

دومین همایش حسابرسی رایانه ای و تحلیل شناسی داده

THE SECOND CONFERENCE ON COMPUTER
AUDITING AND DATA ANALYTICS

ثبت نام از طریق
وب سایت انجمن:
iitasa.ir

ارسال مقالات

www.iitasa.org.ir



محور های همایش

- ۱- داده های بزرگ و تحلیل شناسی مبتنی بر هوش مصنوعی در حسابرسی
- ۲- تحلیل پیشبینانه، توصیفی و تجویزی در حسابداری
- ۳- استفاده از تحلیل شناسی داده در سرقاسر فرآیند حسابرسی
- ۴- نقش RPA در بازآفرینی حسابرسی

ارائه گواهینامه
معتبر انجمن

محل برگزاری: دانشگاه الزهراء، سالن مصلى نژاد

تاریخ برگزاری: ۱۰ خرداد ۱۴۰۴

زمان برگزاری: ساعت ۱۵

آدرس همایش:

تهران، ونک، خیابان شیخ بهایی، خیابان

دانشگاه الزهراء (س) دانشگاه الزهراء (س)

دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی طبقه اول

سالن مصلى نژاد

مهلت

ارسال

مقالات

۸ خرداد

۱۴۰۴

به نام خدا

مجموعه مقالات

دوین همایش حسابرسی رایانه‌ای و تحلیل‌شناسی داده

دهم خرداد ۱۴۰۴

تدوین: دکتر نذرا عبدالوند، دانشیار مدیریت فناوری اطلاعات دانشگاه الزهراء

کد اختصاصی ISC: [۰۴۲۵۰-۲۲۰۷۰](#)



انجمن علمی حسابرسی فناوری اطلاعات ایران

رئیس هیأت: دکتر علی رحمانی

اعضای کمیته علمی هیأت:

دکتر علی رحمانی

دکتر سامان مرانی

دکتر آمنه خدیور

دکتر حمید رضا کنجی

دکتر محمد عرب مازاریزودی

دکتر عبدالعزیز الوند

دکتر میتاشیاخی

دکتر الهام آخوندزاده

دکتر فرزاد فیروزی

دکتر امیر البدوی

دکتر حمید رضا کوثر

دکتر وحید برادران

دکتر علی شایان

دکتر فریا غزیزی

دبیر علمی هیأت: دکتر عبدالوند

دبیر اجرایی هیأت: دکتر حمید رضا کنجی

اعضای کمیته اجرایی هیأت:

دکتر محسن صادقی

دکتر احسان حمزه

زهر اکرمی

مریم امیری خواه

ویراستاری فارسی و انگلیسی، مجموعه مقالات:

آشناخان

صفحه آرایی، مجموعه مقالات: مریم امیری خواه

حامیان: دانشگاه تهران، جامعه سبداران رسمی، بانک

تجارت، انجمن حسابرسی فناوری اطلاعات ایران، دانشگاه

الزهر، مرکز آموزش و تحقیقات سبداری رسمی، بانک

پاسارگاد و گروه توسعه مالی مهرآیندگان

پیشگفتار

تحولات پرشتاب فناوریانه در عرصه‌های مالی و اقتصادی، بازاریابی در آموزش، پژوهش و عمل حرفه‌ای را ضروری کرده است. آنچه در مجموعه مقالات این همایش بازتاب یافته است، تلاشی برای پاسخ به این ضرورت است؛ جایی که مدل‌های پیشرفته تحلیل و پیش‌بینی، توانایی درک رفتارهای پیچیده و غیرخطی بازار را تقویت می‌کنند؛ کلان‌داده‌ها به ابزاری مؤثر برای کشف الگوهای پنهان، بهبود کشف تقلب و ارتقای فرایندهای نظارتی بدل می‌شوند و خودکارسازی فرایندها، مسیر دستیابی به شفافیت بیشتر، کاهش خطاهای انسانی و تحول در نقش حرفه‌ای حساب‌رسان را هموار می‌سازد.

همگرایی روش‌های نوین تحلیل داده با نیازهای واقعی کسب و کارها، افق تازه‌ای پیش روی حسابداری و حسابرسی می‌گشاید. برگزاری این همایش با هدف تبادل تجربه و نگاه‌های تخصصی، فرصتی است تا مسیرهای به‌روزرسانی دانش حرفه‌ای و پاسخ به مسائل روز، با تکیه بر شواهد و رویکردهای علمی، روشن‌تر شود.

مجموعه مقالات همایش نشان می‌دهد جامعه علمی و حرفه‌ای کشور به‌طور جدی به سوی بهره‌گیری از تحلیل داده، پایش مستمر و ابزارهای خودکارسازی حرکت کرده است. دستاوردهای ارائه‌شده از بهبود کارایی فرایندهای کنترلی و کاهش خطاهای انسانی تا ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری، بیانگر آن است که به کارگیری فناوری در خدمت هدف‌های اصلی حرفه قرار دارد؛ یعنی شفافیت بیشتر، اتکاپذیری گزارش‌ها و افزایش اعتماد ذی‌نفعان.

امید است استمرار این گفت‌وگوها و همکاری‌ها، زمینه تدوین راهکارهای عملی و بومی‌سازی تجربه‌های موفق را فراهم کند؛ به گونه‌ای که دستاوردهای این همایش، پلی میان دانشگاه و صنعت باشد و مسیر توسعه حسابرسی رایانه‌ای را در کشور هموار سازد.

علی رحمانی

رئیس همایش و

رئیس هیات مدیره انجمن حسابرسی فناوری اطلاعات ایران

مقدمه

تحول در حرفه حسابداری و حسابرسی دیگر صرفاً مسئله ابزار نیست؛ مسئله «پارادایم» است. امروز، زنجیره ارزش از «حاکمیت داده و کیفیت سنجی» آغاز می‌شود، از «تحلیل‌های توصیفی، پیش‌بینانه و تجویزی» عبور می‌کند، به «حسابرسی پیوسته و پایش بلادرنگ» می‌رسد و با «خودکارسازی هوشمند» نقش‌های انسانی را از کارهای تکراری به قضاوت و نظارت ارتقا می‌دهد. این همایش با آگاهانه کنار هم نشان دادن دیدگاه‌های حسابرسی و فناوری اطلاعات، می‌کوشد به جای افزودن ابزارهای پراکنده، «معماری یکپارچه تحلیل‌محور» را صورت‌بندی کند.

ترکیب محورهای همایش از کلان‌داده و هوش مصنوعی در حسابرسی تا RPA و تحلیل‌های تجویزی، نشان می‌دهد که مسئله اصلی تنها «توان فنی» نیست؛ «اعتماد، تبیین‌پذیری، و سازگاری با مقررات» نیز هم‌سنگ اهمیت دارند. در چکیده‌های این مجموعه از یک‌سو با الگوهای پویای بازارهای نوظهور، همچون رمزارزها روبرو می‌شویم که به مدل‌سازی‌های چندرژیمی و چندفراکتالی نیاز دارند؛ و از سوی دیگر با جریان‌های عملیاتی سازمان‌ها که به کمک RPA و تحلیل‌های داده‌محور، شفاف‌تر و کاراتر می‌شوند. این هم‌نشینی «پیشچیدگی مدل» و «کاربرد عملی» دقیقاً همان شکاف میان پژوهش و عمل را هدف گرفته است.

به‌عنوان دبیر علمی از منظر فناوری اطلاعات، سه اصل را برای مسیر پیش‌رو برجسته می‌کنم:

- ۱- «کیفیت و حاکمیت داده» پیش‌نیاز هر نوآوری تحلیلی است؛ بدون شواهد قابل ردیابی، هیچ مدل پیش‌بینی‌گر، حتی اگر دقیق باشد، وجاهت حرفه‌ای نمی‌یابد.
- ۲- «تبیین‌پذیری و اخلاق الگوریتمی» باید هم‌زمان با دقت و کارایی سنجیده شود؛ مدل‌های سیاه‌جعبه در حسابرسی زمانی پذیرفتنی‌اند که سازوکار پاسخ‌گویی و کنترل ریسک‌شان روشن باشد.
- ۳- «انسان در حلقه» به‌مثابه اصل راهنما: خودکارسازی باید قضاوت حرفه‌ای را توانمندتر کند، نه آن را دور بزند.

این مجموعه حاصل تلاش پژوهشگران، داوران و همکارانی است که با دقت علمی و نگاه کاربردی، محتوایی فراهم کرده‌اند که هم برای دانشگاه سودمند است و هم برای عمل حرفه‌ای. امید دارم گفت‌وگوهایی که در این همایش شکل می‌گیرد، به تدوین راهنماهای اجرایی، بازنگری برنامه‌های آموزشی و توسعه چارچوب‌های کنترلی نوین بینجامد؛ و مسیر همکاری‌های عمیق‌تر میان جامعه دانشگاهی، بدنه حرفه و نهادهای سیاست‌گذار را روشن‌تر کند؛ با زبانی مشترک که بر داده درست، تحلیل سنجیده و پاسخ‌گویی متکی است.

دکتر ندا عبدالوند

دانشیار مدیریت فناوری اطلاعات و

دبیر علمی دومین همایش

حسابرسی رایانه‌ای و تحلیل‌شناسی داده

فهرست مقالات

- ۱-۱۸ ارائه چهارچوبی برای به کارگیری متن کاوی و هوش مصنوعی در حسابرسی حاکمیت فناوری اطلاعات
ندا عبدالوند و مانده نوروزی
- ۱۹-۳۶ مدل سازی و پیش بینی قیمت بیت کوین با ترکیب مدل مارکوف سونیچینگ با نوسانات مالی فراکتال و هموارسازی مبتنی بر موجک
کامران گل محمدپور آذر
- ۳۷-۵۳ تحلیل کلان داده در حسابداری قانونی و حسابرسی
حمیدرضا گنجی، پارسا پورمهدی و مروارید غلامپور
- ۵۴-۶۲ خود کارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی: یک مطالعه مروری
امیر محمد مقالیان
- ۶۳-۸۵ پذیرش و حمایت دانشگاهی از تلفیق درس تحلیل شناسی داده در حسابداری: مطالعه ای از منظر اعضای هیئت علمی
علی رحمانی، سمیرا پرمه و زهرا موسوی
- ۸۶-۱۱۲ حسابرسی سریع و شفاف با فناوری خود کارسازی رباتیک فرایندها: کاهش خطا و کنترل تقلب
سمیه حسینی عقدایی
- ۱۱۳-۱۳۸ نقش فرایندهای رباتیک در تحول حسابرسی: بررسی فرایند رباتیک و تأثیر آن بر کارایی و اشتغال در حسابرسی
حسنعلی اخلاقی
- ۱۳۹-۱۶۳ تحول حسابرسی با فناوری خود کارسازی فرایند رباتیک
عفت اکرمی مقدم و کاوه پرندین
- ۱۶۵-۲۲۲ چکیده گسترده مقالات به انگلیسی

ارائه چهارچوبی برای به کارگیری متن کاوی و هوش مصنوعی در حسابرسی حاکمیت فناوری اطلاعات

ندا عبدالوند*^۱ و مائده نوروزی^۲

چکیده

رشد سریع فناوری اطلاعات و پیچیدگی فزاینده داده‌های سازمانی، حوزه حاکمیت و حسابرسی فناوری اطلاعات را دچار تحول اساسی کرده است. رویکردهای سنتی حسابرسی در مواجهه با حجم، تنوع و سرعت بالای اطلاعات دیجیتال با محدودیت‌هایی جدی روبه‌رو هستند و این امر چالش‌هایی در زمینه شفافیت، ارزیابی ریسک و خلق ارزش ایجاد می‌کند. این پژوهش یک مطالعه‌ی مفهومی است که با تکیه بر نظریه وابستگی منابع (RDT) و نظریه مشروعیت، چهارچوبی چندلایه برای حاکمیت حسابرسی فناوری اطلاعات مبتنی بر هوش مصنوعی و یادگیری ماشین ارائه می‌دهد. مدل پیشنهادی شامل هشت لایه است: زیرساخت، داده، پیش‌پردازش، کاربرد، تحلیل مبتنی بر هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، گزارش‌دهی، حاکمیت و یک لایه امنیتی میان‌برشی. این مدل نشان می‌دهد که ابزارهای تحلیلی نوین می‌توانند شفافیت را افزایش دهند، اعتماد ذی‌نفعان را تقویت کنند و زمینه‌ساز خلق ارزش پایدار برای سازمان باشند. این مطالعه با تلفیق ادبیات موجود و توسعه‌ی بینش‌های نظری، نه تنها چهارچوبی مفهومی جامع ارائه می‌کند بلکه مسیرهای پژوهشی آینده و کاربردهای عملی در زمینه حسابرسی فناوری اطلاعات را نیز ترسیم می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: حاکمیت فناوری اطلاعات، حسابرسی فناوری اطلاعات، هوش مصنوعی، متن کاوی، نظریه وابستگی منابع، نظریه مشروعیت

طبقه‌بندی موضوعی: M42, C55

^۱ دانشیار مدیریت فناوری اطلاعات، گروه مدیریت، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران (نویسنده مسئول).

Email: n.abdolvand@alzahra.ac.ir

^۲ کارشناس ارشد مدیریت کسب‌وکار، گروه مدیریت، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران.

n.abdolvand@alzahra.ac.ir

مقدمه

در دهه‌های اخیر، اهمیت فزاینده‌ی فناوری اطلاعات در شکل‌دهی به راهبردهای سازمانی و پشتیبانی از فرایندهای کلیدی کسب‌وکار موجب شده است که موضوع حاکمیت فناوری اطلاعات به یکی از ارکان اصلی حاکمیت شرکتی تبدیل شود (هنیش و همکاران^۱، ۲۰۲۳؛ ویل و راس^۲، ۲۰۰۴). حاکمیت فناوری اطلاعات به‌عنوان مجموعه‌ای از ساختارها، فرایندها و مکانیزم‌ها تعریف می‌شود که هدف آن هم‌راستا ساختن سرمایه‌گذاری‌ها و تصمیمات فناوری اطلاعات با اهداف استراتژیک سازمان، کاهش ریسک‌های مرتبط و ایجاد ارزش تجاری پایدار است (براون و گرنت^۳، ۲۰۰۵؛ ویلکین و چنهال^۴، ۲۰۱۰). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که استقرار صحیح حاکمیت فناوری اطلاعات می‌تواند علاوه بر بهبود عملکرد سازمانی، شفافیت، پاسخگویی و اعتماد ذی‌نفعان را افزایش دهد (جوشی و همکاران، ۲۰۲۲).

در این میان، حسابرسی حاکمیت فناوری اطلاعات به‌عنوان ابزاری کلیدی برای ارزیابی میزان انطباق فرایندهای فناوری اطلاعات با اهداف سازمانی و استانداردهای قانونی مطرح است (شرکت حاکمیت IT^۵، ۲۰۲۴). حسابرسی حاکمیت فناوری اطلاعات می‌تواند تضمین کند که سرمایه‌گذاری‌های فناورانه نه تنها در راستای استراتژی سازمان هستند، بلکه قادرند ارزش واقعی ایجاد کرده و از ریسک‌های عملیاتی و سایبری بکاهند (استوئل^۶ و همکاران، ۲۰۱۲؛ ژانگ^۷ و همکاران، ۲۰۲۲). در این راستا، موضوع‌های کلیدی حسابرسی (KAM)^۸ که از سال ۲۰۱۶ در گزارش‌های حسابرسی الزامی شده‌اند (آی‌اف‌ای‌سی^۹، ۲۰۱۶)، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای شفاف‌سازی و پاسخگویی مورد توجه قرار گرفته‌اند. این موضوع‌ها نشان می‌دهند که حسابرس در جریان ممیزی کدام حوزه‌ها را پرریسک‌تر و بااهمیت‌تر تشخیص داده است و

^۱ Hanisch et al.

^۲ Weill & Ross

^۳ Brown & Grant

^۴ Wilkin & Chenhall

^۵ IT Governance Ltd.

^۶ Stoel

^۷ Zhang

^۸ Key Audit Matters

^۹ IFAC

بنابراین می‌توانند اطلاعات ارزشمندی برای سرمایه‌گذاران و مدیران فراهم کنند (کاستر^۱ و همکاران، ۲۰۲۳؛ مارون و ریکه‌بورگ^۲، ۲۰۲۳).

با این حال، پیچیدگی فزاینده‌ی داده‌های سازمانی و حجم گسترده‌ی اطلاعات متنی، چالش‌هایی اساسی در فرایند شناسایی و تحلیل موضوع‌های کلیدی حسابرسی ایجاد کرده است (محمدی و کرمی، ۲۰۲۲). به همین دلیل، در سال‌های اخیر توجه محققان به استفاده از رویکردهای نوین مانند یادگیری ماشین و متن‌کاوی برای استخراج الگوها و دانش پنهان از اسناد حسابرسی جلب شده است (بوسکو^۳ و همکاران، ۲۰۱۸؛ برتومو^۴ و همکاران، ۲۰۲۱؛ کاستر و همکاران، ۲۰۲۳). پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که این روش‌ها می‌توانند هم کیفیت حسابرسی و هم قابلیت پیش‌بینی ریسک‌های آینده را بهبود دهند.

با وجود رشد سریع این حوزه، مرور ادبیات نشان می‌دهد که هنوز شکاف‌های قابل توجهی در فهم روابط میان حاکمیت فناوری اطلاعات، حسابرسی آن و نقش موضوع‌های کلیدی حسابرسی وجود دارد. به‌ویژه، بسیاری از مطالعات یا بر تعریف و چهارچوب‌های نظری حاکمیت فناوری اطلاعات متمرکز بوده‌اند (ویل و راس، ۲۰۰۴؛ هنیش و همکاران، ۲۰۲۳) یا به بررسی عوامل کلیدی موفقیت در پیاده‌سازی آن پرداخته‌اند (الریمی^۵ و همکاران، ۲۰۱۶) در حالی که مطالعات اندکی به صورت جامع ارتباط بین موضوع‌های کلیدی حسابرسی و ابعاد مختلف حاکمیت فناوری اطلاعات را مورد توجه قرار داده‌اند.

از این رو، هدف مقاله حاضر مرور نظام‌مند و تحلیلی پژوهش‌های پیشین در زمینه حاکمیت فناوری اطلاعات، حسابرسی آن و نقش موضوع‌های کلیدی حسابرسی است. این مقاله تلاش دارد با گردآوری و دسته‌بندی مفاهیم پژوهشی، مسیرهای پژوهشی آینده را شناسایی کرده و چهارچوبی برای حسابرسی حاکمیت فناوری اطلاعات در عصر دیجیتال ارائه دهد.

این پژوهش از نوع مطالعه مفهومی^۶ است. در مطالعه مفهومی به جای اتکا بر داده‌های تجربی، تمرکز بر شناسایی، تحلیل و ترکیب مفاهیم موجود در ادبیات علمی است تا از رهگذر آن

¹ Kuster

² Maroun & Ricquebourg

³ Boskou

⁴ Bertomeu

⁵ Alreemy

⁶ Conceptual Study

چهارچوب‌ها و دیدگاه‌های جدیدی برای درک بهتر یک پدیده ارائه شود. چنین رویکردی به‌ویژه زمانی ارزشمند است که حوزه پژوهش با مفاهیم چندبعدی و در حال تحول سروکار دارد، همچون حاکمیت فناوری اطلاعات و حسابرسی آن. در این مقاله تلاش شده است تا با مرور نظام‌مند-مفهومی منابع علمی موجود، مفاهیم کلیدی گردآوری شده و روابط میان آن‌ها تبیین گردد.

از منظر نظری، این پژوهش بر دو بنیان استوار است: نظریه مشروعیت و نظریه وابستگی به منابع. بر اساس نظریه مشروعیت، سازمان‌ها برای کسب پذیرش اجتماعی و تداوم بقا نیازمند شفافیت، پاسخگویی و ارائه گزارش‌های قابل اتکا هستند. در حوزه حاکمیت فناوری اطلاعات، این نظریه توضیح می‌دهد که حسابرسی مبتنی بر ابزارهای نوین می‌تواند مشروعیت سازمان را از طریق افزایش شفافیت و کاهش ابهام در افشاگری‌ها تقویت کند. در مقابل، نظریه وابستگی به منابع (RDT) بر اهمیت منابع حیاتی، از جمله داده‌ها و فناوری‌های نوین نظیر یادگیری ماشین و متن کاوی تأکید دارد. این نظریه تبیین می‌کند که دسترسی و مدیریت کارآمد این منابع، سازمان را قادر می‌سازد تا وابستگی خود به عوامل بیرونی را کاهش دهد و از طریق بهره‌گیری از قابلیت‌های فناورانه، کیفیت فرایند حسابرسی و ارزش آفرینی مبتنی بر داده را ارتقا بخشد. ترکیب این دو دیدگاه نظری، بنیانی برای توسعه مدل مفهومی پژوهش فراهم می‌آورد که در آن فناوری‌های نوین نه تنها به عنوان منابع استراتژیک بلکه به عنوان ابزاری برای ارتقای شفافیت و مشروعیت در حسابرسی فناوری اطلاعات عمل می‌کنند.

بنابراین، در چهارچوب مطالعه مفهومی حاضر تلاش شده است با تکیه بر این دو نظریه، مدلی یکپارچه ارائه گردد که نشان می‌دهد چگونه فناوری‌های نوین می‌توانند مکانیزم‌های حسابرسی را در بستر حاکمیت فناوری اطلاعات توانمند سازند و منجر به افزایش شفافیت، اعتماد و ارزش آفرینی در سازمان‌ها شوند.

حاکمیت فناوری اطلاعات

حاکمیت فناوری اطلاعات، به عنوان یکی از ارکان کلیدی حاکمیت سازمانی در دو دهه اخیر توجه پژوهشگران و مدیران را به خود جلب کرده است. این مفهوم به مجموعه‌ای از ساختارها، فرایندها و مکانیزم‌های ارتباطی اشاره دارد که هدف اصلی آن هم‌راستا کردن سرمایه‌گذاری‌ها

و فعالیت‌های فناوری اطلاعات با اهداف استراتژیک سازمان و اطمینان از خلق ارزش برای ذی‌نفعان است (ویل و راس، ۲۰۰۴). در واقع، حاکمیت فناوری اطلاعات چهارچوبی است که در آن فناوری اطلاعات نه تنها به‌عنوان یک پشتیبان عملیات روزمره بلکه به‌عنوان یک منبع راهبردی در جهت نوآوری و مزیت رقابتی سازمان عمل می‌کند (جوشی و همکاران، ۲۰۲۲). مطالعات پیشین نشان داده‌اند که نبود سازوکارهای حاکمیت فناوری اطلاعات می‌تواند پیامدهای نامطلوبی از جمله شکست پروژه‌های فناوری، اتلاف منابع و افزایش ریسک‌های عملیاتی و امنیتی به همراه داشته باشد (هنیش و همکاران، ۲۰۲۳).

بررسی متون نشان می‌دهد که متغیرهای متعددی برای تبیین حاکمیت فناوری اطلاعات به کار گرفته شده‌اند که از نظر تنوع و پیچیدگی، طیف گسترده‌ای را در بر می‌گیرند. این متغیرها در سه دسته اصلی قابل تفکیک هستند: نخست، متغیرهای ساختاری که به تخصیص نقش‌ها و مسئولیت‌ها در سطح هیئت‌مدیره، کمیته‌های فناوری اطلاعات و مدیران ارشد اشاره دارند؛ دوم، متغیرهای فرایندی که شامل رویه‌های مدیریت ریسک، مدیریت پروژه‌های فناوری اطلاعات، کنترل‌های داخلی و انطباق با چهارچوب‌هایی نظیر COBIT و ISO/IEC 38500 می‌شوند؛ و سوم، متغیرهای ارتباطی که به تعامل میان مدیران فناوری اطلاعات و مدیران کسب‌وکار، ایجاد فرهنگ سازمانی مناسب و سازوکارهای شفاف‌سازی اطلاعات مربوط هستند (هنیش و همکاران، ۲۰۲۳).

جدول ۱ فهرستی از این متغیرهای کلیدی را ارائه می‌کند. مرور این جدول نشان می‌دهد که پیچیدگی و تنوع ابعاد حاکمیت فناوری اطلاعات، تحلیل آن را با چالش جدی مواجه می‌سازد. در واقع، ماهیت چندبعدی این متغیرها موجب می‌شود روش‌های سنتی تحلیل و حسابرسی به‌سختی قادر به شناسایی روابط و الگوهای پنهان میان آن‌ها باشند. از این رو، پژوهش حاضر استدلال می‌کند که بهره‌گیری از رویکردهای نوین همچون متن‌کاوی و یادگیری ماشین می‌تواند نقش مهمی در ارتقای کیفیت تحلیل ایفا کند. این ابزارها قادرند داده‌های متنی و غیرساخت‌یافته مرتبط با حسابرسی و حاکمیت فناوری اطلاعات را پردازش نموده و از درون آن‌ها بینش‌های ارزشمندی استخراج کنند که در نهایت به شفافیت بیشتر و خلق ارزش برای ذی‌نفعان منجر می‌شود.

جدول ۱. ماتریس متغیرهای بررسی شده در هر مؤلفه‌ی حاکمیت فناوری اطلاعات

مؤلفه‌های حاکمیت فناوری اطلاعات											مرجع
مکانیسم‌ها				ساختارهای سازمانی				حوزه‌های فرایندی			
مدیریت ریسک	ارزیابی عملکرد	نظارت	مدیریت منابع	همسویی استراتژیک	سیاست‌های ارتباطی	سرمایه‌گذاری	تصمیم‌گیری	ارائه‌ی خدمات	زیرساخت	مدیریت پروژه	
				X		X	X				ویل و راس (۲۰۰۴)
						X	X				براون و گرنٹ (۲۰۰۵)
					X		X				هوانگ ^۱ و همکاران (۲۰۱۰)
X	X		X	X							ویلکین و چنهال (۲۰۱۰)
X			X	X			X				الریمی و همکاران (۲۰۱۶)
				X			X				گرگوری ^۲ و همکاران (۲۰۱۸)
X	X	X								X	گونزالس ^۳ و همکاران (۲۰۲۱)

¹ Huang² Gregory³ González

مولفه‌های حاکمیت فناوری اطلاعات											مرجع
مکانیسم‌ها				ساختارهای سازمانی				حوزه‌های فرایندی			
مدیریت ریسک	ارزیابی عملکرد	نظارت	مدیریت منابع	همسویی استراتژیک	سیاست‌های ارتباطی	سرمایه‌گذاری	تصمیم‌گیری	ارائه خدمات	زیرساخت	مدیریت پروژه	
		X					X	X	X	X	جوشی و همکاران (۲۰۲۲)
				X			X	X		X	مائستره-گانگورا ^۱ آپونته (۲۰۲۳)

در پژوهش حاضر، حاکمیت فناوری اطلاعات به‌عنوان چهارچوب مفهومی بالادستی در نظر گرفته شده است که مدل یکپارچه پیشنهادی در بستر آن عمل می‌کند. به عبارت دیگر، حاکمیت فناوری اطلاعات زمینه‌ای را فراهم می‌سازد که در آن حسابرسی فناوری اطلاعات نقش نظارتی خود را ایفا می‌کند و ابزارهای نوین همچون هوش مصنوعی و یادگیری ماشین به‌عنوان منابع استراتژیک در بهبود کیفیت و اثربخشی حسابرسی به کار گرفته می‌شوند. بدین ترتیب، این چهارچوب نه تنها به کاهش عدم تقارن اطلاعاتی میان مدیران و ذی‌نفعان کمک می‌کند بلکه بستری برای خلق ارزش از طریق بهره‌گیری هوشمندانه از داده‌ها و فناوری‌های نوین فراهم می‌آورد.

حسابرسی فناوری اطلاعات

حسابرسی فناوری اطلاعات، به‌عنوان یکی از ارکان اصلی نظام‌های کنترلی سازمان‌ها، در دهه‌های اخیر بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. در حالی که حسابرسی سنتی عمدتاً بر فرایندها و کنترل‌های مالی متمرکز بود، حسابرسی فناوری اطلاعات به بررسی کفایت و

¹ Maestre-Góngora & Aponte

اثربخشی کنترل‌های فناوری، امنیت داده‌ها و انطباق با استانداردها و چهارچوب‌های حاکمیتی می‌پردازد (واسارhelyi و هالپر^۱، ۱۹۹۱؛ ایساکا^۲، ۲۰۱۹). این تحول باعث شد حسابرسی فناوری اطلاعات از جایگاهی صرفاً پشتیبان به یک حوزه استراتژیک در ارزیابی عملکرد سازمانی ارتقا یابد (پاور، ۱۹۹۷).

با وجود این اهمیت، ادبیات پژوهشی نشان می‌دهد که حسابرسی فناوری اطلاعات همچنان با چالش‌های اساسی مواجه است. نخستین چالش مربوط به حجم و ماهیت داده‌ها است. داده‌های مورد استفاده در حسابرسی فناوری اطلاعات بسیار متنوع و اغلب غیرساخت‌یافته‌اند؛ از گزارش‌های ممیزی و مستندات کنترلی گرفته تا لاگ‌های سیستمی و مکاتبات سازمانی (محمدی و کرمی، ۲۰۲۲). این تنوع، نیازمند روش‌های تحلیلی پیشرفته است تا حساب‌برسان بتوانند الگوها و ناهنجاری‌ها را در میان انبوهی از داده‌ها شناسایی کنند.

چالش دوم به تشخیص و افشای موضوع‌های کلیدی حسابرسی (KAMs) مربوط می‌شود. استانداردهای بین‌المللی حسابرسی (آی‌ای‌اس‌بی^۳، ۲۰۱۵) حساب‌برسان را ملزم می‌سازند تا موضوع‌های پرریسک و پیچیده را شناسایی و در گزارش‌ها منعکس کنند. با این حال، فرایند شناسایی KAMها در عمل عمدتاً متکی بر قضاوت حرفه‌ای و بررسی دستی اسناد است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که این امر می‌تواند منجر به ناهمگونی در گزارش‌دهی، تأخیر در شناسایی ریسک‌ها و حتی بروز خطا یا سوگیری شود (سیریوس^۴ و همکاران، ۲۰۱۸).

چالش سوم، فقدان بهره‌گیری مؤثر از فناوری‌های نوین در حسابرسی IT است. هرچند طی دو دهه اخیر استفاده از ابزارهای حسابرسی به کمک رایانه (CAATs) توسعه یافته است، اما همچنان شکاف قابل توجهی میان قابلیت‌های فناوریانه و روش‌های واقعی مورد استفاده در حرفه حسابرسی وجود دارد (Janvrin و همکاران، ۲۰۱۲). بخش زیادی از داده‌های متنی موجود در گزارش‌ها و مستندات حسابرسی هنوز به صورت نظام‌مند پردازش نمی‌شوند و در نتیجه بخش بزرگی از دانش بالقوه مغفول می‌ماند.

¹ Vasarhelyi & Halper

² ISACA

³ IAASB

⁴ Sirois

این کاستی‌ها به‌ویژه زمانی برجسته‌تر می‌شوند که حسابرسی فناوری اطلاعات در سطح حاکمیت سازمانی مورد توجه قرار گیرد. تنوع متغیرهای حاکمیت فناوری اطلاعات (رجوع شود به جدول ۱) و پیچیدگی روابط میان آن‌ها ایجاب می‌کند که حساب‌رسان به ابزارهایی فراتر از روش‌های سنتی مجهز باشند. در غیر این صورت، فرایند حسابرسی به جای ایجاد شفافیت و ارزش، صرفاً به یک فعالیت تشریفاتی و انطباقی محدود خواهد شد (آلس و همکاران، ۲۰۰۸).

بنابراین، مرور ادبیات به‌روشنی نشان می‌دهد که یکی از اصلی‌ترین شکاف‌های موجود در حسابرسی فناوری اطلاعات، فقدان روش‌های تحلیلی کارآمد برای پردازش داده‌های متنی و شناسایی موضوع‌های کلیدی است. این خلأ پژوهشی، ضرورت بهره‌گیری از رویکردهای نوینی همچون متن‌کاوی و الگوریتم‌های یادگیری ماشین را برجسته می‌سازد. چنین فناوری‌هایی قادرند روابط پنهان را آشکار کرده، KAMها را به‌صورت خودکار یا نیمه‌خودکار استخراج کنند و از این طریق کیفیت و اثربخشی حسابرسی را به نحو چشمگیری ارتقا دهند.

هوش مصنوعی و متن‌کاوی در حسابرسی فناوری اطلاعات

هوش مصنوعی (AI) و شاخه‌های آن از جمله یادگیری ماشین (ML) و متن‌کاوی در سال‌های اخیر به‌طور گسترده‌ای در حوزه حسابداری و حسابرسی مورد توجه قرار گرفته‌اند. یادگیری ماشین به‌عنوان یکی از زیرمجموعه‌های کلیدی هوش مصنوعی، شامل روش‌های متنوعی همچون یادگیری باناظر^۱، یادگیری بی‌ناظر^۲، یادگیری تقویتی^۳ و تحلیل تجویزی^۴ است که هر یک قابلیت‌های خاصی در تحلیل داده‌های پیچیده و غیرساخت‌یافته دارند (راسل^۵ و همکاران، ۲۰۱۷). در کنار این رویکردها، متن‌کاوی و پردازش زبان طبیعی (NLP) ابزاری قدرتمند برای استخراج دانش از داده‌های متنی محسوب می‌شوند و به‌ویژه در حسابرسی فناوری اطلاعات، که بخش عمده‌ای از داده‌ها در قالب گزارش‌ها و مستندات متنی تولید می‌شوند، اهمیت فراوان دارند (فلدمن و سنگر^۶، ۲۰۰۷).

^۱ Supervised Learning

^۲ Unsupervised Learning

^۳ Reinforcement Learning

^۴ Prescriptive Analytics

^۵ Russell

^۶ Feldman & Sanger

جدول ۲ ماتریسی از ارتباط میان روش‌ها، تکنیک‌های یادگیری و کاربردهای مشخص آن‌ها در حسابرسی فناوری اطلاعات را نشان می‌دهد. همان‌طور که جدول بیان می‌کند، یادگیری باناظر از طریق الگوریتم‌های طبقه‌بندی می‌تواند برای پیش‌بینی ریسک‌های امنیتی یا طبقه‌بندی خطاهای کنترلی به کار رود؛ در حالی که یادگیری بی‌ناظر با استفاده از خوشه‌بندی و تشخیص ناهنجاری، قادر به کشف الگوهای پنهان و شناسایی تراکنش‌های غیرمعمول یا موارد تقلب است. همچنین، یادگیری تقویتی به حساب‌رسان امکان می‌دهد تا فرایندهای نمونه‌گیری یا پایش مستمر کنترل‌ها را بر اساس بازخورد بهینه‌سازی کنند؛ و تحلیل تجویزی نیز می‌تواند با ارائه سناریوهای اصلاحی، به بهبود اثربخشی کنترل‌های فناوری اطلاعات یاری رساند. متن کاوی و NLP نیز از طریق استخراج موضوع‌های کلیدی حسابرسی (KAMs) و تحلیل احساسات حساب‌رسان، به شفافیت بیشتر و غنای گزارش‌های حسابرسی کمک می‌کنند.

به کارگیری این رویکردها نه تنها به افزایش کارایی فرایند حسابرسی کمک می‌کند، بلکه امکان عبور از سطح توصیفی و واکنشی به سطحی پیش‌بینانه و تجویزی را فراهم می‌سازد. بدین ترتیب، حساب‌رسان می‌تواند علاوه بر شناسایی ریسک‌ها و ناهنجاری‌ها، پیشنهاد‌های اصلاحی عملی برای کاهش آسیب‌پذیری‌ها ارائه دهند. در نهایت، این امر به افزایش شفافیت، ارتقای اعتماد ذی‌نفعان و خلق ارزش پایدار برای سازمان‌ها منجر می‌شود.

جدول ۲. تطبیق روش‌ها، تکنیک‌ها و کاربردها در حسابرسی IT

روش / تکنیک	نوع یادگیری یا تحلیل	کاربرد در حسابرسی IT	نمونه کاربرد
متن کاوی / NLP	استخراج و طبقه‌بندی مفاهیم	شناسایی موضوع‌های کلیدی حسابرسی (KAMs)	استخراج KAM از گزارش‌های حسابرسی
طبقه‌بندی	یادگیری باناظر	پیش‌بینی ریسک‌ها و خطاهای کنترلی	پیش‌بینی ریسک امنیتی در سیستم IT
خوشه‌بندی	یادگیری بی‌ناظر	کشف الگوهای پنهان و ناهنجاری در داده‌ها	شناسایی تراکنش‌های غیرمعمول
تشخیص ناهنجاری	یادگیری بی‌ناظر / نیمه‌ناظر	کشف تقلب و فعالیت‌های مشکوک	پرچم‌گذاری تراکنش مشکوک به تقلب

روش / تکنیک	نوع یادگیری یا تحلیل	کاربرد در حسابرسی IT	نمونه کاربرد
یادگیری تقویتی	تصمیم‌گیری مبتنی بر بازخورد	بهینه‌سازی فرایندهای	بهینه‌سازی سیاست نمونه‌گیری حسابرسی
تحلیل تجویزی	یادگیری پیشرفته / هیبریدی	پیشنهاد اقدامات اصلاحی در کنترل‌های IT	ارائه سناریو برای اصلاح ضعف‌های کنترلی

مدل یکپارچه و تحلیل

مرور ادبیات نشان داد که تنوع و پیچیدگی متغیرهای حاکمیت فناوری اطلاعات و چالش‌های اساسی در حسابرسی فناوری اطلاعات، ضرورت بهره‌گیری از ابزارهای نوین همچون هوش مصنوعی و متن‌کاوی را دوجندان می‌سازد. بر این اساس، پژوهش حاضر تلاش کرده است با تکیه بر نظریه وابستگی منابع^۱ و نظریه مشروعیت^۲، مدلی مفهومی برای ادغام این ابعاد ارائه دهد. نظریه وابستگی منابع که نخستین بار توسط پفر و سلنیک^۳ (۱۹۷۸) مطرح شد، بیان می‌کند که سازمان‌ها برای بقا و عملکرد خود به منابع بیرونی وابسته‌اند و بنابراین باید استراتژی‌ها و سازوکارهایی را برای مدیریت این وابستگی‌ها ایجاد کنند. در زمینه فناوری اطلاعات، داده‌ها و زیرساخت‌های فناورانه نوعی منبع حیاتی محسوب می‌شوند که مدیریت صحیح آن‌ها می‌تواند مزیت رقابتی و شفافیت در فرایندهای سازمانی را تقویت کند.

بر اساس نظریه مشروعیت، سازمان‌ها برای تداوم فعالیت خود نیازمند کسب مشروعیت از سوی ذی‌نفعان و محیط بیرونی هستند (ساچمن^۴، ۱۹۹۵). مشروعیت زمانی حاصل می‌شود که فعالیت‌های سازمان با ارزش‌ها و انتظارات اجتماعی هم‌راستا باشد. در حوزه حسابرسی، شفافیت گزارش‌ها و کیفیت فرایندهای کنترلی از مهم‌ترین عوامل ایجاد مشروعیت به شمار می‌روند. ادغام این دو نظریه، چهارچوب نظری مدل حاضر را شکل می‌دهد. بر اساس RDT، فناوری اطلاعات و داده‌های سازمانی منابعی کلیدی‌اند که باید به‌طور مؤثر مدیریت و تحلیل شوند. اینجاست که حسابرسی فناوری اطلاعات، به‌عنوان مکانیزمی کنترلی، نقش حیاتی پیدا می‌کند.

^۱ Resource Dependence Theory

^۲ Legitimacy Theory

^۳ Pfeffer & Salancik

^۴ Suchman

با این حال، تنوع و پیچیدگی داده‌ها و متغیرهای حاکمیت IT ایجاب می‌کند که از ابزارهای پیشرفته‌ای همچون هوش مصنوعی و متن کاوی بهره گرفته شود تا این منابع به دانش و بینش عملی تبدیل گردند.

از سوی دیگر، مطابق نظریه مشروعیت، استفاده از چنین ابزارهایی باعث ارتقای شفافیت، قابلیت اتکا و اعتمادپذیری گزارش‌های حسابرسی می‌شود. این امر نه تنها موجب افزایش مشروعیت حرفه حسابرسی و سازمان‌ها در برابر ذی‌نفعان خواهد شد، بلکه به خلق ارزش اقتصادی و اجتماعی نیز کمک می‌کند.

مدل یکپارچه شش لایه‌ای

بر اساس مبانی نظری فوق، مدل مفهومی حاضر در قالب یک معماری شش لایه‌ای ارائه می‌شود که در شکل (۱) ترسیم شده است و نشان می‌دهد چگونه داده‌ها در لایه‌های مختلف پردازش و تحلیل شده و در نهایت به گزارش‌های شفاف و ارزش آفرین منجر می‌شوند.

۱- لایه زیرساخت^۱ شامل سخت‌افزارها، شبکه‌ها و پایگاه‌های داده‌ای است که بستر اصلی برای جمع‌آوری و پردازش اطلاعات حسابرسی فراهم می‌سازد. در چهارچوب نظریه وابستگی منابع (RDT)، زیرساخت به عنوان ریشه اصلی قابلیت‌های فناورانه محسوب می‌شود؛ نبود یا ضعف در این لایه، وابستگی سازمان به منابع بیرونی را افزایش می‌دهد و سطح ریسک را بالا می‌برد.

۲- لایه داده شامل داده‌های متنی و ساخت‌یافته مرتبط با حسابرسی فناوری اطلاعات می‌شود. بر اساس نظریه وابستگی منابع (RDT)، داده‌ها و اطلاعات فناورانه نوعی منبع حیاتی برای سازمان محسوب می‌شوند. این لایه نشان‌دهنده ضرورت دسترسی سازمان به داده‌های حسابرسی IT (اعم از گزارش‌ها، لاگ‌ها، مستندات حاکمیتی) است که اگر به درستی مدیریت نشوند، وابستگی سازمان به منابع بیرونی افزایش یافته و ریسک بالاتر می‌رود.

^۱ Infrastructure

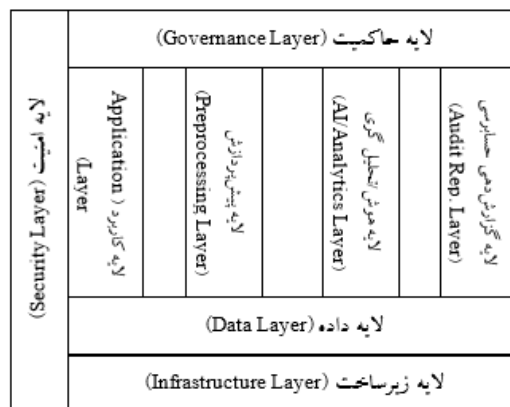
- ۳- لایه کاربرد^۱ شامل ابزارهای واکنشی داده‌های حسابرسی و سازمان‌دهی اطلاعات می‌شود. اینجا هر دو نظریه هم‌زمان وارد می‌شوند. از دیدگاه RDT، ابزارهای حسابرسی IT وسیله‌ای برای استفاده بهینه از منابع داده‌ای هستند. از سوی دیگر، نظریه مشروعیت توضیح می‌دهد که توسعه ابزارهایی که فرایند حسابرسی را شفاف‌تر و قابل اتکا می‌کنند، به حفظ مشروعیت سازمان در برابر ذی‌نفعان کمک می‌کند.
- ۴- پیش‌پردازش^۲، آماده‌سازی داده‌ها شامل پاک‌سازی و نرمال‌سازی را شامل می‌شود. این لایه بازتاب‌دهنده اهمیت مدیریت کارآمد منابع در چهارچوب RDT است. داده‌ها باید پاک‌سازی و استاندارد شوند تا ارزش آن‌ها برای تحلیل‌های بعدی به حداکثر برسد. در غیر این صورت، داده‌های خام می‌توانند باعث تصمیم‌های اشتباه یا تفسیرهای غیرشفاف شوند که مشروعیت سازمان را تهدید می‌کند.
- ۵- لایه تحلیل‌گری و هوش مصنوعی^۳، به کارگیری الگوریتم‌های متن‌کاوی و یادگیری ماشین (باناظر، بی‌ناظر، تقویتی و تجویزی) در این لایه صورت می‌گیرد. در این لایه نقش RDT در تبدیل داده‌ها به دانش برجسته می‌شود؛ یعنی بهره‌برداری از منابع فناورانه (هوش مصنوعی و یادگیری ماشین) برای استخراج ارزش افزوده. هم‌زمان، نظریه مشروعیت توضیح می‌دهد که تحلیل مبتنی بر الگوریتم‌های پیشرفته (مثل تشخیص ناهنجاری یا تحلیل تجویزی) باعث تقویت اعتماد و پذیرش اجتماعی گزارش‌های حسابرسی خواهد شد.
- ۶- لایه گزارش‌دهی حسابرسی^۴، تولید گزارش‌های حسابرسی، شناسایی KAMها و ارائه پیشنهادها، داشبوردهای مدیریتی و تحلیل‌های قابل توضیح برای حسابرسان و مدیران را برعهده دارد. این لایه بیشترین هم‌پوشانی با نظریه مشروعیت دارد. شفافیت در گزارش‌ها، شناسایی موضوع‌های کلیدی حسابرسی (KAMs) و ارائه پیشنهادها، اصلاحی، همگی به ایجاد و تثبیت مشروعیت سازمان در محیط

^۱ Application Layer^۲ Preprocessing Layer^۳ AI & Analytics Layer^۴ Audit Reporting Layer

بیرونی کمک می‌کند. گزارش‌های دقیق و مبتنی بر داده، انتظارات ذی‌نفعان را برآورده کرده و اعتماد به فرایند حساسی را تقویت می‌کنند.

۷- لایه حاکمیت، تفسیر نتایج در سطح حاکمیت فناوری اطلاعات برای افزایش شفافیت و خلق ارزش است. این لایه جمع‌بندی هر دو نظریه است. از منظر RDT، سازمان توانسته است منابع فناورانه (داده‌ها و ابزارهای AI) را به صورت کارآمد مدیریت کند و از آن‌ها ارزش استخراج کند. از منظر مشروعیت، این ارزش به شکل شفافیت، قابلیت اتکا و اعتماد اجتماعی نمود پیدا می‌کند و باعث می‌شود سازمان در محیط بیرونی معتبر و پایدار باقی بماند.

۸- لایه امنیت، یک لایه عمودی است که تمامی لایه‌ها را دربر می‌گیرد. این لایه شامل کنترل دسترسی، رمزنگاری و پایش مستمر است. امنیت نه تنها در RDT به عنوان بخشی از منابع حیاتی مطرح می‌شود، بلکه در نظریه مشروعیت نیز اهمیت دارد، چرا که سازمان‌ها با حفاظت از داده‌ها و تضمین محرمانگی و صحت اطلاعات، اعتماد ذی‌نفعان را افزایش می‌دهند.



شکل ۱. مدل مفهومی به کارگیری هوش مصنوعی و تحلیل‌گری در حاکمیت حساسی فناوری اطلاعات

پژوهش‌های آتی

مرور ادبیات و مدل مفهومی ارائه‌شده نشان می‌دهد که حوزه حاکمیت و حسابرسی فناوری اطلاعات با وجود رشد سریع فناوری‌های نوین، همچنان با چالش‌های نظری و عملی متعددی روبه‌رو است. پژوهش‌های آتی می‌توانند در چند محور کلیدی ادامه یابند:

نخست، نیاز به اعتبارسنجی تجربی مدل‌های مفهومی احساس می‌شود. اگرچه مدل حاضر بر مبنای نظریه وابستگی منابع و نظریه مشروعیت تدوین گردیده، اما آزمون تجربی آن در محیط‌های واقعی سازمانی می‌تواند ارزش و کارآمدی چهارچوب پیشنهادی را تقویت کند. پژوهش‌های آینده می‌توانند با بهره‌گیری از روش‌های پیمایشی، مطالعات موردی یا آزمایش‌های میدانی، نقش لایه‌های مختلف مدل در ارتقای شفافیت و مشروعیت را بررسی نمایند.

دوم، حوزه کاربرد تکنیک‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در حسابرسی فناوری اطلاعات همچنان در ابتدای راه است. گرچه الگوریتم‌های متن‌کاوی و یادگیری باناظر یا بی‌ناظر در این پژوهش به‌عنوان ابزارهای بالقوه معرفی شده‌اند، تحقیقات آتی می‌توانند عملکرد این الگوریتم‌ها را در سناریوهای واقعی نظیر کشف تقلب، تحلیل ریسک سایبری و شناسایی موضوع‌های کلیدی حسابرسی (KAMs) ارزیابی کنند.

سوم، ضرورت توسعه چهارچوب‌های امنیتی یکپارچه برجسته می‌شود. همان‌گونه که در مدل مفهومی نشان داده شد، امنیت نقش لایه‌ای میان‌برشی دارد که تمامی بخش‌های زیرساخت، داده، تحلیل و گزارش‌دهی را پوشش می‌دهد. پژوهش‌های آتی می‌توانند رویکردهای نوین امنیتی، از جمله رمزنگاری مبتنی بر یادگیری ماشین یا مدل‌های دسترسی تطبیقی، را در چهارچوب حسابرسی فناوری اطلاعات بسط دهند.

چهارم، با توجه به اهمیت ابعاد اجتماعی و اخلاقی هوش مصنوعی در حسابرسی، تحقیقات آینده باید به موضوعاتی همچون شفافیت الگوریتمی، عدالت در تحلیل داده‌ها و پیامدهای اخلاقی استفاده از مدل‌های خودکار در فرایند حسابرسی بپردازند. این مطالعات می‌توانند به غنای نظریه مشروعیت در بستر حسابرسی فناوریانه کمک کنند.

در نهایت، زمینه برای پژوهش‌های میان‌رشته‌ای گسترده‌تر نیز فراهم است. ادغام دانش حسابداری، فناوری اطلاعات، علوم داده و مدیریت می‌تواند به توسعه ابزارها و چهارچوب‌هایی

منجر شود که نه تنها به ارتقای اثربخشی حسابرسی کمک می کنند، بلکه ارزش افزوده ای پایدار برای سازمان ها و ذی نفعان آن ها ایجاد می نمایند.

نتیجه گیری

ادغام مفاهیم حاکمیت فناوری اطلاعات، حسابرسی فناوری اطلاعات و تحلیل های مبتنی بر هوش مصنوعی، افق های جدیدی را برای غلبه بر محدودیت های رویکردهای سنتی حسابرسی فراهم می سازد. این پژوهش با تکیه بر نظریه وابستگی منابع نشان داد که داده ها، زیرساخت ها و توانمندی های تحلیلی به عنوان منابع حیاتی سازمانی نقش بنیادین در اثربخشی حسابرسی ایفا می کنند. از سوی دیگر، نظریه مشروعیت تبیین می کند که شفافیت و قابلیت اتکای گزارش های حسابرسی مبتنی بر هوش مصنوعی می تواند به تقویت اعتماد و پاسخگویی در برابر ذی نفعان منجر شود.

مدل مفهومی هشت لایه ای ارائه شده در این مقاله بیانگر آن است که حسابرسی فناوری اطلاعات اثربخش، مستلزم برخورداری از داده های معتبر، توانمندی های تحلیلی پیشرفته و نگاهی کل نگر است که در آن امنیت به عنوان یک مؤلفه میان برشی تمامی لایه ها را دربر می گیرد. همچنین، این مدل نشان می دهد که بهره گیری از تکنیک های نوین یادگیری ماشین - از جمله متن کاوی، یادگیری باناظر و بی ناظر، کشف ناهنجاری و تحلیل های پیش بینانه - می تواند به شناسایی تقلب، ارزیابی ریسک و استخراج موضوع های کلیدی حسابرسی کمک شایانی نماید.

در مجموع، این مطالعه مفهومی با ارائه یک چهارچوب نظری و کاربردی یکپارچه، به غنای ادبیات موجود در حوزه حاکمیت و حسابرسی فناوری اطلاعات کمک کرده است. هرچند این مدل نیازمند اعتبارسنجی تجربی در محیط های واقعی است، اما پایه ای ارزشمند برای پژوهش های آتی و توسعه ابزارهای عملی فراهم می آورد که می توانند شفافیت سازمانی را ارتقا دهند، ارزش پایدار ایجاد کنند و مشروعیت سازمان را در عصر دیجیتال تقویت نمایند.

منابع

- Alles, M. G., Kogan, A., & Vasarhelyi, M. A. (2008). Putting continuous auditing theory into practice: Lessons from two pilot implementations. *Journal of Information Systems*, 22(2), 195–214.
- Alreemy, Z., Chang, V., Walters, R., & Wills, G. (2016). Critical success factors (CSFs) for information technology governance (ITG). *International Journal of Information Management*, 36(6), 907–916. <https://doi.org/10.1016/j.jinfomgt.2016.05.017>
- Brown, A. E., & Grant, G. G. (2005). Framing the frameworks: A review of IT governance research. *Communications of the Association for Information Systems*, 15, Article 38.
- Boskou, G., Kirkos, E., & Spathis, C. (2018). Assessing Internal Audit with Text Mining. *Journal of Information & Knowledge Management*, 17(02), 1850020. <https://doi.org/10.1142/S021964921850020X>
- Feldman, R., & Sanger, J. (2007). *The Text Mining Handbook: Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data*. Cambridge University Press.
- Hanisch, M., Goldsby, C. M., Fabian, N. E., & Oehmichen, J. (2023). Digital governance: A conceptual framework and research agenda. *Journal of Business Research*, 162, 113777. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113777>
- IAASB. (2015). *ISA 701: Communicating Key Audit Matters in the Independent Auditor's Report*. International Auditing and Assurance Standards Board.
- IFAC (International Federation of Accountants). (2016). *2016-2017 IAASB Handbook Volume 1 (Vol. 1)*. https://www.ifac.org/_flysystem/azure-private/publications/files/2016-2017-IAASB-Handbook-Volume-1.pdf
- ISACA. (2019). *COBIT 2019 Framework: Governance and Management Objectives*. ISACA.
- IT Governance Ltd. (2024). *IT Governance: definition & explanation*. Retrieved January 5, 2024, from <https://www.itgovernance.co.uk/>
- Janvrin, D. J., Lowe, D. J., & Bierstaker, J. L. (2012). Auditor acceptance of computer-assisted audit techniques: A literature review and research framework. *Journal of Information Systems*, 26(1), 67–103.
- Joshi, A., Benitez, J., Huygh, T., Ruiz, L., & De Haes, S. (2022). Impact of IT governance process capability on business performance: Theory and empirical evidence. *Decision Support Systems*, 153, 113668. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2021.113668>
- Küster, S., Steindl, T., & Goettsche, M. (2023). The Informational Content of Key Audit Matters: Evidence from Using Artificial Intelligence in Textual Analysis. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4464713>
- Maroun, W., & Duboisée de Ricquebourg, A. (2023). How auditors identify and report key audit matters - An organizational routines perspective. *The British Accounting Review*, 101263. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2023.101263>
- Mohammadi, E., & Karami, A. (2022). Exploring research trends in big data across disciplines: A text mining analysis. *Journal of Information Science*, 48(1), 44–56. <https://doi.org/10.1177/0165551520932855>

- Pfeffer, J., & Salancik, G. R. (1978). *The External Control of Organizations: A Resource Dependence Perspective*. Harper & Row.
- Power, M. (1997). *The Audit Society: Rituals of Verification*. Oxford University Press.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
- Sirois, L.-P., Bédard, J., & Bera, P. (2018). The informational value of key audit matters in the auditor's report: Evidence from an international setting. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 37(1), 122–146.
- Stoel, M. D., & Muhanna, W. A. (2011). IT internal control weaknesses and firm performance: An organizational liability lens. *International Journal of Accounting Information Systems*, 12(4), 280–304. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2011.06.001>
- Suchman, M. C. (1995). Managing legitimacy: Strategic and institutional approaches. *Academy of Management Review*, 20(3), 571–610.
- Vasarhelyi, M. A., & Halper, F. B. (1991). The continuous audit of online systems. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 10(1), 110–125.
- Weill, P., & Ross, J. W. (2004). *IT Governance: How Top Performers Manage IT Decision Rights for Superior Results*. Harvard Business School Press.
- Wilkin, C. L., & Chenhall, R. H. (2010). A Review of IT Governance: A Taxonomy to Inform Accounting Information Systems. *Journal of Information Systems*, 24(2), 107–146. <https://doi.org/10.2308/jis.2010.24.2.107>
- Zhang, C. (Abigail), Cho, S., & Vasarhelyi, M. (2022). Explainable Artificial Intelligence (XAI) in auditing. *International Journal of Accounting Information Systems*, 46, 100572. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2022.100572>



مدل سازی و پیش‌بینی قیمت بیت کوین با ترکیب مدل مارکوف سوئیچینگ با نوسانات مالی فراکتال و

هموارسازی مبتنی بر موجک

کامران گل محمدپور آذر^۱

چکیده

تکرار بحران‌های مالی و تحولات ساختاری در اقتصاد جهانی، ضرورت تحلیل و پیش‌بینی مؤثر متغیرهای اقتصادی را بیش از پیش نمایان می‌سازد. بررسی‌های تاریخی نشان می‌دهد که اگرچه بحران‌ها اغلب منجر به نوآوری‌هایی برای بهبود وضعیت اقتصادی می‌شوند، اما این راهکارها نیز در طول زمان با ناکارآمدی‌های جدیدی مواجه می‌گردند. رمزارزها که پس از بحران مالی ۲۰۰۸ به وجود آمدند نیز از این قاعده مستثنی نیستند، بازار رمزارزها رفتار پیچیده و غیرخطی دارد که تحلیل آن‌ها نیازمند بهره‌گیری از ابزارهای پیش‌بینی پیشرفته است. در این پژوهش، با استفاده از یک رویکرد ترکیبی شامل مدل تغییر رژیم مارکوف و تحلیل نوسانات روندزدایی شده مالی فراکتال، پویایی‌های قیمت بیت کوین مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج تجربی نشان می‌دهند که قیمت بیت کوین دارای ویژگی‌های مالی فراکتال و رفتار غیرخطی است که با نوسانات بسیار شدید قیمت آن همخوانی دارد. مدل پیشنهادی تحقیق از توان پیش‌بینی مناسبی برخوردار است و یافته‌های آن بیانگر این است که روند صعودی قیمت بیت کوین از اواسط سال ۲۰۲۵ ادامه خواهد داشت و بازار مناسبی برای حفظ دارایی‌های سرمایه‌گذاران است.

