.

Li, H., Dai, J., Gershberg, T., & Vasarhelyi, M. A. (2018). Understanding usage and value of audit analytics in the internal audit: An organizational approach. *International Journal of Accounting Information Systems, 28*, 59–76.

Loughran, T., & McDonald, B. (2016). Textual analysis in accounting and finance: A survey. *Journal of Accounting Research, 54*(4), 1187–1230.

Lundberg, S. M., & Lee, S. I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. In I. Guyon, U. Von Luxburg, S. Benigo, H. Wallach, R. Fergus, S. Vishwanathan, & R. Garnett (Eds.), *Advances in neural information processing systems 30* (pp. 4765–4774). Curran Associates.

Manyika, J., Lund, S., Chui, M., Bughin, J., Woetzel, J., Batra, P., Ko, R., & Sanghvi, S. (2017, November 28). Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages

McGregor, D., & Carpenter, R. (2020). Potential threats for the auditing profession, audit firms and audit processes inherent in using emerging technology. *The Business and Management Review, 11*(2), 45–54.

Moffitt, K. C., Rozario, A. M., & Vasarhelyi, M. A. (2018). Robotic process automation for auditing. *Journal of Emerging Technologies in Accounting, 15*(1), 1–10.

Munoko, I., Brown-Liburd, H. L., & Vasarhelyi, M. (2020). The ethical implications of using artificial intelligence in auditing. *Journal of Business Ethics, 167*, 209–234.

National Institute of Standards and Technology. (2023). *Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0)*.

National Institute of Standards and Technology. (2023). *Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0)*.

National Institute of Standards and Technology. (2024). *The NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0*.

Nelson, M. W. (2009). A model and literature review of professional skepticism in auditing. *Auditing: A Journal of Practice & Theory, 28*(2), 1–34.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ, 372*, n71.

Pan, G., & Seow, P.-S. (2016). Preparing accounting graduates for digital revolution: A critical review of information technology competencies and skills development. *Journal of Education for Business, 91*(3), 166–175.

Parasuraman, R., & Manzey, D. H. (2010). Complacency and bias in human use of automation: An attentional integration. *Human Factors, 52*(3), 381–410.

Pedrosa, I., & Costa, C. J. (2012). Computer assisted audit tools and techniques in real world: CAATT's applications and approaches in context. In International Conference on Computer Information Systems and Industrial Management Applications (pp. 161–168). MIR Labs.

Perols, J. (2011). Financial statement fraud detection: An analysis of statistical and machine learning algorithms. *Auditing: A Journal of Practice & Theory, 30*(2), 19–50.

Ponemon Institute. (2023). *Cost of a data breach report 2023*. IBM Security. https://www.ibm.com/reports/data-breach

Ponemon Institute / IBM Security. (2025–2026). Cost of a data breach report. IBM / Ponemon Institute.

Protiviti. (2023). *Comparative assessment of organizations lacking mature IT audit functions*. Protiviti.

Public Company Accounting Oversight Board. (2021). *Auditing standards*. https://pcaobus.org/oversight/standards/auditing-standards

Public Company Accounting Oversight Board (PCAOB). (2021). Auditing standard related to IT general controls and internal control over financial reporting. PCAOB.

Public Company Accounting Oversight Board (PCAOB). (2022). Findings related to IT control weaknesses and financial misstatements. PCAOB.

Qasim, A., & Kharbat, F. F. (2019). Blockchain technology, business data analytics, and artificial intelligence: Use in the accounting profession and ideas for inclusion into the accounting curriculum. *Journal of Emerging Technologies in Accounting, 16*(1), 1–20.

Richins, G., Stapleton, A., Stratopoulos, T. C., & Wong, C. (2017). Big data analytics: Opportunity or threat for the accounting profession? *Journal of Information Systems, 31*(3), 63–79.

Rosati, P., Gogolin, F., & Lynn, T. (2022). Cyber-security incidents and audit quality. *European Accounting Review, 31*(3), 701–728.

Rozario, A. M., & Vasarhelyi, M. A. (2018). Auditing with smart contracts. *International Journal of Digital Accounting Research, 18*, 1–27.

Rudin, C. (2019). Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. *Nature Machine Intelligence, 1*, 206–215.

Rosli, K., Yeow, P. H. P., & Siew, E. (2013, December 4–6). Adoption of audit technology in audit firms. 24th Australasian Conference on Information Systems (ACIS 2013), Melbourne, VIC, Australia.

Ruhnke, K., & Schmidt, M. (2014). The audit expectation gap: Existence, causes, and the impact of changes. *Accounting and Business Research, 44*(5), 572–601. https://doi.org/10.1080/00014788.2014.929519.

Salijeni, G., Samsonova-Taddei, A., & Turley, S. (2019). Big Data and changes in audit technology: Contemplating a research agenda. *Accounting and Business Research, 49*(1), 95–119.

Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. World Economic Forum.

Schoemaker, P. J. H. (1995). Scenario planning: A tool for strategic thinking. *MIT Sloan Management Review*, 36(2), 25–40.

Securities and Exchange Commission. (2023). SEC adopts rules on cybersecurity risk management, strategy, governance, and incident disclosure by public companies. https://www.sec.gov/newsroom/press-releases/2023-139.

Sethibe, T., & Naidoo, E. (2022). The adoption of robotics in the auditing profession. *South African Journal of Information Management, 24*(1), 1–7. https://doi.org/10.4102/sajim.v24i1.1441

Shneiderman, B. (2022). *Human-centered AI*. Oxford University Press.

Thottoli, M. M., & Thomas, K. V. (2020). Characteristics of information communication technology and audit practices: Evidence from India. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems, 52*(4), 570–593. https://doi.org/10.1108/VJIKMS-04-2020-0068

Kuna, H. D., García-Martínez, R., & Villatoro, F. R. (2014). Outlier detection in audit logs for application systems. *Information Systems, 44*, 22–33.

Vasarhelyi, M. A., & Halper, F. B. (1991). The continuous audit of online systems. *Auditing: A Journal of Practice & Theory, 10*(1), 110–125.

Vasarhelyi, M. A., Kogan, A., & Tuttle, B. M. (2015). Big data in accounting: An overview. *Accounting Horizons, 29*(2), 381–396. https://doi.org/10.2308/acch-51071

Verizon. (2023). 2023 data breach investigations report. Verizon Business. https://www.verizon.com/business/resources/reports/dbir/

Wang, T., & Cuthbertson, R. (2015). Eight issues on audit data analytics we would like researched. *Journal of Information Systems, 29*(1), 155–162.

World Economic Forum. (2023). *The future of jobs report 2023*. World Economic Forum.

Zhang, Y., Xiong, F., Xie, Y., Fan, X., & Gu, H. (2020). The impact of artificial intelligence and blockchain on the accounting profession. *IEEE Access*, *8*, 110461–110477.

in Press