واژه‌های کلیدی: پیش‌بینی قیمت بیت کوین، تحلیل *MFDFA*، مدل *MRS-Multifractal*

Volatility، هموارسازی مبتنی بر موجک

طبقه‌بندی موضوعی: *G17, C22, C63*

^۱ کارشناس ارشد اقتصاد و بانکدار بانک ملی ایران، اداره امور شعب استان قم، قم، ایران. Email:

k.golmohammadpoor@gmail.com

مقدمه

برخلاف تصور رایجی که فناوری بلاک چین و رمزارزهایی مانند بیت کوین را صرفاً پدیده‌هایی نوین در عرصه فناوری مالی می‌داند، به نظر می‌رسد تحلیل این پدیده‌ها در بستر تحولات ساختاری اقتصاد کلان و چرخه‌های بحران محور نظام سرمایه‌داری، دقیق‌تر باشد. اقتصاد کلان به عنوان شاخه‌ای از علم اقتصاد، در واکنش به «رکود بزرگ» دهه ۱۹۳۰ و سقوط بازار وال استریت پدید آمد. در آن دوره، جان مینارد کینز^۱ با ارائه نظریه مداخله دولت از طریق سیاست‌های مالی، پارادایم اقتصاد کلاسیک را به چالش کشید؛ دیدگاهی که بعدها به «انقلاب کینزی» مشهور شد و به بازسازی نسبی اقتصاد جهانی کمک کرد (شاکری، ۱۴۰۱).

با ورود به دهه ۱۹۷۰ و ظهور پدیده رکود تورمی^۲، روند مالی شدن اقتصاد در دستور کار دولت‌های غربی قرار گرفت. بدین صورت که فعالیت‌های سفته بازانه رواج یافت و افزایش ارزش پول به صورت حباب گونه و بدون عبور از چرخه‌های تولید و از طریق بازارهای مالی میسر گردید. این روند پس از فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی در دهه ۱۹۹۰ و گسترش جهانی شدن، عمق بیشتری یافت. جهانی شدن مالی، در کنار تسهیل جریان سرمایه، با پیامدهایی همچون گسترش ریسک‌های مالی جهانی همراه بود؛ همان گونه که در بحران‌های مالی آسیا (۱۹۹۷-۱۹۹۸) و بحران مالی جهانی سال ۲۰۰۸ مشاهده شد (سیف، ۱۳۸۷).

در بحران مالی ۲۰۰۸، هم‌زمان با سقوط بازار مسکن آمریکا و ورشکستگی نهادهای مالی، ناکارآمدی ساختاری در بازارهای پولی و مالی آشکار شد. بانک‌هایی که وام‌مسکن با ریسک بالا اعطا کرده بودند، با کاهش قیمت دارایی‌ها و افزایش نکول، دچار بحران نقدینگی شدند. این بحران به سرعت به سایر نقاط جهان نیز سرایت کرد (قریب، ۱۳۸۷). در همین بستر، بیت کوین در سال ۲۰۰۹ به عنوان نخستین رمزارز مبتنی بر بلاک چین معرفی شد؛ پدیده‌ای که نه تنها ابزار پرداخت دیجیتال، بلکه واکنشی فناورانه به بحران اعتماد در نظام مالی سنتی تلقی می‌شود (ناکاموتو^۳، ۲۰۰۸؛ بوهم و همکاران^۴، ۲۰۱۵). بیت کوین که با ارزشی اندک آغاز شد،

1. John Maynard Keynes

2. Stagflation

3. Nakamoto

4. Bohme et al.

در سال‌های بعد از ۱۰۰ هزار دلار فراتر رفت و توجه نهادهای مالی و دولتی را به خود جلب کرد.

با وجود رشد چشمگیر بازار رمزارزها، نوسانات شدید و رفتارهای غیرخطی تحلیل و پیش‌بینی این بازار را پیچیده ساخته است. بررسی تحولات اقتصادی حاکی از آن است که پس از هر بحران، نوآوری‌هایی پدید آمده‌اند؛ از انقلاب کینزی در دهه ۱۹۳۰ تا گسترش فین‌تک و بلاک‌چین در دهه‌های اخیر. با این حال، این فناوری‌ها نیز در صورت شکل‌گیری حباب قیمتی یا اختلال در اعتماد عمومی، می‌توانند منشأ بحران‌های جدید باشند (چیه و فرای^۱، ۲۰۱۵).

بازار بیت‌کوین به دلیل ویژگی‌هایی چون نوسانات شدید، ساختار غیرایستا و رفتارهای غیرخطی، از الگوهای پیش‌بینی سنتی پیروی نمی‌کند. در این میان، روش تحلیل موجک^۲ با توانایی تجزیه سری‌های زمانی در مقیاس‌های مختلف، امکان استخراج روندها و حذف نوفه^۳ را فراهم می‌آورد. همچنین روند صعودی بلندمدت بیت‌کوین حکایت از خاصیت فراکتالی و بلندمدت آن دارد (والریو و همکاران^۴، ۲۰۲۰). به همین دلیل، در این پژوهش، از مدل تغییر رژیم مارکوف^۵ با قابلیت شناسایی رژیم‌های رفتاری بازار و تلفیق آن با مدل نوسانات مالی فراکتال^۶، برای تحلیل نوسانات و ساختار درونی بازار و پیش‌بینی قیمت بیت‌کوین و هموارسازی موجک جهت حذف مؤلفه‌های نوسانی و بهبود قدرت پیش‌بینی استفاده می‌شود. تلفیق این ابزارها، چارچوبی نوین برای تحلیل دقیق‌تری از بازار رمزارزها و بهبود پیش‌بینی‌های مرتبط با آن ارائه می‌دهد.

مبانی نظری و توسعه فرضیه‌ها

انگیزه سرمایه‌گذاران، کسب سود از بازارها است و دارایی مورد توجه است که بازدهی بیشتر و ریسک کمتری داشته باشد. شناخت بازار و ویژگی‌های آن اهمیت زیادی دارد زیرا در این صورت است که تحلیل دقیق‌تری از بازار می‌توان داشت و آینده آن را پیش‌بینی کرد. استفاده

¹. Cheah&Fry

². Wavelet Analysis

³. Noise

⁴. Valerioet al.

⁵. Markov Regime Switching

⁶. Multifractal Volatility

از شیوه های مبتنی بر واقعیت های بازار رمزارز، امکان پیش بینی بهتر و سودآوری بیشتر از آن را فراهم می کند.

رفتار سری های زمانی مالی، به ویژه در بازارهای نوظهوری همچون رمزارزها، به دلیل وجود نوسانات شدید، ساختارهای غیرایستا و ویژگی های غیرخطی، معمولاً از الگوهای کلاسیک تبعیت نمی کند. این پیچیدگی رفتاری، به ویژه در بازار رمزارزها که تحت تأثیر عوامل روانی، هیجانی و ساختار غیرمتمرکز آن قرار دارد، لزوم استفاده از چارچوب های تحلیلی پیشرفته تری را ایجاد می کند (والریو و همکاران، ۲۰۲۰). در این راستا، مفاهیمی چون نظریه مالی فراکتال، مدل های تغییر رژیم مارکوف و تحلیل موجک نقش مهمی در تبیین پویایی های قیمت و نوسانات ایفا می کنند.

- تحلیل نوسانات روندزدایی شده مالی فراکتال

تحلیل نوسانات روندزدایی شده مالی فراکتال^۱ روشی مؤثر برای تحلیل سری های زمانی مالی خودمتشابه با در نظر گرفتن نوسانات محلی است. سری های زمانی مالی فراکتال در مقیاس های مختلف زمانی، نوسانات مشابه دارند و از مدل هایی که این خاصیت را در نظر می گیرند، می توان برای پیش بینی دقیق آن ها استفاده کرد. در این چارچوب، نمای هارست تعمیم یافته^۲ و طیف مالی فراکتال^۳ برای بررسی این ویژگی در سری های زمانی به کار می رود. اگر نمای هارست تعمیم یافته $H(q)$ ثابت نباشد، سری زمانی، رفتار مالی فراکتال دارد و در مقیاس های مختلف زمانی، خاصیت خودمتشابهی در نوسانات آن وجود دارد. این تحلیل برای نخستین بار توسط کندل هارت و همکاران^۴ (۲۰۰۲) به طور سیستماتیک معرفی و توسط ایهلن^۵ (۲۰۱۲) در قالب یک چارچوب نرم افزاری در محیط MATLAB پیاده سازی شده که کاربرد فراوانی در پیش بینی متغیرهای مالی مخصوصاً داده های با فراوانی بالا دارد.

- مدل تغییر رژیم مارکوف

مدل های تغییر رژیم مارکوف، توسط همیلتون^۶ (۱۹۸۹) معرفی شدند و با فرض وجود حالات پنهان در رفتار بازار، امکان مدل سازی تغییر رژیم های رفتاری بازار را فراهم می کنند. در این

¹. MultiFractal Detrended Fluctuation Analysis

². Generalized Hurst Exponent

³. Multifractal Spectrum

⁴. Kantelhardt et al.

⁵. Ihlen

⁶. Hamilton

مدل‌ها، متغیرهای اقتصادی یا مالی ممکن است بسته به شرایط زمانی، در یکی از چند رژیم ممکن قرار گیرند (مثلاً نوسانات بالا یا پایین). انتقال بین این رژیم‌ها بر اساس یک زنجیره مارکوف از مرتبه اول صورت می‌گیرد (سوری، ۱۳۹۲؛ دورنیک^۱، ۲۰۱۳). این ساختار، به‌ویژه برای بازارهایی مانند بیت‌کوین بسیار مناسب است که رفتار آن‌ها به‌طور مکرر بین فازهای مختلف هیجانی و تثبیت‌شده تغییر می‌کند.

- آنالیز موجک

تحلیل موجک، یکی از ابزارهای پیشرفته در حوزه سری‌های زمانی است که امکان تجزیه داده‌ها در مقیاس‌های زمانی مختلف را فراهم می‌کند. برخلاف روش‌های کلاسیک مانند فیلتر میانگین متحرک^۲ یا تبدیل فوریه^۳، روش موجک قادر است همزمان در حوزه زمان و فرکانس، اطلاعات دقیقی از نوسانات سری زمانی ارائه دهد. یکی از کاربردهای آنالیز موجک در مطالعات اقتصادی مانند هموارسازی داده‌ها، حذف نوفه و افزایش دقت پیش‌بینی است (میسیتی و همکاران^۴، ۲۰۱۴).

پیشینه تحقیق

منسی و همکاران^۵ (۲۰۱۹) با بررسی ساختار مالی فراکتال و حافظه بلندمدت در داده‌های درون-روز بیت‌کوین پرداختند. منظور از داده‌های درون‌روز، قیمت و حجم معاملات در مقیاس‌های زمانی کوچکتر مانند دقیقه‌ای، ساعتی و یا چهارساعته است. نتایج تحقیق ایشان حاکی از این است که بیت‌کوین رفتار نامتقارن مالی فراکتال دارد؛ به طوری که حافظه بلندمدت در دوره نزولی قوی‌تر از دوره صعودی است. از دیگر مطالعات انجام شده در این زمینه می‌توان به پژوهش ژانگ و همکاران^۶ (۲۰۱۹) اشاره کرد. براساس یافته‌های این پژوهش توزیع دم‌سنگین در قیمت و حجم معاملات عامل اصلی مالی فراکتال شدن بازار بیت‌کوین است^۷. همچنین تحلیل

^۱. Doornik

^۲. Moving Average filter

^۳. Fourier Transform

^۴. Misiti et al

^۵. Mensi et al.

^۶. Zhang et al

^۷. توزیع دم سنگین بیت‌کوین احتمالاً به دلیل فراوانی زیاد قیمت‌های بسیار بالا و پایین و مالی فراکتالی شدن آن به دلیل نوسانات بسیار شدید و افت و خیزهای ناگهانی قیمت آن است.

همبستگی متقابل مالی فراکتال میان بیت کوین و طلا و USDX نشان از همبستگی بلندمدت بین آن هاست. تلی و چن^۱ (۲۰۲۰) نیز در پژوهشی رفتار مالی فراکتال بازده و نوسانات طلا و بیت کوین را مقایسه کردند. یافته های ایشان حاکی از این است که هر دو بازار مالی فراکتال هستند، اما بیت کوین نوسان بیشتری دارد و ساختار مالی فراکتالی قوی تری نسبت به طلا دارد. موسی و همکاران^۲ (۲۰۲۵) نشان دادند که نوفه زدایی داده های قیمت بیت کوین به روش موجک، پیش بینی آن را با روش های یادگیری ماشین به طور چشمگیری به طور قابل ملاحظه ای بهبود می بخشد. ژانگ و همکاران (۲۰۲۲) با نوفه زدایی قیمت طلا و بیت کوین با موجک دابشیز^۳ توانستند خطای پیش بینی مدل شبکه عصبی بازگشتی LSTM-P را کاهش دهند. زنگ و کوشی^۴ (۲۰۲۰) در پژوهشی نشان دادند که روش نوفه زدایی موجک به طور قابل ملاحظه ای پیش بینی جفت ارز USD/JPY را با مدل شبکه عصبی بازگشتی با سازوکار توجه با بهبود می دهد.

پرسش ها و فرضیه های تحقیق

بازار رمزارز از بدو تولد تا به امروز در حال رشد بوده و قیمت بیت کوین در حال حاضر از مقاومت ۱۰۰ هزار دلار گذشته و مورد توجه سیاست گذاران قرار گرفته است. اما وقوع بحران های ساختاری همیشه باید مد نظر اقتصاددانان باشد تا از عواقب بحران کاسته گردد. این تحقیق به دنبال پاسخ به این سوال است که رفتار بیت کوین در گذشته چگونه بوده و چه انتظاری از آن می رود؟ در این راستا سوالات فرعی به صورت زیر تعریف می شوند:

(۱) آیا اثرات غیرخطی در بیت کوین مشاهده می شود و می توان میانگین آن را با مدل

تغییر رژیم مارکوف مدل سازی کرد؟

(۲) آیا قیمت بیت کوین دارای نوسانات به شدت ضعیف و قوی محلی است و میتوان از

رویکرد نوسانات مالی فراکتال برای مدل سازی واریانس آن استفاده کرد؟

1. Telli&Chen

2. Mousa et al.

3. Daubechies 8

4. Zeng&Kushi

- ۳) آیا هموارسازی موجک قدرت پیش‌بینی قیمت بیت‌کوین را تحت مدل مارکوف سوئیچینگ با نوسانات مالی فراکتال را بهبود می‌بخشد؟
- ۴) آیا بیت‌کوین روند صعودی خود را در سال ۲۰۲۵ ادامه می‌دهد؟
- پیرو سوالات فرعی، فرضیات تحقیق به شکل زیر تعریف می‌شوند:
- ۱) فرضیه اول: رفتار بازده بیت‌کوین از ساختار خطی پیروی نمی‌کند و مدل تغییر رژیم مارکوف قادر به مدل‌سازی میانگین شرطی آن است.
- ۲) فرضیه دوم: نوسانات بازده بیت‌کوین دارای ساختار مالی فراکتال است و مدل نوسانات مالی فراکتال می‌تواند واریانس شرطی آن را تبیین کند.
- ۳) فرضیه سوم: استفاده از هموارسازی موجک، دقت پیش‌بینی مدل ترکیبی (مارکوف-سوئیچینگ) همراه با نوسانات مالی فراکتال را به‌طور معناداری افزایش می‌دهد.
- ۴) فرضیه چهارم: روند قیمتی بیت‌کوین در سال ۲۰۲۵ همچنان صعودی است.

روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش به دنبال بررسی وجود برخی خواص مهم فرایندهای تصادفی مانند الگوهای غیرخطی و نوسانات مالی فراکتال در قیمت بیت‌کوین و مدل‌سازی و پیش‌بینی آن با در نظر گرفتن این خواص است و در زمره تحقیقات تحلیلی و کاربردی است که نتایج آن قابل استفاده سرمایه‌گذاران حقیقی و حقوقی، دولت و سیاست‌گذار پولی یعنی بانک مرکزی می‌باشد. جهت انجام پژوهش از قیمت‌های پایانی هفتگی بیت‌کوین در بازه زمانی ۲۰۱۵ تا سه‌ماهه اول ۲۰۲۵، مستخرج از سایت Yahoo Finance استفاده شده است.

مراحل تحلیل آماری و اقتصادسنجی بدین صورت بوده است که پس از بررسی آماره‌های توصیفی، با آزمون ریشه واحد ADF مانایی یا نامانایی، با مدل مارکوف سوئیچینگ خطی یا غیرخطی بودن و با تحلیل نوسانات روندزدایی شده مالی فراکتال اثرات مالی فراکتالی نوسانات قیمت بیت‌کوین بررسی شد. پس از هموارسازی به روش تبدیل موجک گسسته، داده‌های اصلی و هموارشده با ادغام مدل‌های مارکوف سوئیچینگ و نوسانات مالی فراکتال مدل‌سازی شده و پیش‌بینی برای سه‌ماهه اول ۲۰۲۵ جهت مقایسه با قیمت‌های واقعی انجام پذیرفت. در مرحله آخر به دلیل کمتر بودن معیارهای خطای پیش‌بینی، قیمت بیت‌کوین با داده‌های

هموار شده تحت آنالیز موجک تا آخر ۲۰۲۵ پیش بینی شد. در ادامه توضیح مختصر مدل های اقتصادسنجی به کار رفته در پژوهش ارائه می شود.

به فرایندهای تصادفی که خاصیت مقیاس بندی را به صورت $X(at) = a^H X(t)$ داشته باشند، فرایندهای تصادفی خودمتشابه گفته می شود که در آن H نمای هارست^۱ یا پارامتر خودمتشابهی است به طوری که $H \in (0, 1)$ (ایهلن، ۲۰۱۲). سری های زمانی که دارای نوسانات با شدت بالا یا کم و محلی هستند، به سری های زمانی مالتی فراکتال معروف هستند. در واقع سری های زمانی با $H \in (0.7, 0.8)$ مونوفراکتال یا مالتی فراکتال هستند. در سری های زمانی مونوفراکتال، نوسانات شدید، کم و یا محلی مشاهده نمی شود. برای بررسی خاصیت مالتی فراکتال سری زمانی، از تحلیل نوسانات روندزدایی مالتی فراکتال (MFDFA) و نمای هارست تعمیم یافته استفاده می شود.

در این روش، تابع $H(q)$ به عنوان نمای هاست تعمیم یافته شناخته می شود. اگر $H(q)$ ثابت باشد، سری زمانی دارای ساختار مونوفراکتال است؛ در غیر این صورت رفتار مالتی فراکتال دارد. علاوه بر این، نمای مقیاسی به صورت $\tau(q) = qH(q) - 1$ و بُعد مالتی فراکتالی تعمیم یافته نیز به صورت زیر محاسبه می شوند.^۲

$$D(q) = \frac{\tau(q)}{q-1} = \frac{qH(q)-1}{q-1}$$

در مدل تغییر رژیم مارکوف فرض می شود که متغیر پنهان یا حالت در هر زمان در یکی از چند حالت ممکن قرار دارد. در ساده ترین حالت، این مدل شامل دو حالت یا رژیم ۰ و ۱ است و گذار بین آنها براساس با فرایند مارکوف تعیین می شود (گرینبرگ، ۱۳۹۹). در مدل نوسانات مالتی فراکتال، واریانس چرخشی در هر لحظه به صورت زیر مدل سازی می شود

$$\sigma^2(S_t) = \sigma_0^2 \prod_{t=1}^S V_{it}$$

که در آن V_{it} ها اجزای نوسانی مثبت و مستقل با امید ریاضی یک هستند و از فرایند زنجیره مارکوف مرتبه اول تبعیت می کنند:^۳

^۱. Hurst exponent

^۲. برای آشنایی با محاسبات ضرایب روش MFDFA به کندلهارت (۲۰۰۲) مراجعه شود.

^۳. برای آشنایی با ریاضیات مدل مارکوف سوئیچینگ با نوسانات مالتی فراکتال به دورنیک (۲۰۱۳) مراجعه شود.

$$V_{it} = \begin{cases} \gamma_i & \text{مقدار جدید} \\ 1 - \gamma_i & \text{برابر با مقدار قبلی} \end{cases}$$

وجود نوسانات بالا در سری زمانی بیت کوین، مخصوصاً به دلیل هیجانات بازار، ما را به هموارسازی داده‌ها سوق می‌دهد. یکی از روش‌های مناسب برای هموارسازی، تجزیه سری زمانی با استفاده از تبدیل موجک گسسته است که قدرت پیش بینی مدل را افزایش می‌دهد. اگر ψ موجک مادر و φ ، تابع مقیاس متناظر با آن باشد، ضرایب تقریب^۱ $a(j, k)$ و ضرایب جزئیات^۲ $d(j, k)$ سری زمانی $s(t)$ به شکل زیر تعریف می‌شوند:

$$a(j, k) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \varphi_{j,k}(t) dt, \quad d(j, k) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \psi_{j,k}(t) dt$$

در واقع در این روش ابتدا سری زمانی با ضرب داخلی در توابع موجک مادر و مقیاس به حوزه فرکانس منتقل شده و روند اصلی و عوامل با فرکانس‌های متفاوت از هم جدا می‌شوند. جهت هموارسازی می‌توان پس از حذف ضرایب جزئیات در سطح دلخواه، ضرایب تقریب را با تبدیل موجک معکوس به حوزه زمان برگرداند (کیریچنکو و همکاران، ۲۰۱۱)^۳.

یافته‌های پژوهش

استفاده از آماره‌های توصیفی یکی از اقدامات اولیه برای درک خواص داده‌ها در علوم آمار و اقتصادسنجی است. در جدول ۱ آماره‌های توصیفی قیمت بیت کوین ارائه شده است.

جدول ۱. آماره‌های توصیفی بیت کوین

تعداد مشاهدات	میانگین	میانه	انحراف استاندارد	حداکثر	حداقل	چولگی	کشیدگی	آماره جارگویرا
۵۳۵	۲۲۰۷۶/۰۱	۱۰۱۱۶/۶۷	۲۴۸۲۸/۸۶	۱۰۴۲۹۸/۷	۲۱۰/۳۴	۱/۳۱	۳/۹۹	۱۷۵/۵۱ (۰/۰۰)

خروجی نرم افزار Eviews 13

^۱. Approximate Coefficients

^۲. Detailing Coefficients

^۳. برای آشنایی با آنالیز موجک به کیریچنکو و همکاران (۲۰۱۱) مراجعه شود.

حداقل قیمت در بازه مورد بررسی ۲۱۰/۳۴ دلار مربوط به مورخه ۲۰۱۵/۰۱/۰۵ بوده و حداکثر قیمت ۱۰۴۲۹۸/۷ دلار مربوط به مورخه ۲۰۲۴/۱۲/۰۹ است. در واقع ۴۹۵۶۵ درصد بازدهی در ۱۰ سال که منحصر به فرد است و سرمایه گذاران بسیاری را در سراسر جهان علاقه مند به بازار کریپتو کرده است. نکات قابل توجه در این مورد این که میانگین قیمت ۲۲۰۷۶ دلار بوده و توزیع آن کشیده تر از توزیع نرمال و چوله به راست است. آماره جارگو آبرا محاسباتی معنی دار بوده، بنابراین فرض صفر مبنی بر نرمال بودن توزیع رد می شود. این مساله ما را به بررسی هرچه بیشتر قیمت بیت کوین ترغیب می کند زیرا سری های زمانی که توزیع آن ها نرمال نیست، رفتار پیچیده تری داشته و استفاده از مدل های غیر خطی برای تحلیل و پیش بینی آن ها نتیجه بهتری در پی دارد.

اجرای آزمون ریشه واحد برای قیمت بیت کوین از ضروریات مدل سازی و پیش بینی آن است زیرا نامانایی یا ریشه واحد قدرت اتکا به مدل را کاهش داده و ممکن است منجر به برازش رگرسیون کاذب شود. در جدول ۲ نتیجه آزمون دیکی فوکر تعمیم یافته (ADF) برای سطح و لگاریتم قیمت بیت کوین ارائه شده است.

جدول ۲. نتیجه آزمون دیکی فوکر تعمیم یافته

آماره محاسباتی بیت کوین	آماره محاسباتی لگاریتم بیت کوین	آماره سطح ۱٪	آماره سطح ۵٪	آماره سطح ۱۰٪
۱/۸۲۵۴	۲/۱۵۸۹	-۲/۵۶۵۷	-۱/۹۴۰۹	-۱/۶۱۶۶

خروجی نرم افزار OxMetrics 8

فرض صفر آزمون ADF ریشه واحد سری زمانی است. بنابراین در سطوح اطمینان ۵ و ۱۰ درصد ریشه واحد برای سطح و لگاریتم بیت کوین، رد می شود. قبل از بکارگیری مدل مارکوف سویچینگ با نوسانات مالی فراکتال، اطمینان از رفتار غیر خطی داده ها و کارایی مدل تغییر رژیم مارکوف نسبت به مدل خطی خودرگرسیون، ضروری است. لازم به ذکر است که برای تصریح مدل ها از لگاریتم قیمت بیت کوین استفاده شده است زیرا عملکرد بهتری در پیش بینی نسبت به سری زمانی قیمت داشته است. نتیجه تخمین مدل

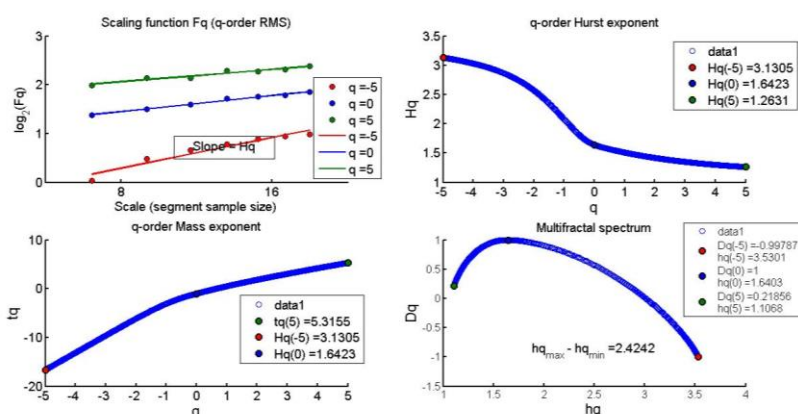
اتورگرسو خطی و مدل مارکوف سوئیچینگ با دو رژیم در جدول ۳ ارائه شده است که به دلیل کمتر بودن معیار اطلاعات آکائیک و بیشتر بودن لگاریتم دست‌نمایی مدل مارکوف سوئیچینگ، فرض غیرخطی بودن داده‌ها تایید می‌شود.

جدول ۳. آزمون غیرخطی بودن داده‌ها

مدل	AIC	Log-Likelihood
AR(1)	-۱/۸۳۰۳	۴۷۳/۹۳۱۵
MRS(2)AR(1)	-۱/۸۴۱۳	۴۸۶/۶۷۰۵

خروجی نرم‌افزار OxMetrics8

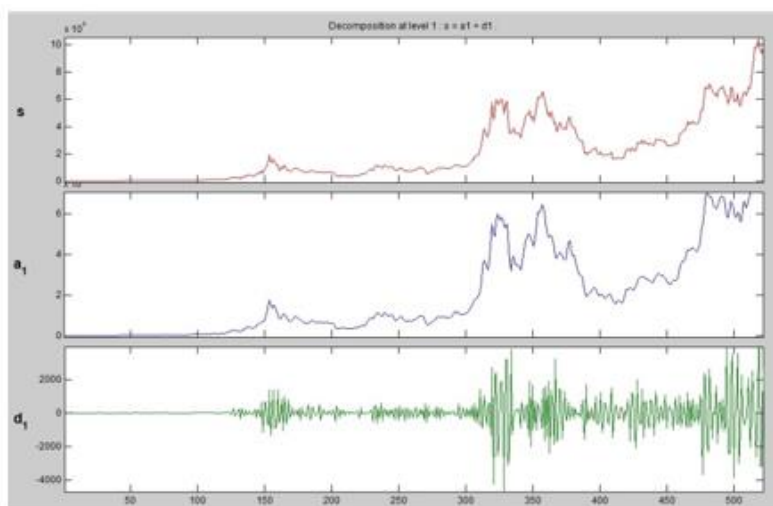
همانطور که در روش‌شناسی پژوهش اشاره شد، وجود نوسانات محلی شدید در قیمت بیت‌کوین می‌تواند شاهدی از رفتارهای پیچیده و مالی فراکتال آن باشد. برای بررسی این مساله از روش تحلیل نوسانات روندزدایی شده مالی فراکتال (MFDFA) با استفاده از برنامه نوشته شده توسط ایهلن (۲۰۱۲) تحت نرم‌افزار MATLAB استفاده شده است. شکل ۱ بیانگر این است که نمای هارست تعمیم یافته $H(q)$ و نمای مقیاسی تعمیم یافته $\tau(q)$ ثابت نبوده و تابع مقدار q هستند که بیانگر تایید فرض رفتار مالی فراکتال نوسانات بیت‌کوین است. این مساله با طبیعت رفتار قیمت بیت‌کوین همخوانی دارد، زیرا نوسانات شدید و محلی از ویژگی‌های بازار رمزارز است که بیت‌کوین هم از این قاعده مستثنی نیست.



شکل ۱. تحلیل MFDFA قیمت بیت‌کوین

خروجی نرم‌افزار MATLAB R2013a

تجزیه موجک، یکی از روش های پیشرفته در تحلیل سری های زمانی مالی و اقتصادی است که کاربردهای فراوانی از جمله هموارسازی داده ها برای افزایش قدرت پیش بینی تکنیک های اقتصادسنجی دارد. در این روش، برای کاهش خطای پیش بینی مدل مارکوف سوئیچینگ با نوسانات مالی فراکتال از تبدیل موجک گسسته^۱ تحت جعبه ابزار موجک نرم افزار MATLAB استفاده شده است. بدین صورت که ابتدا سری زمانی بیت کوین با استفاده از موجک مادر دابشیز ۸، در یک سطح به ضرایب تقریب و جزئیات تجزیه و پس از حذف ضرایب جزئیات سری زمانی هموار شده استخراج شده است. شکل ۲ نمایانگر جداسازی داده های هموار a_1 از عوامل نوسانی d_1 است. برای بررسی بهبود پیش بینی با استفاده از هموارسازی موجک از دو سری زمانی اصلی قیمت بیت کوین و داده های هموار a_1 استفاده خواهیم کرد.



شکل ۲. تجزیه سری زمانی قیمت بیت کوین با تبدیل موجک گسسته

خروجی نرم افزار MATLAB R2013a

برای مدل سازی از لگاریتم داده های اصلی و هموار استفاده شده است. بدین صورت که داده های اشاره شده با بکارگیری مدل $MRS(2)$ -Multifractal Volatility^۲ و تحت نرم افزار

^۱. Discrete Wavelet Transform

^۲. عدد ۲ داخل پرانتز به معنی این است که معادله میانگین یعنی مدل مارکوف سوئیچینگ دارای دو رژیم است.

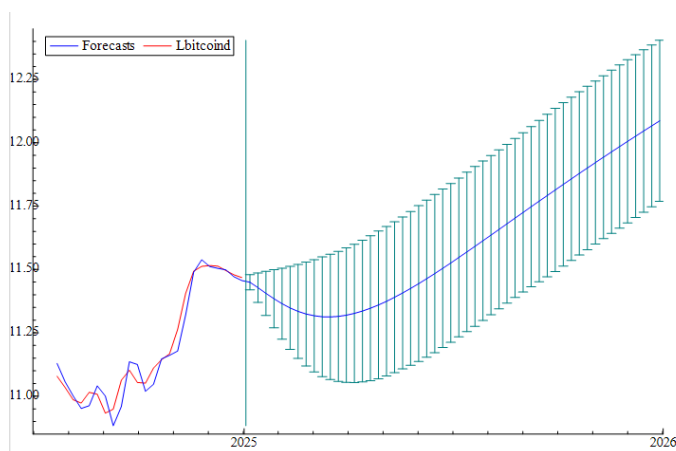
OxMetrics8 تخمین و مدل‌های بهینه با کمترین معیار اطلاعات آکائیک و بیشترین لگاریتم درست‌نمایی برای قیمت‌های لگاریتمی اصلی و هموار انتخاب و در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴. مدل‌های MRS(2)- Multifractal Volatility

متغیر	جملات متغیر در رژیم‌ها	AIC	Log-Likelihood
لگاریتم قیمت بیت کوین	C, AR(1)	-۲/۰۰۲۶	۵۳۲/۷۰۲۳
لگاریتم قیمت بیت کوین	C, AR(1), AR(2)	-۲/۰۰۲۸	۵۳۳/۷۳۵۳
لگاریتم قیمت بیت کوین	C, Trend, AR(1)	-۱/۹۹۵۰	۵۳۰/۷۱۲۷
لگاریتم قیمت بیت کوین	C, Trend, AR(1), AR(2)	-۱/۹۹۳۸	۵۳۱/۳۸۸۶
لگاریتم قیمت هموار بیت کوین	C, AR(1)	-۲/۷۶۴۰	۷۲۹/۳۸۸۶
لگاریتم قیمت هموار بیت کوین	C, AR(1), AR(2)	-۳/۱۳۳۱	۸۲۷/۶۰۶۹
لگاریتم قیمت هموار بیت کوین	C, Trend, AR(1)	-۲/۷۷۸۷	۷۳۴/۴۸۴۷
لگاریتم قیمت هموار بیت کوین	C, Trend, AR(1), AR(2)	-۳/۱۵۹۶	۸۳۵/۵۰۰۴

خروجی نرم‌افزار OxMetrics8

مدل MRS(2)-Multifractal Volatility با جملات متغیر در رژیم عرض از مبدا، روند و خودرگرسیو مرتبه ۲ با داده‌های هموار بهینه می‌باشد. پیش‌بینی قیمت بیت کوین با این مدل تا آخر ۲۰۲۵ در مقیاس لگاریتمی در شکل ۳ ارائه شده است.



شکل ۳. پیش بینی قیمت بیت کوین تا آخر ۲۰۲۵ در مقیاس لگاریتمی

خروجی نرم افزار OxMetrics8

برای بررسی کاهش خطای پیش بینی با استفاده از هموارسازی موجک، پیش بینی برای بازه زمانی سه ماهه اول ۲۰۲۵ با مدل های بهینه برای لگاریتم قیمت های اصلی و هموار (جدول ۴) انجام پذیرفت. پس از تبدیل قیمت های پیش بینی شده از مقیاس لگاریتمی به سطح قیمت اصلی بیت کوین، معیارهای خطای پیش بینی محاسبه شد که در جدول ۵ ارائه شده است.

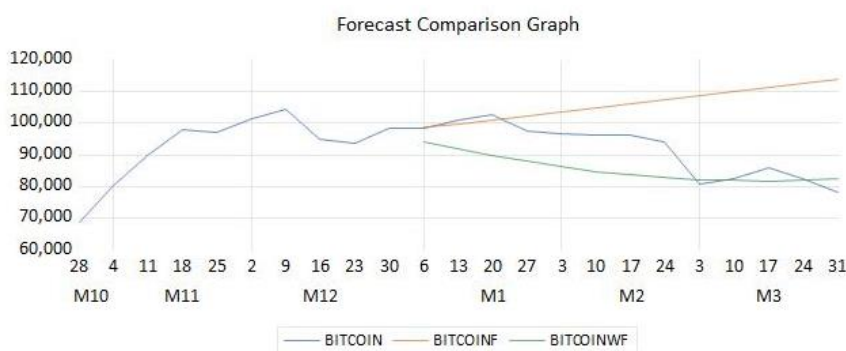
جدول ۵. معیارهای خطای پیش بینی

RMSE	MEA	MAPE	SMAPE	Theil U1	Theil U2	
۱۹۱۱۷/۲۸	۱۴۷۶۸/۵۶	۱۷/۴۴۴۸	۱۵/۱۵۴۸	۰/۰۹۶۴	۴/۵۳۳۶	بدون هموارسازی
۸۴۵۹/۲۴۵	۷۱۶۶/۳۳۹	۷/۴۹۹۰	۷/۷۸۷۴	۰/۰۴۷۶	۱/۷۴۰۴	با هموارسازی

خروجی نرم افزار Eviews8

بر اساس این جدول، معیارهای خطای پیش بینی $RMSE$, MAE , $MAPE$, $SMAPE$, $Theil U1$ و $Theil U2$ برای مدل مربوط به مدل داده های هموار کمتر از داده های اصلی است که بیانگر افزایش قدرت پیش بینی مدل $MRS(2)$ -Multifractal Volatility با

هموارسازی به روش موجک است. بنابراین فرضیه سوم پژوهش یعنی افزایش قدرت پیش‌بینی با هموارسازی موجک تایید می‌شود. مقایسه نموداری پیش‌بینی دو مدل در شکل ۵ و نمودار پیش‌بینی قیمت بیت کوین تا انتهای ۲۰۲۵ با داده‌های هموار شده در شکل ۶ ارائه شده است که حاکی از بازگشت قیمت به روند صعودی از آوریل ۲۰۲۵ و ادامه آن تا انتهای سال میلادی است.



شکل ۵. مقایسه پیش‌بینی با داده‌های اصلی و هموار برای ۳ ماه اول ۲۰۲۵

خروجی نرم‌افزار Eviews8



شکل ۶. پیش‌بینی قیمت بیت کوین با داده‌های هموار تا انتهای ۲۰۲۵

خروجی نرم‌افزار Eviews8

همچنین جدول ۶ پیش‌بینی این مدل برای هفته‌های انتهایی ماه‌های میلادی را ارائه می‌دهد.

جدول ۶. پیش بینی قیمت بیت کوین برای هفته های آخر ماه های میلادی با داده های هموار

ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن
۸۷۹۲۱/۲۸	۸۲۸۰۹/۱۱	۸۲۴۱۲/۷	۸۵۸۱۵/۶۷	۹۱۵۹۷/۵۳	۱۰۱۲۹۵/۸
ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
۱۱۰۵۶۸/۴	۱۲۰۹۱۴/۸	۱۳۵۱۱۱/۴	۱۴۷۳۵۴/۷	۱۶۰۳۱۹	۱۷۷۴۹۱/۳

خروجی نرم افزار OxMetrics8

بحث و نتیجه گیری

با توجه به اهمیت بازار رمزارز و علاقه سرمایه گذران و حمایت دولت ها از آن، هدف پژوهش حاضر بررسی برخی خواص مهم آماری در میانگین و نوسانات بیت کوین و ارائه یک مدل ترکیبی برای پیش بینی آن در سال ۲۰۲۵ است. برای آزمون رفتار غیرخطی میانگین، از مقایسه معیار اطلاعات آکائیک مدل مارکوف سوچینگ با مدل خودرگرسیو خطی و برای بررسی ساختار مالی فراکتال از روش MF DFA استفاده شد. نتایج همانند یافته های منسی و همکاران (۲۰۱۹)، ژانگ و همکاران (۲۰۱۹) و تلی و چن (۲۰۲۰) نشان می دهند که قیمت بیت کوین دارای رفتارهای غیرخطی و ساختار مالی فراکتال نوسانات بوده که این مساله احتمالا به دلیل پیچیدگی های بازار رمزارز و نوسانات بسیار شدید آن است. رفتارهای هیجانی از مشخصات اصلی بازارهای مالی و رمزارز است که منجر به ایجاد نوفه در شاخص های بازار شده و قدرت پیش بینی مدل های اقتصادسنجی را کاهش می دهد. به همین دلیل، در تحقیق حاضر از آنالیز موجک برای هموارسازی قیمت استفاده شد و همانطور که همانند یافته های موسی و همکاران (۲۰۲۵)، ژانگ و همکاران (۲۰۲۲) و زنگ و کوشی (۲۰۲۰) انتظار می رفت، پیش بینی بر مبنای داده های هموار عملکرد دقیق تری نسبت به داده های اصلی داشت.

پیش بینی های انجام شده با استفاده از ترکیب مدل MRS-Multifractal Volatility و هموارسازی موجک، بیانگر این است که قیمت بیت کوین، از ماه چهارم میلادی تا پایان ۲۰۲۵ روند صعودی دارد که با شرایط ساختاری فعلی بازار رمزارزها و جذابیت این دارایی دیجیتال در میان سرمایه گذاران هم راستاست. استفاده از روش های نوین همچون موجک، MF DFA و مدل های غیرخطی رژیم سوئیچینگ می تواند ابزار کارآمدی برای تحلیل بازارهای مالی با

نوسانات بالا محسوب شود. بنابراین، این رویکرد ترکیبی می‌تواند به عنوان الگویی برای تحلیل سایر بازارهای مالی نوظهور نیز مدنظر قرار گیرد.

با توجه به این که رمزارزها، جایگزین قوی برای سیستم‌های بانکی در زمینه ابزار پرداخت محسوب می‌شوند، بررسی جایگاه نظام بانکی با وجود بازار رمزارز می‌تواند یک موضوع مهم و کاربردی برای پژوهش‌های آتی باشد. همچنین پیشنهاد می‌شود کارایی سایر مدل‌های غیرخطی مانند مدل‌های حافظه بلندمدت یا معادلات دیفرانسیل تصادفی در پیش‌بینی قیمت بیت‌کوین بررسی شود. علاوه بر این، بررسی تاثیر نوسانات رمزارزها بر بازارهای مالی داخلی مانند ارز و طلا از دیگر موضوعات پیشنهادی برای پژوهش‌های آتی است که برای سرمایه‌گذاران هم از جذابیت بالایی برخوردار است.

منابع

- سیف، ا. (۱۳۸۷). بحران ساختاری اقتصادی جهان: فردا خیلی دیر است. اطلاعات سیاسی - اقتصادی، ۲۵۵-۲۵۶، ۶۵-۵۲.
- سوری، ع. (۱۳۹۲). اقتصادسنجی پیشرفته همراه با کاربرد STATA12 و Eviews8 (جلد دوم). تهران: نشر فرهنگ‌شناسی.
- شاکری، ع. (۱۴۰۱). اقتصاد کلان: نظریه‌ها و سیاست‌ها (جلد اول). تهران: انتشارات رافع.
- قریب، ح. (۱۳۸۷). بحران‌های محیطی و دگرگونی‌های ساختاری. اطلاعات سیاسی - اقتصادی، ۲۵۵-۲۵۶، ۶۵-۵۲.
- گرینبرگ، ا.، حیدری، ح.، و کیخا، ع. (۱۳۹۹). مقدمه‌ای بر اقتصادسنجی بیزی. تهران: انتشارات سمت.

References

- Bohme, R., Christin, N., Edelman, B., & Moore, T. (2015). Bitcoin: Economics, technology and governance. *Journal of Economic Perspectives*, 29(2), 213-238.
- Cheah, E-T., Fry, J. (2015). Speculative bubbles in Bitcoin Markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin. *Economics Letters*, 130, 32-36.
- Doornik, J. A. (2013). *Econometric analysis with Markov-Switching models*. Timberlake Consultants Press.
- Greenberg, E., Heydari, H., & Kikhah, A. (2020). *Introduction to Bayesian Econometrics*. Tehran: SAMT Publishing. (in Persian)
- Ihlen, E. A. F. (2012). Introduction to multifractal detrended fluctuation analysis in Matlab. *Frontiers in Physiology*, 3, Article 141. <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00141>

- Kantelhardt, J. W., Zschiegner, S. A., Koscielny-Bunde, E., Bunde, A., Havlin, S., & Stanley, H. E. (2002). Multifractal detrended fluctuation analysis of nonstationary time series. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 316(1-4), 87-114. [https://doi.org/10.1016/S0378-4371\(02\)01383-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4371(02)01383-3)
- Mensi, W., Lee, Y. J., Al-Yahyaee, K. H., Sensoy, A., Yoon, S. M. (2019). Intraday downward/upward multifractality and long memory in Bitcoin and Ethereum markets: An asymmetric multifractal detrended fluctuation analysis. *Finance Research Letters*, 31(19-25).
- Misiti, M., Misiti, Y., Oppenheim, G., Poggi, J. M. (2014). Wavelet Toolbox of MATLAB R2014b Users Guide. The MathWorks Inc.
- Mousa, R., Afrookhteh, M., Khaloo, H., Bengari, A. A., Heidary, G. (2025). Forecasting of Bitcoin prices using hashrate features: Wavelet and deep stacking approach. *arXiv preprint*, arXiv:2501.13136. <https://arxiv.org/abs/2501.13136>
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer to Peer Electronic Cash System. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Rahmani, M., Saebi, F., & Alibakhshi, N. (2012). The Application of Chaos and Fractal Theory in Time Series Forecasting. Tehran: Sharif University of Technology Jihad Press. (in Persian)
- Seif, E. (2008). The Structural Economic Crisis of the World: Tomorrow is Too Late. *Political and Economic Information, Issues* 255-256, 52-65. (in Persian)
- Shakeri, A. (2022). *Macroeconomics: Theories and Policies* (Vol. 1). Tehran: Rafe' Publishing. (in Persian)
- Souri, A. (2013). *Advanced econometrics with applications of STATA12 and Eviews8* (Vol.2). Tehran: Farhangshenasi Publishing. (in Persian)
- Telli, N., Chen, Y. (2020). Multifractal behavior in return and volatility series of Bitcoin and Gold in comparison. *Chaos, Solitons & Fractals*, 139(3415): 109994.
- Valerio, C., Shaen, C., Constantin, G. (2020). Fractal dynamics and wavelet analysis: Deep volatility and return properties of Bitcoin, Ethereum and Ripple. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, (76), 310-324.
- Zhang, X., Yang, L., Zhu, Y. (2019). Analysis of multifractal characterization of Bitcoin market based on multifractal detrended fluctuation analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Elsevier, 523(C), 973-983.
- Zhang, X., Zhang, L., Zhou, Q., Jin, X. (2022). A novel Bitcoin and Gold prices prediction method using an LSTM-P neural network model. *Computational Intelligence and Neuroscience*. 1643413.
- Zeng, Z., Kushi, M. (2020). Wavelet denoising and attention-based RNN-ARIMA model to predict Forex price. *2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, 1-7.



تحلیل کلان‌داده در حسابداری قانونی و حسابرسی

حمیدرضا گنجی^۱، پارسا پورمهدی^۲ و مروارید غلامپور^۳

چکیده

پیشرفت‌های فناورانه اخیر در حوزه کلان‌داده فرصت‌های جدیدی برای بهبود فرایندهای حسابداری قانونی و حسابرسی فراهم آورده‌اند. کلان‌داده، با ویژگی‌هایی نظیر حجم، سرعت و تنوع بالا، این امکان را به متخصصان می‌دهند که تحلیل‌های پیچیده‌تری برای تصمیم‌گیری‌های مؤثر در این حوزه‌ها انجام دهند. این مطالعه با مرور توصیفی منابع معتبر علمی به بررسی تأثیر تحلیل کلان‌داده بر حسابداری قانونی و حسابرسی، می‌پردازد و نشان می‌دهد که تحلیل کلان‌داده می‌تواند کارایی حسابداری قانونی و حسابرسی را بهبود بخشد، ریسک‌ها را کاهش دهد و نقش مهمی در کشف و پیشگیری از تقلب ایفا کند. علاوه بر این، ابزارهای کلان‌داده توانسته‌اند به تحلیل سریع‌تر داده‌ها و شناسایی الگوهای پنهان کمک کنند. به کارگیری این تحلیل‌ها، فرایندهای حسابرسی و حسابداری قانونی را سریع‌تر، دقیق‌تر و با کیفیت بالاتر می‌نماید و استفاده از این ابزار در دو حوزه مذکور می‌تواند به بهبود کیفیت و سرعت تصمیم‌گیری در فرایندهای حسابرسی و کشف تقلب منجر شود. به‌ویژه با بهره‌گیری از ابزارهای پیشرفته تحلیل داده‌ها، امکان پیش‌بینی تهدیدات مالی و شناسایی الگوهای غیرمعمول فراهم شده است.

واژه‌های کلیدی: کلان‌داده، تحلیل کلان‌داده، حسابداری قانونی، حسابرسی

طبقه‌بندی موضوعی: M42, M41, O33

۱ استادیار گروه حسابداری، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) Email: h.ganji@alzahra.ac.ir

۲ دانشجوی کارشناسی ارشد حسابداری، پردیس البرز، دانشگاه تهران، تهران، ایران. Email: parsa.pourmahdi@ut.ac.ir

۳ دانشجوی کارشناسی ارشد حسابداری، پردیس البرز، دانشگاه تهران، تهران، ایران. Email: morva.gholampour@ut.ac.ir

مقدمه

در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های فناورانه در حوزه کلان‌داده فرصت‌های قابل توجهی برای ارتقای اثربخشی حسابداری قانونی^۱ و حسابرسی ایجاد کرده‌اند. کلان‌داده با فراهم آوردن حجم عظیمی از داده‌های ساختاریافته و بدون ساختار و برخورداری از ویژگی‌هایی همچون حجم، سرعت و تنوع بالا که از طریق فنون تحلیل کلان‌داده قابل پردازش است، زمینه بهبود فرایند تصمیم‌گیری را فراهم می‌سازد (گارتنر^۲، ۲۰۱۴). این ویژگی‌ها، ابعاد منحصربه‌فرد کلان‌داده را آشکار می‌سازند که در صورت بهره‌برداری صحیح، می‌توانند مزایای بسیاری را به همراه داشته باشند؛ به همین دلیل، کلان‌داده به یکی از محورهای اصلی بحث میان دانشگاهیان و حرفه‌ای‌های حوزه حسابداری و حسابرسی بدل شده است (مافیت و واسارلی^۳، ۲۰۱۳).

بسیاری از پژوهشگران به مزایای کلان‌داده، به ویژه تحلیل داده‌ها، پرداخته و بر ضرورت انجام تحقیقات تجربی بیشتر برای بررسی یکپارچه‌سازی این داده‌ها (گابریلی و همکاران^۴، ۲۰۲۲؛ ابراهیم و همکاران^۵، ۲۰۲۱؛ رضایی و وانگ^۶، ۲۰۱۹) و به کارگیری آن در فعالیت‌های حسابداری و حسابرسی (مونوکو و همکاران^۷، ۲۰۲۰) تأکید کرده‌اند. به طور نمونه، وانگ و کاتبرتسون^۸ (۲۰۱۵) بر اهمیت نقش آینده‌نگر کلان‌داده و تحلیل آن در تحول حسابرسی نوآورانه تأکید می‌کنند. در همین راستا، پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که بهره‌گیری از تحلیل کلان‌داده نه تنها برای تضمین کیفیت حسابرسی مناسب است، بلکه مزایای قابل توجهی نیز به همراه دارد (واسارلی و همکاران^۹، ۲۰۱۵). افزون بر این، شواهد حاکی از آن است که تحلیل کلان‌داده می‌تواند بهبود قابل ملاحظه‌ای در کارایی و اثربخشی فرایند حسابرسی صورت‌های مالی ایجاد کند و همزمان به کاهش ریسک‌های حسابرسی منجر شود (لی^{۱۰}، ۲۰۲۲).

¹ Forensic Accounting

² Gartner

³ Moffitt and Vasarhelyi

⁴ Gabrielli et al.

⁵ Ibrahim et al.

⁶ Rezaee and Wang

⁷ Munoko et al.

⁸ Wang and Cuthbertson

⁹ Vasarhelyi et al.

¹⁰ Li

بنابراین ویژگی‌های منحصربه‌فرد کلان‌داده می‌تواند نقش کلیدی در کشف، پیشگیری یا حتی پیش‌بینی تقلب ایفا کند. روش‌های مؤثر کشف تقلب که توسط تحلیل کلان‌داده امکان‌پذیر شده‌اند، قادرند آثار مالی و اعتباری تقلب را کاهش داده، منابع را حفظ و اقتصاد را در برابر زیان‌های بالقوه محافظت نمایند.

مطالعه حاضر با رویکرد مروری توصیفی و تحلیل منابع موجود به بررسی تأثیر کلان‌داده و تحلیل کلان‌داده بر اقدامات حسابداری قانونی و حسابرسی و تغییراتی می‌پردازد که این داده‌ها در کشف و تحقیقات تقلب ایجاد می‌کنند. با توجه به محدودیت منابع داخلی، منابع پژوهشی عمدتاً از پایگاه‌های بین‌المللی نظیر اسکوپوس^۱ و وب‌آف‌ساینس^۲ گردآوری شدند. با توجه به اینکه ادبیات موجود عمدتاً بر کاربرد کلان‌داده در حسابرسی متمرکز بوده و از سوی دیگر علی‌رغم اهمیت حسابداری قانونی در پیش‌گیری از تخلفات مالی و کشف جرایم، در بسیاری از کشورهای در حال توسعه از جمله ایران توجه خاصی به آن نمی‌شود (شعبانی، ۱۴۰۳)، این پژوهش با پر کردن این شکاف، به توسعه این حوزه کمک می‌کند.

ساختار مقاله در ادامه بدین شرح است: در بخش دوم به مرور مفهوم کلان‌داده پرداخته خواهد شد؛ سپس تحلیل کلان‌داده مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش چهارم به به‌کارگیری تحلیل کلان‌داده در حسابداری قانونی و حسابرسی اشاره می‌شود؛ و در پایان، بحث و نتیجه‌گیری ارائه خواهد شد.

کلان‌داده

کلان‌داده در سال‌های اخیر جایگاه برجسته‌ای در حوزه‌های متنوعی همچون دولت، تجارت، علم و پژوهش یافته است (آجانا^۳، ۲۰۱۵) و به طور فزاینده‌ای در حسابداری و حسابرسی نیز به کار گرفته می‌شود. این فناوری، یک مزیت رقابتی برای سازمان‌هایی است که به دنبال راهی برای متمایز شدن از رقبای خود و دستیابی به ثروت اطلاعاتی، افزایش بهره‌وری و سودآوری بیشتر هستند (هلیلی و ولوی، ۱۳۹۶). این امر ضرورت ارتقای نوآوری، اثربخشی و

^۱ Scopus

^۲ Web of Science

^۳ Ajana

رقابت پذیری در این حوزه‌ها را دوچندان ساخته و با شناسایی فرصت‌های متعدد در زمینه‌های گوناگون، به تسریع پذیرش و گسترش کلان داده منتج شده است (ورما و باتاچاریا^۱، ۲۰۱۷). کلان داده به مجموعه داده‌هایی اطلاق می‌شود که به لحاظ حجم و پیچیدگی، فراتر از آن هستند که بتوان آن‌ها را با ابزارهای پردازش متعارف مدیریت کرد؛ با این حال، برای کلان داده تعریف دقیق و قطعی وجود ندارد. به طور کلی، کلان داده به حجم قابل توجهی از داده‌ها اشاره دارد که پردازش آن‌ها با روش‌های سنتی پایگاه داده و نرم‌افزارهای رایج کنونی دشوار است (گریر^۲، ۲۰۱۳). امروزه، کلان داده شامل هر دو نوع داده‌های ساختاریافته و بدون ساختار می‌شود و چارچوب‌های کلان داده باید قادر باشند از داده‌های ساختاریافته و بدون ساختار، برنامه‌نویسی داده‌های توزیع شده و توان عملیاتی بالا پشتیبانی کنند (سینگ و ردی^۳، ۲۰۱۴). داده‌های ساختاریافته، داده‌هایی هستند که از پیش سازماندهی شده‌اند، اغلب ماهیتی عددی دارند و قالب‌بندی آن‌ها به سهولت انجام می‌پذیرد؛ مانند داده‌های موجود در صفحات گسترده اکسل^۴ یا پایگاه‌های داده اکسس^۵. در مقابل، داده‌های بدون ساختار فاقد سازماندهی مشخص بوده، در قالب آزاد قرار دارند و بر اساس مدل از پیش تعیین شده‌ای مرتب نشده‌اند؛ نمونه‌هایی از این نوع داده‌ها شامل ایمیل‌ها یا فایل‌های ویدئویی است.

هراث و هم^۶ (۲۰۲۳) ویژگی‌های کلان داده را بر اساس شش شاخص اصلی زیر توصیف کردند: (۱) حجم^۷: این ویژگی به مقدار یا اندازه قابل توجه داده‌ها در یک مجموعه داده اشاره دارد؛

(۲) سرعت^۸: سرعت به میزان پردازش و جریان ورود داده‌ها مربوط می‌شود؛ کلان داده با سرعت بالا جمع‌آوری و پردازش می‌شوند؛

(۳) تنوع^۹: تنوع به گوناگونی منابع داده اشاره دارد؛ داده‌ها می‌توانند از منابع داخلی یا خارجی حاصل شوند و از نظر سازماندهی به صورت ساختاریافته یا بدون ساختار باشند؛

¹ Verma and Bhattacharyya

² Greer

³ Singh & Reddy

⁴ Excel

⁵ Access

⁶ Herath & Hamm

⁷ Volume

⁸ Velocity

⁹ Variety

- (۴) ارزش^۱: این ویژگی میزان سودمندی و قابلیت استفاده داده‌ها را تعیین می‌کند؛ کلان‌داده زمانی ارزشمند است که بتواند اطلاعات مفیدی ارائه دهد؛
- (۵) تغییرپذیری^۲: تغییرپذیری به ماهیت پویا و متغیر داده‌ها اشاره دارد و نشان می‌دهد داده‌ها ممکن است به طور مداوم تغییر کنند؛
- (۶) صحت^۳: صحت به درستی و قابلیت اطمینان داده‌ها مربوط می‌شود و تضمین می‌کند که داده‌ها دقیق و معتبر هستند.
- همچنین عرب مازار یزدی و مرادی (۱۳۹۹)، ویژگی‌های کلان‌داده را بر اساس نه شاخص به شرح جدول ۱ ذکر می‌کنند:

جدول ۱. ویژگی‌های کلان‌داده

ردیف	نام	توضیح	مثال
۱	حجم	اندازه داده‌ها از نظر فضایی که به منظور ذخیره‌سازی در دیسک سخت اشغال می‌کنند	ظرفیت، پتابایت، اگزابایت، زتابایت
۲	تنوع	پیچیدگی مجموعه‌های بزرگ از داده‌ها که می‌تواند در انواع مختلف و به صورت ساختار یافته، نیمه‌ساختار یافته یا بدون ساختار باشد	متن، تصویر، صدا، ویدیو، داده‌های جغرافیایی، داده‌های حسگرها
۳	سرعت جریان	نرخ بالای جریان ورودی داده‌ها با ساختار نامتجانس	پردازش دسته‌ای ^۴ پردازش بلادرنگ ^۵ پردازش جریان پیوسته ^۶
۴	صحت	صحت و دقت داده‌ها از حیث تکرار، انحراف، ناهمگونی و کاربرد بالقوه برای تجزیه و تحلیل	ساختارهای با پیچیدگی فرایند، ناسازگاری در مجموعه‌های داده‌ای بزرگ
۵	ظرفیت ارتباطی ^۷	قابلیت اتصال و ارتباط کلان‌داده‌ها در قالب گراف‌ها	اتصال‌پذیری داده ^۸

¹ Value² Variability³ Veracity⁴ Batch processing⁵ Real-time processing⁶ Streaming processing⁷ Valence⁸ Data Connectivity

ردیف	نام	توضیح	مثال
۶	ارزش	امکان کسب ارزش اقتصادی از کلان داده‌ها برای ذی‌نفعان مختلف	افزایش درآمد یا کاهش هزینه‌ها؛ افزایش رضایت مشتریان
۷	تغییرپذیری ^۱	تغییرات سریع و مداوم معنای داده‌ها با نرخ جریان داده‌ها	تغییرات در نرخ جریان داده‌ها
۸	نوسان ^۲	دوره اعتبار داده‌ها برای نگهداری	کسری از ثانیه و بیشتر
۹	نمایش بصری ^۳	علم ارائه بصری داده‌ها و اطلاعات	الگوها، روندها، نابهنجاری‌ها، ناپایداری، تغییر

بر این اساس می‌توان ویژگی‌های داده‌های سنتی و کلان داده‌ها را به شرح جدول ۲ مقایسه نمود:

جدول ۲. مقایسه ویژگی‌های داده‌های سنتی و کلان داده‌ها

کلان داده‌ها	داده‌های سنتی
کلان داده‌ها دارای حجم بسیار بالایی از داده‌ها هستند که از منابع دیجیتال متعدد تولید می‌شوند	داده‌های سنتی معمولاً دارای حجم کمتری هستند که با ابزارهای پردازش داده‌ی متداول قابل مدیریت می‌باشند
کلان داده‌ها انواع مختلفی از داده‌های ساختاریافته و غیرساختاریافته مانند متن، تصویر، ویدئو و ... را دربرمی‌گیرند	نوع داده‌های سنتی اغلب ساختاریافته است و از منابع محدودی مانند صورت‌های مالی، سوابق تراکنش‌ها و گزارش‌های حسابداری تأمین می‌شود
کلان داده‌ها با سرعت بسیار بالا تولید و پردازش می‌شوند و امکان تحلیل و تصمیم‌گیری بلادرنگ را فراهم می‌کنند	سرعت تولید و پردازش داده‌های سنتی نسبتاً پایین است و با چرخه‌های دوره‌ای حسابداری همخوانی دارد
کلان داده‌ها اغلب شامل داده‌هایی با کیفیت و قابلیت اعتماد متفاوت هستند که اطمینان از دقت و یکپارچگی داده‌ها را با چالش مواجه می‌سازد	داده‌های سنتی به دلیل ماهیت ساختاریافته و منابع محدود، معمولاً از قابلیت اعتماد بالایی برخوردارند و صحت‌سنجی آن‌ها آسان‌تر است

¹ Variability

² Volatility

³ Visualization

داده‌های سنتی	کلان داده‌ها
بینش‌های حاصل از داده‌های سنتی اغلب محدود به تحلیل‌های تاریخی و گزارش‌دهی دوره‌ای می‌باشند.	کلان داده‌ها قابلیت ارائه بینش‌های عمیق‌تر، شناسایی الگوها و پشتیبانی از تحلیل‌های پیش‌بینی‌کننده را دارند که می‌تواند به‌طور چشمگیری در بهبود تصمیم‌گیری و کشف تقلب مؤثر واقع شوند.

تحلیل کلان داده

امروزه بسیاری از حوزه‌های کسب و کار از تحلیل داده‌ها بهره می‌برند (کائو و همکاران^۱، ۲۰۱۵). تحلیل داده به فرایند بررسی، پاک‌سازی، تبدیل و مدل‌سازی داده‌ها به منظور شناسایی و استخراج اطلاعات و الگوهای ارزشمند، ارائه نتایج و پشتیبانی از تصمیم‌گیری اشاره دارد. در این راستا، ابزارهای رایانه‌ای امکان شناسایی الگوها و ناهنجاری‌ها را در مجموعه داده‌های بزرگ و فاقد ساختار فراهم می‌آورند و کشف اطلاعات نهان را تسهیل می‌کنند. بر این اساس، تحلیل کلان داده فرایندی است که روندها، گرایش‌ها و همبستگی‌ها را در میان حجم عظیمی از داده‌های بدون ساختار تشخیص می‌دهد و به تصمیم‌گیری مبتنی بر داده کمک می‌کند (هراث و هم، ۲۰۲۳).

به باور هراث و هم (۲۰۲۳)، تحلیل کلان داده را می‌توان در چهار دسته اصلی طبقه‌بندی کرد:

(۱) توصیفی^۲: این نوع تحلیل از نمودارها یا گزارش‌ها برای توصیف روندهای تاریخی بهره می‌گیرد. با استفاده از داده‌های تاریخی، روندها و الگوها شناسایی می‌شوند و از این طریق دانش حاصل می‌گردد.

(۲) تشخیصی^۳: هدف این تحلیل، تعیین علت وقوع رویدادها است. تحلیل تشخیصی به سازمان‌ها کمک می‌کند تا علت اصلی یک رویداد را شناسایی کنند. تجزیه و تحلیل داده‌ها در این مرحله به شناسایی ریشه‌های اساسی مشکلات یاری می‌رساند.

(۳) پیشگویانه^۴: این نوع تحلیل، نتایج بالقوه را پیش‌بینی می‌کند و بیشترین سودمندی را برای شرکت‌ها دارد. تحلیل پیش‌بینی‌کننده از مدل‌های آماری برای پیش‌بینی و تخمین نتایج آینده استفاده می‌کند.

¹ Cao et al.

² Descriptive

³ Diagnostic

⁴ Predicative

۴) تجویزی^۱: در این نوع تحلیل، توصیه‌های صریح و مشخصی در خصوص بهترین اقدام ارائه می‌شود. تحلیل تجویزی با بهره‌گیری از مدل‌ها، بهترین راهکارها را برای اتخاذ تصمیمات بهینه پیشنهاد می‌دهد.

نکته قابل توجه درباره کلان داده آن است که می‌توان از مجموعه‌ای گسترده از پلتفرم‌های کلان داده رایگان و متن‌باز برای بهره‌برداری از آن استفاده کرد. این پلتفرم‌ها ترکیبی از زیرساخت‌های سخت‌افزاری و ابزارهای نرم‌افزاری هستند که برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌ها به کار می‌روند (آلمیدا و برنندینو^۲، ۲۰۱۵). پلتفرم‌های متن‌باز، راهکارهای رایگانی ارائه می‌دهند و سفارشی‌سازی آن‌ها برای پاسخگویی به نیازهای خاص هر سازمان ساده‌تر است. کاساندرا^۳، هادوپ^۴ و اسپارک^۵ سه چارچوب اصلی متن‌باز محسوب می‌شوند که برای ذخیره‌سازی و مدیریت کلان داده مورد استفاده قرار می‌گیرند. هادوپ از یک سیستم فایل توزیع شده بهره می‌برد؛ داده‌ها به قطعات کوچکتر تقسیم شده و در چندین دستگاه نگهداری می‌شوند. بنابراین، حتی در صورت از بین رفتن داده‌ها در یک سیستم، نسخه‌های دیگر آن در سایر سیستم‌ها محفوظ و ایمن باقی می‌ماند.

به کارگیری کلان داده در حسابداری قانونی و حسابرسی

رسوایی‌های بزرگ حسابداری در دهه‌های اخیر، لزوم پیشگیری و کشف سریع تقلب در شرکت‌ها را به وضوح نمایان ساخته‌اند. هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم ناشی از جرایم شرکتی به قدری چشمگیر است (پین^۶، ۲۰۱۶) که مفهوم «بی مسئولیتی اجتماعی شرکت‌ها» توجه گسترده دانشگاهیان را به خود جلب کرده است (آلکادیپانی و داولیورا مدیروس^۷، ۲۰۲۰). در واکنش به این رسوایی‌ها، کنگره ایالات متحده در سال ۲۰۰۲ قانون ساربنز-آکسلی^۸ را به تصویب رساند که هدف آن ارتقای کیفیت افشای مالی و حسابرسی و حمایت از سهامداران و کارکنان بود.

¹ Prescriptive

² Almeida & Bernardino

³ Cassandra

⁴ Hadoop

⁵ Spark

⁶ Payne

⁷ Alcadiyani and de Oliveira Medeiros

⁸ Sarbanes-Oxley (SOX)

(دیفاند و لنوکس^۱، ۲۰۱۱). افزون بر این، در حوزه نظارتی، کمیسیون بورس و اوراق بهادار آمریکا از ابزارهایی نظیر روبات کاپ^۲ برای شناسایی مشکلات موجود در صورت‌های مالی و کشف تخلفات نظارتی بهره می‌گیرد. همچنین، اداره درآمد و دارایی نیویورک در تحلیل داده‌های مالیاتی، از یک سیستم تشخیص تقلب برای کشف موارد تقلب در مالیات بر درآمد استفاده می‌کند (دوو و باراقاتی^۳، ۲۰۱۹). سایر کشورها نیز با الگوبرداری از ایالات متحده، مقررات جدیدی را برای ارتقای کیفیت حسابرسی داخلی و مستقل و کاهش احتمال وقوع تقلب شرکتی وضع کردند (ریو و وون^۴، ۲۰۲۲). با توجه به پیوند میان تحلیل داده‌ها و حوزه حسابرسی، بیرنس^۵ و همکاران (۲۰۱۴) دو رویکرد متمایز در تحلیل کلان‌داده را مطرح می‌کنند:

(۱) رویکرد اکتشافی (استقرایی) - تحلیل داده‌های اکتشافی عمدتاً در مرحله برنامه‌ریزی حسابرسی به منظور کسب درک عمیق‌تر از شرکت، شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها و طراحی رویه‌های تکمیلی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ و

(۲) رویکرد تأییدی (قیاسی) - تحلیل داده‌های تأییدی در مراحل پایانی فرایند حسابرسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مرحله، حساب‌برسان با بهره‌گیری از روش‌های رسیدگی محتوایی، صحت اقلام ثبت‌شده در صورت‌های مالی را ارزیابی می‌کنند. هدف از به‌کارگیری تحلیل داده‌های تأییدی، تصمیم‌گیری درباره وجود یا عدم وجود تحریفات بااهمیت در صورت‌های مالی است.

با وجود این تلاش‌ها، حسابرسی نمی‌تواند عدم وجود تقلب را تضمین کند. وظیفه حساب‌برسان مالی، اظهارنظر درباره صورت‌های مالی و تأیید انطباق آنها با قوانین و نبود تحریف‌های بااهمیت، مبتنی بر روش‌های نمونه‌گیری است (نو و همکاران^۶، ۲۰۱۹). چرا که تقلب‌های حساب‌داری می‌توانند شامل مبالغی باشند که از نظر حساب‌برسان بااهمیت تلقی نمی‌شوند و بنابراین شناسایی آنها دشوار است؛ این امر، به‌ویژه با توجه به برداشت‌های استفاده‌کنندگان برون سازمانی، منجر به شکل‌گیری «شکاف انتظارات حسابرسی» می‌شود (لئونگ و چاو^۷، ۲۰۰۱).

¹ DeFond and Lennox

² RobotCop

³ Dewu and Barghathi

⁴ Ryu and Won

⁵ Byrnes

⁶ No et al.

⁷ Leung and Chau

حسابداری قانونی، به عنوان شاخه‌ای تخصصی از علم حسابداری، بر به کارگیری مهارت‌های حرفه‌ای در جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و ارزیابی شواهد اثباتی، تفسیر و ارائه نتایج به ذی‌نفعان تمرکز دارد. هدف اصلی این حوزه، تهیه گزارش‌های مالی و حسابداری جهت استفاده در فرایندهای قضایی و حمایت از تصمیم‌گیری‌های حقوقی است؛ این امر از طریق شناسایی اقدامات غیرقانونی شرکت‌ها، جمع‌آوری شواهد بی‌طرفانه و بررسی ادعاها تحقق می‌یابد. در این راستا، حسابداری قانونی نقش مهمی در مستندسازی و محاسبه خسارات اقتصادی و همچنین تعیین دارایی‌ها و اشخاص مسئول در پرونده‌های تقلب ایفا می‌کند و به این ترتیب، به عنوان پلی میان نظام حسابداری و نظام قضایی عمل می‌نماید (گلدن و همکاران^۱، ۲۰۰۷؛ الجلیلی^۲، ۲۰۱۲). آلبرشت و همکاران^۳ (۲۰۰۸) نیز بر این نکته تأکید دارند که حسابداری قانونی، رشته‌ای چالش‌برانگیز است که با حوزه‌های حسابرسی، اقتصاد، مالی، سیستم‌های اطلاعاتی و حقوق ارتباط گسترده‌ای دارد. علاوه بر این، دی‌گابریل و همکاران^۴ (۲۰۱۵) حسابداری قانونی را به عنوان رشته‌ای چندحوزه‌ای معرفی می‌کنند که هم حرفه و هم صنعت را دربرمی‌گیرد؛ به گونه‌ای که دعاوی اقتصادی و مالی، اعم از مدنی یا کیفری و در زمینه‌های تجاری یا شخصی، در چارچوب ساختارهای سیاسی پذیرفته‌شده، پارامترهای اجتماعی مورد قبول و حوزه‌های قضایی مشخص مطرح می‌شوند و این حوزه از نظریه‌ها و روش‌های رشته‌های حقوق، حسابرسی، حسابداری، مالی، اقتصاد، روان‌شناسی، جامعه‌شناسی و جرم‌شناسی بهره می‌گیرد.

با توجه به تأثیرات گسترده تقلب بر نظام اقتصادی و اجتماعی، نقش حسابداران قانونی و حسابرسان تقلب بسیار حیاتی است. ادبیات موجود نشان می‌دهد که این متخصصان می‌توانند برای مشتریان مختلف، از جمله شرکت‌ها، محاکم قضایی یا مراجع دادستانی، نقش مؤثری در بازدارندگی، پیشگیری و تحقیق درباره تقلب ایفا کنند (کائور و همکاران^۵، ۲۰۲۲). تحلیل‌های مرتبط با نظارت و انطباق^۶ به کسب و کارهای خدمات مالی کمک می‌کند تا استانداردها را در زمینه ریسک، رفتار و شفافیت، در چارچوب فعالیت‌های حسابرسی رعایت نمایند. بدین منظور،

¹ Golden et al.

² Al-Jalili

³ Albrecht et al.

⁴ DiGabriele et al.

⁵ Kaur et al.

⁶ Regulatory and Compliance Analysis

حسابداران نیز می‌توانند با استفاده از ابزارهایی نظیر تبلو^۱، بر روش‌های اساسی تجزیه و تحلیل کلان‌داده تسلط پیدا کنند (پن و بلنکلی^۲، ۲۰۱۸). برای خودکارسازی آزمون اسناد حسابداری می‌توان از نرم‌افزارهایی مانند جی‌وی‌سی‌ای‌تی‌اس^۳ که امکان ورود داده‌های تراز آزمایشی را فراهم کرده و فرایند آزمون ثبت‌های روزنامه را به صورت خودکار انجام می‌دهد، استفاده نمود. علاوه بر این نرم‌افزارهای دیگری نظیر دک ایزی^۴ و اورا^۵، برای تشخیص تقلب به کار می‌روند (دوو و باراقاتی، ۲۰۱۹). در خصوص مواجهه با حجم زیاد داده‌ها نرم‌افزارهای صفحه‌گسترده کارایی کمتری نسبت به ابزارهای تخصصی کلان‌داده دارند؛ در این خصوص می‌توان به نرم‌افزارهای تحلیلی پرکاربرد مانند مایکروسافت پاور بی‌آی^۶ و کلیک^۷ اشاره نمود که علاوه بر سهولت استفاده، از انواع مختلف داده پشتیبانی نموده، قابلیت یکپارچه‌سازی داده‌ها از منابع گوناگون را دارا بوده و امکان فیلتر و پاک‌سازی داده‌ها را فراهم می‌آورند. حسابداران قانونی با بهره‌گیری از ابزارهای داده‌کاوی و تصویرسازی داده‌ها، قادر به شناسایی و رفع شکاف میان تصورات و واقعیت مبتنی بر شواهد خواهند بود (رچمن^۸، ۲۰۲۰).

یافته‌های نظرسنجی ارنست اند یانگ^۹ (۲۰۱۸) نشان می‌دهد که ۷۹ درصد شرکت‌ها از بیش از ۱۰ میلیون رکورد داده بهره می‌برند و در جستجوی راهکارهای سفارشی هستند. همچنین، نتایج نظرسنجی‌های تطبیقی همان سال حاکی از آن است که تحلیل داده‌ها به طور فزاینده‌ای در خدمات قانونی و تحقیقاتی به کار گرفته می‌شود. این مطالعات بیانگر آن است که تهدیدهای داخلی و نقض‌های سایبری، سریع‌ترین خطرات رو به رشد تقلب محسوب می‌شوند؛ به طوری که پاسخ‌دهندگان اعلام داشته‌اند در عملیات روزمره خود از ابزارهایی نظیر تصویرسازی داده، تحلیل پیش‌بینی‌کننده، تحلیل رفتار، تحلیل محتوا، تحلیل شبکه اجتماعی و تحلیل فضایی استفاده می‌کنند (رضایی و وانگ، ۲۰۱۹). در واقع، شرکت‌ها به دلیل ماهیت میان‌رشته‌ای حسابداری قانونی، به طور فزاینده‌ای متقاضی این خدمات شده‌اند و حسابداری قانونی به عنوان یک رویه

¹ Tableau

² Pan and Blankley

³ JVCATS

⁴ DacEasy

⁵ Aura

⁶ Microsoft Power BI

⁷ Qlik

⁸ Rechtman

⁹ Ernst & Young

ضروری برای آن‌ها مطرح شده است (کرامبلی و همکاران^۱، ۲۰۱۷). این افزایش تقاضا، در کنار پیچیدگی فزاینده تقلب‌های حسابداری (اوزیلی^۲، ۲۰۲۰)، ایجاب می‌کند که حسابداران قانونی و حساب‌برسان، مهارت‌های خود را به‌روز نگه دارند تا بتوانند با چالش‌های نوظهور مقابله کنند.

بحث و نتیجه‌گیری

تحلیل کلان داده، مدیریت حجم عظیم داده‌های ساختاریافته و بدون ساختار را ممکن می‌سازد. پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که کلان داده و تحلیل آن می‌تواند به ارائه بینشی دقیق‌تر و عمیق‌تر از محیط کسب و کار کمک کنند (داونپورت و همکاران^۳، ۲۰۱۲) و امکان شناسایی مولفه‌های کلیدی برای کشف تقلب را برای حسابداران و حساب‌برسان قانونی فراهم آورند. اهمیت این رویکرد در حوزه حسابداری قانونی و حسابرسی، به دلیل قابلیت ترکیب داده‌های داخلی سازمان با منابع داده‌ای خارجی، مضاعف می‌شود. یکپارچه‌سازی داده‌ها، ارزش اثباتی شبکه روابط سازمانی را ارتقا داده و شناسایی الگوها و ارتباطات نامحسوسی را تسهیل می‌کند که برای کشف تقلب اهمیت دارند. ادغام داده‌های داخلی و خارجی، به ارتقای ابزارهای تحقیقاتی انجامیده و حسابداران و حساب‌برسان قانونی را قادر می‌سازد روابط پیچیده و رفتارهای غیرعادی را کشف کنند که در شرایط متعارف اجتناب از تشخیص آن‌ها ممکن است. این رویکرد جامع منجر به غنی‌تر شدن چارچوب اثباتی و افزایش اثربخشی سازوکارهای کشف تقلب می‌گردد. افزون بر این، بهره‌برداری از داده‌های خارجی مانند داده‌های بازارهای مالی یا شاخص‌های صنعتی، امکان تفسیر یافته‌ها را در بافت اقتصادی وسیع‌تر فراهم ساخته و استحکام نتایج را تقویت می‌کند. بنابراین، ترکیب داده‌های داخلی و خارجی، ضمن افزودن به غنای دیدگاه اثباتی، بر تعامل میان پویایی‌های سازمانی و عوامل محیطی در مطالعات حسابداری قانونی تأکید داشته و دقت و کارایی کشف تقلب را در محیط‌های معاصر کسب و کار ارتقا می‌دهد.

بهره‌گیری از تحلیل بصری در حسابداری قانونی نیز امکانات و ظرفیت‌های تازه‌ای در شیوه انجام تحقیقات فراهم نموده است (ارنست اند یانگ، ۲۰۱۶). این ابزارها امکان تحلیل گرافیکی داده‌ها و بهره‌گیری از داشبوردهای تعاملی را ایجاد می‌کنند که نسبت به جداول و صفحات گسترده

¹ Crumbley et al.

² Ozili

³ Davenport et al.

سنتی، کارآمدتر عمل می‌کنند (هولتین و ماهرینگ^۱، ۲۰۱۴). قابلیت‌های تحلیلی بصری، فرایند شناسایی ناهنجاری‌ها و روابط بین افراد و سازمان‌ها را سرعت بخشیده و زمان تحلیل را به شکل معنی‌داری کاهش می‌دهند (لرر و همکاران^۲، ۲۰۱۸). داده‌نمایی بصری می‌تواند تصویری جامع از ساختار سازمانی یا فعالیت‌های خاص فراهم کند و در شناسایی حوزه‌های دارای ریسک قلب به حسابداران و حسابرسان قانونی کمک کند.

یکی از مزایای شاخص کلان‌داده در حسابداری قانونی، کاهش قابل ملاحظه زمان انجام تحقیقات است. تحلیل کلان‌داده، تحلیل‌های سریع‌تر و دستیابی آنی به نتایج را ممکن ساخته و این امر می‌تواند زیان‌های اقتصادی ناشی از وقایع متقلبانه را کاهش دهد (دیلویت^۳، ۲۰۱۸). ظهور کلان‌داده، شناسایی فوری قلب و تسریع فرایند حسابرسی را میسر نموده است (لرر و همکاران، ۲۰۱۸)؛ فرایندهایی که پیش‌تر مستلزم هفته‌ها یا ماه‌ها تحلیل داده بودند، اکنون ظرف چند روز قابل انجام هستند. این تحول، فاصله زمانی میان وقوع و کشف قلب را به حداقل رسانده، خسارات مرتبط را کاهش داده است. با این حال، اعتبار و قابلیت اتکای نتایج مبتنی بر کلان‌داده (لرر و همکاران، ۲۰۱۸) همچنان متأثر از سطح تردید حرفه‌ای حسابرسان و توانایی تحلیلی پژوهشگران است؛ ترکیب تحلیل کلان‌داده با روش‌های تحقیق سنتی، فرصت‌های همکاری و هم‌افزایی روش‌شناختی فراهم می‌آورد (واگنر و همکاران^۴، ۲۰۱۱). همچنین قابلیت تحلیل داده‌ها به عنوان ابزاری پیشگیرانه برای تحقق اهداف خاص مطرح است (استرانگ و همکاران^۵، ۲۰۱۴) و با تمرکز بر پیشگیری به جای صرفاً کشف قلب، شرکت‌ها می‌توانند مکانیزم‌های کارآمد حسابداری قانونی را در کنترل‌های داخلی خود نهادینه کنند؛ این بستر با تحلیل کلان‌داده تقویت می‌شود (چن و همکاران^۶، ۲۰۱۵). بنابراین، استفاده از قابلیت‌های کلان‌داده و تحلیل آن می‌تواند توسعه مدل‌های پیش‌بینی‌کننده شناسایی و پیشگیری قلب را امکان‌پذیر سازد (ابراهیم و همکاران، ۲۰۲۱). این مدل‌ها با تحلیل داده‌های رفتاری و تراکنش‌های تاریخی، الگوهای غیرمعمول را شناسایی نموده و با ادغام داده‌های لحظه‌ای، عملکرد پیش‌بینی را ارتقاء

¹ Hultin and Mähring

² Lehrer et al.

³ Deloitte

⁴ Wagner et al.

⁵ Strong et al.

⁶ Chen et al.

داده و به سازمان‌ها امکان می‌دهند تهدیدات احتمالی را شناسایی و از سلامت مالی خود محافظت کنند.

صاحبکاران انتظار دارند تحقیقات حسابداری قانونی با تحلیل‌های پیشرفته مبتنی بر کلان داده همراه باشد که این خود به یک مزیت رقابتی و عامل تکامل نقش حسابداران و حسابرسان قانونی به عنوان مشاوران ارزشمند تبدیل شده است (گو^۱، ۲۰۱۶). کلان داده‌ها، اعتبار شواهد و قابلیت اعتماد نتایج را تقویت می‌کنند. ترکیب تحلیل بصری با تحلیل کلان داده، سهولت انتقال مؤثر یافته‌ها و شفافیت بالاتر را به همراه دارد که درک صاحبکاران از فرایند تحقیق و اعتماد آن‌ها به نتایج را نیز بهبود می‌بخشد. افزون بر این، پیاده‌سازی سازوکارهای پیشرفته پیشگیری از تقلب بر اساس یافته‌های حسابداری قانونی و حسابرسی به شرکت‌ها یاری می‌رساند تا مدیریت ریسک خود را تقویت کرده و از بروز سوءاستفاده‌های مالی پیشگیری نمایند؛ ضرورتی که با توجه به وابستگی بقای حرفه حسابرسی به واکنش به موقع و مناسب به انتظارات جامعه، بیش از پیش اهمیت می‌یابد (شعبانی، ۱۴۰۳).

منابع

- شعبانی، زهرا. (۱۴۰۳). بررسی رابطه داده‌های حسابداری بزرگ بر اعمال و آموزش حسابداری قانونی. *حسابداری و شفافیت مالی*، ۲(۲)، ۱۰۲-۱۱۹.
- عرب مازازیدی، محمد، و مرادی، امیر. (۱۳۹۹). فرصت‌ها و چالش‌های کاربرد کلان داده‌ها در سیستم اطلاعاتی حسابداری بخش عمومی از منظر مسئولیت پاسخگویی. *دانش حسابرسی*، ۲۰(۷۹)، ۹۵-۱۲۲.
- هللی، خداداد، و ولوی، محمدرضا. (۱۳۹۶). فناوری کلان داده، فرصت‌ها، چالش‌ها و راهبردها. *مطالعات بین‌رشته‌ای دانش راهبردی*، ۷(۲۸)، ۷-۲۸.

References

- Ajana, B. (2015). Augmented borders: Big data and the ethics of immigration control. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 13(1), 58-78. <https://doi.org/10.1108/JICES-01-2014-0005>
- Alcadipani, R., & de Oliveira Medeiros, C. R. (2020). When corporations cause harm: A critical view of corporate social irresponsibility and corporate crimes. *Journal of Business Ethics*, 167(2), 285-297. <https://doi.org/10.1007/s10551-019-04157-0>

¹ Guo

- Albrecht, W. S., Albrecht, C., & Albrecht, C. C. (2008). Current trends in fraud and its detection. *Information Security Journal*, 17(1), 2–12. <https://doi.org/10.1080/19393550801934331>
- Al-Jalili, A. M. (2012). Forensic accounting and its applicability in Iraq. *Al-Rafidein Development Journal*, 34(107).
- Almeida, P., & Bernardino, J. (2015). A comprehensive overview of open-source big data platforms and frameworks. *Services Transactions on Big Data*, 2(3), 15–33.
- Arab Mazar Yazdi, M., & Moradi, A. (2020). Opportunities and challenges of applying big data in the public sector's accounting information system from the perspective of accountability. *Auditing Knowledge*, 20(79), 95–122. (In Persian).
- Byrnes, P., Criste, T., Stewart, T., & Vasarhelyi, M. (2014). Reimagining auditing in a wired world. AICPA.
- 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>
- Chen, J., Tao, Y., Wang, H., & Chen, T. (2015). Big data based fraud risk management at Alibaba. *The Journal of Finance and Data Science*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jfds.2015.03.001>
- Crumbley, D. L., Heitger, L. E., & Smith, G. S. (2017). *Forensic and investigative accounting*. Wolters Kluwer.
- Davenport, T. H., Barth, P., & Bean, R. (2012). How “big data” is different. *MIT Sloan Management Review*, 54(1).
- DeFond, M. L., & Lennox, C. S. (2011). The effect of SOX on small auditor exits and audit quality. *Journal of Accounting and Economics*, 52(1), 21–40. <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2011.02.001>
- Deloitte. (2018). *Forensic analytics in fraud investigations: Identifying rare events that can bring the business down*. Deloitte.
- Dewu, K., & Barghathi, Y. (2019). The accounting curriculum and the emergence of Big Data. *Journal of Accounting and Management Information Systems*, 18(3), 417–442. <https://doi.org/10.24818/jamis.2019.03006>
- DiGabriele, J. A., & Huber, W. D. (2015). Topics and methods in forensic accounting research. *Accounting Research Journal*, 28(1), 98–114. <https://doi.org/10.1108/ARJ-08-2014-0071>
- Ernst & Young. (2016). *Shifting into high gear: Mitigating risks and demonstrating returns—Global Forensic Data Analytics Survey 2016* (pp. 1–36). Ernst & Young.
- Gabrielli, G., Medioli, A., Andrei, P., & Marchini, P. L. (2022). Accounting and big data: Trends, opportunities and direction for practitioners and researchers. *Financial Reporting*, 2, 89–112. <https://doi.org/10.3280/FR2022-002004>
- Gartner. (2014). IT glossary: Big data. *Gartner IT Glossary*. Retrieved January 2023, from <http://www.gartner.com/it-glossary/big-data>
- Golden, T. W., Skalak, S. L., & Clayton, M. M. (2007). *A guide to forensic accounting investigation*. John Wiley & Sons.

- Greer, M. B., Jr. (2013). *21st century leadership: Harnessing innovation, accelerating business success*. iUniverse.
- Guo, K. H. (2016). The institutionalization of commercialism in the accounting profession: An identity-experimentation perspective. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 35(3), 99–117. <https://doi.org/10.2308/ajpt-51337>
- Halili, K., & Valavi, M. (2017). Big data technology: Opportunities, challenges, and strategies. *Quarterly Journal of Interdisciplinary Studies on Strategic Knowledge*, 7(28), 7-28. (In Persian).
- Herath, S. K., & Hamm, A. (2023). How big data analytics is used in forensic accounting and auditing. *The Business and Management Review*, 14(1).
- Ibrahim, A. E. A., Elamer, A. A., & Ezat, A. N. (2021). The convergence of big data and accounting: Innovative research opportunities. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, Article 121171. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121171>
- Kaur, B., Sood, K., & Grima, S. (2022). A systematic review on forensic accounting and its contribution towards fraud detection and prevention. *Journal of Financial Regulation and Compliance*. <https://doi.org/10.1108/JFRC-02-2022-0015>
- KPMG. (2017). *Audit 2025, the future is now*. Forbes Insights. Retrieved January 2023, from <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/us/pdf/2017/03/us-audit-2025-final-report.pdf>
- Lehrer, C., Wieneke, A., vom Brocke, J., Jung, R., & Seidel, S. (2018). How big data analytics enables service innovation: Materiality, affordance, and the individualization of service. *Journal of Management Information Systems*, 35(2), 424–460. <https://doi.org/10.1080/07421222.2018.1451953>
- Leung, P., & Chau, G. (2001). The problematic relationship between audit reporting and audit expectations: Some evidence from Hong Kong. *Advances in International Accounting*, 14, 181–200. [https://doi.org/10.1016/S0897-3660\(01\)14010-9](https://doi.org/10.1016/S0897-3660(01)14010-9)
- Li, Y. (2022). Analysis of data audit mode in big data environment. *Forest Chemicals Review*, 2155–2164.
- Moffitt, K. C., & Vasarhelyi, M. A. (2013). AIS in an age of big data. *Journal of Information Systems*, 27(2), 1–19. <https://doi.org/10.2308/isys-10372>
- Munoko, I., Brown-Liburd, H. L., & Vasarhelyi, M. (2020). The ethical implications of using artificial intelligence in auditing. *Journal of Business Ethics*, 167(2), 209–234. <https://doi.org/10.1007/s10551-019-04407-1>
- No, W. G., Lee, K., Huang, F., & Li, Q. (2019). Multidimensional audit data selection (MADS): A framework for using data analytics in the audit data selection process. *Accounting Horizons*, 33(3), 127–140. <https://doi.org/10.2308/acch-52453>
- Ozili, P. K. (2020). Advances and issues in fraud research: A commentary. *Journal of Financial Crime*, 27(1), 92–103. <https://doi.org/10.1108/JFC-01-2019-0012>
- Payne, B. K. (2016). *White-collar crime: The essentials*. Sage Publications.
- Pan, K., & Blankley, A. (2018). Using visualization software to compile and analyze data: A step by step guide for CPAs. *The CPA Journal*, June, 2018.

- Rechtman, Y. M. (2020). The past, present and future of forensic accounting. *The CPA Journal*, March, 10–11.
- Rezaee, Z., & Wang, J. (2019). Relevance of big data to forensic accounting practice and education. *Managerial Auditing Journal*, 34(3), 268–288. <https://doi.org/10.1108/MAJ-08-2017-1633>
- Ryu, S. L., & Won, J. (2022). Scale and scope economies in Korean accounting firms around Sarbanes-Oxley regulations. *Journal of Asian Economics*, 78. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2021.101427>
- Shaabani, Z. (2024). The relationship between big accounting data in forensic accounting practice and education. *Journal of Accounting & Financial Transparency*, 2(2), 102–119. (In Persian).
- Singh, D., & Reddy, C. (2014). A survey on platforms for big data analytics. *Journal of Big Data*, 2(8), 1–20.
- Strong, D., Volkoff, O., Johnson, S., Pelletier, L., Tulu, B., Bar-On, I., Trudel, J., & Garber, L. (2014). A theory of organization–EHR affordance actualization. *Journal of the Association for Information Systems*, 15(2), 53–85. <https://doi.org/10.17705/1jais.00353>
- Vasarhelyi, M. A., Kogan, A., & Tuttle, B. M. (2015). Big data in accounting: An overview. *Accounting Horizons*, 29(2), 381–396.
- Verma, S., & Bhattacharyya, S. S. (2017). Perceived strategic value-based adoption of Big Data Analytics in emerging economy: A qualitative approach for Indian firms. *Journal of Enterprise Information Management*, 30(3), 354–382. <https://doi.org/10.1108/JEIM-10-2015-0099>
- Wang, T., & Cuthbertson, R. (2015). Eight issues on audit data analytics we would like researched. *Journal of Information Systems*, 29(1), 155–162. <https://doi.org/10.2308/isys-50955>
- Wagner, E. L., Moll, J., & Newell, S. (2011). Accounting logics, reconfiguration of ERP systems and the emergence of new accounting practices: A sociomaterial perspective. *Management Accounting Research*, 22(3), 181–197. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2011.03.001>



خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی: یک مطالعه مروری

امیر محمد مقالیان^۱

چکیده

هدف این پژوهش، بررسی کاربرد خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی و ارائه چارچوبی برای مدیریت پروژه‌های آن است. این مطالعه با رویکرد مرور نظام‌مند، منابع علمی از پایگاه‌های داده معتبر نظیر Scopus، Web of Science، Magiran و SID در بازه زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ جستجو کرد. معیارهای ورود شامل مقالات و گزارش‌های مرتبط با خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی بود و از ۲۵۰ منبع، ۱۵ مورد برای تحلیل انتخاب شدند. داده‌ها با روش تحلیل محتوای کیفی استخراج شدند و توسط دو پژوهشگر مستقل بررسی گردیدند و اختلافات از طریق اجماع رفع شد. یافته‌ها نشان داد که اتوماسیون فرایند رباتیک با خودکارسازی وظایف تکراری مانند تطبیق داده‌ها، کارایی و دقت حسابرسی را بهبود می‌بخشد، اما چالش‌هایی نظیر هزینه‌های اولیه و محدودیت مقیاس‌پذیری دارد. این پژوهش چارچوبی یکپارچه برای حسابرسی خودکارسازی فرایند رباتیک ارائه داد که مراحل چرخه حیات فناوری را پوشش می‌دهد و به انطباق با استانداردها و بهینه‌سازی عملکرد کمک می‌کند. نتایج، دانش موجود در زمینه حسابرسی فناوری‌های نوین را غنی‌تر کرده و بر لزوم بومی‌سازی چارچوب‌ها تأکید دارد.

واژه‌های کلیدی: خودکارسازی فرایند رباتیک، حسابرسی، کارایی، چارچوب حسابرسی

طبقه‌بندی موضوعی: M42, O33

^۱. دانشجوی کارشناسی ارشد حسابداری، گروه حسابداری، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

a.m.maghalian@gmail.com

مقدمه

در عصر تحول دیجیتال، حرفه حسابرسی با چالش‌های فزاینده‌ای در حفظ ارزش سازمان‌ها و انطباق با استانداردهای پیچیده مواجه است. حساب‌رسان به‌عنوان رکنی کلیدی در تضمین شفافیت مالی و عملیاتی، نقشی محوری ایفا می‌کنند. با این حال، کمبود منابع انسانی و مالی می‌تواند اثربخشی تیم‌های حسابرسی را به‌طور معناداری کاهش دهد (کریستنسن و همکاران^۱، ۲۰۱۶). خودکارسازی فرایند رباتیک^۲، با خودکارسازی وظایف تکراری و مبتنی بر قوانین، فرصت بی‌سابقه‌ای برای بهینه‌سازی منابع، کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت حسابرسی فراهم کرده است (ارنست و یانگ^۳، ۲۰۱۸؛ دلویت^۴، ۲۰۱۸).

با وجود توانایی بالای این فناوری، شواهد تجربی محدودی درباره کاربردهای عملی آن در حسابرسی وجود دارد (مافیت و همکاران^۵، ۲۰۱۸). بسیاری از حساب‌رسان، به‌ویژه حساب‌رسان مستقل، به دلیل فقدان راهنمایی‌های کاربردی و چارچوب‌های استاندارد، در پذیرش این فناوری کند عمل کرده‌اند (کوپر و همکاران^۶، ۲۰۱۹). گزارش‌ها نشان می‌دهند که بازار جهانی این فناوری در سال ۲۰۱۸ رشدی ۶۰ درصدی داشته و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۵ به پذیرش جهانی برسد (اولریش و همکاران^۷، ۲۰۲۲). در ایران نیز، با توجه به دیجیتالی‌سازی فزاینده در بخش‌های مالی، این فناوری می‌تواند کارایی حسابرسی را بهبود بخشد، هرچند چالش‌های بومی مانند کمبود زیرساخت‌های فناوری همچنان وجود دارد (اولریش و همکاران، ۲۰۲۲).

در حسابرسی، این فناوری پس از تحلیل داده‌ها به‌عنوان یکی از تأثیرگذارترین فناوری‌ها شناخته می‌شود، اما تنها ۲ تا ۱۳ درصد از تیم‌های حسابرسی داخلی از آن استفاده می‌کنند (مافیت و همکاران، ۲۰۱۸). نرخ شکست پروژه‌های این فناوری اغلب به دلیل نبود چارچوب‌های استاندارد و آموزش ناکافی است (ژانگ و همکاران^۸، ۲۰۲۴). این مطالعه با هدف مرور جامع کاربردهای فناوری خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی و شناسایی چارچوب‌های مؤثر برای

1 Christensen et al.

2 Robotic Process Automation - RPA

3 Ernst and Young

4 Deloitte

5 Moffitt et al.

6 Cooper et al.

7 Eulerich et al.

8 Zhang et al.

مدیریت این پروژه‌ها انجام شده و به تحلیل ادبیات موجود، ابزارها، روش‌های پیاده‌سازی و چالش‌های حسابرسی این فناوری می‌پردازد.

مبانی نظری

فناوری خودکارسازی فرایند، طبق تعریف گروه مشاوره شرکتی، نرم‌افزاری از پیش پیکربندی شده است که با استفاده از قوانین تجاری، فرایندها را به صورت خودکار اجرا کرده و با مدیریت استثنای انسانی، نتایجی با کیفیت بالا ارائه می‌دهد (گروه مشاوره شرکتی^۱، ۲۰۱۷). این فناوری به‌ویژه برای فرایندهای تکراری، مبتنی بر قوانین و داده‌های ساختاریافته، مانند تطبیق داده‌ها و آزمایش کنترل‌های داخلی در حسابرسی، مناسب است (هافمن^۲، ۲۰۲۰). این فناوری در دو نوع ربات همراه (نیازمند مداخله انسانی) و غیرهمراه (کاملاً خودکار) عمل می‌کند و انعطاف‌پذیری بالایی در تطبیق با نیازهای حسابرسی ارائه می‌دهد (واسارhelyi و هوانگ^۳، ۲۰۱۹). با این حال، پیاده‌سازی موفق این فناوری نیازمند شناسایی دقیق فرایندهای مناسب، تجزیه و تحلیل وظایف و پیکربندی دقیق ربات‌ها با ابزارهایی مانند یو‌آی‌پث یا بلوپریسم است (تاوولی^۴، ۲۰۲۰). چالش‌هایی نظیر ناتوانی این فناوری در مدیریت داده‌های غیرساختاریافته یا تطبیق با تغییرات محیطی، ضرورت چارچوب‌های حسابرسی مؤثر را برجسته می‌کند (هافمن، ۲۰۲۰).

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش با رویکرد مرور نظام‌مند انجام شد تا چارچوبی جامع برای کاربرد RPA در حسابرسی ارائه دهد. پایگاه‌های داده معتبر علمی شامل Web of Science، Scopus، PubMed و پایگاه‌های داخلی نظیر Magiran و SID با استفاده از کلمات کلیدی «خودکارسازی فرایند رباتیک»، «حسابرسی»، «خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابداری» و معادل‌های انگلیسی آن‌ها با عملگرهای بولی (OR، AND) جستجو شدند. بازه زمانی جستجو از ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ تعیین شد تا جدیدترین پیشرفت‌ها پوشش داده شوند. معیارهای ورود شامل

¹ Institute of Electrical and Electronics Engineers

² Hofmann

³ Vasarhelyi & Huang

⁴ Taulli

مقالات علمی، گزارش‌های صنعتی و مطالعات موردی مرتبط با کاربرد خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی به زبان‌های فارسی یا انگلیسی بود. منابع غیرمرتبط، مقالات بدون متن کامل و منابع غیرمعتبر کنار گذاشته شدند. از ۳۵۰ منبع شناسایی شده، پس از غربالگری عناوین، چکیده‌ها و تحلیل کامل متن، ۱۵ منبع برای تحلیل نهایی انتخاب شدند. داده‌ها با روش تحلیل محتوای کیفی استخراج و دسته‌بندی شدند. دو پژوهشگر به صورت مستقل داده‌ها را بررسی کردند و اختلافات از طریق بحث و اجماع رفع شد. چارچوب پیشنهادی با پوشش مراحل چرخه حیات خودکارسازی فرایند رباتیک (تحلیل اولیه، تعیین الزامات، طراحی و توسعه، آزمون، پیاده‌سازی و پشتیبانی) راهنمایی عملی برای پیاده‌سازی مؤثر این فناوری ارائه می‌دهد.

یافته‌های پژوهش

بررسی نظام‌مند منابع، چارچوبی جامع و یکپارچه برای حسابرسی پروژه‌های اتوماسیون فرایند رباتیک ارائه کرده است که مراحل چرخه حیات این فرایند را به صورت هماهنگ پوشش می‌دهد. این مراحل شامل:

- **تحلیل اولیه:** شناسایی فرایندهای مناسب برای خودکارسازی.
- **تعیین الزامات:** مستندسازی دقیق نیازهای سازمانی.
- **طراحی و توسعه:** توسعه ربات‌ها با استفاده از پلتفرم‌های تخصصی.
- **آزمون:** اطمینان از انطباق با استانداردهای حسابرسی.
- **پیاده‌سازی:** آموزش کاربران و مدیریت تغییر.
- **پشتیبانی مستمر:** حفظ عملکرد بهینه سیستم.

این چارچوب با هدف ارتقای اثربخشی، تضمین انطباق با استانداردهای بین‌المللی و بهینه‌سازی عملکرد طراحی شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که خودکارسازی فرایند رباتیک با خودکارسازی وظایف تکراری و زمان‌بر، مانند پردازش داده‌های مالی، تطبیق حساب‌ها و فرایندهای تأیید، کارایی حسابرسی را به طور قابل توجهی بهبود می‌بخشد.

کویله و همکاران^۱ (۲۰۲۳) روشی تحلیلی برای انتخاب فرایندهای مناسب جهت خودکارسازی معرفی کردند که در یک مطالعه موردی در صنعت برق، صرفه‌جویی مالی قابل توجهی (تا ۳۰

^۱ Quille et al.

درصد کاهش هزینه‌های عملیاتی) را پیش‌بینی کرد. پردانا و همکاران^۱ (۲۰۲۳) نیز در پژوهشی نشان دادند که کاربرد خودکارسازی فرایند رباتیک در شرکت‌های حسابداری، با وجود چالش‌هایی نظیر پیچیدگی‌های پیاده‌سازی و نیاز به زیرساخت‌های فنی، فرصت‌های قابل توجهی برای بهبود کارایی و کاهش خطای انسانی فراهم می‌کند. فرایندهایی مانند تطبیق حساب‌ها، کنترل موجودی و تهیه گزارش‌های مالی به‌عنوان کاندیداهای مناسب برای خودکارسازی شناسایی شدند.

در مرحله تعیین الزامات، مستندسازی دقیق نیازمندی‌ها نقشی کلیدی در هدایت توسعه سیستم ایفا می‌کند. استفاده از پلتفرم‌های تخصصی در مراحل طراحی و توسعه، پایداری و قابلیت اطمینان سیستم را تضمین می‌کند، در حالی که آزمون‌های جامع و چندمرحله‌ای، انطباق با معیارهای عملکردی و استانداردهای نظارتی را تأیید می‌کنند. پیاده‌سازی و پشتیبانی مستمر نیز نیازمند برنامه‌ریزی دقیق و مدیریت تغییر است تا از تداوم عملکرد بهینه اطمینان حاصل شود (فلچسیگ و همکاران^۲، ۲۰۲۲).

مطالعات موردی انجام‌شده، اثربخشی این چارچوب را تأیید کردند. در یک مورد، مؤسسه‌ای با تحلیل خودکار ۲۵۰ میلیون تراکنش مالی، موارد غیرعادی را با دقت ۹۸ درصد شناسایی کرد. در موردی دیگر، بررسی خودکار معاملات فروش در یک شرکت، صرفه‌جویی سالانه‌ای بالغ بر ۱۵ درصد هزینه‌های عملیاتی را به دنبال داشت. مزایای این چارچوب شامل هم‌راستایی با اهداف راهبردی سازمان، بهینه‌سازی فرایندهای کلیدی، کاهش زمان انجام وظایف و تقویت امنیت اطلاعات است. با این حال، چالش‌هایی نظیر نیاز به طراحی دستی ربات‌ها، محدودیت‌های مقیاس‌پذیری در محیط‌های پیچیده و هزینه‌های اولیه پیاده‌سازی نیز شناسایی شدند که نیازمند تحقیق و توسعه بیشتر برای رفع آن‌هاست.

این یافته‌ها بر ضرورت یکپارچه‌سازی فناوری خودکارسازی فرایند رباتیک با فرایندهای حسابرسی تأکید دارند و چارچوب پیشنهادی می‌تواند به‌عنوان راهنمایی برای سازمان‌ها در راستای پیاده‌سازی مؤثر و پایدار این فناوری عمل کند.

^۱ Perdana et al.

^۲ Flechsig et al.

بحث و نتیجه‌گیری

فناوری خودکارسازی فرایند به‌عنوان یک فناوری تحول‌آفرین، قابلیت بازتعریف فرایندهای حسابرسی را داراست. این فناوری با خودکارسازی وظایف تکراری، مبتنی بر قواعد و داده‌محور، می‌تواند کارایی عملیاتی را به‌طور قابل توجهی ارتقا دهد. یکی از مزایای برجسته این فناوری، آزادسازی زمان حساب‌برسان از طریق خودکارسازی فعالیت‌های زمان‌بر مانند تطبیق داده‌ها، بررسی اسناد و تحلیل اولیه است. این امر به حساب‌برسان امکان می‌دهد تا تمرکز خود را بر وظایف پیچیده‌تر و نیازمند قضاوت حرفه‌ای، مانند ارزیابی ریسک‌های استراتژیک و تحلیل‌های عمیق مالی، معطوف کنند، که در نهایت به بهبود کیفیت حسابرسی منجر می‌شود (تیرون-تودور و همکاران^۱، ۲۰۲۴).

یکی دیگر از مزایای این فناوری، کاهش خطاهای انسانی است که در فرایندهای دستی اجتناب‌ناپذیر هستند. ربات‌های این فناوری، در صورت پیکربندی صحیح، دستورات را با دقت بالا و بدون انحراف اجرا می‌کنند، که این امر دقت نتایج حسابرسی را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، این فناوری می‌تواند امنیت داده‌های حساس را تقویت کند. با کاهش نیاز به دخالت انسانی در فرایندهای جمع‌آوری و انتقال داده، این فناوری ریسک‌های مرتبط با نقض محرمانگی را به حداقل می‌رساند، که در حوزه حسابرسی که محرمانگی داده‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است، امتیازی کلیدی محسوب می‌شود. همچنین، این فناوری می‌تواند با مستندسازی خودکار فرایندها، به حفظ دانش سازمانی کمک کند و امکان بهبود مستمر عملکرد را فراهم سازد (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۴).

با وجود این مزایا، پیاده‌سازی این فناوری در حسابرسی چالش‌هایی را به همراه دارد. نخست، هزینه‌های اولیه توسعه و استقرار این فناوری می‌تواند قابل توجه باشد. نرم‌افزارهای سازمانی این فناوری و فرایندهای پیکربندی آن‌ها نیازمند سرمایه‌گذاری مالی و زمانی هستند، که ممکن است برای شرکت‌های کوچک‌تر یا پروژه‌های با بودجه محدود، مانعی جدی باشد. تحلیل هزینه-فایده برای توجیه این سرمایه‌گذاری ضروری است، به‌ویژه با توجه به اینکه رویه‌های حسابرسی سنتی همچنان کارآمد هستند (اولریش و همکاران، ۲۰۲۴).

¹ Tiron-Tudor et al

چالش دیگر، نیاز به مهارت‌های فنی برای توسعه و مدیریت سیستم‌های این فناوری است. حسابرسان ممکن است فاقد دانش لازم برای طراحی این سیستم‌ها باشند، که این امر مستلزم آموزش یا همکاری با متخصصان فناوری اطلاعات است. علاوه بر این، مقاومت سازمانی در برابر پذیرش فناوری‌های نوین، به‌ویژه در میان حسابرسانی که به روش‌های سنتی عادت دارند، می‌تواند مانع جدی باشد. برخی ممکن است نگران جایگزینی نقش‌های شغلی خود با ربات‌ها باشند، که این نگرانی می‌تواند با آموزش و شفاف‌سازی مزایای این فناوری کاهش یابد. در نهایت، وابستگی بیش از حد به این فناوری ممکن است منجر به کاهش دانش عملیاتی در سازمان شود، به‌ویژه اگر فرایندهای خودکار بدون مستندسازی کافی پیاده‌سازی شوند (اولریش و همکاران، ۲۰۲۴).

این فناوری توانایی بالایی برای بهبود فرایندهای حسابرسی از طریق افزایش کارایی، کاهش خطاها و تقویت امنیت داده‌ها ارائه می‌دهد. این فناوری به حسابرسان امکان می‌دهد تا بر وظایف تحلیلی و راهبردی تمرکز کنند، که نه تنها کیفیت حسابرسی را بهبود می‌بخشد، بلکه رضایت شغلی آن‌ها را نیز افزایش می‌دهد. با این حال، پیاده‌سازی موفق این فناوری نیازمند برنامه‌ریزی دقیق، از جمله شناسایی وظایف مناسب برای خودکارسازی، انجام تحلیل هزینه-فایده و اطمینان از پیکربندی و نگهداری مناسب سیستم‌هاست (تیرون-تودور و همکاران، ۲۰۲۴).

برای تضمین اثربخشی این فناوری، سازمان‌ها باید چارچوبی ساختاریافته برای مدیریت پروژه‌های این فناوری توسعه دهند. این چارچوب باید مراحل مختلف چرخه عمر این فناوری، از تحلیل اولیه تا نگهداری مداوم، را پوشش دهد و معیارهایی مانند هم‌راستایی با اهداف سازمانی، امکان‌سنجی فنی و مستندسازی جامع را در نظر بگیرد. چنین چارچوبی نه تنها انطباق با استانداردها را تضمین می‌کند، بلکه با شناسایی زود هنگام مسائل، امکان اقدامات اصلاحی به‌موقع را فراهم می‌سازد (اولریش و همکاران، ۲۰۲۴).

با این حال، محدودیت‌هایی نیز وجود دارد. چارچوب‌های پیشنهادی ممکن است نتوانند به‌طور کامل به نیازهای خاص سازمان‌ها یا بخش‌های مختلف پاسخ دهند. همچنین، با پیشرفت سریع فناوری‌های خودکارسازی، برخی معیارها ممکن است به‌سرعت منسوخ شوند. تحقیقات آینده باید بر تطبیق این چارچوب‌ها با زمینه‌های مختلف و یکپارچه‌سازی آن‌ها با فناوری‌های نوظهور

مانند هوش مصنوعی تمرکز کنند تا اثربخشی بلندمدت آن‌ها تضمین شود (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۴).

در نهایت، این فناوری می‌تواند به‌عنوان ابزاری قدرتمند در حسابرسی عمل کند، مشروط بر اینکه با برنامه‌ریزی دقیق و توجه به چالش‌های سازمانی و فنی پیاده‌سازی شود. با اتخاذ رویکردی متعادل که مزایا را به حداکثر رسانده و ریسک‌ها را به حداقل برساند، سازمان‌ها می‌توانند از پتانسیل کامل این فناوری بهره‌مند شوند و فرایندهای حسابرسی خود را به سطح جدیدی از کارایی و دقت ارتقا دهند (تیرون-تودور و همکاران، ۲۰۲۴).

References

- Christensen, B. E., S. M. Glover, T. C. Omer, and M. K. Shelley. (2016). "Understanding audit quality: Insights from audit professionals and investors." *Contemporary Accounting Research*, 33(4), 1648-1684.
- Cooper, L. A., D. K. Holderness Jr., T. L. Sorensen, and D. A. Wood. (2019). "Robotic process automation in public accounting." *Accounting Horizons*, 33(4), 15-35.
- Deloitte. (2018). "The innovation imperative. Forging internal audit's path to greater impact and influence." Available at: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/audit/articles/global-chief-audit-executivesurvey.html>
- Eulerich, M., J. Pawlowski, N. J. Waddoups, and D. A. Wood. (2022). "A framework for using robotic process automation for audit tasks." *Contemporary Accounting Research*, 39(1), 691-720.
- Eulerich, M., N. Waddoups, M. Wagener, and D. A. Wood. (2024). "The dark side of robotic process automation (RPA): Understanding risks and challenges with RPA." *Accounting Horizons*, 38(2), 143-152.
- Flehsig C, Anslinger F, Lasch R. (2022). Robotic Process Automation in purchasing and supply management: A multiple case study on potentials, barriers, and implementation. *Journal of Purchasing and Supply Management*;28(1):100718.
- Hofmann, P., C. Samp, and N. Urbach. (2020). "Robotic process automation." *Electronic Markets*, 30(1), 99-106.
- Huang, F., and M. A. Vasarhelyi. (2019). "Applying robotic process automation (RPA) in auditing: A framework." *International Journal of Accounting Information Systems*, 35, 100433.
- Moffitt, K. C., A. M. Rozario, and M. A. Vasarhelyi. (2018). "Robotic process automation for auditing." *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 15(1), 1-10.
- Perdana, A., W. E. Lee, and C. M. Kim. (2023). "Prototyping and implementing robotic process automation in accounting firms: Benefits, challenges and

- opportunities to audit automation." *International Journal of Accounting Information Systems*, 51, 100641.
- Quille, R. V. E., F. V. D. Almeida, J. Borycz, P. L. P. Corrêa, L. V. L. Filgueiras, J. Machicao, and B. Vajgel. (2023). "Performance analysis method for robotic process automation." *Sustainability*, 15(4), 3702.
- Taulli, T. (2020). *The robotic process automation handbook*.
- Tiron-Tudor, A., R. Lacurezeanu, V. P. Bresfelean, and A. N. Dontu. (2024). "Perspectives on how robotic process automation is transforming accounting and auditing services." *Accounting Perspectives*, 23(1), 7-38.
- Zhang, C., C. Thomas, and M. A. Vasarhelyi. (2022). "Attended process automation in audit: A framework and a demonstration." *Journal of Information Systems*, 36(2), 101-124.



دومین همایش حسابرسی رایانه‌ای و تحلیل‌شناسی داده

۱۰ خرداد ۱۴۰۴



۲۲۰۷۰-۰۲۲۵۰

پذیرش و حمایت دانشگاهی از تلفیق درس تحلیل‌شناسی داده در حسابداری: مطالعه‌ای از منظر اعضای هیئت علمی علی رحمانی*^۱، سمیرا پرمه‌آ^۲، زهرا موسوی^۳

چکیده

با گسترش فناوری‌های نوین و نقش فزاینده داده‌ها در تصمیم‌سازی‌های مالی، نیاز به تجهیز دانشجویان حسابداری به مهارت‌های تحلیل‌شناسی داده‌ها به‌عنوان یکی از الزامات برنامه‌های درسی نوین مطرح شده است. هدف پژوهش حاضر، شناسایی و تحلیل دیدگاه اعضای هیئت علمی گروه‌های حسابداری دانشگاه‌های ایران نسبت به ضرورت، شیوه و چالش‌های گنجانیدن درس «تحلیل‌شناسی داده» در برنامه درسی این رشته است. این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، توصیفی-پیمایشی است. جامعه آماری شامل اعضای هیئت علمی حسابداری دانشگاه‌های کشور در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ بوده و نمونه‌گیری به‌صورت هدفمند انجام شده است. داده‌ها با استفاده از پرسشنامه محقق‌ساخته، مبتنی بر مرور ادبیات و مطالعات پیشین گردآوری و با بهره‌گیری از تحلیل‌های توصیفی و تفسیری بررسی شده‌اند. یافته‌ها نشان دادند که سطح آگاهی و توانمندی اعضای هیئت علمی در حوزه تحلیل‌شناسی داده‌ها پایین است، منابع ترجمه‌شده و تجربی بیشترین اولویت آموزشی را دارند و چالش‌هایی نظیر کمبود استاد متخصص، ضعف زیرساخت‌های فنی و نبود سیاست‌گذاری نهادی از موانع اجرایی اصلی محسوب می‌شوند. همچنین، مقطع کارشناسی ارشد و ارائه درس به‌صورت مجزا یا تلفیقی، ساختار مطلوب‌تری برای اجرا شناخته شد. اجرای مؤثر این درس مستلزم رویکردی کل‌نگر شامل توانمندسازی اساتید، توسعه زیرساخت و بازنگری ساختار آموزشی است.

واژه‌های کلیدی: تحلیل‌شناسی داده، آموزش حسابداری، برنامه درسی، فناوری داده‌محور، اعضای هیئت علمی دانشگاه

طبقه‌بندی موضوعی: *O33, C88, I23, M41*

^۱استاد، گروه حسابداری، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). Email: rahmani@alzahra.ac.ir

^۲دانشجوی دکتری، گروه حسابداری، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران. Email: parmahsamira@gmail.com

^۳دانشجوی دکتری، گروه حسابداری، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران. Email: zahramousavi65@gmail.com

مقدمه

در سال‌های اخیر، تحول دیجیتال و گسترش فناوری‌های نوظهور نظیر هوش مصنوعی، کلان‌داده و یادگیری ماشین، انتظارات از حرفه حسابداری را دگرگون کرده است. تحولات گسترده در حوزه فناوری اطلاعات و گسترش داده‌های حجیم، زمینه‌ساز ظهور حوزه‌ای نوین با عنوان تحلیل‌شناسی داده‌ها^۱ در علوم مختلف، به‌ویژه در حسابداری شده است. تحلیل‌شناسی داده‌ها، به‌کارگیری داده‌ها، ابزارهای آماری و فناوری برای کشف الگوها، روابط و روندهایی است که می‌توانند در تحلیل صورت‌های مالی، ارزیابی ریسک و تصمیم‌گیری حرفه‌ای در حسابداری به کار روند (انجمن حسابداران رسمی آمریکا^۲، ۲۰۲۱). در دهه‌های اخیر، نهادهای حرفه‌ای حسابداری در سطح بین‌المللی از جمله انجمن حسابداران رسمی آمریکا و انجمن حسابداری آمریکا^۳، بر ضرورت تجهیز دانشجویان حسابداری به مهارت‌های داده‌محور تأکید ورزیده‌اند و بسیاری از دانشگاه‌های پیشرو در کشورهای توسعه‌یافته اقدام به بازنگری در محتوای برنامه‌های درسی خود به‌منظور تلفیق مفاهیم تحلیل‌شناسی داده در آموزش حسابداری نموده‌اند (چو و همکاران^۴، ۲۰۱۹؛ جانورین و واتسون^۵، ۲۰۱۷).

بسیاری از برنامه‌های درسی در حال بازطراحی برای انطباق با الزامات جدید همچون استاندارد A5 هستند (کایناس و همکاران^۶، ۲۰۲۴؛ لوسی و همکاران^۷، ۲۰۲۲). در ایران نیز با رشد توجه به دیجیتالی شدن فرایندهای مالی و ظهور سامانه‌های اطلاعاتی پیشرفته در سازمان‌ها، نیاز به تربیت حسابداران آشنا با ابزارهای تحلیلی و قابلیت تفسیر داده‌های پیچیده بیش از پیش احساس می‌شود. با این حال، تجربه نشان داده است که تحقق چنین هدفی بدون همراهی و پذیرش اعضای هیئت علمی به‌عنوان طراحان و مجریان برنامه‌های درسی امکان‌پذیر نیست. در واقع، درک دیدگاه اساتید حسابداری درباره ضرورت، امکان‌پذیری و موانع ورود درس تحلیل‌شناسی داده‌ها به برنامه آموزشی، پیش‌نیاز اصلاحات ساختاری در آموزش عالی این حوزه محسوب می‌شود.

¹ Data Analytics

² American Institute of Certified Public Accountants (AICPA)

³ American Accounting Association (AAA)

⁴ Cho et al

⁵ Janvrin & Watson

⁶ Caines et al

⁷ Losi et al

در ایران نیز فشارهای بیرونی ناشی از الزامات بازار کار و نیازهای درون‌سیستمی آموزش عالی، لزوم بازنگری در محتوای درسی رشته حسابداری را اجتناب‌ناپذیر کرده‌اند. با این حال، بررسی پیشینه پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تاکنون پژوهشی جامع و نظام‌مند در سطح ملی برای شناسایی دیدگاه اعضای هیئت علمی حسابداری نسبت به گنجاندن درس تحلیل‌شناسی داده‌ها در برنامه درسی انجام نشده است. این در حالی است که نقش محوری اعضای هیئت علمی در تدوین، اجرا و اصلاح برنامه‌های درسی، آن‌ها را به یکی از مهم‌ترین ذی‌نفعان تغییرات آموزشی تبدیل کرده است (فالگو^۱، ۲۰۲۴).

مطالعات پیشین عمدتاً به بررسی ابعاد مفهومی و ساختاری موضوع در فضای بین‌المللی پرداخته‌اند و کمتر پژوهشی به تحلیل شرایط بومی، به‌ویژه از منظر بازیگران کلیدی مانند هیئت علمی پرداخته است. از این‌رو، پژوهش حاضر با رویکردی کاربردی و با بهره‌گیری از ابزار پرسشنامه، درصدد شناسایی و تحلیل دیدگاه اعضای هیئت علمی گروه‌های حسابداری دانشگاه‌های ایران نسبت به ضرورت و نحوه گنجاندن درس تحلیل‌شناسی داده‌ها در برنامه درسی حسابداری است. نتایج این تحقیق می‌تواند راهنمای مناسبی برای سیاست‌گذاران آموزشی، برنامه‌ریزان درسی و مسئولان دانشکده‌های حسابداری در مسیر تحول دیجیتال در آموزش حسابداری باشد.

بنابراین، مسأله اصلی پژوهش حاضر آن است که دیدگاه اعضای هیئت علمی گروه‌های حسابداری دانشگاه‌های ایران نسبت به ضرورت، شیوه و چالش‌های گنجاندن درس تحلیل‌شناسی داده‌ها در برنامه درسی چیست و چه عواملی این دیدگاه را شکل می‌دهند؟ در راستای این هدف کلان، اهداف جزئی زیر نیز دنبال می‌شوند:

۱. بررسی میزان آشنایی اعضای هیئت علمی با مفهوم تحلیل‌شناسی داده‌ها و جایگاه آن در آموزش حسابداری؛

۲. سنجش میزان موافقت اعضای هیئت علمی با گنجاندن درس تحلیل‌شناسی داده‌ها در برنامه درسی رشته حسابداری؛

۳. شناسایی موانع و چالش‌های پیش‌روی اجرای این درس در دانشگاه‌های ایران از منظر هیئت علمی؛

^۱ Falgout et al

۴. ارائه پیشنهادهایی کاربردی برای بازنگری برنامه درسی حسابداری با محوریت تحلیل‌شناسی داده‌ها.

اهمیت این پژوهش از دو منظر قابل توجه است. نخست، از منظر تحول حرفه‌ای، تلفیق تحلیل‌شناسی داده در آموزش حسابداری نه تنها به پرورش حسابداران توانمند در تفسیر و تصمیم‌سازی داده‌محور کمک می‌کند، بلکه پاسخ مناسبی به نیازهای در حال تغییر بازار کار و آزمون‌های حرفه‌ای جدید مانند تکامل حسابداری رسمی^۱ نیز به شمار می‌رود (انجمن حسابداران رسمی آمریکا و انجمن ملی هیئت‌های حسابداری ایالتی^۲، ۲۰۲۱). غفلت از این نیازها، می‌تواند منجر به افزایش فاصله میان دانشگاه و صنعت شده و کارایی آموزش عالی حسابداری را تحت تأثیر قرار دهد.

دوم، از منظر سیاست‌گذاری آموزشی، شناخت واقع‌بینانه از ظرفیت‌ها، نگرش‌ها و محدودیت‌های موجود در نظام آموزش حسابداری کشور برای طراحی مداخلات مؤثر ضروری است. پژوهش حاضر با رویکردی اکتشافی و با تکیه بر نظرسنجی از اعضای هیئت علمی، تلاش دارد تصویری روشن از وضعیت موجود و مسیرهای ممکن آینده ترسیم نماید. نتایج حاصل می‌تواند برای نهادهای سیاست‌گذار، مدیران گروه‌های آموزشی، و طراحان برنامه‌های درسی به‌عنوان مبنایی برای تصمیم‌گیری‌های راهبردی مورد استفاده قرار گیرد.

پژوهش حاضر با هدف اصلی شناسایی و تحلیل دیدگاه اعضای هیئت علمی گروه‌های حسابداری دانشگاه‌های ایران درباره گنجاندن درس تحلیل‌شناسی داده‌ها در برنامه درسی حسابداری انجام شده است.

پژوهش حاضر از دو جهت دارای نوآوری است:

- این نخستین مطالعه‌ای است که به‌صورت میدانی و با بهره‌گیری از ابزار پرسشنامه، دیدگاه طیف متنوعی از اعضای هیئت علمی گروه‌های حسابداری در ایران را نسبت به درس تحلیل‌شناسی داده‌ها بررسی می‌کند؛

^۱ CPA revolution

^۲ National Association of State Boards of Accountancy (NASBA)

- یافته‌های این مطالعه می‌تواند به‌عنوان پیش‌نیاز طراحی یک مدل بومی برای تلفیق تحلیل‌شناسی داده‌ها در برنامه درسی حسابداری کشور مورد استفاده قرار گیرد، مدلی که متناسب با ظرفیت‌ها، محدودیت‌ها و ترجیحات اساتید ایرانی باشد.

مبانی نظری

در سال‌های اخیر، گسترش فناوری‌های نوین و افزایش حجم داده‌ها، نظام آموزش حسابداری را در سطح جهانی و ملی با چالش‌ها و فرصت‌های جدیدی روبه‌رو کرده است. به‌ویژه تلفیق مفاهیم «تحلیل‌شناسی داده» و «فناوری اطلاعات» در برنامه درسی حسابداری، به یکی از محورهای کلیدی تحول در آموزش عالی این حوزه تبدیل شده است. تلفیق تحلیل‌شناسی داده‌ها در آموزش حسابداری در سطح جهانی مورد توجه جدی قرار گرفته است. تغییرات آزمون تکامل حسابداری رسمی، اصلاحات استانداردهای اعتباربخشی انجمن پیشبرد مدارس دانشگاهی بازرگانی^۱ به‌ویژه استاندارد A5 از جمله مهم‌ترین محرک‌های این تحول هستند (انجمن پیشبرد مدارس دانشگاهی بازرگانی، ۲۰۱۸؛ انجمن حسابداران رسمی آمریکا و انجمن ملی هیئت‌های حسابداری ایالتی، ۲۰۲۱).

مطالعاتی نظیر پژوهش لوسی و همکاران (۲۰۲۲) نشان می‌دهند که بسیاری از دانشکده‌های حسابداری در حال بازنگری برنامه‌های خود برای پوشش مهارت‌های تحلیلی هستند، اما چالش‌هایی نظیر کمبود اعضای هیئت علمی متخصص، هزینه‌های پیاده‌سازی و نبود اجماع درباره مهارت‌های ضروری، همچنان مطرح است.

فالگو و همکاران (۲۰۲۴) نیز با انجام مصاحبه با مدیران گروه‌های حسابداری، نشان داده‌اند که بیشتر برنامه‌های درسی از رویکرد ترکیبی^۲ برای تلفیق تحلیل‌شناسی داده‌ها بهره گرفته‌اند و اغلب به مشارکت سایر گروه‌های آموزشی (نظیر سیستم‌های اطلاعاتی یا مدیریت) نیاز دارند. همچنین پژوهش کایناس و همکاران (۲۰۲۴) با تحلیل دیدگاه ۱۹۲ عضو هیئت علمی نشان داد که در عین حال که تحلیل‌شناسی داده‌ها به برنامه‌های درسی وارد شده است، هنوز در ارزیابی

^۱ Association to Advance Collegiate Schools of Business (AACSB)

^۲ Hybrid

شایستگی‌های دانشجویان و استفاده نظام‌مند از بازخورد کارفرمایان، شکاف‌های معناداری وجود دارد.

در همین راستا، مطالعات گوناگونی در داخل کشور انجام شده است که در ادامه مرور می‌شود: باقریان (۱۴۰۲) در مقاله‌ای با عنوان «فناوری (سیستم اطلاعاتی) و مهارت‌های تجزیه و تحلیل‌شناسی داده‌ها در برنامه درسی حسابداری» منتشر شده در فصلنامه دانش حسابداری مالی، وضعیت فعلی آموزش تحلیل‌شناسی داده‌ها در برنامه درسی حسابداری ایران را بررسی کرده و نتیجه گرفته است که بسیاری از برنامه‌های درسی از نظر پوشش مهارت‌های تحلیلی با استانداردهای جهانی فاصله دارند. وی پیشنهاد می‌کند درس مستقلی با عنوان تحلیل‌شناسی داده در برنامه کارشناسی گنجانده شود.

صیفی (۱۴۰۲) در پژوهشی با عنوان «شناسایی مؤلفه‌های تلفیق سیستم‌های نوین حسابداری با مدیریت مالی»، ارائه شده در نهمین کنفرانس ملی یافته‌های نوین در مدیریت، کامپیوتر و حسابداری (تاریخ نمایه‌سازی: ۱۲ شهریور ۱۴۰۲)، با استفاده از رویکرد داده‌بنیاد، به استخراج مؤلفه‌های کلیدی مؤثر بر تلفیق فناوری در آموزش حسابداری پرداخته است. وی عواملی همچون زیرساخت سازمانی، حمایت مدیریتی و توانمندی فناوریانه اعضای هیئت علمی را مؤثر دانسته است.

عزیزی (۱۴۰۲) در مقاله‌ای با عنوان «واکاوی مبانی فناوری اطلاعات و تأثیر آن بر بهره‌وری حسابداران کم‌تجربه»، در فصلنامه مطالعات اقتصاد، مدیریت مالی و حسابداری، تأکید دارد که مهارت‌های مرتبط با داده‌ها و فناوری اطلاعات به‌ویژه برای دانش‌آموختگان جوان حسابداری، بسیار تعیین‌کننده است و توان ارتقای عملکرد آنان را دارد.

مقصودی و سلطانی (۱۴۰۳) در مقاله‌ای تحت عنوان «کاربرد هوش مصنوعی در حسابداری و چشم‌انداز آینده کلان‌داده‌ها در این حوزه»، ارائه شده در نوزدهمین کنفرانس ملی اقتصاد، مدیریت و حسابداری (۱۸ تیر ۱۴۰۳)، به فرصت‌های پیش‌روی حسابداری در استفاده از هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل‌شناسی داده‌های حجیم اشاره کرده‌اند و بر لزوم ورود این مباحث به برنامه درسی دانشگاهی تأکید دارند.

نقدی، فضل‌زاده، احمدیان و عباس‌محسن‌الطیایی (۱۴۰۳) در پژوهشی با عنوان «تجزیه و تحلیل کلان‌داده در حسابداری با استفاده از هوش مصنوعی و تکنیک‌های یادگیری ماشینی»، ارائه شده

در سومین کنفرانس بین‌المللی اقتصاد و مدیریت کسب‌وکار (۱۵ مهر ۱۴۰۳)، بر مزیت رقابتی حسابرسی که به ابزارهای نوین تجزیه و تحلیل مجهز هستند تأکید کرده و پیشنهاد داده‌اند تا سرفصل‌های جدیدی در این راستا تدوین شود.

یافته‌های مرور پیشینه نشان می‌دهد که:

- بیشتر پژوهش‌های داخلی بر اهمیت و ضرورت ورود مفاهیم تحلیل‌شناسی داده به آموزش حسابداری اتفاق نظر دارند؛
- چالش‌هایی همچون کمبود استاد متخصص، ضعف زیرساخت فنی و نبود راهبرد مشخص در سطح ملی، به عنوان موانع کلیدی شناسایی شده‌اند؛
- هنوز پژوهشی جامع که با رویکرد میدانی و مبتنی بر دیدگاه اعضای هیئت علمی حسابداری به این موضوع بپردازد، انجام نشده است.

بنابراین، پژوهش حاضر تلاش می‌کند تا با تحلیل دیدگاه اعضای هیئت علمی گروه‌های حسابداری دانشگاه‌های ایران، شکاف موجود در پیشینه را پوشش داده و تصویری روشن از ظرفیت‌ها، موانع و مسیرهای ممکن برای گنجاندن درس تحلیل‌شناسی داده‌ها در برنامه درسی فراهم آورد.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش گردآوری داده‌ها، توصیفی - پیمایشی است. این مطالعه با بهره‌گیری از ابزار پرسشنامه و با هدف بررسی دیدگاه اعضای هیئت علمی حسابداری نسبت به ضرورت، امکان‌پذیری و چالش‌های گنجاندن درس تحلیل‌شناسی داده‌ها در برنامه درسی، انجام شده است.

جامعه آماری پژوهش شامل کلیه اعضای هیئت علمی گروه‌های حسابداری دانشگاه‌های دولتی، آزاد اسلامی و پیام نور در سراسر کشور در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ می‌باشد. به منظور دسترسی به نمونه‌ای متنوع و دارای نمایندگی کافی از نظر مرتبه علمی، سابقه تدریس و محل خدمت، از روش نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس استفاده شده است.

پرسشنامه الکترونیکی طراحی شده، با استفاده از سامانه «پرس‌لاین» تهیه و از طریق ایمیل و شبکه‌های رسمی هیئت‌های علمی به صورت مستقیم برای پاسخ‌دهندگان ارسال گردید. از

مجموع ۷۴ پرسشنامه ارسال شده، تعداد ۴۹ پرسشنامه قابل استفاده با نرخ بازگشت حدود ۶۶٪ جمع‌آوری و داده‌های گردآوری شده پس از پالایش اولیه، وارد نرم‌افزار اکسل و سپس تحلیل شدند. تحلیل‌ها به صورت توصیفی و تفسیری، با تمرکز بر ابعاد جمعیت‌شناختی، نگرشی و ساختاری پاسخ‌ها صورت گرفت. یافته‌ها، تصویری چندبعدی از سطح آگاهی، نیازهای آموزشی، چالش‌های اجرایی، و آمادگی نهادی برای گنجاندن درس تحلیل‌شناسی داده در آموزش حسابداری ارائه می‌دهند.

ابزار اصلی گردآوری داده‌ها در این پژوهش، پرسشنامه محقق‌ساخته بود که بر اساس مبانی نظری، پیشینه پژوهش‌های بین‌المللی (مانند آندیولا و همکاران^۱، ۲۰۲۰؛ کایناس و همکاران، ۲۰۲۴ و لوسی و همکاران، ۲۰۲۲) و الگوهای معتبر طراحی گردید. پرسشنامه شامل سه بخش اصلی است:

۱. اطلاعات دموگرافیک (مرتبه علمی، سابقه تدریس، نوع دانشگاه و محل خدمت)
 ۲. سنجش نگرش نسبت به ضرورت و مزایای گنجاندن درس تحلیل داده‌ها (با طیف لیکرت ۵ درجه‌ای)
 ۳. سنجش دیدگاه نسبت به چالش‌ها و موانع پیاده‌سازی درس تحلیل داده‌ها (سؤالات چندگزینه‌ای و باز پاسخ)
- برای اطمینان از روایی صوری و محتوایی پرسشنامه، نسخه اولیه آن در اختیار چند نفر از اعضای هیئت علمی حسابداری و برنامه‌ریزان درسی قرار گرفت و بر اساس نظرات اصلاح شد. به علاوه طراحی سوالات بر مبنای مرور پیشینه نظری و مطالعات مشابه انجام شد که روایی محتوایی ابزار را تقویت می‌کند. همچنین، برای سنجش پایایی، ضریب آلفای کرونباخ برای بخش اصلی پرسشنامه محاسبه شد که برابر با ۰/۷۱۷ به دست آمد که نشان‌دهنده پایایی مناسب ابزار است.
- در بخش نخست تجزیه و تحلیل، داده‌های دموگرافیک پاسخ‌دهندگان شامل جنسیت، مرتبه علمی، سابقه تدریس، حوزه تدریس و سوابق حرفه‌ای بررسی شد تا زمینه‌ای برای ارزیابی ترکیب تخصصی نمونه پژوهش فراهم شود. سپس، سؤالات اصلی پژوهش در قالب ۱۳ نگراره موضوعی تحلیل گردید. برای تحلیل این نگراره‌ها، ابتدا فراوانی و درصد هر گزینه استخراج و سپس در چارچوب مفهومی مرتبط با اهداف تحقیق تفسیر شد. تمرکز اصلی تحلیل‌ها بر شناسایی

¹ Andiola et al

وضعیت موجود (سطح آگاهی، مهارت، منابع و زیرساخت‌ها)، ترجیحات آموزشی (روش تدریس، منابع، ارزیابی)، و چالش‌های اجرایی (نهادی، زیرساختی، فرهنگی) بود. در مرحله بعد، داده‌ها با رویکرد کیفی تفسیری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت تا ضمن درک الگوهای پاسخ‌دهی، زمینه‌های سیاست‌گذاری و توصیه‌های راهبردی برای طراحی و اجرای درس «تحلیل‌شناسی داده» استخراج شود. در مجموع، روش تحلیل داده‌ها در این پژوهش، ترکیبی از آمار توصیفی و تحلیل محتوای کیفی بود که امکان بررسی عمیق‌تری از ادراکات، نگرش‌ها و آمادگی نهادی را فراهم ساخت و چارچوبی جامع برای استنتاج‌های راهبردی در حوزه طراحی برنامه‌های درسی بین‌رشته‌ای در اختیار قرار داد.

یافته‌های پژوهش

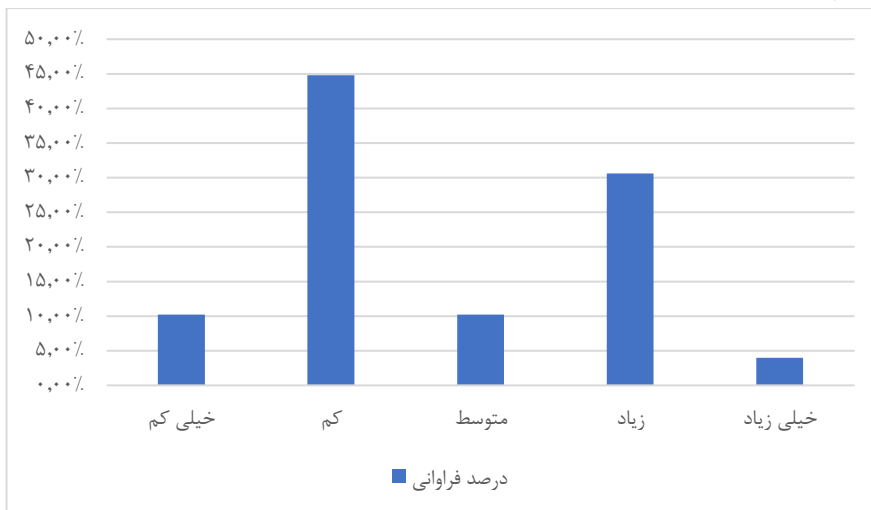
نتایج بخش دموگرافیک پاسخ‌دهندگان به پرسشنامه نشان می‌دهد که نمونه مورد بررسی از تنوع مناسبی از نظر ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای برخوردار است. از مجموع ۴۹ عضو هیئت علمی پاسخ‌دهنده، ۷۷/۵ درصد مرد و ۲۲/۴ درصد زن بوده‌اند. از نظر سابقه تدریس، نزدیک به ۸۸ درصد دارای بیش از ۱۰ سال سابقه‌اند که بیانگر تجربه بالا در حوزه آموزش حسابداری است. همچنین، اکثریت پاسخ‌دهندگان دارای مرتبه علمی دانشیار (۴۰/۴ درصد) و استادیار (۳۸/۲ درصد) بوده‌اند که به اعتبار تخصصی نظرات آن‌ها می‌افزاید. از منظر حرفه‌ای نیز، حدود ۷۴ درصد از پاسخ‌دهندگان سابقه فعالیت حرفه‌ای مرتبط دارند که بیش از نیمی از آن‌ها دارای سابقه‌ای بالای ۱۰ سال بوده‌اند. همچنین، ۸/۴۲ درصد عضو انجمن حسابداران خبره و به همان میزان نیز عضو کانون کارشناسان رسمی بوده‌اند. در حوزه تدریس، حسابداری مالی (۷۷/۵ درصد)، حسابداری مدیریت (۵۳ درصد) و حسابداری صنعتی (۳۶/۷ درصد) بیشترین فراوانی را داشته‌اند. این ترکیب از تجربیات دانشگاهی و حرفه‌ای، پشتوانه‌ای مناسب برای ارزیابی ضرورت گنجاندن درس تحلیل‌شناسی داده در برنامه درسی حسابداری فراهم می‌آورد، چراکه نظرات ارائه‌شده متکی بر درک عمیق از نیازهای آموزشی و بازار کار است.

تحلیل محتوایی پرسشنامه توزیع‌شده میان اعضای هیئت علمی حسابداری در دانشگاه‌های کشور، تصویری روشن از وضعیت موجود و نیازهای بالقوه برای گنجاندن درس «تحلیل‌شناسی

داده» در برنامه درسی ارائه می‌دهد. داده‌ها در قالب ۱۱ محور موضوعی گردآوری شده‌اند که در ادامه به تفصیل تحلیل می‌شوند.

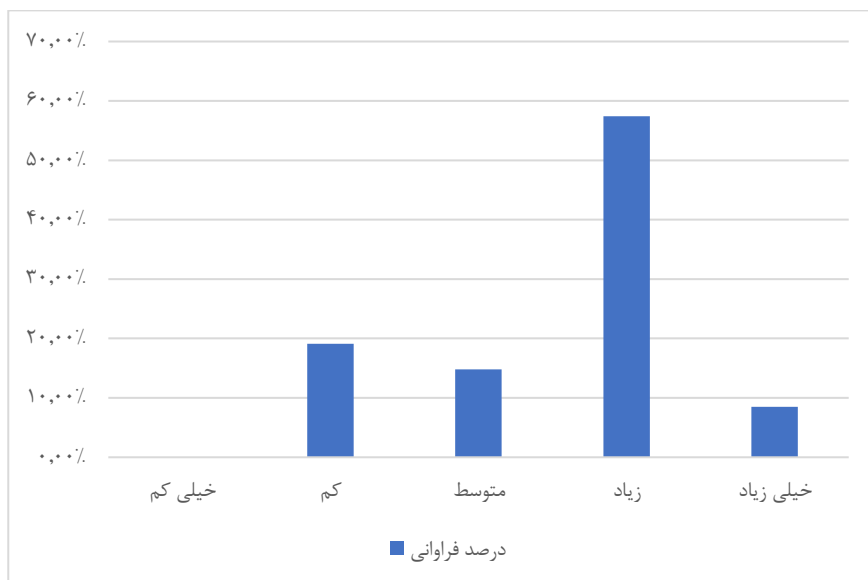
۱. شکاف دانشی در شناخت تحلیل‌شناسی داده

یافته‌های حاصل از نگاره ۱ حاکی از آن است که سطح آگاهی اعضای گروه‌های حسابداری نسبت به مفاهیم و کاربردهای تحلیل‌شناسی داده عموماً در سطح متوسط یا پایین قرار دارد. این امر بیانگر آن است که دانش میان‌رشته‌ای مرتبط با تحلیل داده هنوز جایگاه تثبیت‌شده‌ای در میان هیئت علمی گروه‌های حسابداری نیافته است. چنین شکاف دانشی، می‌تواند ناشی از فقدان برنامه‌ریزی برای ارتقاء دانش ضمن خدمت، کم‌توجهی به تحولات فناورانه حوزه حسابداری، و عدم گنجاندن موضوعات تحلیلی در برنامه‌های بازآموزی اساتید باشد.



نگاره ۱. ارزیابی سطح آگاهی اعضای گروه حسابداری درباره تحلیل‌شناسی داده

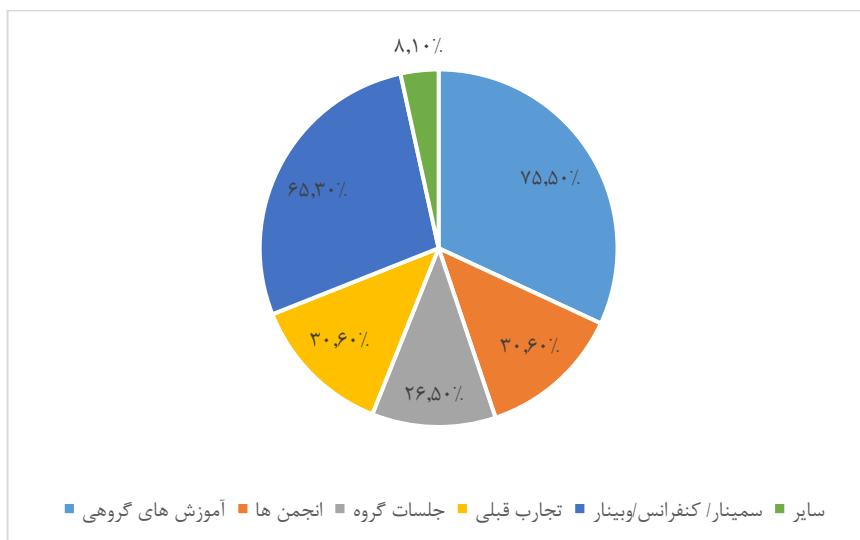
نگاره ۲ تکمیل‌کننده ارزیابی پیشین است و بر سطح پایین خودارزیابی اعضای هیئت علمی در آشنایی با مفاهیم تحلیل داده دلالت دارد. این یافته نه تنها نشان‌دهنده نبود حمایت نهادی در حوزه توانمندسازی حرفه‌ای است، بلکه از فقدان انگیزه یا فرصت کافی برای ارتقای دانش فردی نیز حکایت دارد. بنابراین، طراحی سیاست‌های حمایتی در سطوح فردی و سازمانی برای ارتقای آگاهی تحلیلی در بین اساتید ضروری به نظر می‌رسد.



نگاره ۲. ارزیابی سطح آگاهی خود فرد درباره تحلیل‌شناسی داده

۲. روش‌های مؤثر در یادگیری تحلیل داده

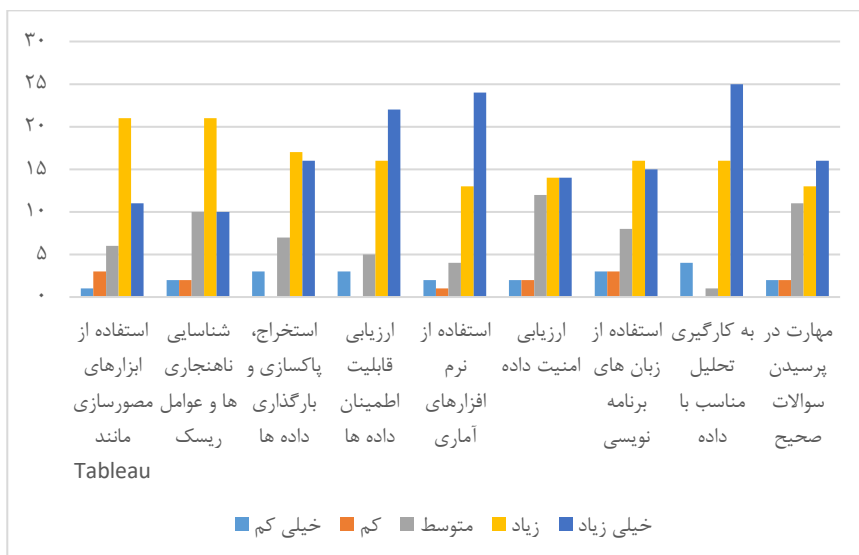
یافته‌های نگاره ۳ نشان می‌دهد که یادگیری این حوزه عمدتاً از طریق آموزش‌های گروهی و مشارکت فعال در دوره‌های تخصصی مانند سمینارها و وبینارها امکان‌پذیر است. این ترجیح بیانگر گرایش اساتید به روش‌های تعاملی و تجربی در یادگیری مفاهیم نوین است. یافته مذکور می‌تواند مبنایی برای طراحی برنامه‌های توانمندسازی با محوریت یادگیری فعال و گروه‌محور فراهم آورد.



نگاره ۳. موثرترین روش‌ها در شناخت مفهوم تحلیل‌شناسی داده

۳. مهارت‌های کلیدی برای آموزش

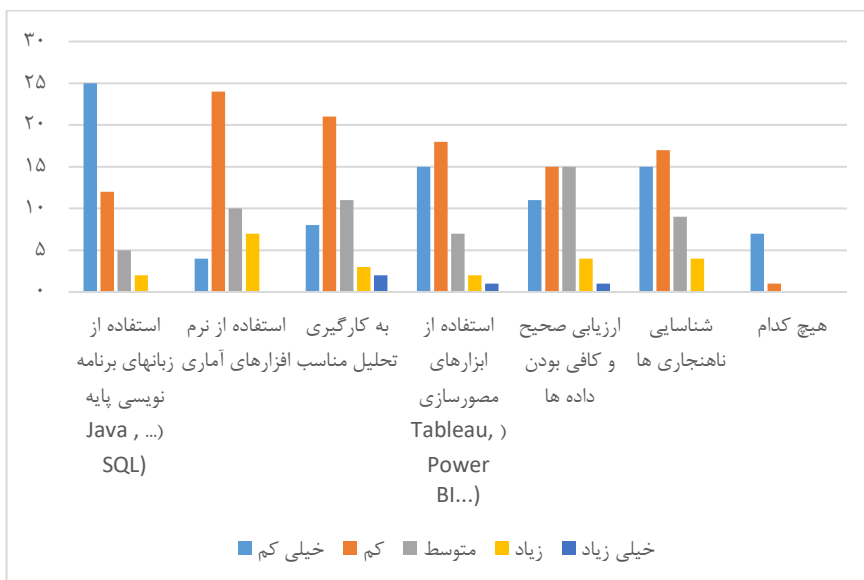
بر اساس نگاره ۴، مهارت‌هایی نظیر تحلیل داده‌های مالی، تسلط به نرم‌افزارهای آماری، توانایی تفکر انتقادی، و ارائه تصویری نتایج، به عنوان مهارت‌های کلیدی در آموزش این درس شناخته شده‌اند. این اولویت‌بندی، لزوم طراحی درسی با محوریت کاربردی و تحلیلی را گوشزد می‌کند و حاکی از تقاضای بازار برای مهارت‌هایی فراتر از دانش نظری صرف در حوزه حسابداری است.



نگاره ۴. مهم‌ترین مهارت‌ها در درس تحلیل‌شناسی داده

۴. ضعف جدی مهارتی در میان دانشجویان

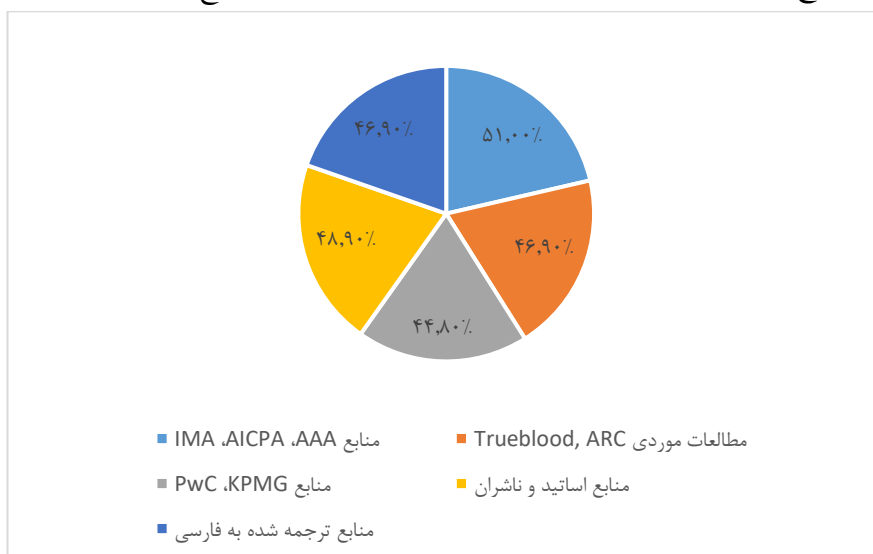
یافته‌های نگاره ۵ از ضعف آشکار دانشجویان در اغلب مهارت‌های تحلیلی پرده برمی‌دارند. این خلأ مهارتی بیانگر آن است که نه تنها محتوای دروس فعلی پاسخگوی نیازهای تحلیلی بازار نیست، بلکه روش‌های ارزیابی و آموزش نیز در ایجاد شایستگی‌های کاربردی ناکارآمد بوده‌اند. این امر ضرورت بازنگری فوری در شیوه‌های آموزشی را برجسته می‌سازد.



نگاره ۵. میزان مهارت دانشجویان در هر یک از مهارت‌ها

۵. منابع آموزشی مطلوب

بر اساس نتایج ارائه‌شده در نگاره ۶، ترجیحات منابع آموزشی برای درس تحلیل‌شناسی داده در میان پاسخ‌دهندگان به صورت نسبتاً متوازن اما با اولویت‌های مشخص توزیع شده است.



نگاره ۶. بهترین منابع آموزشی برای درس تحلیل‌شناسی داده‌ها

نتایج نشان می‌دهد که منابع ترجمه‌شده به فارسی با اختصاص ۵۱ درصد از آرا، بالاترین میزان استقبال را داشته‌اند. این یافته اهمیت انکارناپذیر دسترسی به منابع بومی‌سازی‌شده و قابل‌فهم برای دانشجویان، به‌ویژه در دروسی با محتوای تحلیلی و فنی را نشان می‌دهد. در رتبه‌های بعدی، مطالعات موردی Trueblood و ARC با ۴۹/۲ درصد و منابع اساتید و نشریات تخصصی با ۴۸/۷ درصد قرار دارند که این امر بیانگر تمایل قابل توجه به استفاده از منابع کاربردی و تجربی در کنار مبانی نظری است. همچنین منابع سازمان‌های حرفه‌ای همچون انجمن حسابداران مدیریت^۱، انجمن حسابداران رسمی آمریکا و انجمن حسابداران آمریکا با سهم ۴۸/۹ درصد نشان‌دهنده اهمیت استفاده از منابع استاندارد و معتبر بین‌المللی در فرایند آموزش تحلیل داده‌ها است. در نهایت، منابع موسسات حسابرسی پی‌دبلیوسی^۲ و کی‌پی‌ام‌جی^۳ با ۴۸/۶ درصد نیز در سطحی تقریباً مشابه مورد توجه قرار گرفته‌اند که نشان می‌دهد بهره‌گیری از تجربیات عملی شرکت‌های پیشرو در حوزه تحلیل داده نیز برای آموزش مؤثر است. در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که هیچ منبعی به تنهایی پاسخگوی نیازهای آموزشی این درس نیست و استفاده ترکیبی از منابع بومی‌سازی‌شده، مطالعات موردی، منابع حرفه‌ای و تجربیات سازمانی می‌تواند اثربخش‌ترین راهکار آموزشی باشد.

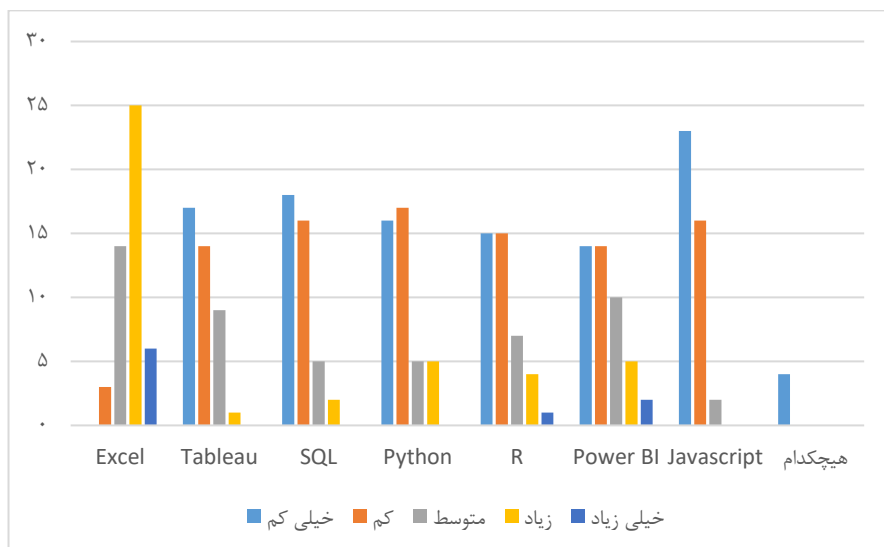
۶. توانمندی اعضای هیئت علمی در استفاده از ابزارهای تحلیلی

نگاره ۷ بیانگر آن است که تسلط هیئت علمی به ابزارهای کلیدی تحلیل‌شناسی داده نظیر اکسل پیشرفته، Power BI، Python و R بسیار محدود است. این شکاف تکنولوژیکی می‌تواند چالشی جدی در مسیر تدریس مؤثر این درس باشد و نشان‌دهنده نیاز به سرمایه‌گذاری گسترده در آموزش این ابزارها به اساتید است.

^۱ Institute of Management Accountants (IMA)

^۲ PwC

^۳ KPMG

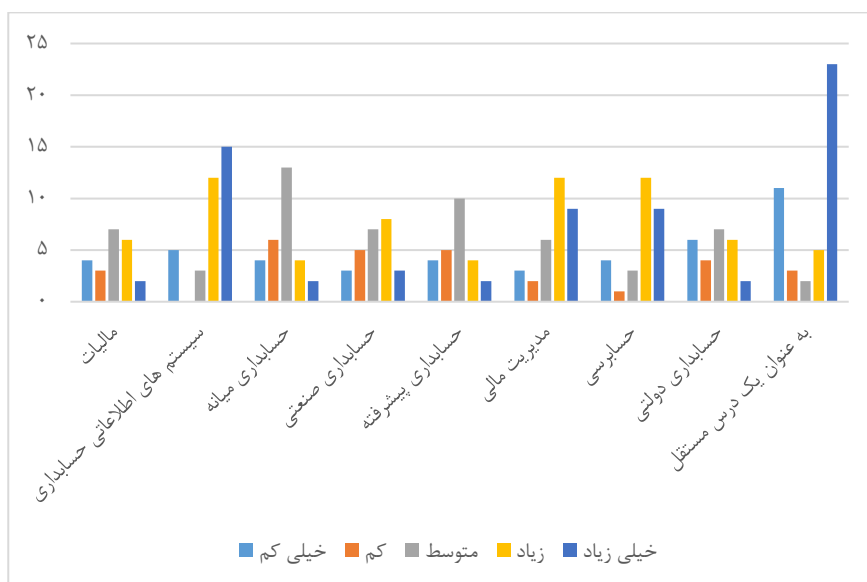


نگاره ۷. میزان تسلط اعضای هیئت علمی به هریک از نرم‌افزارها

۷. ساختار مطلوب گنجاندن درس در برنامه درسی
یافته‌های نگاره‌های ۸ و ۹ نشان می‌دهد که کارشناسی ارشد، مقطع مناسب‌تری برای گنجاندن این درس است.



نگاره ۸. مناسب‌ترین مقطع برای تدریس تحلیل‌شناسی داده

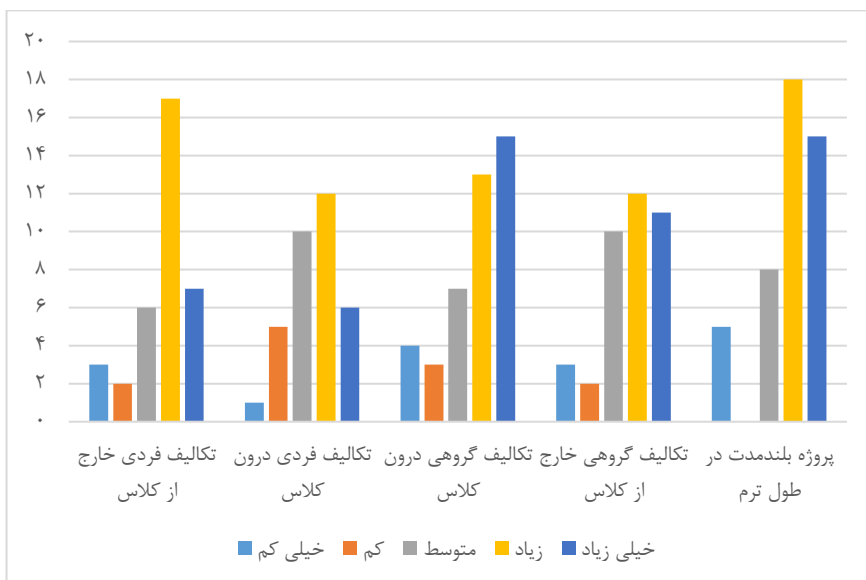


نگاره ۹. مناسب‌ترین درس برای تلفیق تحلیل‌شناسی داده

این انتخاب از منطق آموزش تخصصی و سطح‌بندی شناختی پیروی می‌کند و انتظار می‌رود دانشجویان در این مقطع از آمادگی مفهومی فنی بیشتری برای درک مباحث تحلیلی برخوردار باشند. پیشنهاد اساتید این است که این درس به صورت مستقل و مجزا از سایر دروس و در رتبه بعدی به صورت تلفیقی در درس سیستم‌های اطلاعاتی گنجانده شود. این ساختار به دلیل ارتباط مستقیم این درس با تحلیل‌های عددی و تصمیم‌گیری مالی، منطبق با اهداف درس تحلیل‌شناسی داده است.

۸. سنجش اثربخش یادگیری

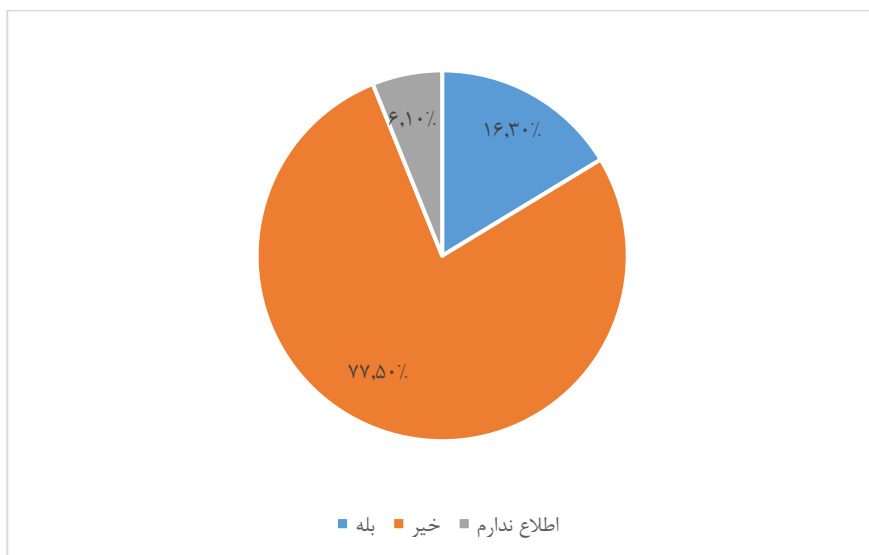
در نگاره ۱۰، تکالیفی مانند پروژه‌های بلندمدت در طول ترم و تکالیف گروهی درون کلاس به عنوان مؤثرترین ابزارهای سنجش معرفی شده‌اند. این رویکرد، ارزشیابی سنتی را به چالش کشیده و بر اهمیت ارزیابی مبتنی بر عملکرد تأکید می‌کند.



نگاره ۱۰. مناسب‌ترین تکالیف برای سنجش مهارت دانشجویان در تحلیل‌شناسی داده

۹. فقدان سیاست‌گذاری و ساختار اجرایی

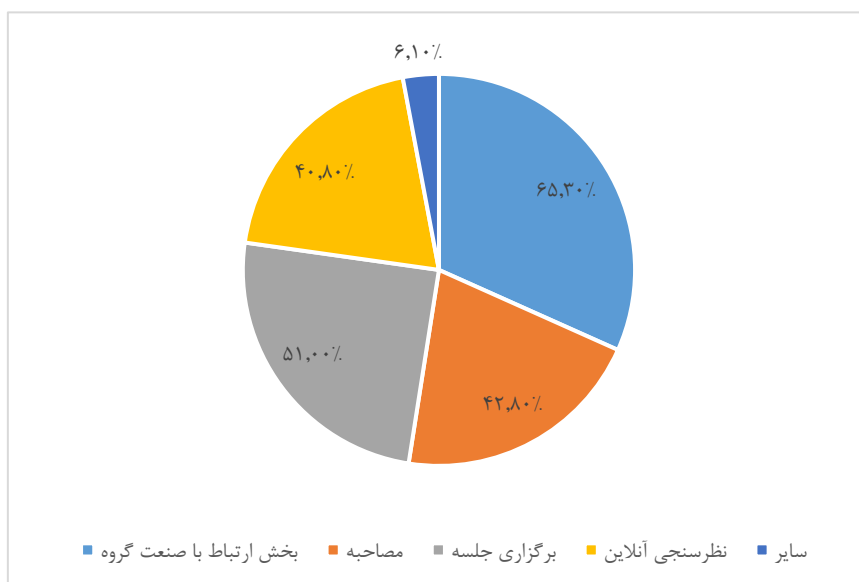
یافته‌های نگاره ۱۱ نشان می‌دهد که بیشتر گروه‌های آموزشی فاقد هدف یا برنامه مدون برای آموزش تحلیل‌شناسی داده هستند. این امر بیانگر ضعف راهبردی در سیاست‌گذاری درسی و خلأ راهبردی در تدوین برنامه‌های درسی به‌روز و عدم آمادگی ساختاری برای پذیرش دروس جدید است.



نگاره ۱۱. وجود برنامه/هدف در گروه حسابداری برای آموزش تحلیل‌شناسی داده

۱۰. ارتباط با نیازهای بازار کار

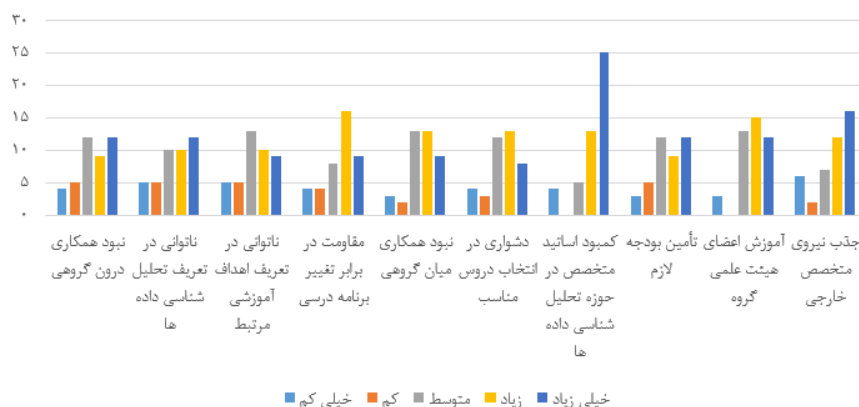
نگاره ۱۲ نشان می‌دهد که در همکاری با نهادهای حرفه‌ای، گروه ارتباط با صنعت و برگزاری جلسات با آنان از جمله مهم‌ترین ابزارها برای شناخت انتظارات کارفرمایان است. با این حال، استفاده مؤثر از این منابع در تصمیم‌گیری‌های آموزشی نیازمند ساختارمند شدن این کانال‌ها در قالب کمیته‌های برنامه‌ریزی درسی است.



نگاره ۱۲. بهترین کانال‌ها برای کسب اطلاع از نیاز و انتظارات کارفرمایان

۱۱. چالش‌های اجرایی

طبق نگاره ۱۳، مهم‌ترین موانع اجرای این درس شامل کمبود اساتید متخصص، ضعف زیرساخت آموزشی، و مقاومت فرهنگی در برابر تغییر است. رفع این چالش‌ها نیازمند برنامه‌ریزی کلان، حمایت نهادی و ایجاد انگیزه در بین اساتید و مدیران آموزشی است.



نگاره ۱۳. مهم‌ترین چالش‌ها در گنجاندن درس تحلیل‌شناسی داده در رشته حسابداری

تحلیل‌های فوق نشان می‌دهند که گنجاندن درس تحلیل‌شناسی داده در برنامه درسی رشته حسابداری نه تنها ضروری، بلکه اجتناب‌ناپذیر است. فقدان مهارت‌های تحلیلی در میان دانشجویان، ضعف آگاهی اعضای هیئت علمی، و تغییرات سریع در نیازهای بازار کار، همگی گواهی بر اهمیت طراحی و اجرای این درس دارند. با این حال، تحقق این هدف مستلزم ارتقاء مهارتی اساتید، تغییر ساختار ارزشیابی و اتخاذ سیاست‌های حمایتی از سوی نهادهای دانشگاهی و حرفه‌ای است.

بحث و نتیجه گیری

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که گنجاندن درس «تحلیل‌شناسی داده» در برنامه درسی رشته حسابداری، نه تنها یک ضرورت آموزشی بلکه ضرورتی راهبردی برای هم‌راستاسازی نظام دانشگاهی با تحولات فناورانه و نیازهای بازار کار به‌شمار می‌رود. نتایج حاصل از تحلیل داده‌های گردآوری‌شده از اعضای هیئت علمی حسابداری دانشگاه‌های کشور در قالب ۱۳ محور موضوعی، مؤید آن است که ساختار موجود برنامه درسی در پاسخ‌گویی به تحولات مرتبط با داده‌محوری و تحلیل‌های پیشرفته، با نارسایی‌های چندگانه مواجه است.

از منظر دانشی، سطح آگاهی اساتید و گروه‌های آموزشی نسبت به مفاهیم تحلیل داده در سطح پایینی قرار دارد که بیانگر غفلت از آموزش‌های ضمن خدمت و فقدان چارچوب یادگیری رسمی در این حوزه است. این ضعف دانشی با توانمندی اندک اساتید در استفاده از نرم‌افزارهای تحلیلی نیز هم‌راستا بوده و به‌عنوان مانعی اساسی در تدریس مؤثر این درس تلقی می‌شود. همچنین، ارزیابی مهارت‌های دانشجویان نشان داد که شایستگی‌های تحلیلی در میان آن‌ها به‌شدت محدود است؛ امری که نشان از ناکارآمدی روش‌های فعلی آموزشی دارد.

از سوی دیگر، پاسخ‌دهندگان به منابع ترجمه‌شده، مطالعات موردی، منابع حرفه‌ای بین‌المللی و تجربیات سازمانی به‌عنوان منابع آموزشی ترجیحی اشاره کرده‌اند، که گویای لزوم طراحی دوره‌هایی با رویکرد یادگیری ترکیبی و تلفیق نظریه و عمل است. همچنین، مقطع کارشناسی ارشد و تلفیق با دروس سیستم‌های اطلاعاتی به‌عنوان ساختار مطلوب ارائه این درس شناخته شده‌اند.

با این حال، یافته‌ها نشان می‌دهد که اکثر گروه‌های حسابداری فاقد سیاست مدون یا ساختار اجرایی برای پذیرش و پیاده‌سازی این درس هستند و با چالش‌هایی چون کمبود اساتید متخصص، ضعف زیرساخت و مقاومت فرهنگی مواجه‌اند. از سوی دیگر، ارتباط گروه‌های آموزشی با نهادهای حرفه‌ای و کارفرمایان که می‌تواند منبعی ارزشمند برای بازطراحی برنامه‌های درسی باشد، هنوز ساختارمند نشده و بهره‌برداری مناسبی از آن صورت نمی‌گیرد. در مجموع، نتایج این مطالعه مؤید آن است که تحقق اثربخش درس تحلیل‌شناسی داده‌ها مستلزم رویکرد کل‌نگر است که از سویی توانمندسازی اعضای هیئت علمی و توسعه زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری را هدف قرار دهد و از سوی دیگر، سیاست‌گذاری آموزشی را در راستای هم‌افزایی میان دانشگاه و صنعت هدایت کند. تحقق این امر می‌تواند زمینه‌ساز تربیت دانش‌آموختگانی با مهارت‌های تحلیلی پیشرفته، تصمیم‌گیری داده‌محور و آمادگی ورود به بازار کار رقابتی قرن بیست‌ویکم باشد.

منابع

- باقریان، مهدی، (۱۴۰۲). فناوری (سیستم اطلاعاتی) و مهارت‌های تجزیه و تحلیل‌شناسی داده‌ها در برنامه درسی حسابداری. *دانش حسابداری مالی*، ۱۵(۴۹)، ۱۲۳-۱۴۰.
- صیفی، الهام. (۱۴۰۲). شناسایی مؤلفه‌های تلفیق سیستم‌های نوین حسابداری با مدیریت مالی. *نهمین کنفرانس ملی یافته‌های نوین در مدیریت، کامپیوتر و حسابداری*، سمنج، ایران. سیویلیکا. <https://civilica.com/p/1740170/>
- عزیزی، فهیمه. (۱۴۰۲). واکاوی مبانی فناوری اطلاعات و تأثیر آن بر بهره‌وری حسابداران کم‌تجربه، *مطالعات اقتصاد، مدیریت مالی و حسابداری*، ۹(۳)، ۷۵-۹۰.
- مقصودی، نصرالله؛ سلطانی، رقیه. (۱۴۰۳). کاربرد هوش مصنوعی در حسابداری و چشم‌انداز آینده کلان‌داده‌ها در این حوزه. *نوزدهمین کنفرانس ملی اقتصاد، مدیریت و حسابداری*، تهران، ایران. سیویلیکا. <https://civilica.com/p/1771973/>
- نقدی، سجاد، فضل‌زاده؛ علیرضا، احمدیان، وحید؛ عباس، محسن؛ الطیایی، مریم، (۱۴۰۳). تجزیه و تحلیل کلان‌داده در حسابرسی با استفاده از هوش مصنوعی و تکنیک‌های یادگیری ماشینی. *سومین کنفرانس بین‌المللی اقتصاد و مدیریت کسب‌وکار، مشهد، ایران*. سیویلیکا/1790533. <https://civilica.com/p/1790533/>

References

- Andiola, L. M., Masters, E., & Norman, C. (2020). Integrating data analytics in the accounting curriculum: A survey of accounting department chairs. *Journal of Accounting Education*, 51, 100673. <https://doi.org/10.1016/j.jaccedu.2020.100673>

- AICPA & NASBA. (2021). *CPA Evolution Model Curriculum*. American Institute of Certified Public Accountants. <https://www.aicpa.org/resources/download/cpa-evolution-model-curriculum>
- Azizi, F. (2023). Exploring the foundations of information technology and its impact on the productivity of novice accountants. *Journal of Economic, Financial Management and Accounting Studies*, 9(3), 75–90. (in Persian)
- Bagherian, M. (2023). Information systems technology and data analytics skills in the accounting curriculum. *Financial Accounting Knowledge*, 15(49), 123–140. (in Persian)
- Cainas, J. M., Hasson, B. K., & Kralik, J. (2024). Accounting faculty perspectives on data analytics: Course design, competency assessment, and employer needs and response. *Issues in Accounting Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.2308/ISSUES-2022-031>
- Cho, Y. J., Huang, H. W., & Park, K. (2019). Integrating data analytics into the accounting curriculum: Insights from accounting educators. *Journal of Accounting Education*, 47, 27–39. <https://doi.org/10.1016/j.jaccedu.2019.03.002>
- Falgout, S., Boyle, D. M., Gaydon, D. J., & Hermanson, D. R. (2024). Data analytics integration approaches: Insights from accounting chairs. *Issues in Accounting Education*, 39(3), 31–44. <https://doi.org/10.2308/ISSUES-2022-030>
- Janvrin, D. J., & Watson, M. W. (2017). Big data: A new twist to accounting. *Journal of Accounting Education*, 38, 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.jaccedu.2016.12.003>
- Losi, H. J., Isaacson, E. V., & Boyle, D. M. (2022). Integrating data analytics into the accounting curriculum: Faculty perceptions and insights. *Issues in Accounting Education*, 37(4), 1–23. <https://doi.org/10.2308/ISSUES-2021-086>
- Maghsoudi, N., & Soltani, R. (2024). Application of artificial intelligence in accounting and the future outlook of big data in the field. In 19th National Conference on Economics, Management and Accounting, Tehran, Iran. Civilica. <https://civilica.com/p/1771973/> (in Persian)
- Naghdi, S., Fazlzadeh, A., Ahmadian, V., & Abbas-Mohsen Altiayi, M. (2024). Big data analytics in auditing using artificial intelligence and machine learning techniques. In 3rd International Conference on Economics and Business Management, Mashhad, Iran. Civilica. <https://civilica.com/p/1790533/> (in Persian)
- Saifi, E. (2023). Identifying components of integrating modern accounting systems with financial management. In 9th National Conference on New Findings in Management, Computer and Accounting, Sanandaj, Iran. Civilica. <https://civilica.com/p/1740170/> (in Persian)

حسابرسی سریع و شفاف با فناوری خودکارسازی رباتیک

فرایندها: کاهش خطا و کنترل تقلب

سمیه حسینی عقدایی^۱

چکیده

با افزایش پیچیدگی جرائم مالی، ضرورت به کارگیری فناوری‌های نوینی همچون هوش مصنوعی و خودکارسازی رباتیک فرایندها برای تشخیص و مقابله با تقلب بیش از پیش آشکار شده است. این پژوهش به تحلیل نقش، اثربخشی و محدودیت‌های هوش مصنوعی و خودکارسازی رباتیک فرایندها در حوزه امنیت مالی پرداخته و کاستی‌های روش‌های سنتی مبتنی بر قواعد ثابت را مورد بررسی قرار می‌دهد. در این پژوهش، با استفاده از روش مرور سیستماتیک ادبیات، پژوهش‌های پیشین، نمونه‌های عملی و گزارش‌های صنعت مالی تحلیل شده است تا تأثیر هوش مصنوعی و خودکارسازی رباتیک فرایندها بر کشف تقلب ارزیابی شود. یافته‌ها حاکی از آن است که هوش مصنوعی با افزایش دقت تشخیص تقلب، کاهش خطاهای انسانی و انطباق پذیری با تهدیدات جدید، تحولی اساسی در امنیت مالی ایجاد کرده است. از سوی دیگر، خودکارسازی رباتیک فرایندها با حذف فرایندهای دستی و تکراری، کارایی عملیاتی و پایداری به مقررات را بهبود بخشیده است. با این حال، چالش‌هایی نظیر سوگیری الگوریتمی، حملات ایذایی به سیستم‌های هوش مصنوعی، مسائل مربوط به حریم خصوصی داده‌ها، هزینه‌های سنگین استقرار و ابهامات اخلاقی در پاسخگویی و شفافیت مانع از گسترش فراگیر این فناوری‌ها شده‌اند. علیرغم این چالش‌ها، مؤسسات مالی پس از پیاده‌سازی هوش مصنوعی و خودکارسازی رباتیک فرایندها، کاهش محسوسی در زیان‌های ناشی از تقلب گزارش کرده‌اند. این پژوهش با ارائه چارچوبی یکپارچه از قابلیت‌های تحول‌آفرین هوش مصنوعی و خودکارسازی رباتیک فرایندها، به غنای ادبیات حوزه امنیت مالی کمک می‌کند. در سطح عملیاتی، پیشنهاد می‌شود سازمان‌ها بر توسعه هوش مصنوعی تفسیرپذیر، سامانه‌های دفاعی مقاوم و ادغام مقرون‌به‌صرفه خودکارسازی رباتیک فرایندها تمرکز کنند.

واژه‌های کلیدی: حسابرسی، تشخیص تقلب مالی، هوش مصنوعی، اتوماسیون رباتیک فرایندها

طبقه‌بندی موضوعی: M4, M42

^۱ گروه حسابداری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. Email: hosseinia@pnu.ac.ir

مقدمه

پیشرفت‌های فناوری به‌طور مداوم نقش مرکزی در تلاش‌ها برای کاهش فعالیت‌های تقلبی ایفا کرده‌اند و از چارچوب‌های ابتدایی مبتنی بر قوانین به سمت راه‌حل‌های پیچیده‌تر و سازگارتر انتقال یافته‌اند که بر نوآوری‌های مدرن، تکیه دارند. روش‌های سنتی شناسایی تقلب، علی‌رغم نشان دادن درجه‌ای از کارآیی، اغلب قادر به شناسایی صحیح و کافی عملیات‌های تقلبی پیچیده و در حال تحول نیستند و بنابراین نیاز به ایجاد ابزارهای بهبود یافته‌ای وجود دارد که به‌طور قابل توجهی دقت و اثربخشی تلاش‌های شناسایی را افزایش دهند (اله‌اشدی و مگالینگام^۱، ۲۰۲۱؛ دیب و همکاران^۲، ۲۰۲۰؛ هلال، گادسن و یونی^۳، ۲۰۲۲).

چالش‌های ناشی از تقلب بسیار قابل توجه هستند. خسارات سالانه جهانی ناشی از تقلب شغلی، از هفت میلیارد دلار آمریکا فراتر می‌رود (انجمن بازرسان رسمی تقلب^۴، ۲۰۱۸). یکی از اشکال تقلب شغلی، یعنی سوءاستفاده از دارایی‌ها، باعث فروپاشی چندین بانک در ایران شده است (نیا و ساید^۵، ۲۰۱۵). به‌طور کلی، تقلب شغلی، به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در بحران‌های بانکی در سراسر جهان شناخته می‌شود (سوه و همکاران^۶، ۲۰۱۹). به‌جز سوءاستفاده از دارایی‌ها، اشکال دیگری از تقلب شغلی وجود دارد که شامل فساد و تقلب در صورت‌های مالی است (انجمن بازرسان رسمی تقلب، ۲۰۱۹). انجمن بازرسان رسمی تقلب (۲۰۲۲)، برآورد می‌کند که تقلب، به مؤسسات مالی ۵ درصد از درآمد سالانه آن‌ها هزینه تحمیل می‌کند و تنها تقلب‌های بانکی در سال ۲۰۲۱ بیش از ۴۰ میلیارد دلار در سطح جهانی هزینه داشته است (اکینتارو^۷، ۲۰۲۳). به‌طور جهانی، پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که خسارات مالی ناشی از تقلب ۱۴ درصد افزایش خواهد یافت و از ۴۴.۳ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۴ به ۱۰۷ میلیارد دلار تا سال ۲۰۲۹ خواهد رسید، که رشد بازارهای تجارت الکترونیک فرصت‌های بیشتری را برای مجرمان فراهم می‌آورد (آدوومی^۸، ۲۰۲۴؛ اولونی^۹، ۲۰۲۴). تعداد و پیچیدگی جرایم مالی معاصر به حدی زیاد است

¹ Al-Hashedi & Magalingam

² Dhieb et al.

³ Hilal et al

⁴ Association of Certified Fraud Examiners (ACFE)

⁵ Nia & Said

⁶ Suh et al

⁷ Akintaro

⁸ Adewumi

⁹ Oloni

که شیوه‌های سنتی شناسایی تقلب مانند سیستم‌های مبتنی بر قوانین و ارزیابی‌های دستی تراکنش‌ها قادر به پاسخ‌گویی نیستند (دیلویت^۱، ۲۰۲۱). اهمیت تقلب به‌عنوان مشکل سازمانی، نیاز به وجود عملکرد حسابرسی سازمانی را ایجاب می‌کند که در شناسایی و کنترل تقلب دخالت دارد (پتراسکو و تیائو^۲، ۲۰۱۴). یکی از اقداماتی که سازمان‌ها می‌توانند در نظر بگیرند، استفاده از خودکار سازی فرایندهای رباتیک^۳ است. خودکار سازی فرایندهای رباتیک به ابزارهای نرم‌افزاری اشاره دارد که اجرای وظایف را با استفاده از همان رابط کاربری خودکار می‌سازند که یک بازیگر انسانی استفاده می‌کند. با کاهش تعاملات تکراری انسانی با سیستم‌های کامپیوتری، خودکار سازی فرایندهای رباتیک به دنبال بهبود بازگشت سرمایه از طریق خودکار سازی و ساده‌سازی فرایندهای تجاری سازمانی است (واندرآلست و همکاران^۴، ۲۰۱۸). این در حالی است که متداول‌ترین روش‌ها برای پنهان کردن تقلب‌های شغلی شامل ایجاد اسناد فیزیکی جعلی، ایجاد تراکنش‌های جعلی و تغییر تراکنش‌ها در یک سیستم حسابداری است (انجمن بازرسان رسمی تقلب، ۲۰۱۸). به حداقل رساندن تعامل با سیستم‌های کامپیوتری می‌تواند به کاهش ریسک تقلب کمک کند. خودکار سازی فرایندهای رباتیک همچنین می‌تواند برای عملکرد حسابرسی مفید باشد و بسیاری از وظایف حسابرسی را خودکار سازد (هوانگ و واسارhelyi^۵، ۲۰۱۹).

خودکار سازی فرایندهای رباتیک و هوش مصنوعی، پیشرفت‌های مکملی در زمینه خودکار سازی هستند. تجزیه و تحلیل پیش‌بینی و شناسایی ناهنجاری‌ها به‌وسیله هوش مصنوعی، به‌ویژه یادگیری ماشین امکان‌پذیر می‌شود که در شناسایی الگوها در داده‌های کلان بسیار مؤثر است (هوانگ و همکاران^۶، ۲۰۲۰). از سوی دیگر، خودکار سازی فرایندهای رباتیک با خودکار سازی عملیات تکراری مانند وارد کردن داده‌ها، نظارت بر تراکنش‌ها و تهیه گزارش‌ها، اطمینان از ثبات و مقیاس‌پذیری را تضمین می‌کند (لاسیتی و ویلکوکس^۷، ۲۰۱۶). فشارهای نظارتی، ضرورت پذیرش هوش مصنوعی و خودکار سازی فرایندهای رباتیک را افزایش

1 Deloitte

2 Petraşcu & Tieanu

3 Robotic Process Automation

4 vanderAalst et al

5 Huang & Vasarhelyi

6 Huang et al.

7 Lacity & Willcocks

می‌دهند. قوانین سخت‌گیرانه ضد تقلب، مانند قانون رازداری بانکی ایالات متحده^۱ و دستورالعمل خدمات پرداخت اتحادیه اروپا، از مؤسسات مالی می‌خواهند که تراکنش‌ها را در زمان واقعی نظارت و گزارش دهند (گروه اقدام مالی، ۲۰۲۱). خودکارسازی فرایندهای رباتیک، با ساده‌سازی ردیابی‌های حسابرسی و جریان‌های گزارش‌دهی، اطمینان از انطباق با الزامات قانونی را فراهم می‌آورد، در حالی که فرایندهای دستی انطباق منابع بر و مستعد خطا هستند (پی دبلیوسی^۲، ۲۰۲۰). در همین حال، راه‌حل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی با خودکارسازی تحلیل‌های رفتاری و پروفایل‌سازی ریسک مشتری، بهبود دقت را فراهم می‌آورند که احتمال خطا را کاهش می‌دهد (دیلویت، ۲۰۲۱).

اگرچه پیشرفت‌های چشمگیری در این زمینه حاصل شده، اما هنوز موانع قابل توجهی باقی است. یکی از چالش‌های اساسی، نیاز پیوسته به به‌روزرسانی مدل‌های هوش مصنوعی و ضرورت کنترل انسانی برای مقابله با تهدیدات هوشمند است، جایی که متخلفان با دستکاری سیستم‌های الگوریتمی سعی در فریب سازوکارهای امنیتی دارند (هوانگ و همکاران، ۲۰۲۰). از سوی دیگر، مؤسسات مالی کوچکتر با محدودیت‌های جدی در تأمین بودجه و کمبود نیروی متخصص برای ادغام راهکارهای هوش مصنوعی و خودکارسازی فرایندهای رباتیک با سیستم‌های قدیمی بانکی روبرو هستند (گارتنر^۳، ۲۰۲۰). با این وجود، استقبال روزافزون از این فناوری‌ها، قابلیت‌های تحول‌آفرین آنها را به خوبی نشان می‌دهد. به عنوان نمونه، پس از راه‌اندازی سیستم‌های خودکارسازی فرایندهای رباتیک مجهز به هوش مصنوعی برای پایش نقل و انتقالات بین‌المللی، بانک JPMorgan Chase موفق به کاهش ۳۰ درصدی زیان‌های ناشی از کلاهبرداری شده است (یو‌آی پث^۴، ۲۰۲۲). این دستاوردها به وضوح نشان می‌دهند که چگونه خودکارسازی، در حال متحول ساختن استانداردهای امنیت مالی در عصر دیجیتال است. طبق مطالب مذکور، سوالات کلیدی متعددی را درباره نقش فناوری‌های نوین در تحول حسابرسی برمی‌انگیزد. نخستین پرسش اساسی این است که هوش مصنوعی و خودکارسازی چگونه می‌توانند به بهبود امنیت مالی و کاهش تقلب کمک کنند؟ در کنار این مزایا، مهم‌ترین

¹ BSA

² PwC

³ Gartner

⁴ UiPath

چالش‌ها و موانع پیش‌روی مؤسسات مال‌یدر به کارگیری این فناوری‌ها چیست؟ همچنین این پرسش مطرح می‌شود که چگونه می‌توان بین سیستم‌های خودکار و نظارت انسانی تعادل برقرار کرد تا هم از کارایی فناوری بهره‌برد و هم از خطاهای احتمالی آن جلوگیری کرد؟ نهایتاً، این سوال اساسی وجود دارد که آینده امنیت مالی در حسابرسی با توجه به توسعه این فناوری‌ها چگونه ترسیم می‌شود و چه راهکارهایی برای بهره‌برداری عادلانه و همه‌جانبه از این پیشرفت‌ها وجود دارد؟

به‌منظور بررسی نقش خودکار سازی فرایندهای رباتیک و هوش مصنوعی در حسابرسی و شناسایی تقلب، این پژوهش از روش‌شناسی مرور ادبیات استفاده می‌کند. این پژوهش به تحلیل کارایی، چالش‌ها و پیامدهای اخلاقی مربوط به استفاده از خودکار سازی فرایندهای رباتیک و هوش مصنوعی در پیشگیری از تقلب مالی می‌پردازد و داده‌ها را از مقالات منتشر شده در مجلات معتبر، گزارش‌های صنعتی و اسناد نظارتی جمع‌آوری می‌کند. این روش به پژوهشگران این امکان را می‌دهد که درک جامعی از وضعیت فعلی فناوری‌ها در زمینه شناسایی تقلب به‌دست آورند و چالش‌های موجود در پیاده‌سازی آن‌ها، از جمله هزینه‌های مالی، نیاز به تخصص فنی و مسائل مربوط به نظارت انسانی و آموزش مجدد مدل‌ها را شناسایی کنند. همچنین، پیامدهای اخلاقی مرتبط با این فناوری‌ها، از جمله نگرانی‌های حریم خصوصی داده‌ها و تبعیض احتمالی در الگوریتم‌ها، مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج این پژوهش می‌تواند به تدوین راهکارهای مؤثرتر و مبتنی بر شواهد در راستای بهبود سیستم‌های شناسایی تقلب کمک کرده و به تصمیم‌گیرندگان در صنعت بانکداری کمک کند تا به‌طور مؤثرتری امنیت مالی را تقویت کنند.

مدل پذیرش فناوری

مدل پذیرش فناوری^۱ که توسط دیویس (۱۹۸۹) توسعه یافت، یک چارچوب نظری برای پیش‌بینی پذیرش فناوری توسط کاربران ارائه می‌دهد. این مدل بر دو سازه اصلی تأکید دارد: سودمندی درک‌شده^۲ که به میزان باور کاربران درباره بهبود عملکردشان از طریق استفاده از فناوری اشاره دارد، و سهولت استفاده درک‌شده^۳ که نشان‌دهنده میزان اعتقاد کاربران به

1 Technology acceptance model (TAM)

2. Perceived usefulness (PU)

3 Perceived ease of use (PEU)

بی‌زحمت بودن استفاده از سیستم است (دیویس^۱، ۱۹۸۹). این مدل به‌طور گسترده‌ای در مطالعات سیستم‌های اطلاعاتی مورد استفاده قرار گرفته و مبنایی برای توسعه مدل‌های جدیدتر مانند مدل یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری^۲ شده است (ونکاتش و همکاران^۳، ۲۰۰۳). این مدل، عوامل کلیدی مؤثر بر پذیرش فناوری، مانند سهولت استفاده ادراک‌شده و سودمندی ادراک‌شده را مورد تأکید قرار می‌دهد. همچنین، مطرح شده است که مدل پذیرش فناوری دارای قدرت توضیحی مؤثر بوده و از طریق چند مقیاس اندازه‌گیری اعتبارسنجی شده است. این مدل نشان می‌دهد که ساختارهای سودمندی ادراک‌شده و سهولت استفاده ادراک‌شده برای درک نگرش فرد نسبت به استفاده از فناوری کافی هستند. سودمندی ادراک‌شده، به "درجه‌ای که یک فرد معتقد است استفاده از سیستم خاص می‌تواند عملکرد شغلی او را بهبود بخشد" اشاره دارد. در عین حال، سهولت استفاده ادراک‌شده، به "درجه‌ای که یک فرد معتقد است استفاده از سیستم خاص بدون زحمت خواهد بود" تعریف می‌شود.

طبق مدل پذیرش فناوری، سودمندی ادراک‌شده و سهولت استفاده ادراک‌شده، تحت تأثیر عوامل خارجی مانند عناصر طراحی سیستم و آموزش کاربران قرار دارند، که به نوبه خود بر نحوه احساس کاربران نسبت به فناوری تأثیر می‌گذارد. دیویس (۱۹۸۹) بیان می‌کند که این نگرش‌ها بر قصد رفتاری^۴ برای استفاده از سیستم تأثیر می‌گذارند و در نتیجه بر استفاده واقعی از سیستم تأثیر می‌گذارند. بنابراین، هنگامی که مدل پذیرش فناوری برای پذیرش سیستم‌های تشخیص تقلب مبتنی بر هوش مصنوعی در بانکداری به کار گرفته می‌شود، ارزیابی چگونگی تأثیر این متغیرهای خارجی بر نظرات حرفه‌ای‌ها و در نتیجه پذیرش فناوری بسیار حائز اهمیت است. درک این تأثیرات می‌تواند به بانک‌ها کمک کند تا راهبردهای بهتری برای آموزش و طراحی سیستم‌های خود توسعه و در نهایت، نرخ پذیرش و استفاده از این فناوری‌های نوین را افزایش دهند (گادوین^۵، ۲۰۲۵). قابلیت کاربرد مدل پذیرش فناوری در زمینه‌های مختلف فناوری از طریق تحقیقات تجربی تأیید شده است. به‌عنوان نمونه، مطالعاتی که به پذیرش بانکداری اینترنتی پرداخته‌اند، نشان داده‌اند که قصد کاربران برای تعامل با پلتفرم‌های بانکی آنلاین به‌طور

1 Davis

2 UTAUT

3 Venkatesh et al

4 Behavioral intention

5 Godwin

قابل توجهی تحت تأثیر هر دو عامل سودمندی ادراک شده و سهولت استفاده ادراک شده قرار دارد (پیککاراین و همکاران^۱، ۲۰۰۴). مدل پذیرش فناوری به ویژه برای این مطالعه مرتبط است، زیرا چارچوب قوی برای درک عواملی فراهم می کند که بر پذیرش سیستم های تشخیص تقلب مبتنی بر هوش مصنوعی در صنعت بانکداری تأثیر می گذارد. مدل پذیرش فناوری به روشن شدن این موضوع کمک می کند که چگونه دیدگاه های حرفه ای های بانکی درباره ارزش و قابلیت استفاده از این سیستم ها بر قصد رفتار و استفاده واقعی آن ها تأثیر می گذارد، که این امر با توجه به چالش های موجود در ادغام فناوری های پیچیده حائز اهمیت است. با بررسی این نگرش ها، این مطالعه امیدوار است موانع احتمالی پذیرش را شناسایی کند، از جمله تردیدها درباره توانایی هوش مصنوعی در تشخیص تقلب یا نگرانی ها درباره پیچیدگی سیستم. علاوه بر افزایش درک از دینامیک های پذیرش، این روش توصیه های عملی برای بهبود برنامه های آموزشی کاربران و معماری سیستم ها به منظور افزایش نرخ پذیرش ارائه می دهد (ونکاتش و دیویس^۲، ۲۰۰۰).

خودکارسازی فرایندهای رباتیک

خودکارسازی فرایندهای رباتیک، فناوری نرم افزاری مبتنی بر قوانین است که فرایندهای تجاری عادی را خودکار می کند. از آنجا که خودکارسازی فرایندهای رباتیک، یک نرم افزار است، تنها می تواند وظایف دیجیتال را انجام دهد. بخش قابل برنامه ریزی آن، به نام ربات ها یا بات ها شناخته می شود. خودکارسازی فرایندهای رباتیک، مبتنی بر قوانین است، به این معنا که دانش و مهارت های کارشناسان در فرایندهای تجاری مرتبط به قوانین «اگر/آنگاه» تبدیل شده و سپس در نرم افزار کدگذاری می شوند. از این منظر، خودکارسازی فرایندهای رباتیک به گونه ای طراحی شده است که رفتار انسان ها را شبیه سازی کند. فرایندهای تجاری عادی به الگوهای تکراری و قابل شناسایی در فرایندهای تجاری اشاره دارند. بنابراین، نرم افزارهای مبتنی بر قوانین، مانند خودکارسازی فرایندهای رباتیک، پاسخی برای رسیدگی به فرایندهای تجاری خسته کننده، حجیم و زمان بر، به شمار می روند (پلاتفوت و بورقوف^۳، ۲۰۲۲). خودکارسازی

¹ Pikkarainen et al

² Venkatesh & Davis

³.Plattfaut & Borghoff

فرایند رباتیک به شما این امکان را می‌دهد که وظایفی را خودکار کنید که در غیر این صورت، به شکل دستی انجام می‌شد (ارنست و یانگ^۱، ۲۰۲۱).

بسیاری از فرایندهای سنتی شرکتی تحت تأثیر خودکارسازی فرایند رباتیک قرار گرفته و این فناوری به یک عنصر اساسی در عملیات تبدیل شده است که مشاغل پر زحمت، زمان‌بر و مستعد خطا را کاهش می‌دهد. خودکارسازی فرایند رباتیک به عنوان «انسان مجازی» عمل می‌کند، به دنبال مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها بوده و فرایندهای دستی لازم برای انجام کارها را بازتولید می‌کند (ارنست و یانگ، ۲۰۲۲). پیاده‌سازی خودکارسازی فرایند رباتیک در یک نهاد می‌تواند با دنبال کردن چهار مرحله اصلی انجام شود. ابتدا، طراحی مجدد فرایندهای کسب و کار ضروری است؛ زیرا اتوماسیون فرایند رباتیک از طریق کدنویسی فرایندهای موجود محقق می‌شود و برخی از این فرایندها ممکن است به مرور زمان زائد یا منسوخ شده باشند. همچنین ممکن است کارکنان به طریقی متفاوت از سیاست‌های تعیین‌شده وظایف خود را انجام دهند. به همین دلیل، فرایندهای کسب و کاری که قرار است کدنویسی شوند، نیاز به بررسی مجدد دارند تا برخی از آن‌ها حذف یا بهینه‌سازی شوند و سیاست‌های موجود و پذیرفته‌شده ساده‌سازی و طراحی مجدد گردند. مرحله دوم انتخاب نرم‌افزار مناسب است؛ به این معنا که باید یک پلتفرم با ظرفیت اتوماسیون انتخاب شود تا مدیریت اطلاعاتی محقق شود که از منابع مختلف می‌آید. در مرحله سوم، فرایندهای کسب و کار طراحی‌شده کدنویسی می‌شوند و در نهایت، در مرحله چهارم، کارکنان باید برای استفاده از نرم‌افزار جدید خودکارسازی فرایند رباتیک آموزش ببینند تا بتوانند به راحتی از آن استفاده کنند (هازار و توپلو^۲، ۲۰۲۳).

کاربرد موفق این فناوری در محیط‌های ناپایدار، گویای قابلیت‌های انطباق‌پذیر و تاب‌آور آن بوده و توانایی آن در حفظ ثبات فرایندهای حسابداری حتی در شرایط بحران اقتصادی را به نمایش می‌گذارد (آینلا و همکاران^۳، ۲۰۲۴). تأثیر خودکارسازی فرایندهای رباتیک، فراتر از خودکارسازی ساده وظایف و نشان‌دهنده دگرگونی بنیادین در نحوه طراحی و ارائه خدمات حسابداری و حسابرسی است. استقرار این فناوری مزایای متعددی از جمله ارتقای بهره‌وری،

¹ Ernst and Young
² Hazar & Toplu
³ Ayinla et al

کاهش خطا و بهبود انطباق پذیری با مقررات را به همراه داشته است. با این وجود، پیاده سازی خودکار سازی فرایندهای رباتیک در شرکت های حسابداری و حسابرسی با چالش هایی همراه است که هم شامل ملاحظات فنی مربوط به خود فناوری و هم نیاز به ارتقای مهارت های حرفه ای حسابداران برای همگامی با تحولات دیجیتال می شود (تیرون-تودور^۱، ۲۰۲۳). این فناوری نه تنها موجب ساده سازی عملیات می شود، بلکه ماهیت نقش حسابداران را متحول ساخته و تمرکز آنان را از فعالیت های روزمره به سمت ایفای نقش های راهبردی سوق می دهد (آینلا و همکاران، ۲۰۲۴). توسعه خودکار سازی فرایندهای رباتیک در حسابداری پاسخی به نیاز فزاینده به دقت و کارایی در محیط های اقتصادی پویا محسوب می شود. پژوهش موردی اقتصاد لبنان که با نوسانات سیاسی و مالی شدید مواجه بوده، گواهی بر این ادعاست. در چنین شرایطی، خودکار سازی فرایندهای رباتیک به عنوان ابزاری حیاتی برای حفظ استحکام سیستم های حسابداری در مواجهه با چالش های پیش رو ظاهر شده است (عدقیم و همکاران^۲، ۲۰۲۲).

روش های سنتی تشخیص تقلب

به منظور شناسایی فعالیت های غیر معمول در داده های تراکنشی، روش های سنتی تشخیص تقلب به طور تاریخی به سیستم های مبتنی بر قواعد و روش های آماری وابسته بوده اند. در روش های قبلی، حرفه ای ها تمایلات شناخته شده تقلب را به یک سیستم کد گذاری می کردند که می توانست انحرافات از هنجار های پذیرفته شده را با ایجاد معیارها و آستانه های مشخص شناسایی کند. به عنوان مثال، روش های آماری مانند شناسایی نقاط پرت و تحلیل رگرسیون به طور متداول برای توسعه پروفایل های رفتاری استفاده می شدند که می توانستند برای ارزیابی تراکنش های جدید به کار گرفته شوند (بولتون و هاند^۳، ۲۰۰۲). این شیوه ها با استفاده از داده های تاریخی و قضاوت حرفه ای، به سازمان ها این امکان را می دادند که به سرعت فعالیت های مشکوک را علامت گذاری و در نتیجه، خط اول دفاع در برابر فعالیت های تقلبی را ایجاد کنند. با این حال، این روش ها دارای محدودیت هایی هستند، از جمله وابستگی به داده های تاریخی و توانایی محدود در شناسایی الگوهای جدید تقلب که ممکن است خارج از دامنه معیارهای تعیین شده

¹ Tiron-Tudor

² Edghiem et al

³ Bolton & Hand

قرار بگیرند. به همین دلیل، نیاز به رویکردهای نوآورانه‌تر، مانند سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، در تشخیص تقلب احساس می‌شود (گادوین، ۲۰۲۵). با این حال، این روش‌های سنتی دارای معایب خاصی هستند. سختی ذاتی سیستم‌های مبتنی بر قواعد معمولاً منجر به نرخ‌های بالای مثبت کاذب می‌شود، زیرا آستانه‌های ثابت ممکن است تنوع‌های رفتاری قابل قبول را در نظر نگیرند. علاوه بر این، بدون به‌روزرسانی‌ها و تنظیمات مکرر انسانی، این سیستم‌ها ممکن است در شناسایی طرح‌های تقلبی جدید یا در حال ظهور با مشکل مواجه شوند، به‌ویژه به دلیل وابستگی زیاد آن‌ها به روندهای تقلب گذشته (نگای و همکاران، ۲۰۱۱). با وجود این موانع، شیوه‌های سنتی تشخیص تقلب همچنان چارچوب بنیادی به شمار می‌روند و اطلاعات حیاتی و غربالگری اولیه‌ای ارائه می‌دهند که می‌تواند توسط استراتژی‌های انعطاف‌پذیر و مبتنی بر داده‌های مدرن‌تر در سیستم‌های مدیریت تقلب معاصر تقویت شود. این روش‌ها می‌توانند به عنوان نقطه شروعی برای ادغام فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و یادگیری ماشین عمل کنند، که قادر به پردازش حجم بالای داده‌ها و شناسایی الگوهای پیچیده‌تر و غیرمعمول هستند. در نتیجه، ترکیب این دو رویکرد می‌تواند به بهبود تشخیص تقلب و کاهش نرخ مثبت کاذب کمک کند (گادوین، ۲۰۲۵). سیستم‌های مبتنی بر قواعد به خوبی نمی‌توانند نیاز به پردازش داده‌های مقیاس بزرگ را در محیط‌های تراکشی با حجم بالا در دنیای امروز مدیریت کنند. با افزایش حجم تراکشن‌ها، این سیستم‌ها ممکن است دچار مشکل شوند و در نتیجه زمان‌های پردازش کندتر و کاهش کارایی را به همراه داشته باشند. علاوه بر این، این سیستم‌ها معمولاً تعداد بالایی از مثبت‌های کاذب تولید می‌کنند و تراکشن‌های مشروع را به عنوان تقلبی علامت‌گذاری می‌کنند (مرداسا^۲، ۲۰۲۳؛ نینگ^۳ و همکاران^۴، ۲۰۲۴؛ ژو و همکاران^۴، ۲۰۲۱). این وضعیت باعث ناراحتی مشتریان می‌شود و هزینه‌های عملیاتی را به دلیل نیاز به بررسی دستی افزایش می‌دهد و ممکن است منجر به از دست رفتن کسب‌وکار شود، اگر تراکشن‌های مشروع به‌طور نادرست مسدود شوند. همچنین، این سیستم‌ها به دلیل وابستگی به قواعد از پیش تعریف‌شده، قادر به سازگاری با الگوهای جدید تقلب به‌طور خودکار نیستند. به این معنا که

¹ Ngai² Merdassa³ Ning et al⁴ Zhou et al

نمی‌توانند از داده‌های جدید یاد بگیرند یا طرح‌های تقلبی نوین را بدون مداخله دستی و به‌روزرسانی قواعد شناسایی کنند. این محدودیت‌ها باعث می‌شود که نیاز به رویکردهای هوش مصنوعی و یادگیری ماشین برای بهبود دقت و کارایی سیستم‌های تشخیص تقلب بیشتر احساس شود. این فناوری‌ها می‌توانند با پردازش حجم بالای داده‌ها و شناسایی الگوهای پیچیده‌تر و در حال تغییر، به مؤسسات مالی کمک کنند تا بهتر با چالش‌های موجود در تشخیص تقلب مقابله کنند (گادوین، ۲۰۲۵).

فناوری‌های هوش مصنوعی در تشخیص تقلب

فناوری‌های هوش مصنوعی به‌طور فزاینده‌ای در زمینه تشخیص تقلب به کار گرفته می‌شوند و به مؤسسات مالی و تجاری این امکان را می‌دهند که با چالش‌های پیچیده و در حال تغییر در زمینه تقلب به‌طور مؤثرتری مقابله کنند. این فناوری‌ها با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته و یادگیری ماشین^۱ می‌توانند الگوهای پیچیده و غیرمعمول را در داده‌های بزرگ شناسایی و به شناسایی فعالیت‌های مشکوک کمک کنند (ژانگ و همکاران^۲، ۲۰۲۰). استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی در تشخیص تقلب به مؤسسات این امکان را می‌دهد که به‌طور مؤثرتری با تهدیدات تقلب مقابله کنند و نرخ مثبت کاذب را کاهش دهند. این فناوری‌ها می‌توانند با پردازش و تجزیه و تحلیل حجم بالای داده‌ها، شناسایی الگوهای پیچیده و در حال تغییر را تسهیل و در نتیجه به افزایش امنیت و اعتماد مشتریان کمک کنند. به‌کارگیری ترکیبی از این فناوری‌ها می‌تواند به مؤسسات مالی و تجاری در بهبود راهبردهای تشخیص تقلب و کاهش خسارات ناشی از تقلب کمک کند (کاندولا و همکاران^۳، ۲۰۰۹). روش‌های متنوعی که توسط هوش مصنوعی ارائه می‌شوند، به طور قابل توجهی قابلیت‌های شناسایی تقلب را بهبود می‌بخشند. در مقایسه با رویه‌های سنتی، این راهبردها، امکان شناسایی دقیق‌تر و کارآمدتر عملیات تقلبی را فراهم می‌کنند.

^۱ Machine learning

^۲ Zhang et al.

^۳ Chandola et al.

در اینجا به بررسی برخی از مهم‌ترین روش‌های هوش مصنوعی مورد استفاده در شناسایی تقلب می‌پردازیم (حسن و همکاران^۱، ۲۰۲۴). یکی از شاخه‌های هوش مصنوعی، یادگیری ماشین نام دارد که به ایجاد الگوریتم‌هایی می‌پردازد که به کامپیوترها اجازه می‌دهند داده‌ها را تجزیه و تحلیل کنند، از آن یاد بگیرند و پیش‌بینی‌هایی انجام دهند. الگوریتم‌های یادگیری ماشین به طور گسترده‌ای در شناسایی تقلب برای یافتن الگوها و ناهنجاری‌هایی مورد استفاده قرار می‌گیرند که به فعالیت‌های تقلبی اشاره دارند (گادوین، ۲۰۲۵). هوش مصنوعی با استفاده از قابلیت‌های پیشرفته شناسایی الگو، تفاوت بین تراکنش‌های واقعی و تقلبی را تشخیص می‌دهد. برای شناسایی ویژگی‌های هر دو نوع فعالیت قانونی و تقلبی، مدل‌های یادگیری ماشین بر روی داده‌های تاریخی تراکنش‌ها آموزش داده می‌شوند (آلارفج و همکاران^۲، ۲۰۲۲؛ هلال و همکاران^۳، ۲۰۲۲). سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند تراکنش‌ها را بر اساس تمایلات شناسایی شده برای تقلب، با استفاده از شیوه‌های یادگیری تحت نظارت، طبقه‌بندی کنند. در همین حال، تمایلات تقلبی که قبلاً کشف نشده‌اند، از طریق استفاده از شیوه‌های یادگیری بدون نظارت مانند خوشه‌بندی و شناسایی ناهنجاری‌ها کشف می‌شوند. این راهبرد دو سویه، تضمین می‌کند که یک سیستم شناسایی تقلب جامع وجود دارد که می‌تواند به راهبردهای تقلبی در حال تغییر سازگار شود (گادوین، ۲۰۲۵).

شبکه‌های عصبی عمیق، الگوریتم‌های یادگیری ماشین و پردازش زبان طبیعی تنها برخی از فناوری‌های پیشرفته هوش مصنوعی هستند که توسط سیستم‌های شناسایی تقلب معاصر استفاده می‌شوند (گوگری^۴، ۲۰۲۳). این فناوری‌های خاص به دلیل اثربخشی اثبات شده آنها در محیط‌های بانکی واقعی و انعطاف‌پذیری استثنایی آنها در برابر تقلب‌های در حال رشد، در اولویت قرار گرفته‌اند. در معیار انتخاب، فناوری‌هایی در اولویت قرار دارند که می‌توانند حجم بالایی از تراکنش‌ها را به صورت آنی پردازش کنند و در عین حال، دقت و مقیاس‌پذیری را در فرایندهای مختلف بانکی حفظ نمایند (ندوکوه، بریدام^۵، ۲۰۲۳). پاتیل و همکاران^۶ (۲۰۲۱) در

¹ Hasan et al

² Alarfaj et al

³ Hilal et al

⁴ Kotagiri

⁵ Ndukwe & Baridam

⁶ Patil et al

پژوهشی به بررسی استفاده از خودکار سازی فرایندهای رباتیک و یادگیری ماشین در زمینه شناسایی تقلب در بیمه خودرو پرداختند و توانایی کاربرد این فناوری را در بخش حسابداری به نمایش گذاشتند. پژوهش آنها نشان می دهد که چگونه خودکار سازی فرایندهای رباتیک، زمانی که با الگوریتم های یادگیری ماشین ترکیب می شود، می تواند به طور کارا، وظیفه شناسایی تقلب در ادعاهای بیمه را خودکار کند. این کاربرد به ویژه در حسابداری مرتبط است، زیرا توانایی سیستم های خودکار سازی فرایندهای رباتیک تقویت شده با هوش مصنوعی در تحلیل حجم بالای داده ها، شناسایی الگوها و اتخاذ تصمیمات آگاهانه را نشان می دهد که مهارت های حیاتی در حوزه حسابداری هستند.

در دهه گذشته، استفاده از هوش مصنوعی در شناسایی تقلب به طور قابل توجهی تغییر کرده است. در ابتدا، سیستم های مبتنی بر قوانین برای شناسایی تراکنش های تقلبی به کار می رفتند که انحرافات از الگوهای پیش تعیین شده را شناسایی می کردند (سونتان و ساموئل^۱، ۲۰۲۴). با این حال، این سیستم ها به دلیل ناتوانی در سازگاری با انواع جدید تقلب و وابستگی به قوانین ثابت محدود بودند (روشنایی و همکاران^۲، ۲۰۲۴). با معرفی یادگیری ماشین، سیستم های هوش مصنوعی پویاتر شده اند و قادر به یادگیری از داده های تاریخی و شناسایی ناهنجاری ها بدون دخالت انسانی هستند (ژو و همکاران^۳، ۲۰۲۴). این تغییر، به موسسات مالی کمک کرده است تا یک گام جلوتر از کلاهبرداران باشند، که به طور مداوم در حال ابداع روش های جدیدی برای دور زدن شناسایی هستند (بلو و همکاران^۴، ۲۰۲۳).

خودکار سازی فرایندهای رباتیک و حسابرسی

جامعه دانشگاهی، شروع به بررسی پیاده سازی خودکار سازی فرایند رباتیک در پروژه های حسابرسی و پیشنهاد چارچوب های مفهومی و راهنماهایی برای حرفه ای ها در زمینه پیاده سازی خودکار سازی فرایند رباتیک کرده است. با این حال، این سؤال باقی مانده است که خودکار سازی فرایند رباتیک، چقدر به طور رایج در پروژه های حسابرسی استفاده شده است.

¹ Sontan & Samuel

² Roshanaei et al

³ Xu et al

⁴ Bello et al

شرکت‌های حسابداری عمومی که از خودکارسازی فرایند رباتیک در پروژه‌های حسابرسی استفاده می‌کنند، در این زمینه سکوت کرده‌اند (ریچت من^۱، ۲۰۲۱). با توجه به ویژگی‌های خاص هر مورد در فرایند پیکربندی خودکارسازی فرایند رباتیک، این نظر به بررسی این می‌پردازد که چگونه خودکارسازی فرایند رباتیک در عمل حسابرسی مورد استفاده قرار گرفته است و به جزئیات فرایند طراحی ربات نمی‌پردازد. همچنین، شرکت‌های حسابداری در وبسایت‌ها و بیانیه‌های مطبوعاتی خود به خودکارسازی فرایند رباتیک اشاره می‌کنند، اما جزئیات استفاده از خودکارسازی فرایند رباتیک در یک پروژه حسابرسی را با توجه به الزامات محرمانگی این پروژه‌ها فاش نمی‌کنند (لیو^۲، ۲۰۲۲). کمیابی اطلاعات در مورد تعداد وظایف حسابرسی وجود دارد که می‌توانند یا قبلاً در یک پروژه خودکارسازی شده‌اند. اما می‌توان استنباط کرد که در حال حاضر، خودکارسازی فرایند رباتیک به‌عنوان فناوری بالغ، به‌طور گسترده‌ای توسط حساب‌رسان برای کاهش بار حسابرسی و بهبود کارایی استفاده می‌شود. به‌طور کلی، وظایف مناسب برای خودکارسازی فرایند رباتیک شامل "بارگذاری داده‌های مشتری در ابزارهای تحلیلی، ایجاد مدارک کاری آماده حسابرسی و انجام نمونه‌گیری و تأییدها" می‌باشد (ایارس^۳، ۲۰۲۳). تیرون-تودور و همکاران (۲۰۲۳)، به نقش تحول‌آفرین خودکارسازی فرایندهای رباتیک در خدمات حسابداری و حسابرسی پرداخته و تأکید می‌کنند که چگونه فناوری‌های دیجیتال مانند خودکارسازی فرایندهای رباتیک در حال بازسازی مدل‌های کسب و کار سنتی هستند. پذیرش خودکارسازی فرایندهای رباتیک، امکان خودکارسازی وظایف تکراری را فراهم کرده و به حرفه‌ای‌های حسابداری این امکان را می‌دهد که بر کارهای راهبردی و تحلیلی‌تر تمرکز کنند. ژانگ و همکاران (۲۰۲۳) دیدگاه جامعی از فرایند پیاده‌سازی خودکارسازی فرایندهای رباتیک در حسابداری، از آغاز تا ادغام کامل ارائه می‌دهند. پژوهش آنها مراحل مختلف پذیرش خودکارسازی فرایندهای رباتیک در وظایف حسابداری را نشان می‌دهد و چالش‌ها و مزایای مواجه شده در این مسیر را مورد بررسی قرار می‌دهد. انتقال به خودکارسازی فرایندهای رباتیک نه تنها شامل پذیرش فناوری‌های جدید است بلکه نیازمند

¹ Rechtman² Liu³ Iyares

تغییر فرهنگی در درون سازمان‌ها است که تغییراتی در دینامیک نیروی کار، حکمرانی فناوری اطلاعات و پایداری سیستم را می‌طلبد.

پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد که هیچ اجماعی در مورد این وجود ندارد که کدام فعالیت‌ها باید توسط خودکار سازی فرایند رباتیک خود کار شوند. با این حال، نیاز به خودکار سازی فرایندهایی وجود دارد که ماهیت بسیار ساختاریافته و تکراری دارند (هوانگ و واسارهیلی، ۲۰۱۹، کوهن و همکاران^۱، ۲۰۱۹، کوکینا و بلانشت^۲، ۲۰۱۹، موفیت و همکاران^۳، ۲۰۱۸). اگرچه حوزه‌های عملکردی یا وظایف خاص مشخص نشده‌اند (کوکینا و بلانچتی، ۲۰۱۹). به عبارت دیگر، وظایف حسابرسی ساختارمند که به خوبی تعریف شده‌اند، بهترین گزینه برای شیوه‌های خودکار سازی فرایند رباتیک هستند (سید و همکاران^۴، ۲۰۲۰ و ژانگ^۵، ۲۰۱۹)، مانند رویه‌های حسابرسی اساسی (کوهن و همکاران، ۲۰۱۹). برای شناسایی اینکه کدام فرایندها می‌توانند خود کار شوند و چگونه می‌توان راه‌حل را بهینه‌سازی کرد، نیاز به مشارکت کارشناسان وجود دارد (موفیت و همکاران، ۲۰۱۸ و عثمان^۶، ۲۰۱۹). درک نحوه خودکار سازی فرایندها به اندازه شناسایی فرایندهای مناسب برای خودکار سازی فرایند رباتیک اهمیت دارد (کوهن و همکاران، ۲۰۱۹ و آسکوئث^۷، ۲۰۱۹). به منظور اینکه نرم‌افزار خودکار سازی فرایند رباتیک، هنگامی که توسط تابع حسابرسی استفاده می‌شود، نتایج سازگار و قابل اعتمادی ارائه دهد، باید فرهنگ لغت داده‌ها، برچسب‌ها و روش‌های آماده‌سازی برای حسابرسی تعریف و توسط تابع حسابرسی دنبال شود (کوهن و همکاران، ۲۰۱۹ و موفیت و همکاران، ۲۰۱۸).

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، یکی از نقش‌های خودکار سازی فرایند رباتیک در حسابرسی و کنترل ثقل، جایگزینی وظایف خسته‌کننده است که به کارکنان این امکان را می‌دهد که بر روی وظایف چالش‌برانگیز و با ارزش‌تر تمرکز کنند. این موضوع به این معناست که نقش حسابرسان تغییر خواهد کرد تا بهتر با نیازهای جدیدی هماهنگ شود که خودکار سازی فرایند رباتیک ارائه می‌دهد. تحلیل داده‌ها یکی از زمینه‌هایی است که با استفاده از خودکار سازی

¹ Cohen et al

² Kokina & Blanchette

³ Moffitt et al.

⁴ Syed et al.

⁵ Zhang

⁶ Osman

⁷ Asquith

فرایند رباتیک دچار تحول می‌شود. خودکارسازی فرایند رباتیک، امکان جمع‌آوری و پردازش داده‌های بیشتری را نسبت به زمانی فراهم می‌کند که فرایندهای مشابه به صورت دستی انجام شوند. همچنین داده‌ها می‌توانند در کنار سایر فناوری‌های هوش مصنوعی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند (ژانگ، ۲۰۱۹). بنابراین، حساب‌رسان نیاز دارند که درک خوبی از شیوه‌های تحلیل و هوش مصنوعی داشته باشند تا بهترین نتایج را از استفاده از خودکارسازی فرایند رباتیک به دست آورند. این با ادعای این هم‌راستا است که حسابداران باید مهارت‌های فنی بیشتری مانند مدیریت داده‌ها را برای محیط خودکارسازی فرایند رباتیک توسعه دهند (هرادکا^۱، ۲۰۱۹). حساب‌رسان نیاز خواهند داشت که بتوانند سوابق علامت‌گذاری شده را به طور مناسب تفسیر کنند، که ممکن است به چشم‌اندازهای بررسی تقلب، تحلیل یا تحقیقات جرم‌شناسی نیاز داشته باشد (آپلباوم^۲، ۲۰۱۷ و تاکر^۳، ۲۰۱۷). این چشم‌انداز و تخصص حرفه‌ای نمی‌تواند مانند وظایف ساختارمند و به خوبی تعریف‌شده‌ای خودکار شود که خودکارسازی فرایند رباتیک به آن‌ها هدف‌گذاری می‌کند (کوهن و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین، نیاز به حساب‌رسان به طور قابل توجهی تحت تأثیر استفاده از خودکارسازی فرایند رباتیک قرار نخواهد گرفت، به ویژه با توجه به دامنه وسیع‌تری از وظایف حسابرسی که خودکارسازی فرایند رباتیک امکان‌پذیر می‌سازد (ژانگ، ۲۰۱۹).

کاربرد خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی

خودکارسازی رباتیک فرایندها به عنوان فناوری تحول‌آفرین، کاربردهای گسترده‌ای در حوزه حسابرسی دارد. این فناوری با خودکارسازی وظایف تکراری و مبتنی بر قوانین، دقت و کارایی فرایندهای حسابرسی را به طور چشمگیری افزایش می‌دهد (عیسی و همکاران^۴، ۲۰۱۶). کاربرد خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی به عنوان ابزار نوآورانه، به حساب‌رسان این امکان را می‌دهد که وظایف تکراری و زمان‌بر را به صورت خودکار انجام دهند و در نتیجه دقت و کارایی فرایندهای حسابرسی را افزایش دهند. خودکارسازی فرایند رباتیک می‌تواند در

^۱ Hradeka

^۲ Appelbaum

^۳ Tucker

^۴ Issa et al

جمع آوری داده‌ها، انجام محاسبات پیچیده و تولید گزارش‌های دقیق به کار گرفته شود. با استفاده از خودکار سازی فرایند رباتیک، حسابرسان می‌توانند بر روی تحلیل‌های راهبردی و تصمیم‌گیری‌های کلیدی تمرکز کنند، زیرا این فناوری امکان انجام سریع و دقیق کارهای پایه‌ای را فراهم می‌آورد (لاسیتی و ویلکوکس، ۲۰۱۶). به علاوه، خودکار سازی فرایند رباتیک با کاهش خطاهای انسانی و افزایش شفافیت در فرایند حسابرسی، به ارتقاء کیفیت خدمات حسابرسی کمک می‌کند (کوکینا و داوونپورت^۱، ۲۰۱۷). از طریق ادغام خودکار سازی فرایند رباتیک با دیگر فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، حسابرسان می‌توانند به تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ و شناسایی الگوهای غیر معمول بپردازند که می‌تواند به کشف تقلب و ناهنجاری‌ها منجر شود (چاودهوری و همکاران^۲، ۲۰۲۰). خودکار سازی فرایند رباتیک به ویژه در زمینه‌های زیر در حسابرسی کاربرد دارد:

- ۱) جمع آوری و پردازش داده‌ها: خودکار سازی فرایند رباتیک می‌تواند به طور خودکار داده‌ها را از منابع مختلف جمع آوری کند و آن‌ها را در قالبی مناسب برای تحلیل‌های بعدی آماده کند. این قابلیت باعث می‌شود که حسابرسان زمان کمتری را صرف جمع آوری اطلاعات کنند و بیشتر بر روی تحلیل داده‌ها متمرکز شوند (کوکینا و داوونپورت، ۲۰۱۷).
- ۲) کاهش خطاهای انسانی: با استفاده از خودکار سازی فرایند رباتیک، میزان خطاهای انسانی که ممکن است در فرایندهای دستی به وجود آید، به حداقل می‌رسد. روبات‌ها می‌توانند کارهای تکراری و دقیق را با دقت بالا انجام دهند، که این امر به افزایش کیفیت و دقت در فرایند حسابرسی کمک می‌کند (کوکینا و داوونپورت، ۲۰۱۷).
- ۳) افزایش شفافیت و قابلیت ردیابی: خودکار سازی فرایند رباتیک می‌تواند فرایندهای حسابرسی را شفاف‌تر کند، زیرا هر اقدام انجام شده توسط روبات‌ها قابل ردیابی و مستند سازی است. این قابلیت به حسابرسان امکان می‌دهد تا به راحتی فرایندها را بررسی کرده و شفافیت بیشتری در گزارش‌های حسابرسی فراهم کنند (چاودهوری و همکاران، ۲۰۲۰).

¹ Kokina & Davenport

² Chaudhuri et al

۴) تحلیل داده‌های بزرگ: با ادغام خودکارسازی فرایند رباتیک و فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، حساب‌رسان می‌توانند به طور مؤثری داده‌های بزرگ را تجزیه و تحلیل کنند و الگوهای غیرمعمول و ناهنجاری‌ها را شناسایی کنند. این نوع تحلیل می‌تواند به کشف تقلب و مشکلات احتمالی در فرایندهای مالی کمک کند (چائودهوری و همکاران، ۲۰۲۰).

۵) افزایش کارایی و صرفه‌جویی در هزینه‌ها: خودکارسازی فرایندهای حسابرسی به کاهش زمان و هزینه‌های مربوط به حسابرسی کمک می‌کند. این امر به حساب‌رسان این امکان را می‌دهد که تعداد بیشتری از پروژه‌ها را در زمان کمتری انجام دهند و به این ترتیب به بهبود کارایی کلی سازمان کمک می‌کند (لاسیتی و ویلکوکس، ۲۰۱۶).

در نهایت، خودکارسازی فرایند رباتیک به عنوان فناوری نوآورانه، به حساب‌رسان این امکان را می‌دهد که با استفاده از ابزارهای پیشرفته، کیفیت، دقت و کارایی خدمات خود را بهبود بخشند. این امر باعث می‌شود که فرایندهای حسابرسی به طور کلی بهبود یابد و سازمان‌ها بتوانند به شیوه‌ای مؤثرتر به نیازهای مشتریان و ذینفعان خود پاسخ دهند. با توجه به چالش‌های روزافزون در حوزه مالی و نیاز به شفافیت بیشتر، استفاده از خودکارسازی فرایند رباتیک به ضرورت تبدیل شده است و می‌تواند به عنوان مزیت رقابتی برای سازمان‌ها عمل کند.

چالش‌های به کارگیری خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی

پیاده‌سازی خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی به عنوان راهکار نوآورانه به شمار می‌آید که می‌تواند به طرز قابل توجهی کارایی و دقت فرایندهای حسابرسی را بهبود بخشد. خودکارسازی فرایند رباتیک با استفاده از نرم‌افزارهای رباتیک، وظایف تکراری و زمان‌بر را که معمولاً توسط حساب‌رسان انجام می‌شود، به صورت خودکار انجام می‌دهد. این امر به حساب‌رسان این امکان را می‌دهد که بر روی تحلیل‌های پیچیده‌تر و تصمیم‌گیری‌های راهبردی تمرکز کنند و زمان بیشتری را صرف فعالیت‌های ارزش‌افزوده کنند. علاوه بر این، با کاهش خطاهای انسانی که ممکن است در فرایندهای دستی به وجود آید، دقت و کیفیت خروجی‌های حسابرسی افزایش می‌یابد. به عنوان مثال، خودکارسازی فرایند رباتیک می‌تواند به طور خودکار

داده‌ها را از منابع مختلف جمع‌آوری کند، بررسی‌های لازم را انجام دهد و گزارش‌های دقیق‌تری ارائه دهد که به شفافیت و قابلیت ردیابی فرایندهای حسابرسی کمک می‌کند. به طور کلی، این فناوری به حساب‌برسان این امکان را می‌دهد که به شیوه‌ای مؤثرتر و سریع‌تر به نیازهای مشتریان و ذینفعان پاسخ دهند، که در نهایت منجر به بهبود کیفیت خدمات حسابرسی می‌شود. با این حال با چالش‌های متعددی نیز همراه است.

(۱) مقاومت در برابر تغییر: یکی از چالش‌های اصلی در پیاده‌سازی خودکار سازی فرایند رباتیک، مقاومت کارکنان در برابر تغییر است. بسیاری از کارکنان ممکن است نگران از دست دادن شغل خود یا تغییر در نقش‌های کاری باشند. این ترس می‌تواند باعث کاهش انگیزه و تمایل به پذیرش فناوری‌های جدید شود (وایدیا و رانجان، ۲۰۲۰)^۱. برای غلبه بر این چالش، سازمان‌ها باید برنامه‌های آموزشی و ترویجی را طراحی کنند که مزایای خودکار سازی فرایند رباتیک را برای کارکنان توضیح دهد و به آن‌ها احساس امنیت و اطمینان بدهد.

(۲) پیچیدگی فرایندها: فرایندهای حسابرسی به طور طبیعی پیچیده هستند و شامل مراحل متعدد و جزئیات دقیق می‌باشند. این پیچیدگی می‌تواند پیاده‌سازی خودکار سازی فرایند رباتیک را دشوار کند، زیرا نیاز به تجزیه و تحلیل دقیق فرایندها و شناسایی مراحل مناسب برای خودکار سازی وجود دارد (هوانگ و همکاران، ۲۰۲۰). برای موفقیت در این زمینه، حساب‌برسان باید فرایندهای خود را به دقت مستند و تحلیل کنند تا مراحل مناسب برای خودکار سازی شناسایی شوند.

(۳) هزینه‌های اولیه: پیاده‌سازی خودکار سازی فرایند رباتیک نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه قابل توجهی دارد. این هزینه‌ها شامل نرم‌افزار، سخت‌افزار و آموزش کارکنان می‌شود و می‌تواند برای بسیاری از سازمان‌ها چالش‌زا باشد (آگویری و رودریگز، ۲۰۱۷). ارزیابی دقیق هزینه‌ها و مزایای بالقوه خودکار سازی فرایند رباتیک برای توجیه این سرمایه‌گذاری بسیار اهمیت دارد.

¹ Vaidya & Ranjan

² Aguirre & Rodriguez

۴) مسائل امنیتی و حریم خصوصی: استفاده از خودکارسازی فرایند رباتیک ممکن است نگرانی‌هایی در خصوص امنیت داده‌ها و حریم خصوصی ایجاد کند. به ویژه در حوزه حسابرسی که شامل داده‌های حساس مالی است، سازمان‌ها باید اطمینان حاصل کنند که روبات‌ها به داده‌های حساس دسترسی دارند و این داده‌ها به خوبی محافظت می‌شوند (کوکینا و داوونپورت، ۲۰۱۷). این امر نیاز به تدوین سیاست‌ها و رویه‌های امنیتی قوی دارد.

۵) ادغام با سیستم‌های موجود: ادغام خودکارسازی فرایند رباتیک با سیستم‌ها و نرم‌افزارهای موجود در سازمان می‌تواند چالش برانگیز باشد. نیاز به هماهنگی و تنظیمات پیچیده‌ای برای اطمینان از این وجود دارد که خودکارسازی فرایند رباتیک به درستی با سایر سیستم‌ها کار کند (لاستی و ویلوکس، ۲۰۱۶). این ادغام ممکن است به زمان و منابع قابل توجهی نیاز داشته باشد.

۶) شناسایی و مدیریت استثناها: در فرایندهای حسابرسی، همیشه استثناها و موارد غیرمعمول وجود دارد که خودکارسازی فرایند رباتیک ممکن است به درستی نتواند آن‌ها را مدیریت کند. شناسایی این استثناها و برنامه‌ریزی برای مدیریت آن‌ها در فرایندهای خودکارسازی، چالشی مهم است (چائودهوری و همکاران، ۲۰۲۰). حساب‌برسان باید راهکارهایی برای مدیریت استثناها و ناهنجاری‌ها تدوین تا از دقت و کیفیت فرایندهای خود اطمینان حاصل کنند.

پیاده‌سازی خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی می‌تواند به بهبود کارایی و دقت کمک کند، اما سازمان‌ها باید با چالش‌های آن به خوبی آشنا باشند و راهبردهای مناسبی برای مدیریت این چالش‌ها اتخاذ کنند. برنامه‌ریزی دقیق، آموزش کارکنان و ایجاد یک محیط حمایتی می‌تواند به موفقیت این فرایند کمک کند و به سازمان‌ها این امکان را بدهد که از مزایای خودکارسازی فرایند رباتیک به طور کامل بهره‌برداری کنند.

بحث و نتیجه گیری

با افزایش پیچیدگی جرائم مالی، ضرورت به کارگیری فناوری‌های نوینی همچون هوش مصنوعی و خودکارسازی رباتیک فرایندها برای تشخیص و مقابله با تقلب بیش از پیش آشکار

شده است. این پژوهش به تحلیل نقش، اثربخشی و محدودیت‌های هوش مصنوعی و خودکار سازی رباتیک فرایندها در حوزه امنیت مالی پرداخته و کاستی‌های روش‌های سنتی مبتنی بر قواعد ثابت را مورد بررسی قرار می‌دهد. در این پژوهش، با استفاده از روش مرور سیستماتیک ادبیات، پژوهش‌های پیشین، نمونه‌های عملی و گزارش‌های صنعت مالی تحلیل شده است تا تأثیر هوش مصنوعی و خودکار سازی رباتیک فرایندها بر کشف تقلب ارزیابی شود. این مقاله همچنین، به بررسی نقش فناوری‌های نوین مانند خودکار سازی رباتیک فرایندها و هوش مصنوعی در تحول فرایندهای حسابرسی پرداخته است.

یافته‌ها، نشان می‌دهد که این فناوری‌ها با خودکار سازی وظایف تکراری، پردازش داده‌های بلادرنگ و شناسایی الگوهای ناهنجار، توانسته‌اند دقت و سرعت عملیات حسابرسی را به میزان قابل توجهی افزایش دهند. به ویژه در حوزه تشخیص تقلب مالی، ترکیب خودکار سازی فرایند رباتیک و هوش مصنوعی منجر به کاهش چشمگیر خطاهای انسانی و بهبود شفافیت فرایندها شده است. با این حال، پیاده‌سازی این فناوری‌ها با چالش‌های متعددی روبرو بوده است. از جمله می‌توان به مقاومت کارکنان در برابر تغییر، نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه سنگین، چالش‌های فنی ادغام با سیستم‌های موجود و نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی داده‌ها اشاره کرد. همچنین، مسائل اخلاقی ناشی از تصمیم‌گیری‌های الگوریتمی و نیاز به نظارت انسانی مستمر از دیگر مواردی است که باید مورد توجه قرار گیرد. برای بهره‌برداری مؤثر از این فناوری‌ها، مقاله پیشنهاد می‌کند سازمان‌ها روی توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی تفسیرپذیر تمرکز کنند، برنامه‌های آموزشی جامعی برای کارکنان تدوین نمایند و پیاده‌سازی را به صورت تدریجی و گام به گام انجام دهند. همچنین، ایجاد چارچوب‌های نظارتی مناسب برای پاسخگویی سیستم‌های خودکار و بررسی تأثیرات اجتماعی این تحولات از جمله مواردی است که نیاز به پژوهش‌های بیشتر دارد. در نهایت، می‌توان گفت که فناوری‌های خودکار سازی فرایند رباتیک و هوش مصنوعی در حال شکل‌دهی به آینده صنعت حسابرسی هستند. سازمان‌هایی که بتوانند به خوبی از عهده چالش‌های پیاده‌سازی این فناوری‌ها برآیند، قادر خواهند بود نه تنها در کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی موفق باشند، بلکه به عنوان پیشگامان تحول دیجیتال در حوزه مالی و حسابرسی شناخته شوند. این تحول نیازمند همکاری نزدیک بین متخصصان فناوری اطلاعات، حسابرسان و نهادهای نظارتی است تا بتوان به صورت متوازن از مزایای این فناوری‌ها بهره برد.

پیشنهادهای برای بهبود پیاده‌سازی خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی شامل چند جنبه کلیدی است. نخست، سازمان‌ها باید بر توسعه هوش مصنوعی تفسیرپذیر و سامانه‌های دفاعی مقاوم تمرکز کنند تا به بهبود دقت و امنیت در فرایندهای حسابرسی کمک کنند. همچنین، ادغام مقرون‌به‌صرفه خودکارسازی رباتیک فرایندها با سیستم‌های موجود در سازمان باید مورد توجه قرار گیرد تا از بروز مشکلات ناشی از عدم هماهنگی جلوگیری شود. علاوه بر این، فراهم آوردن آموزش‌های لازم برای کارکنان به منظور افزایش آگاهی و مهارت‌های فنی آن‌ها در استفاده از فناوری‌های نوین ضروری است. همچنین، سازمان‌ها باید برنامه‌های ترویجی و آموزشی را طراحی کنند که مزایای خودکارسازی فرایند رباتیک را برای کارکنان توضیح دهد و به آن‌ها احساس امنیت و اطمینان بدهد. در نهایت، توجه به مسائل امنیتی و حریم خصوصی داده‌ها باید در اولویت قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که اطلاعات حساس به خوبی محافظت می‌شوند و این امر به عنوان جزء اساسی در پیاده‌سازی خودکارسازی فرایند رباتیک در نظر گرفته شود. با اتخاذ این پیشنهادات، سازمان‌ها می‌توانند به بهبود کارایی و دقت خدمات حسابرسی خود دست یابند.

References

- Adewumi, B. (2024). Nigeria: Artificial intelligence to push e-commerce fraud to \$107 billion. *Niger. Trib.* Retrieved October 25, 2024, from <https://www.zawya.com/en/economy/africa/nigeria-artificial-intelligence-to-push-ecommerce-fraud-to-107bln-xvcqts0q>
- Aguirre, S., & Rodriguez, A. (2017). Robotic process automation: A transformative technology for the finance and accounting function. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(1), 1-10.
- Akintaro, S. (2023, August 24). Banks' losses to frauds hit N5.79 billion in Q2 2023 – FITC. *Nairametrics*. <https://nairametrics.com/2023/08/24/banks-losses-to-frauds/>
- Alarfaj, F. K., Malik, I., Khan, H. U., Almusallam, N., Ramzan, M., & Ahmed, M. (2022). Credit card fraud detection using state-of-the-art machine learning and deep learning algorithms. *IEEE Access*, 10, 39700-39715.
- Al-Hashedi, K. G., & Magalingam, P. (2021). Financial fraud detection applying data mining techniques: A comprehensive review from 2009 to 2019. *Computer Science Review*, 40, 100402. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2021.100402>
- Appelbaum, D., & Nehmer, R. (2017). The coming disruption of drones, robots, and bots: How will it affect CPAs and accounting practice? *The CPA Journal*, 87(6), 44–44.

- Association of Certified Fraud Examiners. (2018). *Global study on occupational fraud and abuse: Report to the nation* (10).
- Association of Certified Fraud Examiners. (2019). *Fraud tree*. <https://www.acfe.com/rtn2016/images/fraud-tree.jpg>
- Ayinla, B. S., Atadoga, A., Ike, C. U., Ndubuisi, N. L., Asuzu, O. F., & Adeleye, R. A. (2024). The role of robotic process automation (RPA) in modern accounting: A review—Investigating how automation tools are transforming traditional accounting practices. *Engineering Science & Technology Journal*, 5(2), 427–447. <https://doi.org/10.51594/estj/v5i2.804>
- Bello, O. A., Folorunso, A., Onwuchekwa, J., & Ejiofor, O. E. (2023). A comprehensive framework for strengthening USA financial cybersecurity: Integrating machine learning and AI in fraud detection systems. *European Journal of Computer Science and Information Technology*, 11(6), 62-83.
- Bolton, R. J., & Hand, D. J. (2002). Statistical fraud detection: A review. *Statistical Science*, 17(3), 235–249.
- Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomaly detection: A survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 41(3), 1-58.
- Chaudhuri, A., Ghosh, D., & Shankar, R. (2020). The impact of automation on the audit profession: A study of RPA and AI. *Journal of Business Research*, 120, 239-248.
- Cohen, M., Rozario, A., & Zhang, C. (2019). Exploring the use of robotic process automation (RPA) in substantive audit procedures. *The CPA Journal*, 89(7), 49–53.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Deloitte. (2021). *The future of risk in financial services: Intelligent automation*. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Financial-Services/gx-fsi-future-of-risk-report.pdf>
- Dhieb, N., Ghazzai, H., Besbes, H., & Massoud, Y. (2020). A secure AI-driven architecture for automated insurance systems: Fraud detection and risk measurement. *IEEE Access*, 8, 58546-58558.
- Edghiem, F., Hariri, N., & Alkhalifah, E. S. (2022). The application of robotic process automation (RPA) in accounting: The perspective of the Lebanese economic crisis. In M. Ali (Ed.), *Future role of sustainable innovative technologies in crisis management* (pp. 113-124). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-9815-3.ch009>
- Ernst and Young. (2021). *Robotic process automation in mining and metals*. https://www.ey.com/en_gl/mining-metals/robotic-process-automation
- Ernst and Young. (2022). *Robotic process automation (RPA)*. https://www.ey.com/en_gl/tax/robotic-process-automation-rpa
- Gartner. (2020). *Market guide for robotic process automation software*. Retrieved from <https://www.gartner.com/en/documents/3835771>

- Godwin, F. O. (2025). The role of artificial intelligence and robotic process automation (RPA) in fraud detection: Enhancing financial security through automation. *International Journal of Finance*, 10(3), 80–100.
- Hasan, M. R., Gazi, M. S., & Gurung, N. (2024). Explainable AI in credit card fraud detection: Interpretable models and transparent decision-making for enhanced trust and compliance in the USA. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 6(2), 01-12.
- Hazar, H. B., & Toplu, C. (2023). The use of robotic process automation in accounting. *Prizren Social Science Journal*, 7(3). <https://doi.org/10.32936/psj.v7i3.481>
- Hilal, W., Gadsden, S. A., & Yawney, J. (2022). Financial fraud: A review of anomaly detection techniques and recent advances. *Expert Systems with Applications*, 193, 116429.
- Huang, F., & Vasarhelyi, M. (2019). Applying robotic process automation (RPA) in auditing: A framework. *International Journal of Accounting Information Systems*, 35, 100433.
- Huang, G. Q., Zhang, Y., & Liu, Y. (2020). Challenges and solutions for RPA implementation in the auditing process. *International Journal of Accounting Information Systems*, 37, 100467.
- Huang, S. C., McIntosh, S., & Muntermann, J. (2020). AI-based fraud detection in banking: A review. *Journal of Banking and Financial Technology*, 4(2), 123-137. <https://doi.org/10.1007/s42786-020-00022-1>
- Issa, H., Sun, T., & Vasarhelyi, M. A. (2016). Research ideas for artificial intelligence in auditing: The formalization of audit and workforce supplementation. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 13(2), 1-20.
- Kokina, J., & Blanchette, S. (2019). Early evidence of digital labor in accounting: Innovation with robotic process automation. *International Journal of Accounting Information Systems*, 100431.
- Kokina, J., & Davenport, T. H. (2017). The emergence of RPA in accounting: A new era of innovation. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(1), 1-10.
- Kotagiri, A. (2023). Mastering fraudulent schemes: A unified framework for AI-driven US banking fraud detection and prevention. *International Transactions in Artificial Intelligence*, 7(7), 1-19.
- Lacity, M. C., & Willcocks, L. P. (2016). Robotic process automation at Deloitte: A case study. *The Journal of Information Technology Teaching Cases*, 6(1), 1-7.
- Lacity, M., & Willcocks, L. (2016). A new approach to automating services. *MIT Sloan Management Review*, 58(1), 41-49. <https://sloanreview.mit.edu/article/a-new-approach-to-automating-services>
- Liu, X., & Ishak, N. N. B. M. (2023). Research on the application and development of RPA in accounting higher vocational education: A Chinese perspective. *International Journal of Education and Humanities*, 10(2), 178-182. <https://doi.org/10.54097/ijeh.v10i2.11592>

- Merdassa, N. A. (2023). Reduction of transaction failures in a constrained distributed payment processing system through machine learning and a federated timeout interval negotiation protocol (Doctoral dissertation, The George Washington University).
- 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.
- Ndukwe, E. R., & Baridam, B. (2023). A graphical and qualitative review of literature on AI-based cyber-threat intelligence (CTI) in the banking sector. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 8(5), 59–69.
- Ngai, E. W. T., Hu, Y., Wong, Y. H., Chen, Y., & Sun, X. (2011). The application of data mining techniques in financial fraud detection: A classification framework and an academic review of literature. *Decision Support Systems*, 50(3), 559–569.
- Nia, E. H., & Said, J. (2015). Assessing fraud risk factors of assets misappropriation: Evidence from Iranian banks. *Procedia Economics and Finance*, 31(15), 919–924.
- Ning, W., Lyu, X., Yuan, Y., Chen, L., & Tao, W. Q. (2024). Comprehensive evaluation of proton exchange membrane fuel cell-based combined heat and power system with lithium-ion battery under rule-based strategy. *Journal of Energy Storage*, 88, 111620.
- Oloni, V. (2024). From brick to click: E-commerce and the future of retail. Retrieved October 24, 2024, from <https://www.verivafrika.com/insights/from-brick-to-click-e-commerce-and-the-future-of-retail>
- Osman, C. C. (2019). Robotic process automation: Lessons learned from case studies. *Informatica Economica*, 23(4), 66–75.
- Patil, N. S., Kamanavalli, S., Hiregoudar, S., Jadhav, S., Kanakraddi, S., & Hiremath, N. D. (2021). Vehicle insurance fraud detection system using robotic process automation and machine learning. In *2021 International Conference on Intelligent Technologies (CONIT)* (pp. 1-5). doi: 10.1109/CONIT51480.2021.9498507.
- Petraşcu, D., & Tieanu, A. (2014). The role of internal audit in fraud prevention and detection. *Procedia Economics and Finance*, 16(May), 489–497.
- Pikkarainen, T., Pikkarainen, K., Karjaluo, H., & Pahnla, S. (2004). Consumer acceptance of online banking: An extension of the technology acceptance model. *Internet Research*, 14(3), 224–235. <https://doi.org/10.1108/10662240410542652>
- Plattfaut, R., & Borghoff, V. (2022). Robotic process automation: A literature-based research agenda. *Journal of Information Systems*, 36(2), 173–191. <https://doi.org/10.2308/ISYS-2020-033>.
- PwC. (2020). Financial services technology 2020 and beyond: Embracing disruption. Retrieved from <https://www.pwc.com/gx/en/financial-services/assets/pdf/technology2020-and-beyond.pdf>

- Rechtman, Y. (2021). Can robotic process automation improve quality control in audits? *The CPA Journal*. <https://www.cpajournal.com/2021/08/10/can-robotic-process-automation-improve-quality-control-in-audits>.
- Roshanaei, M., Khan, M. R., & Sylvester, N. N. (2024). Navigating AI cybersecurity: Evolving landscape and challenges. *Journal of Intelligent Learning Systems and Applications*, 16(3), 155-174.
- Sontan, A. D., & Samuel, S. V. (2024). The intersection of artificial intelligence and cybersecurity: Challenges and opportunities. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(2), 1720-1736.
- Suh, J. B., Nicolaides, R., & Trafford, R. (2019). The effects of reducing opportunity and fraud risk factors on the occurrence of occupational fraud in financial institutions. *International Journal of Law, Crime and Justice*, 56(January), 79-88.
- Syed, R., Suriadi, S., Adams, M., Bandara, W., Leemans, S. J. J., Ouyang, C., Ter Hofstede, A. H. M., Van De Weerd, I., Wynn, M. T., & Reijers, H. A. (2020). Robotic process automation: Contemporary themes and challenges. *Computers in Industry*, 115, 103162.
- Tiron-Tudor, A., Lacurezeanu, R., Bresfelean, V., & Donțu, A. (2023). Perspectives on how robotic process automation is transforming accounting and auditing services. *Accounting Perspectives*. <https://doi.org/10.1111/1911-3838.12351>
- Tucker, I. (2017). Are you ready for your robots? *Strategic Finance*, 99(5), 48-53.
- UiPath. (2022). JPMorgan Chase leverages UiPath RPA to combat financial fraud. Retrieved from <https://www.uipath.com/resources/automation-case-studies/jpmorgan-chase>
- Vaidya, S., & Ranjan, P. (2020). Adoption of robotic process automation in auditing: Challenges and opportunities. *Journal of Accounting and Finance*, 20(2), 76-84.
- van der Aalst, W. M. P., Bichler, M., & Heinzl, A. (2018). Robotic process automation. In *Business and Information Systems Engineering*, 60(4), 269-272.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186-204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Willcocks, L., & Lacity, M. (2016). *Service automation: Robots and the future of work*. Steve Brookes Publishing. Retrieved from University of Buckingham: <https://www.buckingham.ac.uk/wp-content/uploads/2021/08/Service-Automation-Robots-and-the-Future-of-Work.pdf>
- Wojciechowska-Filipek, S. (2019). Automation of the process of handling enquiries concerning information constituting a bank secret. *Banks and Bank Systems*, 14(3), 175-186.

- Xu, J., Yang, T., Zhuang, S., Li, H., & Lu, W. (2024). AI-based financial transaction monitoring and fraud prevention with behavior prediction.
- Zhang, C. (2019). Intelligent process automation in audit. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 16(2), 69–88.
- Zhang, Y., Chen, L., & Wang, Y. (2020). A survey on fraud detection techniques in financial applications. *Journal of Financial Crime*, 27(3), 682-693.
- Zhou, S., Jadoon, W., & Shuja, J. (2021). Machine learning-based offloading strategy for lightweight user mobile edge computing tasks. *Complexity*, 2021, 1-11.

نقش فرایندهای رباتیک در تحول حسابرسی: بررسی فرایند رباتیک و تأثیر آن بر کارایی و اشتغال در حسابرسی حسنعلی اخلاقی^۱

چکیده

با پیشرفت‌های سریع فناوری، به‌ویژه در حوزه سیستم‌های خودکار و رباتیک، فرایندهای حسابرسی دستخوش تحولاتی چشمگیر شده‌اند. این تغییرات نه تنها بر افزایش کارایی و دقت فرایندهای حسابرسی تأثیر گذاشته‌اند، بلکه نگرانی‌هایی را نیز درباره آینده مشاغل و مهارت‌های لازم در این حوزه به همراه داشته‌اند. این پژوهش به بررسی تأثیرات خودکارسازی فرایندهای رباتیک بر حسابرسی می‌پردازد و به دنبال پاسخ به این سؤال است که چگونه این فناوری‌ها می‌توانند به بهبود فرایندهای حسابرسی کمک کنند و در عین حال چه چالش‌هایی را به همراه دارند. نتایج پژوهش نشان می‌دهند که خودکارسازی فرایندهای رباتیک با کاهش زمان و هزینه‌های مرتبط با فعالیت‌های تکراری، به حساب‌برسان این امکان را می‌دهد که بر تحلیل‌های عمیق‌تر و سنجش ریسک متمرکز شوند. همچنین، این فناوری می‌تواند به افزایش دقت در پردازش اطلاعات و پایش لحظه‌ای عملیات کمک کند. اما در عین حال، این تحولات چالش‌هایی از جمله کاهش مشاغل سنتی و تغییر ماهیت نقش‌های شغلی را به همراه دارند. این امر نیازمند بازنگری در ساختار تیم‌های حسابرسی و تدوین برنامه‌های آموزشی جدید برای ارتقای مهارت‌های انسانی در این حوزه است. در پایان، با توجه به یافته‌ها، می‌توان گفت که خودکارسازی فرایندهای رباتیک نه تنها به بهبود کارایی و دقت در حسابرسی کمک می‌کند، بلکه نیاز به تغییرات اساسی در ساختارهای شغلی و مهارت‌های مورد نیاز را نیز مطرح می‌سازد. ایجاد «حسابرس هوشمند» که ترکیبی از قضاوت انسانی و الگوریتم‌های پیشرفته باشد، می‌تواند پاسخی مناسبی به این چالش‌ها باشد.

واژه‌های کلیدی: خودکارسازی فرایندهای رباتیک، فناوری‌های نوین حسابرسی، تحولات آینده‌ی حسابرسی، نیروی کار هوشمند.

طبقه‌بندی موضوعی: M42, H21, Q53

مقدمه

خودکارسازی فرایندهای رباتیک^۱، یک فناوری است که دنیای مدیریت فرایندهای کسب و کار را متحول کرده و به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد تا کارهای عادی را خودکارسازی کرده، عملکرد فرایندهای کسب و کار را بهبود بخشند و هزینه‌ها را کاهش دهند. در ادامه توضیح داده خواهد شد که چگونه خودکارسازی فرایندهای رباتیک به همراه مدیریت فرایندهای کسب و کار هوشمند، فرایندهای کسب و کار را از طریق استفاده از خودکارسازی فرایندهای رباتیک، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین متحول خواهد کرد. با ادغام خودکارسازی شناختی، مدیریت فرایندهای کسب و کار هوشمند نه تنها فرایندها را خودکارسازی می‌کند، بلکه تصمیم‌گیری‌ها را بهبود می‌بخشد، خطاها را کاهش می‌دهد و رضایت مشتری را افزایش می‌دهد. این مقاله همچنین به طور مختصر، به سایر کاربردهای خودکارسازی فرایندهای رباتیک در مدیریت فرایندهای کسب و کار در زمینه‌های، منابع انسانی، خدمات مشتری و مدیریت زنجیره تأمین می‌پردازد (وایت^۲، ۲۰۲۵). این ربات‌های نرم‌افزاری تعاملات انسانی با سیستم‌های دیجیتال را شبیه‌سازی می‌کنند تا وظایف مختلفی مانند ورود داده‌ها، پردازش معاملات و ایجاد گزارش‌ها را انجام دهند (باتاچاریه و همکاران^۳، ۲۰۲۳). هدف اصلی خودکارسازی فرایندهای رباتیک بهبود کارایی، کاهش خطاها و آزاد کردن کارکنان انسانی برای تمرکز بر فعالیت‌های پیچیده‌تر و استراتژیک است (دانداله و همکاران^۴، ۲۰۲۳). خودکارسازی فرایندهای رباتیک مزایای زیادی دارد که شامل افزایش تولید و کارایی، کاهش هزینه‌ها، بهبود دقت و کاهش خطاها، بهبود انطباق، تقویت تجربه مشتری، آزادسازی کارکنان انسانی و ادغام غیرجراحی است (هاراست^۵، ۲۰۲۰). ربات‌های خودکارسازی فرایندهای رباتیک می‌توانند به صورت ۲۴ ساعته و بدون وقفه کار کنند و وظایف را سریع‌تر و با دقت بیشتری انجام دهند، که منجر به کاهش زمان پردازش و بهبود کارایی عملیاتی می‌شود. همچنین، با خودکارسازی وظایف تکراری، نیاز به دخالت انسانی کاهش یافته و هزینه‌ها به طور قابل توجهی صرفه‌جویی می‌شود (کونینگ و همکاران^۶، ۲۰۲۰). از طرفی، خودکارسازی فرایندهای رباتیک کمک

1. Robotic Process Automation (RPA)

2. White

3. Bhattacharyya et al.

4. Dandale et al

5. Harrast

6. Konig et al

می‌کند تا دقت کارها افزایش یابد و خطر خطاهای انسانی کاهش یابد (باتاچاریه و همکاران، ۲۰۲۳)، همچنین فرایندهای سازمانی را اتوماسیون کرده و انطباق با مقررات را تضمین می‌کند (وایت، ۲۰۲۵). با آزادسازی کارکنان برای تمرکز بر وظایف ارزشمندتر، رضایت شغلی و انگیزه افزایش می‌یابد (بهاردواج و همکاران^۱، ۲۰۲۴).

حوزه حسابرسی و حسابداری، در حال تجربه تحولی عمیق است که ناشی از پیشرفت‌های فناوری است و روش‌های سنتی را به چالش می‌کشد. در رأس این تغییرات، خودکارسازی فرایندهای رباتیک قرار دارد، که نوعی نرم‌افزار است که کارهای انسانی را شبیه‌سازی می‌کند تا وظایف تکراری و مبتنی بر قواعد را با سرعت و دقت انجام دهد (رازاریو و واسارلی^۲، ۲۰۱۸). خودکارسازی فرایندهای رباتیک، هنگامی که با فناوری‌های مکملی مانند هوش مصنوعی^۳، یادگیری ماشین و تجزیه و تحلیل داده‌های کلان ترکیب می‌شود، می‌تواند عملکردهای حسابرسی را فراتر از مرزهای سنتی ارتقا دهد و امکان دریافت اطلاعات در زمان واقعی، نظارت مستمر و ارزیابی هوشمند ریسک را فراهم کند (ایسا و همکاران^۴، ۲۰۱۶). در دنیای دیجیتال امروز، شرکت‌های حسابرسی تحت فشار هستند تا کارایی خود را افزایش دهند و در عین حال، دقت و انطباق بالایی را حفظ کنند. فرایندهای دستی حسابرسی به‌طور فزاینده‌ای به‌عنوان روشی ناکافی برای مدیریت حجم زیاد داده‌های پیچیده و در زمان واقعی شناخته می‌شوند (یون و همکاران^۵، ۲۰۱۵). به همین دلیل، شرکت‌ها به سمت فناوری‌های خودکارسازی روی می‌آورند که امکان استخراج، اعتبارسنجی و تسویه داده‌ها را به‌صورت یکپارچه از سیستم‌های مختلف فراهم می‌کنند. ادغام غیر تهاجمی خودکارسازی فرایندهای رباتیک با زیرساخت‌های فناوری اطلاعات موجود و همچنین قابلیت‌های مقیاس‌پذیری و ردیابی حسابرسی، آن را به یک راه‌حل جذاب برای حرفه‌ای‌های و سازمان‌ها در سطح جهانی تبدیل کرده است (لاستی و ویلکاکس^۶، ۲۰۱۶). اما این افزایش در خودکارسازی، چالش‌های قابل توجهی را نیز به همراه دارد که مهم‌ترین آن‌ها جابجایی شغلی است. با افزایش وظایف انجام‌شده توسط ماشین‌ها، که

¹. Bhardwaj et al

². Rozario & Vasarhelyi

³. Artificial intelligence (AI)

⁴. Issa et al

⁵. Yoon et al

⁶. Lacity & Willcocks

پیش تر توسط حسابرسان تازه کار یا کارکنان دفتری انجام می شد، نگرانی ها در مورد آینده شغل های حسابداری بیشتر شده است.

چند مطالعه پیش بینی می کنند که نقش های روزمره حسابرسی از بین خواهند رفت و در عوض نقش های جدیدی ظهور خواهند کرد که بر تفسیر داده ها، نظارت بر سیستم و حاکمیت اخلاقی تأکید دارند (لویی و شوم^۱، ۲۰۲۱). این تغییرات نشان دهنده نیاز به بازنگری در برنامه های درسی حسابداری، آموزش شغلی و برنامه های گواهینامه برای آماده سازی نیروی کار آینده در یک چشم انداز حسابرسی پیشرفته است (فرناندز و آمان^۲، ۲۰۱۸). برای درک بهتر تأثیرات دوگانه خود کارسازی فرایندهای رباتیک، ضروری است که همزمان به بررسی افزایش کارایی و پیامدهای انسانی ناشی از خود کارسازی پردازیم. جدول شماره ۱، نمای مقایسه ای از فرایندهای حسابرسی سنتی در مقابل حسابرسی تقویت شده با خود کارسازی فرایندهای رباتیک را ارائه می دهد و تغییرات در اجراء، وابستگی به نیروی کار و کیفیت خروجی را نشان می دهد.

جدول شماره ۱. مقایسه حسابرسی سنتی و حسابرسی تقویت شده با خود کارسازی فرایندهای رباتیک

ویژگی	حسابرسی تقویت شده با خود کارسازی فرایندهای رباتیک	حسابرسی سنتی
جمع آوری داده ها	استخراج خود کار از منابع متعدد	ورود و اعتبارسنجی دستی داده ها
سرعت فرایند	اجرای سریع و موازی	زمان بر و ترتیبی
نرخ خطا	به طور قابل توجهی کمتر، بسته به دقت الگوریتم	بالاتر به دلیل خستگی و نظارت انسانی
مقیاس پذیری	بسیار مقیاس پذیر بدون افزایش هزینه متناسب	محدود به در دسترس بودن کارکنان
کارایی هزینه	کاهش هزینه های عملیاتی در بلندمدت	نیازمند نیروی کار زیاد و پرهزینه
نیاز به کارکنان	کاهش برای وظایف کم مهارت، افزایش برای نظارت فناوری	بالا برای وظایف تکراری

ویژگی	حسابرسی تقویت‌شده با خودکارسازی فرایندهای رباتیک	حسابرسی سنتی
ردیابی و شفافیت حسابرسی	ثبت‌های حسابرسی خودکار، زمان‌دار و غیرقابل تغییر	ثبت دستی، اغلب نامنظم
انطباق با مقررات	بررسی و هشدارهای انطباق در زمان واقعی	مستعد نظارت انسانی
تمرکز حساب‌برسان انسانی	تحلیل استراتژیک، قضاوت و شناسایی ناهنجاری‌ها	مدیریت وظایف گسترده، شامل بررسی‌های روتین

این جدول نمای کاملی از تفاوت‌ها و مزایای هر دو نوع حسابرسی را نشان می‌دهد و به درک بهتر از تأثیر خودکارسازی بر فرایندهای حسابرسی کمک می‌کند.

ظهور فناوری‌هایی مانند خودکارسازی فرایندهای رباتیک، پرسش‌های عمیقی را در حوزه حسابرسی برانگیخته است: آیا این فناوری‌ها صرفاً ابزارهایی کارآمد برای بهبود فرایندهای موجود هستند، یا نشانگر دگرگونی اساسی در ماهیت حرفه حسابرسی محسوب می‌شوند؟ برخی از سازمان‌ها، خودکارسازی را راهکاری موقت برای جبران کمبود نیروی انسانی یا رفع نقص‌های عملیاتی می‌دانند. در این نگاه، خودکارسازی فرایندهای رباتیک به عنوان یک حل‌کننده مشکلات جاری تعریف می‌شود، بدون آنکه ماهیت سنتی حسابرسی را زیر سؤال ببرد. در مقابل، بسیاری از صاحب‌نظران معتقدند خودکارسازی، الگوی جدیدی از حسابرسی ترکیبی را پایه‌ریزی کرده است؛ الگویی که در آن بینش انسانی و محاسبات ماشینی نه تنها مکمل یکدیگرند، بلکه با هم ادغام می‌شوند تا استانداردهای کیفی جدیدی خلق کنند (ساتون و آرنولد^۱، ۲۰۱۸). این پژوهش به بررسی تأثیرات خودکارسازی بر صنعت حسابرسی می‌پردازد و با ارائه چارچوبی راهبردی، به دنبال حفظ ارزش‌های انسانی در این حرفه و بهره‌گیری از مزایای فناوری است. در نهایت، سوالی که باقی می‌ماند این است: چگونه می‌توانیم تحول دیجیتال را در حسابرسی به گونه‌ای مدیریت کنیم که هم بهره‌وری را افزایش دهد و هم اصول اخلاقی و حرفه‌ای را حفظ کند؟

^۱ . Sutton & Arnold

مراحل اصلی روش پژوهش در این مقاله شامل انتخاب موضوع و سوال پژوهشی، جستجو و جمع‌آوری منابع، ارزیابی و انتخاب مقالات، تحلیل و استخراج اطلاعات، سازماندهی اطلاعات است. داده‌های مورد نیاز این پژوهش از منابعی همچون مقالات علمی منتشر شده در مجلات معتبر و مقالات کنفرانس‌های تخصصی گردآوری شده است. این منابع از طریق پایگاه‌های اطلاعاتی علمی **Science Direct** و **Google Scholar** شناسایی و استخراج گردیدند. محدوده زمانی جستجو به اسناد انگلیسی زبان منتشر شده بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ محدود گردید تا از به روز بودن اطلاعات اطمینان حاصل شود. اطلاعات کلیدی از مقالات منتخب استخراج می‌شود که شامل یافته‌ها، نقاط قوت و ضعف و نتیجه‌گیری‌ها درباره نقش خودکارسازی فرایندهای رباتیک در تحول حسابرسی: بررسی خودکارسازی فرایند رباتیک و تأثیر آن بر کارایی و اشتغال در حسابرسی است. در نهایت، اطلاعات استخراج شده در یک ساختار منطقی سازماندهی شده و به گونه‌ای ترکیب می‌شوند که دیدگاه کلی و جامع درباره تأثیر خودکارسازی فرایند رباتیک بر کارایی و اشتغال در حسابرسی ارائه دهند.

مبانی نظری پژوهش

تحولات خودکارسازی در حسابرسی

خودکارسازی فرایندهای رباتیک، یک فناوری نرم‌افزاری مبتنی بر قوانین است که فرایندهای تجاری عادی را خودکارسازی می‌کند. از آنجا که خودکارسازی فرایندهای رباتیک یک نرم‌افزار است، تنها می‌تواند وظایف دیجیتال را انجام دهد. بخش قابل برنامه‌ریزی آن به نام ربات‌ها یا بات‌ها شناخته می‌شود. خودکارسازی فرایندهای رباتیک مبتنی بر قوانین است (پلاتفوت و بورقوف، ۲۰۲۲). برای ساخت خودکارسازی فرایندهای رباتیک نیازی به داده وجود ندارد، زیرا تخصص انسانی به صورت مجموعه‌ای از شرایط کدگذاری می‌شود. خودکارسازی فرایندهای رباتیک نرم‌افزاری هوشمند نیست. برخلاف سیستم‌های هوش مصنوعی یا یادگیری ماشین، خودکارسازی فرایندهای رباتیک نمی‌تواند به طور مستقل یاد بگیرد. اگر تغییری در نحوه انجام یک فرایند رخ دهد، آن فرایند باید دوباره در خودکارسازی فرایندهای رباتیک برنامه‌نویسی شود. با این حال، خودکارسازی فرایندهای رباتیک می‌تواند در سطح رابط کاربری با نرم‌افزارهای هوشمند تعامل داشته باشد تا به یک سیستم خودکار تبدیل

شود. اگر یک یا چند سیستم هوشمند با خود کارسازی فرایندهای رباتیک تعامل کنند، این امکان وجود دارد که خود کارسازی فرایندهای رباتیک تغییرات فرایند را در زمان توسعه شرایط اقتصادی و محیطی جدید مدیریت کند (بویداس هازار و توپلو، ۲۰۲۳).

خود کارسازی، حسابرسی مداوم را تسهیل می‌کند، به طوری که داده‌های به صورت زنده نظارت و ارزیابی می‌شوند و این امکان را برای حساب‌برسان فراهم می‌آورد تا ناهنجاری‌ها و ریسک‌ها را به سرعت شناسایی کنند (کوهن و ساتن^۱، ۲۰۱۰). پیشرفت از حسابرسی دستی به فرایندهای مبتنی بر فناوری با افزایش پیچیدگی و حجم داده‌های همسو است. با توجه به اینکه کسب و کارها در محیط‌های دیجیتال فزاینده‌ای فعالیت می‌کنند، حساب‌برسان باید با داده‌های منابع متنوعی از جمله سیستم‌های خود کارسازی فرایندهای رباتیک، پلتفرم‌های ابری و شبکه‌های بلاک چین سر و کار داشته باشند. ابزارهای خود کارسازی قادر به پردازش سریع مجموعه‌های بزرگ داده و انجام محاسبات با حداقل خطا هستند و بدین ترتیب زمان و هزینه‌های مرتبط با حسابرسی‌های سنتی را کاهش می‌دهند (یون و همکاران، ۲۰۱۵). براون-لیبرد و واسرهلتی^۲ (۲۰۱۵)، اشاره می‌کنند که خود کارسازی با حفظ سوابق و لاگ‌های دیجیتال دقیق، موجب بهبود مسیر حسابرسی می‌شود که برای حساب‌برسان و نهادهای نظارتی مفید است. همچنین، فرایندهای خود کار به ارتقای عینیت و ثبات در نتایج حسابرسی کمک می‌کنند، زیرا ارزیابی‌های الگوریتمی کمتر در معرض سوگیری‌های شناختی یا خطاهای ناشی از خستگی هستند که اغلب حساب‌برسان انسانی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. با وجود مزایای آن، خود کارسازی، چالش‌های جدیدی را نیز به همراه دارد. یکی از نگرانی‌های اصلی، وابستگی بیش از حد به الگوریتم‌ها است که ممکن است به جزئیات زمینه‌ای توجه نکند که یک حساب‌برس انسانی، قادر به شناسایی آن‌ها است. همچنین مسئله ریسک‌های امنیت سایبری وجود دارد، جایی که سیستم‌های خود کار می‌توانند هدف حملات نفوذ داده قرار گیرند (آلس^۳، ۲۰۱۵).

^۱. Kuhn & Sutton

^۲. Brown-Liburd and Vasarhelyi

^۳. Alles

قابلیت‌های خود کارسازی فرایند رباتیک

خود کارسازی فرایند رباتیک، نوعی از خود کارسازی نرم‌افزاری است که از ربات‌ها برای تقلید از اقدامات انسانی در سیستم‌های دیجیتال استفاده می‌کند. در زمینه حسابرسی، خود کارسازی فرایند رباتیک به منظور خود کارسازی وظایف تکراری و مبتنی بر قوانین مانند ورود داده‌ها، تأیید صورتحساب‌ها، تطبیق بانکی و بررسی‌های انطباق، طراحی شده است (روزاریو و واسرهلثی، ۲۰۱۸). فرناندز و آمان (۲۰۱۸) تأکید می‌کنند که ابزارهای خود کارسازی فرایند رباتیک غیرمخرب بوده و می‌توانند بدون تغییرات عمده در زیرساخت‌های موجود، به سیستم‌های فعلی ادغام شوند، که این امر آن‌ها را برای خدمات حسابداری جهانی مقرون به صرفه می‌سازد. موسسات حسابرسی بزرگ چهارگانه، از خود کارسازی فرایند رباتیک برای بهینه‌سازی فرایندها و ارائه نتایج حسابرسی با دقت و زمان‌بندی بهتر استفاده کرده‌اند (ککینا و بلانشت^۱، ۲۰۱۹). در حالی که خود کارسازی فرایند رباتیک نیاز به حساب‌رسان جوان برای انجام وظایف تکراری را کاهش می‌دهد، به مهارت‌آموزی در زمینه‌هایی مانند توسعه خود کارسازی فرایند رباتیک، تحلیل داده‌ها و کنترل‌های فناوری اطلاعات نیاز دارد (لویی و شوم، ۲۰۲۱). این تحول به معنای جایگزینی حساب‌رسان نیست، بلکه بازتعریف نقش‌های آن‌ها در یک محیط تقویت‌شده توسط فناوری است (جاکوب و کارلوتی^۲، ۲۰۲۴). برای درک بهتر تمایزات و همپوشانی‌های بین خود کارسازی و خود کارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی، جدول شماره ۲، یک نمای مقایسه‌ای ارائه می‌دهد.

جدول ۲. مقایسه خود کارسازی و خود کارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی

ویژگی	خود کارسازی	خود کارسازی فرایند رباتیک
تعریف	استفاده از فناوری برای انجام وظایف با حداقل ورودی انسانی	استفاده از ربات‌ها برای تکرار وظایف انسانی تکراری و مبتنی بر قوانین
دامنه	گسترده (مانند محاسبات ابری، هوش مصنوعی، بلاک چین)	باریک و خاص به وظایف
پیچیدگی ادغام	متوسط تا بالا (ممکن است نیاز به طراحی مجدد سیستم داشته باشد)	کم (غیرمخرب برای زیرساخت‌های موجود)

^۱.Kokina & Blanchette

^۲.Jacob & Charlotte

ویژگی	خود کارسازی	خود کارسازی فرایند رباتیک
موارد استفاده	حسابرسی مداوم، شناسایی تقلب	مطابقت صورتحساب، تطبیق داده‌ها، تولید گزارش
مقیاس‌پذیری	بستگی به طراحی سیستم دارد	پس از استقرار، بسیار مقیاس‌پذیر است
پایامد هزینه	سرمایه‌گذاری اولیه بالا	هزینه نسبتاً پایین‌تری برای پیاده‌سازی
تأثیر بر مشاغل	طراحی مجدد فرایند، تغییر در نقش‌ها	جابه‌جایی شغلی در نقش‌های سطح ابتدایی؛ ظهور نقش‌های جدید در IT
مثال‌ها از ادبیات	کوهن و ساتن (۲۰۱۰)؛ ایسا و همکاران (۲۰۱۶)	روزاریو و واسرهلی (۲۰۱۸)؛ کوکینا و بلاتشت (۲۰۱۹)

سرعت و تسریع فرایند

یکی از بارزترین مزایای کارایی خود کارسازی فرایند رباتیک در توانایی آن برای پردازش سریع مجموعه‌های بزرگ داده‌ها نهفته است. وظایفی مانند استخراج داده‌ها، اعتبارسنجی ورودی‌های روزنامه و تطبیق حساب‌ها، که معمولاً نیاز به تلاش دستی گسترده دارند، اکنون می‌توانند در عرض چند دقیقه یا حتی ثانیه با استفاده از ربات‌های نرم‌افزاری به پایان برسند. به گفته روزاریو و واسرهلی (۲۰۱۸)، ادغام خود کارسازی فرایند رباتیک به حساب‌رسان این امکان را می‌دهد که از ورود دستی داده‌ها صرف‌نظر کرده و به جای آن بر ارزیابی ناهنجاری‌ها و ارزیابی ریسک تمرکز کنند. این کار، منجر به کوتاه شدن قابل توجه چرخه‌های حسابرسی می‌شود، به‌ویژه در دوران اوج حسابرسی که مهلت‌ها فشرده و بار کاری بالا است. در نتیجه، خود کارسازی فرایند رباتیک با تسریع چشمگیر فرایندهای حسابرسی، انقلابی در صنعت حسابرسی ایجاد کرده است. این تحول به حساب‌رسان امکان می‌دهد به جای صرف زمان برای کارهای معمولی، بر تحلیل‌های راهبردی، ارزیابی ریسک‌های پیچیده و ارائه مشاوره‌های تخصصی به مشتریان تمرکز کنند. با این حال، موفقیت در پیاده‌سازی این فناوری مستلزم سرمایه‌گذاری در آموزش نیروی انسانی و توسعه چارچوب‌های حاکمیتی مناسب است تا سازمان‌ها بتوانند به طور همزمان از مزایای کارایی بالا و کیفیت بی‌نظیر خدمات بهره‌مند شوند. بنابراین، سرعت و تسریع فرایندهای حسابرسی با استفاده از خود کارسازی فرایند رباتیک نه تنها به بهبود کارایی کمک می‌کند، بلکه

به حساب‌برسان این امکان را می‌دهد که به‌طور مؤثرتری به نیازهای مشتریان پاسخ دهند و خدمات بهتری ارائه دهند.

نظارت در زمان واقعی و گزارش‌دهی مداوم

خودکارسازی فرایند رباتیک وقتی با پلتفرم‌های تحلیلی و هوش مصنوعی ادغام می‌شود، امکان حسابرسی در زمان واقعی و نظارت مداوم را فراهم می‌آورد. این ادغام نه تنها به افزایش کارایی و دقت در فرایندهای حسابرسی کمک می‌کند، بلکه به شرکت‌ها این امکان را می‌دهد که به‌صورت فعال و مداوم بر روی داده‌ها و تراکنش‌ها نظارت داشته باشند. به‌علاوه، این انتقال به‌طور قابل توجهی با رویکرد سنتی حسابرسی که به‌صورت گذشته‌نگر عمل می‌کند، متفاوت است. در روش‌های سنتی، حساب‌برسان به بررسی داده‌ها و تراکنش‌های گذشته می‌پردازند و معمولاً در پایان هر دوره به تحلیل و ارزیابی می‌پردازند. این روش نه تنها زمان‌بر است، بلکه ممکن است به شناسایی ناهنجاری‌ها و مشکلات در زمان مناسب منجر نشود. اما با استفاده از خودکارسازی فرایند رباتیک و ادغام آن با هوش مصنوعی، شرکت‌ها می‌توانند به‌صورت پیوسته و در زمان واقعی اطلاعات را جمع‌آوری و تحلیل کنند. این رویکرد به حساب‌برسان این امکان را می‌دهد که به محض شناسایی هرگونه ناهنجاری یا ریسک، به سرعت واکنش نشان دهند و اقدامات لازم را انجام دهند (جاکوب و کارلوتی، ۲۰۲۴). عیسی و همکاران (۲۰۱۶) تأکید می‌کنند که حسابرسی مداوم به شرکت‌ها این امکان را می‌دهد که ناهنجاری‌ها و ریسک‌ها را در حین وقوع شناسایی کنند. این کار، موجب مداخله پیشگیرانه و اصلاح فوری می‌شود. شرکت‌هایی که از خودکارسازی به این شیوه بهره می‌برند، قادر به نظارت بر تراکنش‌ها در حین انجام آن‌ها هستند و فعالیت‌های غیرعادی را در زمان واقعی شناسایی می‌کنند. این موضوع، به‌طرز چشمگیری زمان فاصله بین وقوع رویداد و آگاهی حساب‌برس را کاهش می‌دهد.

مطالعات موردی

۱- دیلوئیت و خودکارسازی شناختی

موسسه حسابرسی دیلوئیت^۱، یکی از پیشروان نوآوری در حسابرسی، ابزارهای خودکارسازی فرایند رباتیک شناختی را برای بهبود عملکردهای حسابرسی خود مورد استفاده قرار داده است. این شرکت با توسعه ربات‌هایی که توانایی انجام وظایف تکراری و زمان‌بر را دارند، توانسته است دقت و سرعت فرایندهای حسابرسی را افزایش دهد. ربات‌های دیلوئیت، قادر به جمع‌آوری داده‌ها از منابع مختلف و تحلیل آن‌ها هستند و به حساب‌رسان این امکان را می‌دهند که بر روی تحلیل‌های پیچیده‌تر و تصمیم‌گیری‌های راهبردی تمرکز کنند. این فناوری نه تنها به کاهش زمان و هزینه‌ها کمک کرده، بلکه کیفیت خدمات ارائه‌شده به مشتریان را نیز بهبود بخشیده است. با ادغام ربات‌هایی که نه تنها وظایف مبتنی بر قوانین را خودکار می‌کنند بلکه از رفتار تاریخی حسابرسی نیز یاد می‌گیرند، دیلوئیت توانسته است بیش از ۵۰ فعالیت مرتبط با حسابرسی را خودکار کند (دیلوئیت، ۲۰۲۱). طبق بررسی‌های داخلی عملکرد منتشر شده توسط انتشارات انجمن حسابداری آمریکا^۲ (۲۰۱۹)، این موضوع منجر به کاهش تقریبی ۴۰ درصدی هزینه‌های نیروی کار شده و به حساب‌رسان این امکان را داده است که بیشتر بر روی حوزه‌های پرخطر و نیازمند قضاوت تمرکز کنند.

۲- ارنست و یانگ و تجزیه و تحلیل داده‌های بلادرنگ

به‌طور مشابه، موسسه حسابرسی ارنست و یانگ^۳ (۲۰۲۰)، خودکارسازی فرایند رباتیک را به همراه تجزیه و تحلیل داده‌ها به کار گرفت تا به سمت خدمات اطمینان‌بخشی بلادرنگ حرکت کند. ربات‌های آن‌ها چک‌های اعتبارسنجی داده را به‌طور همزمان در هزاران تراکنش انجام می‌دهند و از دقت اطمینان حاصل کرده و ناهمخوانی‌ها را به‌طور فوری شناسایی می‌کنند. ارنست و یانگ گزارش داد که این ادغام به‌طور قابل توجهی اثربخشی برنامه‌ریزی حسابرسی را بهبود بخشیده و خستگی ناشی از حسابرسی را با واگذاری وظایف زمان‌بر به ماشین‌ها کاهش داده است (یون و همکاران، ۲۰۱۵).

^۱. Deloitte

^۲. American Accounting Association (AAA)

^۳. Ernst & Young (EY)

۳- کی پی ام جی و تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ

موسسه حسابرسی کی پی ام جی^۱، به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین موسسات حسابرسی و مشاوره‌ای، به‌خوبی از تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ^۲ برای بهبود فرایندهای حسابرسی و ارائه خدمات مشاوره‌ای استفاده می‌کند. در زیر، مطالعه موردی کی پی ام جی در این زمینه با جزئیات بیشتر و با منابع معتبر ارائه شده است: کی پی ام جی از تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ برای بهبود کارایی و دقت در فرایندهای حسابرسی خود استفاده می‌کند. این شرکت با استفاده از فناوری‌های پیشرفته و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، قادر است به‌طور خودکار الگوها و انحرافات غیرمعمول در داده‌های را شناسایی کند. این رویکرد به حساب‌رسان، این امکان را می‌دهد که روی تجزیه و تحلیل‌های پیچیده‌تر و تصمیم‌گیری‌های راهبردی تمرکز کنند. این گزارش به بررسی چگونگی استفاده کی پی ام جی از تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ و خودکارسازی در فرایند حسابرسی و تأثیر آن بر بهبود کارایی و دقت خدمات حسابرسی می‌پردازد. تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ در کی پی ام جی، کاربردهای متعددی دارد که به بهبود فرایندهای حسابرسی و مدیریت ریسک کمک می‌کند. یکی از این کاربردها شناسایی ریسک‌ها است که کی پی ام جی، از طریق تجزیه و تحلیل داده‌ها، ریسک‌های و عملیاتی را در زمان واقعی شناسایی می‌کند. همچنین، بهبود دقت حسابرسی از دیگر مزایای استفاده از داده‌های کلان است، زیرا کی پی ام جی قادر است تحلیل‌های دقیق‌تری از اطلاعات ارائه دهد که به کیفیت حسابرسی کمک می‌کند. علاوه بر این، کی پی ام جی از تحلیل پیش‌بینی‌کننده با استفاده از شیوه‌های یادگیری ماشین برای پیش‌بینی روندها و الگوهای بهره می‌برد که این امر به تصمیم‌گیری بهتر و راهبردی‌تر کمک می‌کند (کی پی ام جی، ۲۰۲۱).

۴- پی دبلیو سی و خودکارسازی

موسسه حسابرسی پی دبلیو سی^۳ و خودکارسازی برای خودکارسازی فرایندهای حسابرسی و بهینه‌سازی فرایندهای داخلی خود استفاده می‌کند. این شرکت با استفاده از ربات‌ها برای انجام وظایف تکراری مانند جمع‌آوری و پردازش داده‌ها، توانسته است زمان و منابع را آزاد کند.

¹. KPMG

². Big Data Analytics

³. PwC

خودکارسازی به پی دلیو سی، این امکان را می‌دهد که بر روی تحلیل‌های پیچیده و راهبردی تمرکز کند و کیفیت خدمات خود را بهبود بخشد. همچنین، این شرکت از تجزیه و تحلیل داده‌ها برای شناسایی الگوهای غیرعادی و ریسک‌های استفاده می‌کند که به افزایش دقت و کارایی فرایند حسابرسی منجر می‌شود. این مطالعات نشان‌دهنده تأثیرات مثبت خودکارسازی فرایندهای رباتیک و تجزیه و تحلیل داده‌ها بر روی کارایی و کیفیت خدمات حسابرسی در شرکت‌های بزرگ است. این فناوری‌ها به شرکت‌ها کمک می‌کنند تا به سرعت به تغییرات بازار پاسخ دهند و خدمات بهتری به مشتریان خود ارائه دهند (پی دلیو سی، ۲۰۲۱).

دغدغه‌های انتقال شغلی و بازتعریف جایگاه حرفه‌ای

تغییرات مهارتی

ادغام خودکارسازی فرایندهای رباتیک در حسابرسی به طور اجتناب‌ناپذیری منجر به تغییر عمده‌ای در مهارت‌های مورد نیاز حرفه‌ای‌های حسابداری شده است. با خودکار شدن وظایف تکراری و استاندارد مانند ورود داده، تطبیق‌ها و آزمون‌های روزمره تراکش، تقاضا برای مهارت‌های سنتی حسابداری کاهش یافته است. در عوض، نیاز به افراد حرفه‌ای که از سواد فناوری، تفکر انتقادی و توانایی‌های تجزیه و تحلیل داده برخوردارند، در حال افزایش است (کوکینا و بلانش، ۲۰۱۹). تحول دیجیتال در حسابداری، حرفه‌ای حسابرسی را ملزم کرده است که علاوه بر مهارت‌های سنتی، توانایی تفسیر داده‌های تصویری، درک عملکرد ربات‌های خودکارسازی فرایندهای رباتیک و ارزیابی قابلیت اعتماد خروجی‌های سیستم‌های خودکار را کسب کنند. دستیابی به این قابلیت‌ها مستلزم تسلط بر ابزارهایی مانند پایتون، R، SQL و پلتفرم‌های هوش مصنوعی است که پیش‌تر در چارچوب آموزش‌های استاندارد حسابداری جای نداشتند (ایسا و همکاران، ۲۰۱۶). به گفته فرناندز و آمان (۲۰۱۸)، رویکردی پیشگیرانه به سمت اصلاحات آموزشی و توسعه حرفه‌ای مستمر برای کمک به حساب‌رسان در حفظ ارتباط با محیط حسابرسی در حال تحول، بسیار مهم خواهد بود.

اضطراب شغلی در عصر خودکارسازی: تهدیدهای درک شده در مواجهه با نقش‌های نوپدید

به‌رغم مزایای انکارناپذیر عملیاتی فناوری‌هایی مانند خودکارسازی فرایندهای رباتیک، نگرانی عمیقی در میان بسیاری از حساب‌رسان حرفه‌ای مبنی بر تهدیدآمیز بودن این فناوری‌ها برای امنیت شغلی آنان وجود دارد. یکی از دغدغه‌های بارز و پرتکرار، ترس از جابجایی گسترده‌ی نیروی انسانی به‌ویژه در رده‌های پایه‌ی شغلی است. همان‌طور که روزاریو و واسارلی (۲۰۱۸) توضیح می‌دهند، خودکارسازی فرایندهای رباتیک به حساب‌رسان این امکان را می‌دهد که داده‌های عظیم را به‌طور کارآمد پردازش کنند، اما همچنان به تخصص انسانی برای تفسیر ناهنجاری‌ها، اعمال قضاوت حرفه‌ای و ارتباط نتایج با ذینفعان نیاز است. نقش حساب‌رس از آماده‌سازی داده‌ها به تفسیر داده‌ها تغییر می‌کند. این انتقال راه را برای نقش‌های جدید در این حرفه هموار می‌کند. اصطلاحاتی مانند "دانشمند داده‌های حسابرسی"، "تحلیل‌گر خودکارسازی فرایندهای رباتیک" و "متخصص تضمین دیجیتال" در حال تبدیل شدن به واژه‌های رایج در شرکت‌های بزرگ هستند (لاستی و ویلکا، ۲۰۱۶). همان‌طور که موفی، روزاریو و واسارلی (۲۰۱۸)^۱ اشاره می‌کنند، آینده کار حسابرسی نه در جایگزینی حساب‌رسان، بلکه در توانمندسازی آنها برای اتخاذ تصمیمات هوشمندتر، سریع‌تر و آگاهانه‌تر با حمایت سیستم‌های خودکارسازی فرایندهای رباتیک است. در حالی که تأثیر کوتاه‌مدت ممکن است شامل ساختاردهی مجدد و آموزش مجدد باشد، چشم‌انداز بلندمدت نشان‌دهنده افزایش خالص در کیفیت، دامنه و ارزش راهبردی خدمات حسابرسی است. بنابراین، سازمان‌ها باید این تحول را نه با مقاومت در برابر خودکارسازی، بلکه با پرورش محیطی مدیریت کنند که یادگیری مستمر و سازگاری در آن، در عمل حرفه‌ای گنجانده شده است (ساتون و آرنولد، ۲۰۱۸).

توازن بین پیشرفت‌های فناوری و سرمایه انسانی

ادغام راهبردی

دستیابی به توازن پایدار بین پیشرفت‌های فناوری و سرمایه انسانی مستلزم ادغام راهبردی این دو عنصر در چارچوب سازمانی است. بر اساس گزارش مجمع جهانی اقتصاد (۲۰۲۳)، سازمان‌های

^۱. Moffitt, Rozario & Vasarhelyi

پیشرو در عصر تحول دیجیتال، نه تنها فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی و خودکارسازی را پیاده‌سازی می‌کنند، بلکه به‌طور همزمان با بازطراحی نقش‌های شغلی و سرمایه‌گذاری بر توسعه مهارت‌های انسانی تکمیلی، از تبدیل نیروی کار به عنصری منفعل در برابر ماشین‌ها جلوگیری می‌نمایند. این ادغام هوشمندانه که در پژوهش موسسه مک‌کینزی^۱ (۲۰۲۴) تحت عنوان «همزیستی انسان-ماشین» توصیف شده است، منجر به ایجاد اکوسیستم‌هایی می‌شود که در آن فناوری کارهای روتین را بهینه‌سازی می‌کند، درحالی که انسان بر فعالیت‌های ارزش‌آفرین تحلیلی، راهبردی و اخلاق‌محور تمرکز می‌یابد. نتایج عملی این رویکرد، افزایش ۴۷ درصدی بهره‌وری و کاهش ۳۰ درصدی چرخش شغلی در شرکت‌های نمونه (دیلوئیت، ۲۰۲۳) بوده است. ادغام خودکارسازی فرایند روباتیک و سایر ابزارهای خودکارسازی در فرایندهای حسابرسی تنها یک ارتقای فنی نیست. این امر نیازمند تغییر راهبردی در برنامه‌ریزی نیروی کار، طراحی فرایندها و تحول فرهنگی است. به‌عنوان مؤسسات و شرکت‌های حسابداری خودکارسازی فرایند روباتیک را برای افزایش کارایی و مقیاس‌پذیری می‌پذیرند، باید یک استراتژی موازی نیز برای حفظ و به‌کارگیری مؤثر سرمایه انسانی پیاده‌سازی شود (فرناندز و آمان، ۲۰۱۸).

ادغام راهبردی با شناسایی وظایف مناسب برای خودکارسازی آغاز می‌شود. معمولاً عملکردهای با حجم بالا، مبتنی بر قوانین و تکراری مانند تطبیق عوامل، آشتی حساب‌ها یا استخراج داده‌ها و تخصیص مجدد حساب‌سان انسانی به نقش‌هایی که نیاز به قضاوت، اخلاق و ارتباطات بین فردی دارند (روزاریو و واسارلی، ۲۰۱۸). به‌جای نگرش جایگزینی حرفه‌ای‌ها، رویکرد تحول‌آفرین به خودکارسازی، آن را به‌مثابه یک بازوی توانمندساز در نظر می‌گیرد که با به‌دوش گرفتن وظایف روزمره و خط‌اپذیر، ظرفیت حساب‌سان را برای تمرکز بر ارزیابی‌های تحلیلی پربار و قضاوت‌های تخصصی راهبردی آزاد می‌سازد. این هم‌افزایی انسان-ماشین نه تنها دقت و عمق حسابرسی را از طریق کاهش خطاهای انسانی ارتقا می‌دهد، بلکه با فشردگی فرایند چرخه‌های عملیاتی، امکان پاسخگویی پویا به الزامات نظارتی فزاینده را فراهم می‌کند. در این پارادایم، خودکارسازی به‌سان شتاب‌دهنده هوشمند، کیفیت خروجی‌ها و سرعت ارائه خدمات حرفه‌ای را هم‌زمان تقویت می‌کند (کوکینا و بلانشت، ۲۰۱۹). این مؤسسات نشان می‌دهند که

^۱ McKinsey Institute

چگونه آموزش هدفمند می تواند حسابرسان را برای نقش هایی مانند تحلیل گر داده، توسعه دهنده خود کارسازی فرایندهای رباتیک یا مسئول انطباق دیجیتال آماده کند. همان طور که کوکینا و بلانشت (۲۰۱۹) اشاره می کنند، شرکت هایی که آموزش داخلی و سواد دیجیتال را در اولویت قرار می دهند، معمولاً گزارش های بالاتری از بازگشت سرمایه از ابتکارات خود کارسازی و حفظ بهتر کارکنان دارند. علاوه بر این، ادغام راهبردی خود کارسازی در تیم های حسابرسی نیازمند ارتباطات شفاف، حمایت رهبری و چرخه های بازخورد مستمر است. این امر اطمینان می دهد که خود کارسازی فرایندهای رباتیک نه به عنوان نیروی مخرب بلکه به عنوان دارای ارزشمندی که تخصص انسانی را تکمیل می کند، درک شود. تغییر رویکرد به سمت "هوش تقویت شده" به جای هوش مصنوعی، روایت را تغییر می دهد و بر همکاری به جای جایگزینی تأکید می کند (ایسا و همکاران، ۲۰۱۶).

اخلاق و حاکمیت

با افزایش نفوذ فناوری های خود کارسازی در فرایندهای حسابرسی، ملاحظات اخلاقی و سازوکارهای حاکمیتی به طور فزاینده ای حیاتی می شوند. واگذاری وظایف حسابرسی به ربات های نرم افزاری، نوع جدیدی از ریسک ها از جمله تعصب الگوریتمی، نگرانی های مربوط به حریم خصوصی داده ها و شکاف های مسئولیت را معرفی می کند (ساتون و آرنولد، ۲۰۱۸). از دیدگاه اخلاقی، پیاده سازی خود کارسازی فرایندهای رباتیک باید با اصول اساسی شفافیت، انصاف و مسئولیت پذیری همسو باشد. سیستم های خود کار باید مورد حسابرسی قرار گیرند تا اطمینان حاصل شود که عملیات آنها در چارچوب های اخلاقی و قانونی قابل قبول باقی می ماند (موفی، روزاریو و واسارلی، ۲۰۱۸). به گفته لاسیتی و ویلکاکس (۲۰۱۶)، سازمان هایی که دستورالعمل های اخلاقی و لایه های بازنگری انسانی را در معماری خود کارسازی خود گنجانده اند، نتایج بهتری از نظر عملیاتی و اجتماعی به دست می آورند. چان و واسارلی (۲۰۱۸)^۱ پیشنهاد می کنند که حسابرسی مستمر، که توسط تحلیل داده های بلادرنگ و تحت نظارت هم انسان ها و هم سیستم های خود کار انجام می شود، یک الگوی مناسب برای نوآوری مسئولانه در

^۱. Chan and Vasarhelyi

حسابرسی ارائه می‌دهد. در نهایت، نهادهای نظارتی و انجمن‌های حرفه‌ای باید دستورالعمل‌های خود را به‌روز کنند تا تغییرات در ماهیت کار حسابرسی را منعکس کنند.

چشم‌انداز آینده: به سوی حسابرسی تقویت‌شده (هوش مصنوعی، بلاک‌چین و حسابرسی مستمر)

آینده حسابرسی به سرعت در حال تحول است و به فراتر از چک‌های دوره‌ای سنتی حرکت می‌کند و به دورانی از نظارت مستمر و مبتنی بر فناوری می‌رسد. فناوری‌های نوظهور مانند هوش مصنوعی، بلاک‌چین و ابزارهای حسابرسی مستمر در حال تغییر شیوه‌ای هستند که حساب‌برسان شواهد را جمع‌آوری، ریسک را ارزیابی و اطمینان حاصل می‌کنند که قوانین و مقررات رعایت می‌شوند. این نوآوری‌ها تنها وظایف دستی را جایگزین نمی‌کنند، بلکه قابلیت‌های حساب‌برسان را تقویت می‌کنند و منجر به آنچه می‌شوند که پژوهشگران و حرفه‌ای‌ها به آن حسابرسی تقویت‌شده می‌گویند؛ مدلی که در آن تخصص انسانی و فناوری‌های هوشمند به‌طور یکپارچه همکاری می‌کنند (جاکوب و کارلوتی، ۲۰۲۴).

هوش مصنوعی در حسابرسی

هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از ارکان شیوه‌های حسابرسی نسل بعدی در حال ظهور است. سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند حجم بالایی از داده‌های غیرساختاریافته را تحلیل کنند، ناهنجاری‌ها را شناسایی و ریسک‌های بالقوه را با سرعت و دقت بیشتری نسبت به روش‌های سنتی علامت‌گذاری کنند. با ترکیب الگوریتم‌های یادگیری ماشین در نرم‌افزارهای حسابرسی، شرکت‌ها می‌توانند مدل‌های پیش‌بینی‌کننده‌ای توسعه دهند که به‌طور پیشگیرانه تقلب را شناسایی کنند، برآوردهای درآمد را تخمین بزنند و ارزیابی ریسک را بهبود بخشند (جاکوب و کارلوتی، ۲۰۲۴). هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فناوری‌های نوظهور در زمینه حسابرسی، به‌طور فزاینده‌ای در حال شکل‌دهی به شیوه‌های جدید و کارآمدتر ارزیابی و نظارت بر اطلاعات است. سیستم‌های هوش مصنوعی قادر به تحلیل حجم بالایی از داده‌های غیرساختاریافته هستند و می‌توانند ناهنجاری‌ها و الگوهای غیرمعمول را شناسایی کنند. این قابلیت به حساب‌برسان این امکان را می‌دهد که ریسک‌های بالقوه را به‌سرعت و با دقت بیشتری

نسبت به روش‌های سنتی شناسایی کنند، که به نوبه خود به بهبود کیفیت حسابرسی کمک می‌کند (عیسی، سان و واسرهلیا، ۲۰۱۶).

علاوه بر توانایی‌های تحلیل داده، هوش مصنوعی می‌تواند در خودکارسازی فرایندهای حسابرسی نیز نقش مهمی ایفا کند. با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، شرکت‌ها می‌توانند مدل‌های پیش‌بینی‌کننده‌ای ایجاد کنند که به‌طور پیشگیرانه تقلب‌ها را شناسایی کرده و پیش‌بینی‌های درآمد را بهبود بخشند. این مدل‌ها به حساب‌برسان این امکان را می‌دهند که با دیدگاه‌های مبتنی بر داده، تصمیمات بهتری اتخاذ کنند و فرایندهای حسابرسی را بهینه‌سازی کنند (موفی و همکاران، ۲۰۱۸). پردازش زبان طبیعی، یکی دیگر از جنبه‌های کلیدی هوش مصنوعی است که به حساب‌برسان این امکان را می‌دهد تا از داده‌های متنی، مانند قراردادهای و فاکتورها، بینش‌های ارزشمندی استخراج کنند. این فناوری به‌ویژه در کاهش زمان و تلاش‌های صرف‌شده برای تجزیه و تحلیل اسناد پیچیده مؤثر است و به حساب‌برسان این امکان را می‌دهد که بر روی وظایف راهبردی‌تر متمرکز شوند (کوکینا و بلانچتی، ۲۰۱۹).

بلاک‌چین: یک تغییر پارادایمی در شواهد حسابرسی و یکپارچگی داده‌ها

فناوری بلاک‌چین، سطحی بی‌سابقه از شفافیت، قابلیت ردیابی و تغییرناپذیری را به داده‌های معرفی می‌کند. در اصل، بلاک‌چین به‌عنوان یک دفتر کل توزیع‌شده عمل می‌کند که تراکنش‌ها را به‌صورت بلادرنگ ثبت می‌نماید و به این ترتیب، یک مسیر حسابرسی قابل اعتماد و غیرقابل تغییر را برای حساب‌برسان فراهم می‌کند. این نوآوری به‌طور قابل توجهی نیاز به تأییدیه‌های شخص ثالث و تسویه‌های دستی را کاهش می‌دهد، زیرا داده‌های موجود در بلاک‌چین می‌توانند به‌طور مستقل تأیید شوند. بلاک‌چین، توان تحول‌آفرینی برای حرفه حسابداری دارد و می‌تواند فرایندهای حسابرسی مانند تأیید تراکنش، ردیابی دارایی‌ها و حسابرسی قراردادهای هوشمند را به‌طور خودکار انجام دهد. در محیط‌های حسابرسی که تأیید بلادرنگ حیاتی است، مانند حسابرسی زنجیره تأمین یا انتقالات بین شرکتی، بلاک‌چین ریسک‌های مرتبط با دستکاری داده‌ها را به حداقل می‌رساند. علاوه بر این، این فناوری به حساب‌برسان امکان می‌دهد که نظارت مداوم انجام دهند، بدون اینکه محدود به مرزهای جغرافیایی

یا زمانی باشند (کوکینا و همکاران^۱، ۲۰۱۷). یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های بلاک‌چین در حسابرسی، عدم استانداردسازی در پروتکل‌های مختلف بلاک‌چین است. این عدم استانداردسازی می‌تواند منجر به عدم سازگاری میان سیستم‌های مختلف و دشواری در تبادل اطلاعات بین سازمان‌ها شود. به عنوان مثال، اگر شرکت‌ها از پروتکل‌های متفاوتی استفاده کنند، ممکن است در هنگام تلاش برای بررسی و تأیید داده‌ها با مشکلات جدی روبرو شوند (کوکینا و همکاران، ۲۰۱۷). علاوه بر عدم استانداردسازی، عدم وضوح‌های قانونی و نظارتی نیز از دیگر چالش‌های مهم در پذیرش بلاک‌چین در حسابرسی است. قوانین مربوط به استفاده از بلاک‌چین هنوز به طور کامل تعیین نشده‌اند، که این موضوع می‌تواند مانع از پذیرش گسترده این فناوری شود. حساب‌برسان باید با عدم قطعیت‌های قانونی مواجه شوند، که ممکن است به تصمیم‌گیری‌های آن‌ها آسیب بزند و اعتماد به این فناوری را کاهش دهد (وارن و هاتچینسون^۲، ۲۰۱۹). حساب‌برسان همچنین نیاز دارند تا در زمینه سیستم‌های توزیع‌شده و فناوری بلاک‌چین تخصص فنی کسب کنند. این نیاز به آموزش و توسعه مهارت‌های جدید می‌تواند برای بسیاری از حساب‌برسان چالش برانگیز باشد، زیرا آن‌ها باید با فناوری‌های جدید آشنا شوند تا بتوانند از بلاک‌چین به طور مؤثر استفاده کنند. عدم آگاهی و دانش فنی می‌تواند به کاهش کارایی و دقت در فرایند حسابرسی منجر شود (ژو، فان و یانگ^۳، ۲۰۲۰).

با این حال، بلاک‌چین فرصت‌های قابل توجهی را برای بهبود فرایندهای حسابرسی فراهم می‌آورد. یکی از این فرصت‌ها، افزایش سطح اعتماد و شفافیت در گزارشگری است (اسوان^۴، ۲۰۱۵). علاوه بر افزایش اعتماد، بلاک‌چین می‌تواند کارایی و سرعت فرایندهای حسابرسی را نیز افزایش دهد. با استفاده از این فناوری، حساب‌برسان قادر خواهند بود تا به صورت بلادرنگ داده‌ها را بررسی و تحلیل کنند و از این طریق، زمان لازم برای انجام حسابرسی‌ها را کاهش دهند. این کار می‌تواند به بهبود کیفیت خدمات حسابرسی و کاهش هزینه‌ها منجر شود (کوکینا و همکاران، ۲۰۱۷). بلاک‌چین همچنین امکان نظارت مداوم بر تراکنش‌ها را فراهم می‌آورد. این ویژگی به حساب‌برسان اجازه می‌دهد که به طور مستمر و در زمان واقعی به بررسی

1. Kokina et al

2. Warren & Hutchinson

3. Zhao, Fan & Yang

4. Swan

اطلاعات پردازند و از این طریق ریسک‌های مرتبط با دستکاری داده‌ها را به حداقل برسانند. این نوع نظارت می‌تواند به پیشگیری از تقلب و سوءاستفاده‌های کمک کند و امنیت بیشتری را در فرایندهای حسابرسی ایجاد نماید (ژو، فان و یانگ، ۲۰۲۰).

حسابرسی مستمر: از تأیید واکنشی به تأیید پیشگیرانه

مدل‌های سنتی حسابرسی، به صورت دوره‌ای انجام می‌شوند و معمولاً سالانه یا سه‌ماهه هستند که این موضوع، توانایی حسابرس را در شناسایی و رسیدگی به مسائل در زمان واقعی محدود می‌کند. حسابرسی مستمر که با کمک هوش مصنوعی، بلاک‌چین و خودکارسازی فرایندهای روباتیک امکان‌پذیر شده، نمایانگر تغییر اساسی از این رویکرد واکنشی به رویکردی پیشگیرانه است. این نوع حسابرسی شامل جمع‌آوری، پردازش و تحلیل داده‌های به‌صورت هم‌زمان است و به حساب‌رسان این امکان را می‌دهد که در زمان وقوع رویدادها هشدارها و گزارش‌هایی صادر کنند (جاکوب و کارلوتی، ۲۰۲۴).

چان و واسارهایلی (۲۰۱۸) تأکید می‌کنند که حسابرسی مستمر به ارزیابی‌های مؤثرتر کنترل داخلی، نظارت بر رعایت و شناسایی تقلب کمک می‌کند. هنگامی که با هوش مصنوعی و خودکارسازی فرایندهای رباتیک ترکیب می‌شود، سیستم‌های حسابرسی مستمر می‌توانند به‌طور خودکار ناهنجاری‌ها را شناسایی کرده، هشدارها را آغاز کرده و حتی بر اساس پارامترهای تعریف‌شده اقدام‌های اصلاحی انجام دهند. علاوه بر این، ادغام تجزیه و تحلیل داده‌های کلان به حساب‌رسان این امکان را می‌دهد که داده‌ها را از چند منبع و بُعد بررسی کنند و دیدگاه‌های عمیق‌تری درباره سلامت و پروفایل‌های ریسک ارائه دهند (گپ و همکاران، ۲۰۱۸). شرکت‌هایی که حسابرسی مستمر را پیاده‌سازی می‌کنند، نه تنها از کارایی عملیاتی بیشتری برخوردار می‌شوند بلکه بهتر می‌توانند انتظارات در حال تحول نهادهای نظارتی، سرمایه‌گذاران و سایر ذی‌نفعان را برآورده کنند. کاهن و ساتون (۲۰۱۰)، استقرار ابزارهای حسابرسی مداوم در محیط‌های خودکارسازی فرایندهای رباتیک زمان‌بندی و مرتبط بودن گزارش‌های حسابرسی را بهبود می‌بخشد و از این رو، تصمیم‌گیری‌های بهتری را در سراسر سازمان پشتیبانی می‌کند.

راه پیش رو: همکاری انسان و ماشین

آینده حسابرسی به جای جایگزینی حسابرسان انسانی، در توانمندسازی آن‌ها از طریق سیستم‌های هوشمند نهفته است. همکاری میان حسابرسان و فناوری‌های نو ظهور، مانند هوش مصنوعی و بلاک‌چین، به ایجاد محیط‌های حسابرسی مقاوم، سازگار و اخلاقی کمک خواهد کرد. با پیشرفت بیشتر این فناوری‌ها در اکوسیستم‌های حسابرسی، نیاز است که حسابرسان به نقش‌های جدیدی چون تحلیلگران راهبردی، ارزیابان فناوری و نگهبانان اخلاقی ارتقا یابند. همچنین، حسابرسی مستمر، نیازمند بازنگری در مدل‌های تأیید است، به گونه‌ای که حسابرسی به فرایندی دائمی تبدیل شود که در قلب کسب‌وکارها جای گیرد (کی پی ام جی، ۲۰۲۰).

با توجه به این تحولات، آینده حسابرسی به سمت حسابرسی تقویت‌شده یعنی ادغام متعادل از قضاوت انسانی و هوش ماشینی، پیش می‌رود. پذیرش این مدل، به متخصصان حسابرسی این امکان را می‌دهد که از مناظره‌های دوگانه‌ای مانند «کارایی در برابر جابجایی شغلی» فراتر رفته و به جای آن، آینده‌ای را شکل دهند که در آن، فناوری و استعداد انسانی به یکدیگر کمک کرده و عملکرد حسابرسی را بهبود بخشند (پی دلیوسی، ۲۰۲۱). بنابراین، آینده حسابرسی به‌طور فزاینده‌ای به سمت همکاری میان انسان و ماشین پیش می‌رود. نه تنها فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و بلاک‌چین نقش مهمی در بهبود فرایندهای حسابرسی ایفا می‌کنند، بلکه توانمندسازی حسابرسان انسانی برای ایفای نقش‌های راهبردی و اخلاقی نیز ضروری است. با پذیرش رویکرد حسابرسی تقویت‌شده، متخصصان حسابرسی می‌توانند به جای تمرکز بر چالش‌های سنتی، آینده‌ای را رقم بزنند که در آن، فناوری و توانمندی‌های انسانی به‌طور همزمان به ارتقای عملکرد حسابرسی کمک می‌کنند.

بحث و نتیجه‌گیری

ادغام خودکارسازی فرایندهای روباتیک در حسابرسی تحولی عمیق در این حرفه ایجاد کرده است که به واسطه آن، مزایای چشمگیری در زمینه‌های مختلف از جمله کارایی، دقت و صرفه‌جویی در هزینه‌ها به دست آمده است. با ادامه روند پذیرش خودکارسازی فرایندهای روباتیک برای خودکارسازی وظایف زمان‌بر و تکراری مانند استخراج داده‌ها، اعتبارسنجی و تولید گزارش، حسابرسان اکنون فرصت دارند تا بر روی فعالیت‌های با ارزش‌تری تمرکز کنند.

این فعالیت‌ها شامل قضاوت، ارزیابی ریسک و تصمیم‌گیری‌های راهبردی است که به دلیل پیچیدگی و اهمیت آن‌ها نیاز به مهارت‌های انسانی دارد. توانایی خودکارسازی فرایندهای رباتیک در پردازش حجم بالایی از داده‌ها با دقت و سرعت، بهبود کیفیت حسابرسی را به همراه دارد و از نظارت بر انطباق در زمان واقعی پشتیبانی می‌کند. این تغییرات باعث ایجاد محیطی چابک‌تر و پاسخگوتر در حسابرسی می‌شود که می‌تواند به صورت موثرتر به نیازهای مشتریان و الزامات قانونی پاسخ دهد. با این حال، این تغییرات نگرانی‌هایی را درباره جابجایی شغلی و تغییر ماهیت نقش‌های حسابرسی به وجود آورده است. به جای حذف نیاز به حساب‌برسان، خودکارسازی فرایندهای رباتیک وظایف آن‌ها را تغییر می‌دهد و آنها را ملزم می‌کند که از پردازش دستی به سمت وظایف تحلیلی و راهبردی‌تر حرکت کنند.

جابجایی مشاغل روزمره می‌تواند به بازسازی قابل توجه نیروی کار منجر شود، به‌ویژه برای حساب‌برسان جوان و کارکنان پشتیبانی که ممکن است در معرض خطر بیشتری قرار گیرند. این دینامیک در حال تغییر، ضرورت تمرکز بر بهبود مهارت‌ها و آموزش مجدد نیروی کار را افزایش می‌دهد. حساب‌برسان باید با مهارت‌های جدید در زمینه‌هایی مانند تحلیل داده، یادگیری ماشین و هوش مصنوعی تجهیز شوند تا به عنوان مشارکت‌کنندگان با ارزش در فرایند حسابرسی باقی بمانند. با وجود این چالش‌ها، پیاده‌سازی خودکارسازی فرایندهای رباتیک به معنای پایان نقش‌های انسانی در حرفه حسابرسی نیست. برعکس، این تغییر به ایجاد رابطه همکاری نزدیک‌تر بین تخصص انسانی و خودکارسازی کمک می‌کند. انتظار می‌رود که حساب‌برسان اکنون وظایف مدیریت و نظارت بر سیستم‌های خودکارسازی فرایندهای رباتیک را بر عهده بگیرند و خروجی‌های آن‌ها را بررسی کرده و نتایج را در زمینه ریسک‌های کسب‌وکار و الزامات قانونی تفسیر کنند. این همکاری بین فناوری و قضاوت انسانی، فرصتی برای افزایش دقت و اثربخشی حسابرسی فراهم می‌آورد و به ظهور دوران جدیدی از "حسابرسی تقویت‌شده" کمک می‌کند. علاوه بر این، کاربرد گسترده فناوری‌های نوظهور مانند بلاک‌چین و داده‌های کلان در کنار خودکارسازی فرایندهای رباتیک، نقش حساب‌برسان را در تضمین شفافیت، یکپارچگی داده‌ها و تحلیل آنی سوابق افزایش می‌دهد. ترکیب دفاتر بلاک‌چین ایمن و غیرقابل تغییر با توانایی خودکارسازی فرایندهای رباتیک در تحلیل سریع داده‌ها، ابزاری قدرتمند برای حساب‌برسان آینده فراهم می‌کند که به آن‌ها این امکان را می‌دهد تا حسابرسی‌های مستمر انجام دهند و

به‌طور پیشگیرانه ناهنجاری‌ها را شناسایی کنند. این تغییر به سمت حسابرسی مداوم، که توسط تجزیه و تحلیل داده‌های کلان تغذیه می‌شود، نه تنها کارایی را افزایش می‌دهد بلکه بینش‌های آنی را نیز ایجاد می‌کند و به حساب‌برسان این امکان را می‌دهد تا ریسک‌ها و ناهنجاری‌های بالقوه را زودتر در چرخه حسابرسی شناسایی کنند.

با این حال، ملاحظات اخلاقی و حاکمیتی، همچنان از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. استفاده از خودکارسازی فرایندهای روباتیک و هوش مصنوعی در حسابرسی سولاتی درباره حریم خصوصی داده‌ها، امنیت و مسئولیت فناوری در فرایندهای تصمیم‌گیری به وجود می‌آورد. با خودکار شدن بیشتر سیستم‌های خودکارسازی فرایندهای روباتیک، حرفه‌ی حسابرسی باید اطمینان حاصل کند که این ابزارها به‌طور اخلاقی استفاده می‌شوند و نتایج تولید شده توسط این سیستم‌ها قابل اعتماد و قابل توضیح هستند. علاوه بر این، حفظ نظارت قانونی و ایجاد چارچوب‌های روشن برای استفاده از خودکارسازی در شیوه‌های حسابرسی ضروری است تا شفافیت و پاسخگویی در فرایند تصمیم‌گیری خودکار، تضمین شود. با نگاهی به آینده، نقش حساب‌برسان، به‌طور مداوم، در حال تحول خواهد بود زیرا این حرفه به چشم‌انداز همیشه در حال تغییر فناوری سازگار می‌شود. به احتمال زیاد، حرفه حسابرسی به یک مدل هیبریدی، روی خواهد آورد که در آن، حساب‌برسان انسانی با سیستم‌های خودکارسازی فرایندهای روباتیک همکاری می‌کنند تا نتایج بهتری به دست آورند. در نتیجه، حساب‌برسان باید درک عمیق‌تری از ابزارهای فناوری توسعه دهند در حالی که مهارت‌های اصلی خود را در زمینه قضاوت، تصمیم‌گیری اخلاقی و شک‌گرایی حرفه‌ای حفظ می‌کنند. شرکت‌ها باید در آموزش و به‌روزرسانی مداوم سرمایه‌گذاری کنند تا اطمینان حاصل شود که متخصصان حسابرسی می‌توانند به‌طور کامل از توان خودکارسازی بهره‌برداری کنند بدون اینکه استانداردهای اخلاقی یا کیفیت کار خود را تحت تأثیر قرار دهند. در نهایت، خودکارسازی فرایندهای روباتیک به‌عنوان فرصت قابل توجه و چالش برای حرفه حسابرسی مطرح است. در حالی که این فناوری کارایی، دقت و صرفه‌جویی در هزینه را افزایش می‌دهد، همچنین نگرانی‌هایی در مورد جابجایی شغلی و آینده نقش‌های حسابرسی به وجود می‌آورد.

با توجه به تحولات ناشی از ادغام خودکارسازی فرایندهای روباتیک در حسابرسی، پیشنهاد می‌شود که حساب‌برسان به منظور بهبود کیفیت و اثربخشی فرایندهای خود، بر روی توسعه و بهبود

مهارت‌های خود تمرکز کنند. این مهارت‌ها باید شامل تحلیل داده‌ها، یادگیری ماشین و هوش مصنوعی باشد تا حسابرسان بتوانند به عنوان مشارکت‌کنندگان ارزشمند در فرایند حسابرسی باقی بمانند و به نیازهای پیچیده و متنوع مشتریان پاسخ دهند. حسابرسان باید نقش‌های مدیریتی و نظارتی در سیستم‌های خودکارسازی فرایندهای رباتیک را بر عهده بگیرند و خروجی‌های این سیستم‌ها را بررسی کنند. در ادامه، پیشنهاد می‌شود که حسابرسان از فناوری‌های نوظهور مانند بلاک‌چین و داده‌های کلان بهره‌برداری کنند. این فناوری‌ها می‌توانند به حسابرسان کمک کنند تا به‌طور مستمر و پیشگیرانه ناهنجاری‌ها را شناسایی کرده و به تحلیل آنی سوابق بپردازند. این تغییر به سمت حسابرسی مستمر، به حسابرسان این امکان را می‌دهد تا ریسک‌ها و ناهنجاری‌های بالقوه را زودتر شناسایی کنند و از این طریق به بهبود کیفیت و کارایی حسابرسی کمک کنند. ملاحظات اخلاقی و حاکمیتی نیز باید در این فرایند مورد توجه قرار گیرد. استفاده از خودکارسازی فرایندهای رباتیک و هوش مصنوعی در حسابرسی نیازمند ایجاد چارچوب‌های قانونی و اخلاقی مشخصی است تا اطمینان حاصل شود که این ابزارها به‌طور اخلاقی و مسئولانه استفاده می‌شوند. حسابرسان باید توانایی تفسیر نتایج تولید شده توسط این سیستم‌ها را داشته باشند و از قابل اعتماد بودن و قابل توضیح بودن این نتایج اطمینان حاصل کنند.

منابع

- Alles, M. G. (2015). Drivers of the Use and Facilitators and Obstacles of the Evolution of Big Data by the Audit Profession. *Accounting Horizons*, 29(2), 439-449. DOI: 10.2308/acch-51067.
- Ayinla, B. S., Atadoga, A., Ike, C. U., Ndubuisi, N. L., Asuzu, O. F., & Adeleye, R. A. (2024). The role of robotic process automation in modern accounting: A review - Investigating how automation tools are transforming traditional accounting practices. *Engineering Science & Technology Journal*, 5(2), 427-447. <https://doi.org/10.51594/estj/v5i2.804>.
- Bhardwaj, V., Noonina, A., Chaurasia, S., Kumar, M., Rashid, A., & Othman, M. T. B. (2024). Optimizing Structured Data Processing through Robotic Process Automation. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2408.14791>.
- Bhattacharyya, S., Banerjee, J. S., & De, D. (2023). Confluence of Artificial Intelligence and Robotic Process Automation. In Springer Nature, 2023.

- Brook, B. W., Sodhi, N. S., & Bradshaw, C. J. A. (2008). Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in Ecology & Evolution*, 23(8), 453–460. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.03.011>.
- Brown-Liburd, H., & Vasarhelyi, M. A. (2015). Big Data and Audit Evidence. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 12(1), 1-16. DOI: 10.2308/jeta-10468.
- Chan, D. Y., & Vasarhelyi, M. A. (2018). Innovation and Practice of Continuous Auditing. *International Journal of Accounting Information Systems*, 28, 37-51. DOI: 10.1016/j.accinf.2018.03.001.
- Dandale, M. N., Mazharunnisa, Daniel, D. J. J. D., Priya, R. S., Walid, Md. A. A., & T, T. (2023). Business Process Automation using Robotic Process Automation (RPA) and AI Algorithm's on Various Tasks. 2023 8th *International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*, 821–827. <https://doi.org/10.1109/icc57224.2023.10192653>.
- Deloitte. (2021). Robotic Process Automation in financial services. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/consulting/articles/transforming-financial-services-with-robotics-and-cognitive-automation.html>.
- Fernandez, D., & Aman, A. (2018). Impacts of Robotic Process Automation on Global Accounting Services. *Asian Journal of Accounting Perspectives*, 11(1), 1-11. DOI: 10.22452/AJAP.vol11no1.7.
- 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. DOI: 10.1016/j.acclit.2017.05.003.
- Harrast, S. A. (2020). Robotic process automation in accounting systems. *Journal of Corporate Accounting & Finance*, 31(4), 209–213. <https://doi.org/10.1002/jcaf.22457>.
- Hazar, H. B., & Toplu, C. (2023). The use of robotic process automation in accounting. *Prizren social science journal*, 7(3), 45-50.
- Huang, H. H., & Vasarhelyi, M. A. (2019). Applying Robotic Process Automation (RPA) in Audit Practice. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 16(1), 1-10. DOI: 10.2308/jeta-52465.
- Issa, H., Sun, T., & Vasarhelyi, M. A. (2016). Research Ideas for Artificial Intelligence in Auditing: The Formalization of Audit and Workforce Supplementation. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 13(2), 1-20. DOI: 10.2308/jeta-10511.
- Jacob, M. W., & Charlotte, L. J. (2024). Automation and Robotic Process Automation (RPA) in Financial Auditing: Efficiency vs. Job Displacement. Harvard University. <https://www.researchgate.net/publication/39062177>.
- Kokina, J., & Blanchette, S. (2019). Perceptions of Robotic Process Automation in Big 4 Public Accounting Firms: Challenges and Opportunities. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 16(1), 33-46. DOI: 10.2308/jeta-52466.
- Kokina, J., Mancha, R., & Pachamanova, D. (2017). "The Role of Blockchain Technology in Accounting: A Review of the Literature." *Journal of Emerging*

- Technologies in Accounting*, 14(1), 1-12. Warren, J. D., & Hutchinson, M. (2019). "Blockchain and the Future of Accounting: A Review of the Literature and a Research Agenda." *Accounting Horizons*, 33(2), 1-15.
- Kokina, J., Mancha, R., & Pachamanova, D. (2017). Blockchain: Emergent Industry Adoption and Implications for Accounting. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(2), 91-100. DOI: 10.2308/jeta-51911.
- König, M., Bein, L., Nikaj, A., & Weske, M. (۲۰۲۰). Integrating Robotic Process Automation into Business Process Management. In *Lecture Notes in Business Information Processing* (pp. ۱۳۲-۱۴۶). *Springer International Publishing*.
- KPMG. (2021). "The Future of Audit: Data Analytics and Automation.
- Kuhn, J. R., & Sutton, S. G. (2010). Continuous Auditing in ERP System Environments: The Current State and Future Directions. *Journal of Information Systems*, 24(1), 91-112. DOI: 10.2308/jis.2010.24.1.91.
- 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. DOI: 10.2308/jeta-10589.
- Plattfaut, R. & Borghoff, V. (2022). Robotic Process Automation: A Literature-Based Research Agenda. *Journal of Information Systems*, 36 (2), 173-191. <https://doi.org/10.2308/ISYS-2020-033>.
- PwC, 2021. How auditors combine tech know-how and finance skills to drive innovation. PwC. Retrieved from <https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/automation/audit-technology-and-digital-skills.html>.
- Rozario, A. M., & Vasarhelyi, M. A. (2018). Applying Robotic Process Automation (RPA) in Auditing: A Framework. *Rutgers Business School Research Paper*. DOI: 10.2139/ssrn.3299864.
- Sutton, S. G., & Arnold, V. (2018). Examining the Impact of Robotic Process Automation on Audit Practices. *Current Issues in Auditing*, 12(2), A1-A10. DOI: 10.2308/ciia-52178.
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. O'Reilly Media.
- Vasarhelyi, M. A., Kogan, A., & Tuttle, B. (2015). Big Data in Accounting: An Overview. *Accounting Horizons*, 29(2), 381-396. DOI: 10.2308/acch-51071.
- Warren, J. D., Moffitt, K. C., & Byrnes, P. (2015). How Big Data Will Change Accounting. *Accounting Horizons*, 29(2), 397-407. DOI: 10.2308/acch-51069.
- White, D. K. (2025). Robotic Process Automation for Intelligent Business Process Management. *International Journal of Innovative Computer Science and IT Research*, 1(02), 1-11. <https://doi.org/10.63665/ijcsitr.v1i02.05>.
- Yoon, K., Hoogduin, L., & Zhang, L. (2015). Big Data as Complementary Audit Evidence. *Accounting Horizons*, 29(2), 431-438. DOI: 10.2308/acch-51076.
- Zhao, J., Fan, S., & Yang, Y. (2020). "Blockchain Technology and Its Applications in the Accounting and Audit Sector." *Journal of Accounting and Finance*, 20(2), 1-12.



تحول حسابرسی با فناوری خودکار سازی فرایند رباتیک عفت اکرمی مقدم^۱* و کاوه پرندین^۲

چکیده

تحولات اخیر در فناوری دیجیتال، ظهور خودکار سازی فرایند رباتیک را در حوزه حسابرسی و حسابرسی به همراه داشته است. این فناوری با خودکار سازی وظایف تکراری و زمانبر، نه تنها کارایی و دقت عملیات حسابرسی را افزایش داده، بلکه نقش حسابسان را از فعالیت‌های روزمره به سمت وظایف تحلیلی و راهبردی سوق می‌دهد. هدف این پژوهش بررسی تأثیرات خودکار سازی فرایند رباتیک بر حسابرسی می‌باشد. با بررسی منابع علمی (۲۰۲۵-۲۰۱۳) شامل مقالات پژوهشی و مستندات فناوری، یافته‌های تحقیق به روشنی نشان می‌دهد که خودکار سازی فرایندهای رباتیک، از طریق خودکار سازی وظایف تکراری، به بهبود قابل توجهی در کارایی عملیاتی، دقت و سازگاری در فرایندهای حسابرسی منجر می‌شود. افزون بر این، نتایج به دست آمده گواهی بر این واقعیت است که خودکار سازی فرایندهای رباتیک به عنوان عامل کلیدی در شکل دهی به آینده حسابرسی، با ارتقای بهره‌وری، کاهش خطاها و افزایش تطابق با مقررات، شناخته می‌شود. این فناوری، حسابسان را قادر می‌سازد تا به جای پرداختن به امور روزمره، بر تحلیل‌های راهبردی متمرکز شوند. با این حال، چالش‌هایی نظیر پیچیدگی ادغام با سیستم‌های موجود، مقاومت نیروی کار و مسائل امنیتی، پذیرش گسترده‌ی آن را تحت تأثیر قرار داده است. پیش‌بینی می‌شود که تلفیق خودکار سازی فرایند رباتیک با هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، قابلیت‌هایی مانند پیش‌بینی مالی و تصمیم‌گیری هوشمند را ارتقا دهد.

واژه‌های کلیدی: خودکار سازی فرایند رباتیک، تحول دیجیتال، حسابرسی نوین.

طبقه‌بندی موضوعی: M42

^۱ . گروه حسابداری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) Email: e.akramim@pnu.ac.ir

^۲ . گروه حسابداری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. Email: kparandin@pnu.ac.ir

مقدمه

تحولات دیجیتال اخیر، ظهور فناوری خودکارسازی فرایند رباتیک^۱ را در حوزه حسابرسی و حسابداری به همراه داشته است که نشانگر گذار از شیوه‌های سنتی به دوره‌ای جدید از بهره‌وری و مزیت رقابتی است. خودکارسازی رباتیک فرایند با عملکردی مشابه نیروی کار مجازی، قادر به شبیه‌سازی اقدامات انسانی و اجرای فرایندهای تجاری است، به ویژه در انجام وظایف تکراری و پرحجم که سهم قابل توجهی از بار کاری را تشکیل می‌دهند (بویداس هازار و توپلو^۲، ۲۰۲۳). این فناوری نه تنها موجب ساده‌سازی عملیات می‌شود، بلکه ماهیت نقش حسابرسان را متحول ساخته و تمرکز آنان را از فعالیت‌های روزمره به سمت ایفای نقش‌های راهبردی سوق می‌دهد (آینلا و همکاران^۳، ۲۰۲۴). در چنین شرایطی، خودکارسازی فرایند رباتیک به عنوان ابزاری حیاتی برای حفظ استحکام سیستم‌های حسابرسی در مواجهه با چالش‌های پیش‌رو ظاهر شده است (ادگیم و همکاران^۴، ۲۰۲۲).

کاربرد موفق این فناوری در محیط‌های ناپایدار، گویای قابلیت‌های انطباق‌پذیر و تاب‌آور آن بوده و توانایی آن در حفظ ثبات فرایندهای حسابرسی حتی در شرایط بحران اقتصادی را به نمایش می‌گذارد (آینلا و همکاران، ۲۰۲۴). این فناوری با خودکارسازی وظایف تکراری، علاوه بر افزایش کارایی، فرصتی برای حسابرسان فراهم می‌کند تا بر جنبه‌های راهبردی‌تر مانند مشاوره و تصمیم‌گیری‌های کلان متمرکز شوند. استقرار خودکارسازی فرایند رباتیک در مؤسسات حسابرسی کوچک و متوسط، هم‌چالش‌ها و هم‌مزیت‌های منحصر به فردی به همراه دارد (تیرون-تودور و همکاران^۵، ۲۰۲۳). ژانگ و همکاران^۶ (۲۰۲۳)، دیدگاه جامعی از فرایند پیاده‌سازی خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی، از آغاز تا ادغام کامل ارائه می‌دهند. پژوهش آنها مراحل مختلف پذیرش خودکارسازی فرایند رباتیک در وظایف حسابرسی را نشان می‌دهد و چالش‌ها و مزایای مواجهه شده در این مسیر را بررسی می‌کند. انتقال به خودکارسازی فرایند رباتیک نه تنها شامل پذیرش فناوری‌های جدید است بلکه نیازمند تغییر فرهنگی در درون

1. Robotic Process Automation

2. Boydaş Hazar & Toplu

3. Ayinla et al

4. Edghiem et al

5. Tiron-Tudor et al.

6. Zhang et al.

سازمان‌ها است که تغییراتی در دینامیک نیروی کار، حکمرانی فناوری اطلاعات و پایداری سیستم را می‌طلبد.

پذیرش خودکارسازی فرایند رباتیک در حرفه حسابرسی تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند آموزش، سن و ادراکات درباره تأثیر خودکارسازی فرایند رباتیک بر کیفیت اطلاعات مالی نقش مهمی در پذیرش نرم‌افزار خودکارسازی فرایند رباتیک توسط افراد حرفه‌ای حسابرسی قرار دارد. این پذیرش برای ادغام موفق خودکارسازی فرایند رباتیک در شیوه‌های حسابرسی ضروری است، زیرا مستقیماً بر چگونگی استفاده از این ابزارها و میزان بهبود کارایی و دقت تأثیر می‌گذارد (لوپس و همکاران^۱، ۲۰۲۳). تاریخچه حسابرسی همواره بیانگر توانایی این حرفه در سازگاری با پیشرفت‌های فناوری بوده است. گذار از حسابرسی دستی به سیستم‌های کامپیوتری، زمینه‌ساز پذیرش فناوری‌های پیشرفته‌تر از جمله خودکارسازی فرایند رباتیک شده است. این تحول تاریخی، فرایندهای حسابرسی را به سمت کارآمدی، دقت و مقیاس‌پذیری بیشتر سوق داده و در عین حال موجب بازتعریف نقش حسابرسان شده است. حسابرسان با پذیرش این فناوری از وظایف تکراری و زمان‌بر فاصله گرفته و به ایفای نقش‌های تحلیلی و راهبردی پرداخته‌اند. در حالی که خودکارسازی فرایند رباتیک توانسته است کارایی عملیاتی و دقت در تحلیل داده‌ها را بهبود بخشد، چالش‌هایی نظیر بازنگری در مهارت‌های حرفه‌ای و اصلاح ساختارهای سازمانی را نیز به همراه داشته است. این روند، نشان‌دهنده یک تحول بنیادین در شیوه انجام حسابرسی و جایگاه حرفه‌ای حسابرسان در عصر دیجیتال است. بنابراین، پرسش اصلی که مطرح می‌شود این است که چگونه خودکارسازی فرایند رباتیک می‌تواند به ارتقای کارایی، دقت و نقش راهبردی حسابرسان در فرایندهای حسابرسی کمک کند؟

هدف اصلی این پژوهش، بررسی تأثیرات فناوری خودکارسازی فرایند رباتیک بر حسابرسی می‌باشد. داده‌های مورد نیاز این پژوهش از منابعی همچون مقالات علمی منتشر شده در مجلات، مقالات کنفرانس‌های تخصصی گردآوری شده است. این منابع از طریق پایگاه‌های اطلاعاتی علمی Science Direct و Google Scholar شناسایی و استخراج گردیدند. روش جستجوی منابع مبتنی بر کاربرد کلیدواژه‌ها و عبارات تخصصی مرتبط با خودکارسازی فرایند رباتیک و حسابرسی بود که از جمله آنها می‌توان به "خودکارسازی فرایندهای رباتیک"،

¹ .Lopes et al.

"کاربرد خودکار سازی فرایند رباتیک در حسابرسی"، "تحولات دیجیتال در حسابرسی" و "خودکار سازی در روش های حسابرسی" اشاره کرد. محدوده زمانی جستجو به اسناد انگلیسی زبان منتشر شده بین سال های ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۵ محدود گردید تا از به روز بودن اطلاعات اطمینان حاصل شود. معیارهای انتخاب منابع شامل مطالعاتی می شد که به طور خاص به بررسی پیاده سازی، اثرات، چالش ها و آینده خودکار سازی فرایند رباتیک در حوزه حسابرسی پرداخته بودند. این موارد شامل پژوهش های تجربی، مطالعات موردی، مقالات نظری بود. در مقابل، مطالعاتی که ارتباط مستقیمی با حسابرسی نداشتند یا صرفاً به کاربرد خودکار سازی فرایند رباتیک در سایر حوزه های کسب و کار می پرداختند، از دایره پژوهش خارج شدند. فرایند انتخاب منابع به این صورت بود که ابتدا چکیده مقالات بررسی می شد و در صورت تناسب با عنوان پژوهش، متن کامل آنها مورد بررسی قرار می گرفت. در جدول شماره ۱ مراحل جستجو و فراوانی نتایج منابع در فرایند غربالگری پژوهش، نشان داده شده است. در این مقاله، فرایند جستجو و غربالگری منابع به صورت گام به گام انجام شده است تا منابع معتبر و مرتبط با موضوع پژوهش شناسایی و انتخاب شوند.

جدول ۱. مراحل جستجو و فراوانی نتایج منابع در فرایند غربالگری پژوهش

مرحله غربالگری	معیارها/اقدامات	تعداد منابع
جستجوی اولیه	جستجو با استفاده از کلیدواژه های مرتبط در پایگاه های: Google Scholar, Science Direct	۱۲۵
حذف مطالعات نامرتب	حذف منابع غیر مرتبط با موضوع حسابرسی یا فاقد تمرکز بر فناوری خودکار سازی رباتیک فرایند	۷۶
غربالگری چکیده	بررسی چکیده ها برای تناسب با اهداف پژوهش و اولویت دهی به مطالعات جامع و کاربردی.	۴۲
ارزیابی متن کامل	تحلیل کامل متن منابع منتخب برای اطمینان از ارتباط مستقیم با موضوع تحقیق.	۲۴
منابع نهایی انتخاب شده	مطالعات تجربی، نظری، و موردی مرتبط با کاربرد خودکار سازی رباتیک فرایند در حسابرسی (۲۰۱۳-۲۰۲۵).	۱۸

مبانی نظری

اصول اساسی خودکارسازی فرایند رباتیک در بخش حسابرسی

سیستم‌های خودکارسازی فرایند رباتیک امکان حسابرسی مداوم، مدیریت ریسک در زمان واقعی و گزارش‌دهی صحیح را فراهم می‌آورند. در نتیجه، نقش حساب‌برسان داخلی تغییر کرده و در نهایت، به بهبود انطباق سازمانی و عملکرد کمک می‌کنند. ادغام خودکارسازی فرایند رباتیک در عملیات حسابرسی داخلی بانک‌ها می‌تواند به بهبود کارایی و دقت کمک کند و در نهایت به ارتقای رعایت قوانین و عملکرد سازمانی منجر شود. به همین دلیل، بانک‌های تجاری باید به سرعت به سمت پذیرش این فناوری‌ها حرکت کنند تا از مزایای آن بهره‌برداری کنند و در بازار رقابتی باقی‌مانند (آلاسولی^۱، ۲۰۲۵). خودکارسازی فرایند رباتیک در بخش حسابرسی به‌طور بنیادین نحوه مدیریت و پردازش داده‌های مالی را متحول می‌کند. در اصل، خودکارسازی فرایند رباتیک بر اساس اصل خودکارسازی وظایف تکراری و زمان‌بر عمل می‌کند؛ مفهومی که در کار ادگیم و همکاران (۲۰۲۲) مورد تأکید قرار گرفته است. این خودکارسازی شامل وظایف روزمره مانند ورود داده، تسویه حساب و تولید گزارش است که به‌طور سنتی بخش قابل توجهی از زمان حسابدار را به خود اختصاص می‌داد. با انجام این وظایف، خودکارسازی فرایند رباتیک، به متخصصان حسابرسی این امکان را می‌دهد که بر فعالیت‌های راهبردی‌تری تمرکز کنند که نیاز به قضاوت و تخصص انسانی دارند و به این ترتیب، کارایی و بهره‌وری کلی بخش حسابرسی را افزایش دهند. اصل کلیدی دیگر خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی، توانایی آن در ادغام بدون درز با سیستم‌ها و نرم‌افزارهای موجود است. سندی و همکاران^۲ (۲۰۲۲)، این نکته را از طریق پژوهش موردی در یک نهاد مخابراتی نشان می‌دهند که در آن خودکارسازی فرایند رباتیک برای بهبود وظایف حسابرسی پیاده‌سازی شد. این قابلیت ادغام، بسیار حائز اهمیت است زیرا این امکان را فراهم می‌آورد که فرایندها بدون نیاز به تغییرات گسترده در زیرساخت فناوری اطلاعات موجود، خودکار شوند. علاوه بر این، مقیاس‌پذیری خودکارسازی فرایند رباتیک، مزیتی قابل توجه است؛ زیرا می‌توان آن را مطابق با نیازها و اندازه

¹ Alassuli

² Sandy et al.

خاص کسب و کار، سازگار و مقیاس‌بندی کرد و به این ترتیب، راه‌حل انعطاف‌پذیر برای سازمان‌های کوچک و بزرگ فراهم می‌آورد.

دقت و انسجام در فرایندهای مالی نیز از اصول مرکزی کاربرد خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی به شمار می‌رود. خودکارسازی وظایف، احتمال خطای انسانی را کاهش می‌دهد و اطمینان حاصل می‌کند که داده‌های مالی به‌طور دقیق و یکسان پردازش می‌شوند. این اصل به‌ویژه در حفظ یکپارچگی گزارش‌گیری مالی و رعایت استانداردهای نظارتی اهمیت ویژه‌ای دارد، همان‌طور که توسط تیرون-تودور و همکاران (۲۰۲۳) بحث شده است.

خودکارسازی فرایند رباتیک، با اطمینان از دقت و انسجام، قابلیت اطمینان اطلاعات مالی را افزایش می‌دهد که برای تصمیم‌گیری و رعایت قوانین بسیار حیاتی است. کارایی هزینه نیز از دیگر اصول بنیادین پشتیبان خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی است. خودکارسازی وظایف روزمره، منجر به صرفه‌جویی‌های قابل توجهی در هزینه‌ها می‌شود و نیاز به منابع نیروی کار اضافی را به‌ویژه در دوره‌های اوج مانند پایان ماه یا پایان سال کاهش می‌دهد. این کارایی هزینه، تنها به هزینه‌های مستقیم نیروی کار محدود نمی‌شود بلکه شامل بهینه‌سازی جریان کار و کاهش زمان پردازش نیز می‌باشد. علاوه بر این، خودکارسازی فرایند رباتیک، کنترل بهتری بر فرایندهای حسابرسی فراهم می‌آورد، زیرا جریان‌های کاری را استانداردسازی کرده و اطمینان حاصل می‌کند که با سیاست‌ها و رویه‌های تعیین‌شده مطابقت دارد. این استانداردسازی در محیطی ضروری است که رعایت قوانین و شفافیت مالی از اهمیت بالایی برخوردار است. ابزارهای خودکارسازی فرایند رباتیک، به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که شیوه‌نامه‌های سخت‌گیرانه‌ای را دنبال کنند و به این ترتیب، خطر نقض قوانین را به حداقل رسانده و حاکمیت کلی فرایندهای مالی را افزایش دهند. در محیط کسب و کار سریع‌السر امروز، توانایی دسترسی و تحلیل داده‌های مالی در زمان واقعی، مزیت قابل توجه به شمار می‌رود. در نهایت، پیاده‌سازی خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی منجر به توانمندسازی کارکنان می‌شود. برخلاف نگرانی‌ها درباره اینکه خودکارسازی منجر به جابجایی شغف‌ها می‌شود، خودکارسازی رباتیک فرایند در واقع به حساب‌رسان این امکان را می‌دهد که در فعالیت‌های با ارزش افزوده بیشتری مشارکت کنند.

خودکارسازی فرایند رباتیک، با به‌عهده گرفتن وظایف خسته‌کننده و تکراری، به متخصصان حسابرسی این امکان را می‌دهد که بر برنامه‌ریزی راهبردی، تحلیل و نقش‌های مشاوره‌ای تمرکز کنند و به این ترتیب، سهم خود را در اهداف راهبردی کلی سازمان افزایش دهند. اصول اساسی خودکارسازی فرایند رباتیک در بخش حسابرسی، حول محور خودکارسازی وظایف تکراری، ادغام بدون درز با سیستم‌های موجود، دقت و انسجام در پردازش مالی، کارایی هزینه، کنترل و رعایت قوانین بهبود یافته، پردازش داده‌ها در زمان واقعی و توانمندسازی کارکنان می‌چرخد. این اصول نه تنها در حال بازسازی چشم‌انداز حسابرسی هستند، بلکه موجب افزایش کارایی و امکان تمرکز حرفه‌ای‌ها بر وظایف سطح بالاتر می‌شوند. با ادامه تکامل خودکارسازی فرایند رباتیک، انتظار می‌رود که نقش آن در تحول شیوه‌های حسابرسی گسترش یابد و این اصول اساسی را بیشتر در بافت مدیریت مالی و گزارش‌گیری جا بیندازد (آینلا و همکاران، ۲۰۲۴). استفاده از خودکارسازی فرایند رباتیک و هوش مصنوعی در حسابرسی باعث می‌شود صورت‌های مالی حسابرسی‌شده قابل‌اعتمادتر شوند. همچنین افزودن مهارت‌های حساب‌برسان، هوش مصنوعی و خودکارسازی فرایند به‌طور قابل‌توجهی خطرات کنترل و تشخیص ذاتی را کاهش می‌دهد و کیفیت حسابرسی را افزایش می‌دهد (کاظم و علی^۱، ۲۰۲۴).

چارچوب معماری سیستم‌های خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی

چارچوب معماری خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی، جنبه‌ای حیاتی است که عملکرد و اثربخشی آن را در تحول شیوه‌های حسابرسی پشتیبانی می‌کند. این چارچوب به گونه‌ای طراحی شده است که خودکارسازی وظایف تکراری و مبتنی بر قوانین را ممکن می‌سازد و به متخصصان حسابرسی این امکان را می‌دهد که بر روی کارهای استراتژیک و تحلیلی‌تر تمرکز کنند. توسعه و پیاده‌سازی خودکارسازی فرایند رباتیک در بخش حسابرسی تحت هدایت چندین مؤلفه و اصل کلیدی قرار دارد که در پژوهش‌های علمی اخیر به آن‌ها اشاره شده است (آینلا و همکاران، ۲۰۲۴). هوانگ و واسارهلی^۲ (۲۰۱۹) به‌طور چشمگیری در فهم کاربرد خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی تأثیرگذار بوده‌اند و چارچوبی را ارائه کرده‌اند که

¹ Kadhimi & Ali

² Huang & Vasarhelyi

به حسابرسان این امکان را می‌دهد تا وظایف تکراری و کم‌قضاوت را به سیستم‌های خودکار سازی فرایند رباتیک محول کنند. این چارچوب نه تنها به حسابرسان این اجازه را می‌دهد که بر روی وظایفی تمرکز کنند که نیاز به قضاوت حرفه‌ای دارند، بلکه قابلیت خودکار سازی فرایند رباتیک را در بهبود کارایی و دقت فرایند حسابرسی نیز به نمایش می‌گذارد. چارچوب پیشنهادی هوانگ و واسارهللی (۲۰۱۹) به‌ویژه در زمینه حسابرسی بسیار مرتبط می‌باشد که دقت و زمان‌بندی اطلاعات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ایولریش و همکاران (۲۰۲۱) با ارائه چارچوب ارزیابی سه مرحله‌ای، به بررسی کاربرد خودکار سازی فرایند رباتیک در حسابرسی پرداخته و به حسابرسان این امکان را می‌دهند که در مورد خودکار سازی فعالیت‌ها تصمیم‌گیری کنند. این چارچوب، که بر مبنای نظریه سیستم‌های اجتماعی-فنی طراحی شده است، رویکردی منظم برای شناسایی و اولویت‌بندی وظایف حسابرسی مناسب برای خودکار سازی فراهم می‌آورد. اعتبارسنجی این چارچوب از طریق مصاحبه‌ها و مطالعات موردی، ارتباط عملی و کارایی آن را در شرایط واقعی حسابرسی تأکید می‌کند. این چارچوب نه تنها در فرایند تصمیم‌گیری برای پیاده سازی خودکار سازی فرایند رباتیک مفید است، بلکه بینش‌هایی در مورد پذیرش مؤثر فناوری‌های نوین در زمینه حسابرسی نیز ارائه می‌دهد. سندی و همکاران (۲۰۲۲) یک نمونه کاربردی از استفاده خودکار سازی فرایند رباتیک در یک نهاد مخابراتی ارائه می‌دهند که نشان‌دهنده کاربرد عملی این فناوری در حسابرسی است. پژوهش‌های آنها از روش‌شناسی علم طراحی برای توسعه یک مدل فرایند محور خودکار سازی فرایند رباتیک بهره می‌برد و نتایج آن نشان‌دهنده بهبودهای چشمگیر در زمان پردازش و دقت می‌باشد. این نمونه، تأثیر تحول‌آفرین خودکار سازی فرایند رباتیک بر وظایف حسابرسی را به تصویر می‌کشد و به وضوح نشان می‌دهد که چگونه خودکار سازی فرایند رباتیک می‌تواند به‌طور قابل توجهی بهره‌وری را افزایش دهد و خطاها را در فرایندهای حسابرسی کاهش دهد.

چارچوب معماری خودکار سازی فرایند رباتیک در حسابرسی معمولاً شامل چند لایه از جمله رابط کاربری، ابزارهای خودکار سازی فرایند، داشبورد کنترل و ادغام با سیستم‌های حسابرسی موجود می‌باشد. این معماری چندلایه، تضمین می‌کند که خودکار سازی فرایند رباتیک می‌تواند

به‌طور یکپارچه با نرم‌افزارهای حسابرسی و پایگاه‌های داده مختلف تعامل و فرایندهای مختلف حسابرسی را خود کار کند. داشبورد کنترل/ امکان نظارت و مدیریت ربات‌های خود کارسازی فرایند رباتیک را فراهم می‌آورد و بینش‌هایی در مورد عملکرد و کارایی آن‌ها ارائه می‌دهد. علاوه بر جنبه‌های فنی، چارچوب معماری خود کارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی شامل عناصر سازمانی و رویه‌ای نیز می‌شود. این عناصر شامل توسعه ساختارهای حاکمیتی برای نظارت بر پیاده سازی خود کارسازی فرایندهای رباتیک، ایجاد رویه‌های عملیاتی استاندارد برای استقرار خود کارسازی فرایند رباتیک و آموزش کارکنان برای تعامل مؤثر با سیستم‌های خود کارسازی فرایند رباتیک است. این جنبه‌ها به‌منظور اطمینان از ادغام مؤثر خود کارسازی فرایند رباتیک در جریان کار حسابرسی و تحقق کامل مزایای آن، ضروری هستند.

چارچوب معماری سیستم‌های خود کارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی، ساختار پیچیده و چندوجهی است که مؤلفه‌های فنی، سازمانی و رویه‌ای را ترکیب می‌کند. این چارچوب برای پیاده سازی و عملیات موفق خود کارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی حیاتی است و به خود کارسازی وظایف روزمره، افزایش کارایی و اجازه به متخصصان حسابرسی برای تمرکز بر فعالیت‌های با ارزش بالاتر کمک می‌کند. با ادامه پیشرفت فناوری خود کارسازی فرایندهای رباتیک، انتظار می‌رود که چارچوب معماری آن نیز پیچیده‌تر شود و قابلیت‌ها و کاربردهای آن را در بخش حسابرسی بیشتر تقویت کند (آینلا و همکاران، ۲۰۲۴).

طبقه‌بندی ابزارهای خود کارسازی فرایند رباتیک و کاربردهای آن‌ها در حسابرسی

ابزارهای خود کارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی از تنوع زیادی برخوردارند و هر یک به‌منظور پاسخگویی به نیازها و فرایندهای خاص در این حوزه طراحی شده‌اند. طبقه‌بندی این ابزارها و بررسی کاربردهای آن‌ها، درک بهتری از تأثیر خود کارسازی فرایند رباتیک بر شیوه‌های حسابرسی ارائه و نشان می‌دهد که چگونه می‌تواند این فرایندها را متحول کند. این ابزارها معمولاً شامل نرم‌افزارهایی مانند وارد کردن داده‌ها، تولید گزارش‌های مالی، و نظارت بر رعایت قوانین و مقررات هستند که می‌توانند وظایف تکراری و زمان‌بر را خود کارسازی کنند. با استفاده از این ابزارها، حسابرسان می‌توانند بر روی فعالیت‌های تحلیلی و راهبردی

تمرکز کرده و کارایی و دقت را در عملیات خود افزایش دهند. ادگیم و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی کاربرد خودکار سازی فرایند رباتیک در حسابرسی، به ویژه در شرایط بحران اقتصادی لبنان پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آنان نشان می‌دهد که ابزارهای خودکار سازی فرایند رباتیک چگونه می‌توانند برای خودکار سازی وظایف روتین حسابرسی استفاده شوند؛ این موضوع، به ویژه، در محیط‌هایی ضروری است که چالش‌های اقتصادی، فشار زیادی بر شیوه‌های سنتی حسابرسی وارد می‌آورند. در این زمینه، ابزارهای خودکار سازی فرایند رباتیک عمدتاً برای ورود داده‌ها، پردازش تراکنش‌ها و تولید گزارش‌های رعایت قوانین و مقررات به کار گرفته می‌شوند و به کسب و کارها کمک می‌کنند تا با وجود نوسانات اقتصادی، دقت و کارایی خود را حفظ کنند. لوپس و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی پذیرش فناوری نرم‌افزار خودکار سازی فرایند رباتیک توسط حسابرسان پرداخته و بینش‌هایی در مورد طبقه‌بندی ابزارهای خودکار سازی فرایند رباتیک بر اساس پذیرش کاربر و عملکرد آن‌ها ارائه می‌دهند. آن‌ها ابزارهای خودکار سازی فرایند رباتیک در حسابرسی را به دو دسته تقسیم می‌کنند:

۱) ابزارهایی که وظایف حسابرسی تراکنشی مانند صدور فاکتور و پردازش حقوق و دستمزد را انجام می‌دهند.

۲) ابزارهایی که با وظایف تحلیلی مانند تحلیل مالی و پیش‌بینی سروکار دارند. پذیرش این ابزارها در میان حسابرسان، تحت تأثیر عواملی مانند سهولت استفاده، مفید بودن ادراک شده و میزان آموزشی قرار دارد که به کاربران ارائه می‌شود. این عوامل نقش مهمی در تصمیم‌گیری حسابرسان برای استفاده از فناوری خودکار سازی فرایند رباتیک ایفا می‌کنند و می‌توانند تأثیر زیادی بر موفقیت پیاده‌سازی این ابزارها در سازمان‌ها داشته باشند. کوکینا و بلانشت^۱ (۲۰۱۹) شواهد اولیه‌ای از کار دیجیتال در حسابرسی را از طریق نوآوری خودکار سازی فرایند رباتیک ارائه می‌دهند. در پژوهش آنان، ابزارهای خودکار سازی فرایند رباتیک، به دو دسته تقسیم می‌شوند:

^۱ Kokina & Blanchette

۱) ابزارهایی که وظایف ساختارمند و مبتنی بر قوانین را خودکار می‌کنند: این دسته شامل ربات‌هایی است که فرایندهای حساب‌های دریافتی^۱ و پرداختی^۲ را خودکارسازی می‌کنند.

۲) ابزارهایی که قادر به انجام وظایف پیچیده‌تر و مبتنی بر قضاوت هستند: این دسته شامل ابزارهایی است که در تصمیم‌گیری مالی و برنامه‌ریزی راهبردی کمک می‌کنند. این طبقه‌بندی اهمیت ویژه‌ای دارد زیرا توانایی‌های در حال تحول ابزارهای خودکارسازی فرایند رباتیک را از پردازش داده‌های پایه به انجام عملکردهای پیچیده و شناختی نشان می‌دهد. این تغییر، نشان‌دهنده توان خودکارسازی فرایند رباتیک برای بهبود فرایندهای حسابرسی و ایجاد ارزش افزوده در سازمان‌ها است، به‌ویژه در شرایطی که نیاز به تجزیه و تحلیل عمیق‌تر و تصمیم‌گیری هوشمندانه‌تر وجود دارد. کاربردهای ابزارهای خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی بسیار گسترده و متنوع است و می‌تواند به دو دسته اصلی وظایف تراکنشی و وظایف تحلیلی، تقسیم شود. در وظایف تراکنشی، ابزارهای خودکارسازی فرایند رباتیک، برای خودکارسازی فعالیت‌های روزمره و تکراری در حسابرسی به کار می‌روند. برخی از این کاربردها شامل موارد زیر است:

۱) **پردازش عوامل:** تسهیل ورود و تأیید عوامل به سیستم‌های حسابرسی.

۲) **مدیریت سیستم‌های حقوق و دستمزد:** خودکارسازی محاسبات حقوق و تسویه حساب‌ها، که زمان و خطای انسانی را کاهش می‌دهد.

۳) **گزارش‌گیری مالی:** تولید گزارش‌های مالی سریع و دقیق، که به کسب و کارها کمک می‌کند تا درک بهتری از وضعیت مالی خود داشته باشند.

این ابزارها به‌طور قابل توجهی زمان و تلاش مورد نیاز برای این وظایف را کاهش می‌دهند، خطاها را به حداقل می‌رسانند و رعایت استانداردها و مقررات حسابرسی را بهبود می‌بخشند. در وظایف تحلیلی، ابزارهای خودکارسازی فرایند رباتیک همچنین به‌طور فزاینده‌ای برای انجام وظایف تحلیلی و راهبردی استفاده می‌شوند. این کاربردها شامل:

^۱.receivable

^۲.payable

۱) ارائه ینش‌ها در مورد داده‌های مالی: تحلیل داده‌ها برای شناسایی روندها و الگوهای مالی.

۲) کمک به بودجه‌بندی و پیش‌بینی: تسهیل فرایندهای پیش‌بینی مالی و شناسایی مناطق نیاز به بهبود.

۳) حمایت از تصمیم‌گیری مالی راهبردی: فراهم کردن داده‌های دقیق و به‌روز برای اتخاذ تصمیمات آگاهانه.

این ابزارهای پیشرفته خودکارسازی فرایند رباتیک، توانایی تجزیه و تحلیل حجم بالایی از داده‌های مالی را دارند و می‌توانند روندها را شناسایی کرده و تحلیل‌های پیش‌بینی ارائه دهند. این امکان به حساب‌رسان کمک می‌کند تا بر اساس داده‌های زمان واقعی، تصمیمات آگاهانه‌ای اتخاذ کنند و در نتیجه به بهبود عملکرد مالی و استراتژیک سازمان‌ها منجر می‌شود.

به‌طور خلاصه، طبقه‌بندی ابزارهای خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی نشان‌دهنده کاربردهای متنوع آن‌ها است که از خودکارسازی وظایف تراکنشی روزمره تا تسهیل عملکردهای تحلیلی پیچیده متغیر است. این ابزارها نه تنها در حال تغییر نحوه انجام وظایف حسابرسی هستند، بلکه نقش حرفه‌ای‌های حسابرسی را نیز بازتعریف می‌کنند و به آن‌ها این امکان را می‌دهند که بر روی فعالیت‌های راهبردی و تصمیم‌گیری متمرکز کنند. با ادامه تکامل فناوری خودکارسازی فرایندهای رباتیک، انتظار می‌رود که کاربردهای آن در حسابرسی پیچیده‌تر شود و به این ترتیب کارایی، دقت و بینش‌های راهبردی را در این حوزه افزایش دهد. این تغییرات به حساب‌رسان اجازه می‌دهد تا با استفاده از داده‌های دقیق و به‌روز، تصمیمات بهتری اتخاذ کنند و بهبود عملکرد مالی سازمان‌ها را تسهیل نمایند. در نهایت، خودکارسازی فرایند رباتیک می‌تواند به عنوان ابزاری کلیدی در تحول دیجیتال در صنعت حسابرسی عمل کند و به حرفه‌ای‌ها کمک کند تا به روش‌های نوآورانه‌تری برای مقابله با چالش‌های مالی و اقتصادی دست یابند.

نقاط عطف در توسعه خودکارسازی فرایند رباتیک تأثیرگذار بر شیوه‌های حسابرسی

توسعه خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی با چند نقطه عطف مهم مشخص شده است که هر یک، به تحول عمیق شیوه‌های حسابرسی کمک کرده است. نخستین نقطه عطف، معرفی خودکارسازی فرایند رباتیک برای خودکارسازی وظایف روزمره و تکراری مانند پردازش عوامل و مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی است که به کاهش خطاها و صرفه‌جویی در زمان کمک کرده و حساب‌رسان را قادر می‌سازد تا بر روی فعالیت‌های با ارزش‌تری تمرکز کنند. با پیشرفت فناوری خودکارسازی فرایند رباتیک، ابزارهای تحلیلی پیچیده‌تری نیز به این حوزه وارد شدند که به حساب‌رسان امکان می‌دهد داده‌های مالی را تجزیه و تحلیل کرده، روندها را شناسایی کنند و تصمیمات بهتری در مورد برنامه‌ریزی و بودجه‌بندی اتخاذ کنند. همچنین، خودکارسازی فرایند رباتیک به تدریج با دیگر فناوری‌های نوین مانند یادگیری ماشین و هوش مصنوعی ترکیب شده است که باعث افزایش توانایی‌های خودکارسازی فرایند رباتیک و بهبود فرایندهای تصمیم‌گیری می‌شود. افزایش آگاهی و پذیرش خودکارسازی فرایند رباتیک در میان سازمان‌ها و حرفه‌ای‌های حسابرسی، به‌ویژه در پاسخ به نیاز به کارایی بیشتر و کاهش هزینه‌ها، نقطه عطف دیگری است که به سازمان‌ها کمک کرده تا به سوی تحول دیجیتال حرکت کنند.

لوپس و همکاران (۲۰۲۳) بینش‌هایی در مورد پذیرش فناوری نرم‌افزار خودکارسازی فرایند رباتیک توسط حساب‌رسان ارائه می‌دهند که نقطه عطف حیاتی در پذیرش خودکارسازی فرایند رباتیک در این حوزه به شمار می‌آید. پژوهش آنان، که بر اساس مدل پذیرش فناوری^۱ انجام شده است، نشان می‌دهد که پذیرش نرم‌افزار خودکارسازی فرایند رباتیک در میان حرفه‌ای‌های حسابرسی تحت تأثیر عواملی همچون سهولت استفاده و مفید بودن ادراک شده و همچنین آموزش قرار دارد. این یافته‌ها به وضوح نشان می‌دهد که پذیرش فزاینده ابزارهای خودکارسازی فرایند رباتیک در حرفه حسابرسی بیانگر تغییر در ذهنیت حساب‌رسان است؛ به طوری که آن‌ها به‌طور فزاینده‌ای، مزایای خودکارسازی را در افزایش کارایی و دقت در وظایف حسابرسی شناسایی می‌کنند. این تغییر در نگرش نه تنها به بهبود فرایندها و کاهش خطاها کمک

^۱ .TAM

می‌کند، بلکه به حساب‌رسان اجازه می‌دهد تا بر روی فعالیت‌های راهبردی‌تر تمرکز کنند و در نتیجه ارزش بیشتری را برای سازمان‌ها ایجاد نمایند.

ژانگ و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی پیاده‌سازی خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی از طریق مطالعات موردی پرداخته و نمای کاملی از فرایند از ابتدا تا انتها ارائه می‌دهند. این پژوهش نقطه عطف دیگر در توسعه خودکارسازی فرایند رباتیک را به تصویر می‌کشد که بر کاربرد عملی و ادغام خودکارسازی فرایند رباتیک در محیط‌های واقعی حسابرسی تأکید دارد. این پژوهش موضوعات کلیدی مرتبط با پذیرش خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی، از جمله سازگاری نیروی کار، حاکمیت فناوری اطلاعات، حریم خصوصی و امنیت، پایداری سیستم و اندازه‌گیری موفقیت خودکارسازی فرایند رباتیک را شناسایی می‌کند. بررسی این موضوعات، نشان‌دهنده تأثیر چندوجهی خودکارسازی فرایند رباتیک بر شیوه‌های حسابرسی است و نیاز به رویکردی جامع در پیاده‌سازی آن را تأکید می‌کند. به‌ویژه، این پژوهش به سازمان‌ها کمک می‌کند تا چالش‌ها و فرصت‌های مرتبط با پذیرش خودکارسازی فرایند رباتیک را بهتر درک کنند و راهبردهایی برای مدیریت مؤثر این تغییرات در فرایندهای حسابرسی خود تدوین نمایند. با توجه به این یافته‌ها، می‌توان نتیجه گرفت که پیاده‌سازی موفق خودکارسازی فرایند رباتیک، نیازمند توجه به جنبه‌های انسانی، فناوری و فرایندی است تا حداکثر بهره‌وری و اثربخشی در حسابرسی حاصل شود. تیرو-تودور و همکاران (۲۰۲۳) نقش تحول‌آفرین خودکارسازی فرایند رباتیک در خدمات حسابرسی و حسابرسی را مورد بحث قرار می‌دهند و بر این نکته تأکید می‌کنند که چگونه خودکارسازی فرایندهای رباتیک، همراه با سایر فناوری‌های دیجیتال، مدل‌های کسب و کار سنتی در این زمینه‌ها را بازتعریف می‌کند. این تحول، نقطه عطف مهم در توسعه خودکارسازی فرایند رباتیک به شمار می‌آید، زیرا فراتر از صرفاً خودکارسازی وظایف، کل چشم‌انداز خدمات حسابرسی و حسابرسی را تغییر می‌دهد. مقاله به‌روشنی خواستار پژوهش‌های تجربی بیشتری درباره تأثیرات پس از پیاده‌سازی فناوری خودکارسازی فرایند رباتیک و نشان‌دهنده تکامل مداوم و درک عمیق‌تر از نقش خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی و حسابرسی می‌باشد. به‌ویژه، این بررسی بر لزوم درک بهتر از چالش‌ها و فرصت‌هایی تأکید می‌کند که خودکارسازی فرایند رباتیک به همراه دارد و ضرورت پژوهش‌های بیشتری را در زمینه‌های تأثیرات اقتصادی، اجتماعی و سازمانی پیاده‌سازی این

فناوری در صنعت حسابرسی و حسابرسی نمایان می‌سازد. این رویکرد جامع می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا بهینه‌ترین راهبردها را برای بهره‌برداری از مزایای خودکارسازی فرایند رباتیک و سایر فناوری‌های دیجیتال در فرایندهای خود اتخاذ کنند.

نقاط عطف در توسعه خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی با چند پیشرفت اساسی مشخص می‌شود. در آغاز، این ابزارها عمدتاً برای خودکارسازی وظایف ساده و تکراری، مانند ورود داده‌ها و انجام محاسبات ابتدایی به کار می‌رفتند. اما با پیشرفت فناوری، خودکارسازی فرایند رباتیک، توانایی مدیریت وظایف پیچیده‌تری را پیدا کرد که شامل تحلیل‌های مالی، نظارت بر رعایت قوانین و مقررات و حتی پیش‌بینی‌های تحلیلی می‌شود. این تغییر نمایانگر افزایش پیچیدگی و توانایی خودکارسازی فرایند رباتیک برای پاسخگویی به نیازهای متنوع در حوزه حسابرسی است. نقطه عطف دیگری که در این راستا مشاهده می‌شود، ادغام خودکارسازی فرایند رباتیک با فناوری‌های پیشرفته‌ای چون هوش مصنوعی و یادگیری ماشین است. این هم‌افزایی به خودکارسازی فرایند رباتیک این امکان را می‌دهد که علاوه بر خودکارسازی وظایف، بینش‌های هوشمند و پشتیبانی‌های تصمیم‌گیری را نیز ارائه دهد و از این طریق، نقش راهبردی حسابربان را تقویت کند. به‌طور کلی، این نقاط عطف در توسعه خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی نمایانگر تغییر اساسی در این حوزه است. از پذیرش اولیه تا ادغام فناوری‌های نوین و تحول در شیوه‌های کاری، خودکارسازی فرایند رباتیک به ابزاری ضروری در حسابرسی معاصر تبدیل گشته است. با ادامه پیشرفت خودکارسازی فرایندهای رباتیک، این فناوری در آستانه ایجاد یک انقلاب بزرگ در حرفه حسابرسی قرار دارد و فرصت‌های جدیدی برای بهبود کارایی، دقت و تصمیم‌گیری راهبردی فراهم می‌آورد (آینلا و همکاران، ۲۰۲۴).

پیشرفت‌ها و نوآوری‌های پیش‌بینی‌شده در خودکارسازی حسابرسی

حسابرسی، در آستانه تغییر اساسی قرار دارد و خودکارسازی فرایند رباتیک به عنوان عامل اصلی در تعیین آینده این حوزه عمل می‌کند. پیشرفت‌ها و نوآوری‌های مرتبط با خودکارسازی فرایند رباتیک، به زودی روش‌های حسابرسی را بازتعریف کرده و به بهبود کارایی، دقت و توانایی‌های تصمیم‌گیری راهبردی کمک خواهند کرد. کوکینا و بلانش (۲۰۱۹) در پژوهشی، شواهد

اولیه‌ای در مورد تأثیر کار دیجیتال بر حسابرسی از طریق نوآوری در خودکار سازی فرایند رباتیک را ارائه کرده‌اند. پژوهش آن‌ها به ماهیت در حال تحول خودکار سازی فرایند رباتیک اشاره می‌کند که از خودکار سازی وظایف ساده به سمت انجام فعالیت‌های پیچیده‌تر نظیر تصمیم‌گیری و تحلیل پیش‌بینی حرکت می‌کند. این تغییر نشان‌دهنده ظرفیت خودکار سازی رباتیک فرایند برای نه تنها ساده‌سازی فرایندهای حسابرسی، بلکه فراهم کردن بینش‌های عمیق‌تر و راهنمایی‌های راهبردی بر اساس تحلیل داده‌ها است.

هیرمات و تیلور (۲۰۲۳)^۱ در پژوهشی به تحلیل فرصت‌ها و تهدیدات مرتبط با حسابرسی رباتیک پرداختند. آن‌ها بر توانایی خودکار سازی فرایند رباتیک در بهبود قابل توجه کارایی نیروی کار انسانی در حوزه حسابرسی تأکید دارند. خودکار سازی وظایف یکنواخت و روزمره که به دقت بالا نیاز دارند، زمینه‌ای کلیدی است که انتظار می‌رود خودکار سازی فرایند رباتیک در آن به خوبی عمل کند. با این حال، این مقاله به چالش‌ها و نیازهای بهبود، از جمله ادغام خودکار سازی فرایند رباتیک با سیستم‌های موجود و مدیریت انتقال از فرایندهای سنتی به خودکار نیز اشاره می‌کند. تیرو-تودور و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی به بررسی تأثیر تحول‌آفرین خودکار سازی فرایند رباتیک در خدمات حسابرسی و حسابرسی پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که خودکار سازی فرایندهای رباتیک، همراه با سایر فناوری‌های دیجیتال، فقط در حال خودکار سازی فرایندهای موجود نیست بلکه در حال ایجاد الگوهای جدیدی در حوزه حسابرسی و حسابرسی نیز می‌باشد. این مقاله تأکید می‌کند که نیاز به پژوهش‌های تجربی بیشتری در خصوص تأثیرات پس از پیاده‌سازی فناوری خودکار سازی فرایند رباتیک وجود دارد و خاطرنشان می‌سازد که آینده خودکار سازی حسابرسی همچنان در حال شکل‌گیری است و فرصت‌های زیادی برای اکتشاف و نوآوری وجود دارد.

یکی از پیشرفت‌های کلیدی پیش‌بینی‌شده در خودکار سازی حسابرسی، ادغام خودکار سازی فرایند رباتیک با هوش مصنوعی^۲ و یادگیری ماشین^۳ است. انتظار می‌رود این ادغام، به ابزارهای خودکار سازی فرایند رباتیک، این امکان را بدهد که وظایف پیچیده‌تر و مبتنی بر قضاوت مانند پیش‌بینی مالی و ارزیابی ریسک را انجام دهند. ترکیب کارایی خودکار سازی فرایند رباتیک با

¹ Hiremath & Tailor

² Artificial intelligence (AI)

³ Machine learning (ML)

توانایی‌های تحلیلی هوش مصنوعی می‌تواند به یک عصر جدید از «خودکارسازی هوشمند» در حسابرسی منجر شود. نوآوری دیگر، توسعه ابزارهای خودکارسازی فرایند رباتیک کاربرپسند و قابل تنظیم‌تر است. با پیشرفته‌تر شدن فناوری خودکارسازی فرایند رباتیک، نیاز فزاینده‌ای به ابزارهایی وجود دارد که به راحتی قابل سفارشی‌سازی و ادغام در محیط‌های مختلف حسابرسی باشند. این قابلیت تطبیق‌پذیری برای کسب و کارهای کوچک و متوسط^۱ که به راه‌حل‌های انعطاف‌پذیر برای پاسخگویی به نیازهای خاص خود در حسابرسی نیاز دارند، بسیار حیاتی خواهد بود (آینلا و همکاران، ۲۰۲۴).

به‌طور خلاصه، پیشرفت‌ها و نوآوری‌های پیش‌بینی شده در خودکارسازی حسابرسی، که با خودکارسازی فرایند رباتیک هدایت می‌شوند، قرار است این حوزه را متحول کنند. از بهبود کارایی عملیاتی تا توانمندسازی تصمیم‌گیری راهبردی، نقش خودکارسازی فرایندهای رباتیک در حسابرسی به سرعت در حال گسترش است. با ادامه تکامل این فناوری، فرصت‌های جدیدی برای نوآوری، کارایی و بینش راهبردی در شیوه‌های حسابرسی ایجاد خواهد شد. بنابراین، آینده خودکارسازی حسابرسی با خودکارسازی فرایند رباتیک در مرکز خود، نویدبخش است و در حال شکل‌دهی به چشم‌انداز حسابرسی در عصر دیجیتال می‌باشد.

ادغام هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در خودکارسازی فرایند رباتیک برای افزایش کارایی

ادغام هوش مصنوعی و یادگیری ماشین با خودکارسازی فرایند رباتیک، در حال تغییر بنیادی در بخش حسابرسی است و کارایی و دقت را در فرایندهای مختلف حسابرسی بهبود می‌بخشد. این ادغام، گامی مهم در تحول خودکارسازی حسابرسی به شمار می‌آید و راه‌حل‌های پیچیده‌ای را برای وظایف مالی دشوار ارائه می‌دهد. شارما و همکاران^۲ (۲۰۲۲) در پژوهشی به بررسی کاربردها، ابزارها و فناوری‌های خودکارسازی فرایند رباتیک در صنایع مختلف، از جمله حسابرسی پرداخته‌اند. پژوهش آنان نشان می‌دهد که ادغام هوش مصنوعی و یادگیری ماشین با فناوری‌های خودکارسازی فرایندهای رباتیک، امکان خودکارسازی وظایف پیچیده‌ای را فراهم

^۱ SMEs

^۲ Sharma et al.

می‌آورد که پیش‌تر فراتر از دامنه خودکارسازی تصور می‌شد. این ادغام به سیستم‌های خودکارسازی فرایند رباتیک این قابلیت را می‌دهد که وظایفی با نیاز به توانایی‌های شناختی، مانند تفسیر داده‌های غیرساختاریافته، اتخاذ تصمیمات مبتنی بر روندهای تاریخی و یادگیری از تجربیات گذشته به منظور بهبود عملکرد آینده را انجام دهند. موراس و همکاران^۱ (۲۰۲۲) در پژوهش خود، مرور سیستماتیک از خودکارسازی فرایند رباتیک ترکیب‌شده با هوش مصنوعی برای خودکارسازی مستقل فرایندهای کاری ارائه دادند. پژوهش آنان نشان می‌دهد که خودکارسازی فرایند رباتیک تقویت‌شده با هوش مصنوعی می‌تواند شیوه‌های حسابرسی را با خودکارسازی نه تنها وظایف تکراری بلکه با وظایفی متحول کند که به مهارت‌های تحلیلی و تصمیم‌گیری نیاز دارند. ادغام هوش مصنوعی با خودکارسازی فرایند رباتیک این امکان را فراهم می‌کند که فرایندهای پیچیده حسابرسی مانند تحلیل مالی، ارزیابی ریسک و نظارت بر رعایت قوانین و مقررات، به‌طور خودکار انجام شوند و بدین ترتیب کارایی و اثربخشی عملیات حسابرسی به‌طور قابل توجهی افزایش یابد.

پاتیل و همکاران^۲ (۲۰۲۱) در پژوهشی به بررسی استفاده از خودکارسازی فرایند رباتیک و یادگیری ماشین در زمینه شناسایی تقلب در بیمه خودرو پرداختند و توان کاربرد این فناوری را در بخش حسابرسی به نمایش گذاشتند. پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که چگونه خودکارسازی فرایندهای رباتیک، زمانی که با الگوریتم‌های یادگیری ماشین ترکیب می‌شود، می‌تواند به‌طور کارآمد و وظیفه‌شناسایی تقلب در ادعاهای بیمه را خودکار کند. این کاربرد به‌ویژه در حسابرسی مرتبط است، زیرا توانایی سیستم‌های خودکارسازی فرایند رباتیک تقویت‌شده با هوش مصنوعی در تحلیل حجم بالای داده‌ها، شناسایی الگوها و اتخاذ تصمیمات آگاهانه را نشان می‌دهد که مهارت‌های حیاتی در حوزه حسابرسی هستند.

ادغام هوش مصنوعی و یادگیری ماشین با خودکارسازی فرایند رباتیک، مزایای متعددی برای بخش حسابرسی به همراه دارد. اولاً، این ادغام، دقت پردازش داده‌های مالی را با کاهش خطاهای انسانی افزایش می‌دهد. به این ترتیب، اطلاعات مالی به‌طور دقیق‌تری پردازش می‌شوند و امکان بروز اشتباهات انسانی به حداقل می‌رسد. ثانیاً، کارایی را با خودکارسازی وظایف

^۱ Moraes et al.

^۲ Patil et al.

زمان‌بر افزایش می‌دهد، که به متخصصان حسابرسی این امکان را می‌دهد تا تمرکز بیشتری بر روی فعالیت‌های راهبردی‌تر داشته باشند و به جای پردازش داده‌ها، به تحلیل و تصمیم‌گیری بپردازند. ثالثاً، سیستم‌های خودکارسازی فرایند رباتیک تقویت‌شده با هوش مصنوعی می‌توانند با تحلیل داده‌های مالی، بینش‌های ارزشمندی ارائه دهند که به تصمیم‌گیری بهتر کمک می‌کند. این بینش‌ها می‌توانند شامل شناسایی الگوها و روندها در داده‌های مالی باشند که در نهایت، به بهبود عملکرد مالی کسب و کار کمک می‌کند. علاوه بر این، ادغام هوش مصنوعی و یادگیری ماشین با خودکارسازی فرایند رباتیک، راه را برای حسابرسی پیش‌بینی‌کننده هموار می‌کند. با استفاده از داده‌های مالی تاریخی، الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند روندهای آینده را پیش‌بینی کنند و به کسب و کارها اجازه می‌دهند تصمیمات مالی پیش‌دستانه اتخاذ کنند. این قابلیت پیش‌بینی، نقش حساب‌رسان را از نگهداری سوابق به مشاوران راهبردی تغییر می‌دهد (آینلا و همکاران، ۲۰۲۴). به طور خلاصه، ادغام هوش مصنوعی و یادگیری ماشین با خودکارسازی فرایند رباتیک، پیشرفت مهمی در زمینه خودکارسازی حسابرسی است. این ادغام نه تنها وظایف روزمره را خودکار می‌کند، بلکه امکان خودکارسازی وظایف پیچیده و مبتنی بر تصمیم‌گیری را نیز فراهم می‌آورد. با ادامه تکامل فناوری‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، انتظار می‌رود که این ادغام به راه‌حل‌های نوآورانه‌تری منجر شود و کارایی و قابلیت‌های استراتژیک بخش حسابرسی را بیشتر تقویت کند.

مقیاس‌پذیری و سفارشی‌سازی در راه‌حل‌های خودکارسازی فرایند رباتیک

توسعه خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی به‌طور فزاینده‌ای با مقیاس‌پذیری و سفارشی‌سازی بهبود یافته مشخص می‌شود و این امر راه‌حل‌های خودکارسازی کارآمد و متناسب‌تری را ارائه می‌دهد. این پیشرفت‌ها به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد تا با توجه به نیازهای متنوع و پویا در بخش حسابرسی، راهکارهایی را پیاده‌سازی کنند که به راحتی قابل تنظیم و گسترش باشند. مقیاس‌پذیری به این معناست که سیستم‌ها می‌توانند به راحتی با افزایش حجم کار و تغییرات در فرایندها سازگار شوند، در حالی که سفارشی‌سازی به شرکت‌ها اجازه می‌دهد تا راه‌حل‌های خاصی را برای نیازهای ویژه خود ایجاد کنند. این ویژگی‌ها به شرکت‌ها کمک می‌کند تا هزینه‌ها را کاهش دهند، زمان پردازش را به حداقل برسانند و دقت در انجام

وظایف را افزایش دهند. این پیشرفت‌ها نه تنها کارایی عملیاتی را بهبود می‌بخشند، بلکه به حسابرسان این فرصت را می‌دهند که بر روی فعالیت‌های تحلیلی و استراتژیک تمرکز کنند و به این ترتیب ارزش بیشتری به سازمان‌ها ارائه دهند. به‌طور کلی، این تحولات در خودکارسازی رباتیک فرایند به ایجاد یک محیط کاری کارآمدتر و انعطاف‌پذیرتر در بخش حسابرسی کمک می‌کند.

سندی و همکاران (۲۰۲۲) کاربرد عملی خودکارسازی فرایند رباتیک در حسابرسی را از طریق پژوهش موردی در یک نهاد مخابراتی نشان می‌دهند. پژوهش‌های آن‌ها به وضوح نشان می‌دهد که چگونه راه‌حل‌های خودکارسازی فرایند رباتیک می‌توانند به‌صورت سفارشی و مقیاس‌پذیر طراحی شوند تا نیازهای خاص وظایف حسابرسی را تأمین کنند و در نتیجه زمان پردازش و دقت را به‌طور قابل توجهی بهبود بخشند. این پژوهش موردی به‌عنوان گواهی بر ماهیت در حال تحول خودکارسازی فرایند رباتیک عمل می‌کند، جایی که راه‌حل‌ها نه تنها مقیاس‌پذیر بلکه قابل تطبیق برای عملکردهای مختلف حسابرسی هستند. این تطبیق‌پذیری به این معناست که خودکارسازی فرایند رباتیک می‌تواند برای وظایف متنوعی از جمله ورود داده‌های پایه، پردازش عوامل و همچنین تحلیل‌های مالی پیچیده به کار گرفته شود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با استفاده از خودکارسازی فرایند رباتیک، نهادها قادر به افزایش کارایی، کاهش خطاهای انسانی و بهبود کیفیت اطلاعات مالی خواهند بود. این امر نه تنها به بهبود فرایندهای داخلی کمک می‌کند، بلکه امکان تمرکز بیشتر بر روی فعالیت‌های راهبردی و تحلیلی را نیز فراهم می‌آورد.

چالش‌ها و راه‌حل‌های پیاده‌سازی خودکارسازی فرایند رباتیک در بخش بانکی شامل شباهت‌های آن با حسابرسی از منظر خودکارسازی فرایند است. یکی از بینش‌های کلیدی در این زمینه، اهمیت مقیاس‌پذیری در راه‌حل‌های خودکارسازی فرایند رباتیک است. با رشد مؤسسات مالی و پیچیده‌تر شدن فرایندهای مرتبط، توانایی سیستم‌های خودکارسازی رباتیک فرایند برای مقیاس‌پذیری به‌منظور مدیریت بارهای کاری افزایش‌یافته و وظایف پیچیده‌تر، به یک نیاز اساسی تبدیل می‌شود. مقیاس‌پذیری این امکان را فراهم می‌کند که راه‌حل‌ها به‌طور مؤثر با تغییرات در نیازهای سازمانی سازگار شوند و در عین حال، کارایی و اثربخشی خود را حفظ کنند. این قابلیت به سازمان‌ها اجازه می‌دهد تا خودکارسازی فرایند رباتیک را به‌طور پویا

برای وظایف جدید و پیچیده‌تر به کار گیرند و همزمان با افزایش حجم کار و تغییرات فرایندی، پاسخگوی نیازهای متغیر باشند. به عبارت دیگر، مقیاس‌پذیری در راه‌حل‌های خودکارسازی رباتیک فرایند تضمین می‌کند که این فناوری با محیط‌های پویا و متغیر سازگار شده و به بهبود کارایی و کاهش هزینه‌ها در بخش‌های مالی و حسابرسی کمک کند (پاتری^۱، ۲۰۲۰). ما و جیا^۲ (۲۰۲۲) در پژوهشی به بررسی کاربرد ربات‌های مالی مبتنی بر فناوری خودکارسازی فرایند رباتیک در کسب و کارهای کوچک و متوسط پرداختند. پژوهش آن‌ها بر ضرورت سفارشی‌سازی راه‌حل‌های خودکارسازی فرایند رباتیک به منظور تأمین نیازهای خاص کسب و کارهای کوچک و متوسط در مدیریت مالی تأکید می‌کند. این سفارشی‌سازی برای کسب و کارهای کوچک و متوسط که معمولاً منابع لازم برای سرمایه‌گذاری در راه‌حل‌های خودکارسازی بزرگ مقیاس را ندارند و به ابزارهای خودکارسازی فرایند رباتیک نیاز دارند که می‌توانند به‌طور خاص برای نیازهای عملیاتی آن‌ها طراحی شوند، بسیار حیاتی است.

به‌طور خلاصه، مقیاس‌پذیری و سفارشی‌سازی در حال تحول در راه‌حل‌های خودکارسازی فرایند رباتیک، به‌طور قابل توجهی کارایی و اثربخشی خودکارسازی در حسابرسی را افزایش می‌دهد. این پیشرفت‌ها به بخش‌های حسابرسی این امکان را می‌دهد که راه‌حل‌های خودکارسازی فرایند رباتیک را مستقر کنند که نه تنها مقیاس‌پذیر برای مدیریت بارهای کاری در حال رشد هستند، بلکه همچنین قابل سفارشی برای تأمین نیازهای خاص عملیاتی می‌باشند. با ادامه پیشرفت فناوری خودکارسازی فرایندهای رباتیک، انتظار می‌رود که این فناوری راه‌حل‌های حتی پیچیده‌تری را ارائه دهد و به این ترتیب چشم‌انداز خودکارسازی حسابرسی را تغییر دهد. این تحولات می‌توانند به بهبود فرایندها، کاهش هزینه‌ها و افزایش دقت در عملکردهای مالی کمک کنند و در نهایت، به ایجاد محیط کارایی بالاتر و انعطاف‌پذیرتر برای حساب‌برسان منجر شوند.

¹ Pottery² Ma & Jia

بحث و نتیجه گیری

هدف این پژوهش بررسی تأثیرات فناوری خودکارسازی فرایند رباتیک بر شیوه‌ها و کارکردهای حسابرسی بود. یافته‌ها نشان داد که خودکارسازی فرایند رباتیک با خودکارسازی وظایف تکراری و زمان‌بر، موجب افزایش قابل توجهی در کارایی عملیاتی، کاهش خطاهای انسانی و ارتقای سازگاری با مقررات شده و نقش حسابرسان را از فعالیت‌های اجرایی و روزمره به تحلیل‌های راهبردی تغییر داده است. این تحول نه تنها بهره‌وری و اثربخشی فرایندهای حسابرسی را افزایش داده، بلکه امکان تمرکز بیشتر حسابرسان بر وظایف ارزش‌افزوده و تصمیم‌گیری‌های راهبردی را فراهم کرده است. با این حال، چالش‌هایی نظیر پیچیدگی ادغام با سیستم‌های موجود، مقاومت نیروی کار در پذیرش فناوری و نگرانی‌های امنیتی، همچنان مانع پذیرش گسترده خودکارسازی فرایند رباتیک در این حوزه هستند. از سوی دیگر، تلفیق خودکارسازی فرایند رباتیک با فناوری‌های نوینی مانند هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، قابلیت‌هایی نظیر پیش‌بینی مالی و تصمیم‌گیری را به‌طور چشمگیری ارتقا داده و زمینه را برای حسابرسی مبتنی بر تحلیل‌های پیشرفته فراهم می‌کند. در مجموع، خودکارسازی فرایند رباتیک به‌عنوان فناوری تحول‌آفرین، نقشی کلیدی در شکل‌دهی آینده حسابرسی ایفا می‌کند، اما موفقیت آن مستلزم مدیریت مؤثر چالش‌ها و ایجاد زیرساخت‌های مناسب برای پذیرش گسترده‌تر در سازمان‌ها است.

نتایج این پژوهش مبروری، نشان‌دهنده بهبود کارایی عملیاتی، تحول نقش حسابرسان به سمت تحلیل‌های راهبردی و چالش‌های پایدار در ادغام فناوری است. یافته‌ها نشان می‌دهد که خودکارسازی فرایند رباتیک با خودکارسازی وظایف تکراری، موجب بهبود کارایی عملیاتی، کاهش خطاهای انسانی و ارتقای انطباق‌پذیری نظارتی شده است. این تغییرات هم‌زمان با تحول نقش حسابرسان از اجرای وظایف به سمت تحلیل ریسک و مشاوره راهبردی اتفاق افتاده است. با این حال، چالش‌های عمده‌ای مانند ناپیوستگی فناوریانه در زیرساخت‌های موجود (به‌ویژه در مؤسسات کوچک و متوسط)، شکاف مهارتی نیروی انسانی و مخاطرات امنیتی در بسترهای اقتصادی ناپایدار، پذیرش خودکارسازی فرایند رباتیک را محدود ساخته است.

به‌طور خلاصه، بر اساس یافته‌های پژوهش‌های پیشین، پیشنهاد می‌گردد که حسابرسان و فعالان حوزه حسابرسی به‌صورت مستمر مهارت‌های خود را در زمینه فناوری‌های نوین ارتقا دهند تا با

تحولات دیجیتال همگام شوند. از طرفی، سازمان‌ها باید راهبردهای جامعی برای پیاده‌سازی خودکارسازی فرایند رباتیک طراحی کنند که شامل آموزش نیروی کار، مدیریت تغییر و بهینه‌سازی فرایندهای حسابرسی باشد. همچنین، سیاست‌گذاران و نهادهای حرفه‌ای باید استانداردها و چارچوب‌های نظارتی برای استفاده اخلاقی و مسئولانه از این فناوری‌ها تعیین کنند، به‌طوری‌که مسائل امنیت داده، حریم خصوصی و رعایت قوانین را پوشش دهند.

علاوه بر این، پژوهش‌های آتی باید بر تأثیرات بلندمدت خودکارسازی بر حرفه حسابرسی، از جمله تغییرات در نقش‌های شغلی و نیازهای مهارتی، متمرکز شوند. همچنین، بررسی ادغام خودکارسازی با فناوری‌های پیشرفته‌تر مانند بلاک‌چین و تأثیرات آن بر حسابرسی نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی و دوره‌های تربیتی برای آماده‌سازی حسابرسان آینده در محیط‌های دیجیتالی ضروری است که ترکیبی از مهارت‌های فنی و تحلیلی را شامل شود. در همین راستا، پژوهش‌های بیشتری باید به بررسی پیامدهای اخلاقی و اجتماعی خودکارسازی در حسابرسی، از جمله تأثیر آن بر اشتغال و استانداردهای حرفه‌ای، اختصاص یابد. همچنین، توسعه‌دهندگان خودکارسازی باید بر بهبود مقیاس‌پذیری و سفارشی‌سازی راه‌حل‌های خود برای پاسخگویی به نیازهای متنوع سازمان‌ها، به‌ویژه کسب‌وکارهای کوچک و متوسط، تمرکز کنند. نهایتاً، برگزاری کارگاه‌ها، سمینارها، و کمپین‌های آگاهی‌بخش برای افزایش پذیرش خودکارسازی در میان حسابرسان و مدیران مالی توصیه می‌شود. این اقدامات می‌توانند به تسهیل فرایندهای حسابرسی و بهبود کیفیت خدمات در این حوزه کمک کنند.

منابع

- Alassuli, A. (2025). Impact of artificial intelligence using the robotic process automation system on the efficiency of internal audit operations at Jordanian commercial banks. *Banks and Bank Systems*, 20(1), 122–135. [https://doi.org/10.21511/bbs.20\(1\).2025.11](https://doi.org/10.21511/bbs.20(1).2025.11)
- Ayinla, B. S., Atadoga, A., Ike, C. U., Ndubuisi, N. L., Asuzu, O. F., & Adeleye, R. A. (2024). The role of robotic process automation (RPA) in modern accounting: A review - Investigating how automation tools are transforming traditional accounting practices. *Engineering Science & Technology Journal*, 5(2), 427–447. <https://doi.org/10.51594/estj/v5i2.804>
- Boydaz Hazar, H., & Toplu, C. (2023). The use of robotic process automation in accounting. *Prizren Social Science Journal*, 7(3), 45-50. DOI: 10.32936/pssj.v7i3.481.

- Edghiem, F., Hariri, N., & Alkhalifah, E. S. (2022). The application of robotic process automation (RPA) in accounting. The perspective of the Lebanese economic crisis. In M. Ali (Ed.), *Future Role of Sustainable Innovative Technologies in Crisis Management* (pp. 113-124). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-9815-3.ch009>.
- Eulerich, M., Pawlowski, J., Waddoups, N. J., & Wood, D. A. (2022). A framework for using robotic process automation for audit tasks. *Contemporary Accounting Research*, 39(1), 691-720. DOI: 10.1111/1911-3846.12723.
- Hiremath, B. V., & Tailor, R. (2023). Opportunities and threats in robotic accounting. *Journal of Management Research and Analysis*, 10(4), 112-115. DOI: 10.18231/j.jmra.2023.019
- Huang, F., & Vasarhelyi, M. A. (2019). Applying robotic process automation (RPA) in auditing: A framework. *International Journal of Accounting Information Systems*, 35, 100433. DOI: 10.1016/j.accinf.2019.100433
- Kadhim, A. A., & Ali, W. A. M. (2024). Utilizing Robotic Process Automation and Artificial Intelligence in Auditing to Mitigate Audit Risks. *Technium Soc. Sci. J.*, 66, 1.
- Kokina, J., & Blanchette, S. (2019). Early evidence of digital labor in accounting: Innovation with Robotic Process Automation. *International Journal of Accounting Information Systems*, 35, 100431. DOI: 10.2139/ssrn.3409268
- Lopes, A. P. D. C., Oliveira, D. F. de, Marques, C. G. C., & Dos Santos, A. C. B. N. (2023). Technological acceptance of robotic process automation software by accounting professionals," 2023 18th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Aveiro, Portugal, 2023, pp. 1-6, doi: 10.23919/CISTI58278.2023.10211254.
- Ma, J., & Jia, H. (2022). Application of financial robots based on RPA technology in small and medium-sized enterprises," 2022 International Conference on Knowledge Engineering and Communication Systems (ICKES), Chickballapur, India, 2022, pp. 1-7, doi: 10.1109/ICKECS56523.2022.10060387.
- Moraes, C. H. V. D., Scolimoski, J., Lambert-Torres, G., Santini, M., Dias, A. L. A., Guerra, F. A., ... & Ramos, M. P. (2022). Robotic process automation and machine learning: a systematic review. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 65. DOI: 10.1590/1678-4324-2022220096
- Patil, N. S., Kamanavalli, S., Hiregoudar, S., Jadhav, S., Kanakraddi, S., & Hiremath, N. D. (2021). Vehicle insurance fraud detection system using robotic process automation and machine learning," 2021 International Conference on Intelligent Technologies (CONIT), Hubli, India, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/CONIT51480.2021.9498507.
- Sandy, D. A., Ritchi, H., Adrianto, Z., & Alfian, A. (2022). Robotic process automation in action: a use case in accounting task. *Journal of Digital Innovation Studies*, 1(1), 51-67. DOI: 10.24198/digits.v1i1.38534.
- Sharma, S., Kataria, A., & Sandhu, J. K. (2022). Applications, Tools and Technologies of Robotic Process Automation in Various Industries," 2022 International Conference on Decision Aid Sciences and Applications (DASA),

- Chiangrai, Thailand, 2022, pp. 1067-1072, doi: 10.1109/DASA54658.2022.9765027.
- Tiron-Tudor, A., Lacurezeanu, R., Bresfelean, V., & Donțu, A. (2023). Perspectives on how robotic process automation is transforming accounting and auditing services. *Accounting Perspectives*. DOI: 10.1111/1911-3838.12351
- Zhang, C., Issa, H., Rozario, A., & Soegaard, J. S. (2023). Robotic process automation (RPA) implementation case studies in accounting: A beginning to end perspective. *Accounting Horizons*, 37(1), 193-217. DOI: 10.2308/horizons-2021-084.

Extended Abstracts of Papers in English



A Framework for Applying Text Mining and Artificial Intelligence in IT Governance Auditing

Neda Abdolvand^{*1} and Maedeh Norouzi²

1. Introduction

The increasing complexity of IT governance and the rapid expansion of digital infrastructures have intensified the challenges faced by IT auditing. IT governance spans decision rights, accountability structures, risk management, and value delivery, creating a multifaceted landscape for auditors to evaluate (Weill & Ross, 2004; Wilkin & Chenhall, 2010). Critical reviews similarly highlight the heterogeneity of constructs and measures used in IT governance research, which complicates assessment and comparison across contexts (Alreemy et al., 2016). At the same time, stakeholders and regulators demand greater transparency and communicative clarity—particularly through Key Audit Matters (KAMs) disclosures—placing additional pressure on auditors to synthesize complex technological risks into decision-useful narratives (IAASB, 2015; Sirois et al., 2018). Traditional audit procedures struggle with the volume, velocity, and variety of audit-relevant data that are generated by enterprise systems, logs, and governance documentation (Alles et al., 2008; Vasarhelyi & Halper, 1991). These pressures underscore the need for advanced analytical approaches, including artificial intelligence (AI), machine learning

¹ Associate Professor, Department of Management, Faculty of Social Sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran. (Corresponding Author). Email: N.abdolvand@alzahra.ac.ir

² MSc Business Management, Department of Management, Faculty of Social Sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran. Email: N.abdolvand@alzahra.ac.ir

(ML), and text mining, to enhance audit effectiveness and responsiveness (Russell & Norvig, 2020; Feldman & Sanger, 2007).

2. Methodology

This research adopts a conceptual study approach that develops a theoretical framework through synthesis of prior literature rather than empirical testing. The framework integrates two lenses: Resource Dependence Theory (RDT) and Legitimacy Theory. RDT posits that organizational survival depends on securing and managing critical external resources—here, data assets, computational infrastructure, and analytical capabilities that enable modern IT auditing (Pfeffer & Salancik, 1978). Legitimacy Theory emphasizes how transparency, accountability, and conformity with societal expectations sustain stakeholder approval; explainable, timely, and decision-useful audit reporting therefore contributes to perceived legitimacy (Suchman, 1995). Drawing on these perspectives, we conceptualize AI and text mining as strategic resources that transform heterogeneous IT governance data into auditable insights, while simultaneously reinforcing legitimacy through clearer KAMs, risk narratives, and evidence-backed recommendations (ISACA, 2019; IFAC, 2016).

3. Results and Discussion

The study's primary outcome is an eight-layer model that organizes AI-enabled IT governance auditing into a coherent stack. From bottom to top, the stack comprises: Infrastructure, Data, Application, Preprocessing, AI/ML Analytics, Audit Reporting, Governance, and a cross-cutting Security layer. The Infrastructure layer provides computing, storage, and networking capabilities required for scalable audit analytics. The Data layer aggregates structured and unstructured sources, including system logs, IT governance policies, and prior audit reports—treated as critical resources in line with RDT (Alles et al., 2008; Weill & Ross, 2004). The Application layer retrieves and organizes audit-relevant information via connectors, APIs, and log collectors, reducing manual effort and latency in evidence gathering (Janvrin et al., 2012). Preprocessing then performs cleaning, normalization, and NLP-oriented structuring to produce analysis-ready corpora and datasets (Feldman & Sanger,

2007). The AI/ML Analytics layer applies supervised and unsupervised learning to classify control weaknesses, cluster incident patterns, and detect anomalies; reinforcement and prescriptive approaches support continuous monitoring and recommendation of corrective actions (Russell & Norvig, 2020; Zhang et al., 2022). Illustrative applications include anomaly detection for suspected fraud, cyber-risk scoring based on log anomalies, and automated extraction of KAMs from narrative disclosures (Stoel & Muhanna, 2011; Sirois et al., 2018; Küster et al., 2023). The Audit Reporting layer translates analytical outputs into explainable dashboards and recommendations that improve communicative value; the Governance layer leverages these outputs to inform oversight, policy, and strategic alignment (Power, 1997; ISACA, 2019). Security operates vertically across all layers, enforcing confidentiality, integrity, and availability and thereby strengthening organizational legitimacy (Suchman, 1995). Overall, the model addresses core pain points identified in the literature—data heterogeneity, time-intensive evidence collection, and limited visibility into complex IT risks—by positioning AI as both a resource and a legitimacy-enhancing mechanism (Pfeffer & Salancik, 1978; Sirois et al., 2018).

4. Conclusion

This conceptual framework demonstrates how text mining and AI can be systematically integrated into IT governance auditing to increase transparency, reduce uncertainty, and create value. The eight-layer model connects resources (infrastructure, data, analytics) with outcomes (explainable reporting and governance action), aligning with Resource Dependence Theory while meeting expectations for credible disclosure consistent with Legitimacy Theory (Pfeffer & Salancik, 1978; Suchman, 1995). Practically, the framework offers auditors and governance bodies a roadmap for deploying AI-enabled tooling—from automated retrieval and preprocessing to anomaly detection and KAM extraction—within established standards and guidance (IAASB, 2015; IFAC, 2016; ISACA, 2019). Future research should empirically evaluate the model across industries, benchmark algorithmic performance for

audit tasks, and investigate communication effects of AI-generated KAMs on stakeholder understanding and trust (Sirois et al., 2018).

Keywords: IT Governance, IT Audit; Artificial Intelligence, Text Mining, Resource Dependence Theory, Legitimacy Theory, Audit Transparency

JEL Classification: M42, C55

References

- Alles, M. G., Kogan, A., & Vasarhelyi, M. A. (2008). Putting continuous auditing theory into practice: Lessons from two pilot implementations. *Journal of Information Systems*, 22(2), 195–214.
- Alreemy, Z., Chang, V., Walters, R., & Wills, G. (2016). Critical success factors (CSFs) for information technology governance (ITG). *International Journal of Information Management*, 36(6), 907–916. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.017>
- Brown, A. E., & Grant, G. G. (2005). Framing the frameworks: A review of IT governance research. *Communications of the Association for Information Systems*, 15, Article 38.
- Boskou, G., Kirkos, E., & Spathis, C. (2018). Assessing Internal Audit with Text Mining. *Journal of Information & Knowledge Management*, 17(02), 1850020. <https://doi.org/10.1142/S021964921850020X>
- Feldman, R., & Sanger, J. (2007). *The Text Mining Handbook: Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data*. Cambridge University Press.
- Hanisch, M., Goldsby, C. M., Fabian, N. E., & Oehmichen, J. (2023). Digital governance: A conceptual framework and research agenda. *Journal of Business Research*, 162, 113777. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113777>
- IAASB. (2015). ISA 701: Communicating Key Audit Matters in the Independent Auditor's Report. International Auditing and Assurance Standards Board.
- IFAC (International Federation of Accountants). (2016). 2016-2017 IAASB Handbook Volume 1 (Vol. 1). https://www.ifac.org/_flysystem/azure-private/publications/files/2016-2017-IAASB-Handbook-Volume-1.pdf
- ISACA. (2019). COBIT 2019 Framework: Governance and Management Objectives. ISACA.
- IT Governance Ltd. (2024). IT Governance: definition & explanation. Retrieved January 5, 2024, from <https://www.itgovernance.co.uk/>
- Janvrin, D. J., Lowe, D. J., & Bierstaker, J. L. (2012). Auditor acceptance of computer-assisted audit techniques: A literature review and research framework. *Journal of Information Systems*, 26(1), 67–103.

- Joshi, A., Benitez, J., Huygh, T., Ruiz, L., & De Haes, S. (2022). Impact of IT governance process capability on business performance: Theory and empirical evidence. *Decision Support Systems*, 153, 113668. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2021.113668>
- Küster, S., Steindl, T., & Goettsche, M. (2023). The Informational Content of Key Audit Matters: Evidence from Using Artificial Intelligence in Textual Analysis. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4464713>
- Maroun, W., & Duboisée de Ricquebourg, A. (2023). How auditors identify and report key audit matters - An organizational routines perspective. *The British Accounting Review*, 101263. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2023.101263>
- Mohammadi, E., & Karami, A. (2022). Exploring research trends in big data across disciplines: A text mining analysis. *Journal of Information Science*, 48(1), 44–56. <https://doi.org/10.1177/0165551520932855>
- Pfeffer, J., & Salancik, G. R. (1978). *The External Control of Organizations: A Resource Dependence Perspective*. Harper & Row.
- Power, M. (1997). *The Audit Society: Rituals of Verification*. Oxford University Press.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
- Sirois, L.-P., Bédard, J., & Bera, P. (2018). The informational value of key audit matters in the auditor's report: Evidence from an international setting. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 37(1), 122–146.
- Stoel, M. D., & Muhanna, W. A. (2011). IT internal control weaknesses and firm performance: An organizational liability lens. *International Journal of Accounting Information Systems*, 12(4), 280–304. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2011.06.001>
- Suchman, M. C. (1995). Managing legitimacy: Strategic and institutional approaches. *Academy of Management Review*, 20(3), 571–610.
- Vasarhelyi, M. A., & Halper, F. B. (1991). The continuous audit of online systems. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 10(1), 110–125.
- Weill, P., & Ross, J. W. (2004). *IT Governance: How Top Performers Manage IT Decision Rights for Superior Results*. Harvard Business School Press.
- Wilkin, C. L., & Chenhall, R. H. (2010). A Review of IT Governance: A Taxonomy to Inform Accounting Information Systems. *Journal of Information Systems*, 24(2), 107–146. <https://doi.org/10.2308/jis.2010.24.2.107>
- Zhang, C. (Abigail), Cho, S., & Vasarhelyi, M. (2022). Explainable Artificial Intelligence (XAI) in auditing. *International Journal of Accounting Information Systems*, 46, 100572. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2022.100572>



Bitcoin Price Modelling and Forecasting with a Hybrid MRS-Multifractal Volatility Model and Wavelet-Based Smoothing

Kamran Golmohammadpour Azar¹

1. Introduction

The global financial landscape has been repeatedly reshaped by recurring crises and structural transformations. One of the most significant of these was the 2008 global financial crisis, which led to a widespread loss of confidence in traditional financial institutions and monetary systems. As a technological and ideological response to this environment of uncertainty and mistrust, Bitcoin was introduced in 2009. Originally perceived merely as a digital currency, Bitcoin has evolved into a complex financial asset with unique market behavior, characterized by high volatility, nonlinear dynamics, and multifractal features.

Unlike traditional assets, the price movements of Bitcoin do not conform to conventional econometric models. Therefore, advanced modeling frameworks are necessary to understand its underlying dynamics and improve predictive accuracy. This study aims to combine three powerful tools: Multifractal Detrended Fluctuation Analysis (MFDFA), Markov Regime Switching (MRS) modeling, and Wavelet-Based Smoothing to construct a robust model for analyzing and forecasting Bitcoin prices. The proposed hybrid approach not only captures the multifractal and nonlinear nature of

¹M. Sc. in Economics and Bank Teller at Bank Melli Iran, Qom, Iran. Email: k.golmohammadpour@gmail.com

the market but also improves prediction performance by reducing noise through wavelet preprocessing.

2. Literature Review and Research Hypotheses

Recent studies highlight the multifractal nature and regime-dependent behavior of Bitcoin prices. Mensi et al. (2019) found that Bitcoin exhibits asymmetric multifractality, with stronger long memory in downward trends. Zhang et al. (2020) attributed multifractality to fat-tailed distributions and long-range correlations, while Telli and Chen (2020) confirmed Bitcoin's higher volatility and richer multifractal structure compared to gold. Wavelet-based denoising has also proven effective; Mousa et al. (2025) and Zhang et al. (2022) reported significant improvements in forecasting accuracy using wavelet-smoothened data. Zeng and Khushi (2020) showed similar gains in forex markets. Based on these findings, the study proposes four hypotheses: (H1) Bitcoin returns are nonlinear and suited for Markov regime-switching modeling; (H2) return volatility follows a multifractal structure; (H3) wavelet smoothing enhances prediction accuracy of hybrid models; and (H4) Bitcoin will maintain an upward trend throughout 2025.

3. Methodology

The proposed methodology is a multi-step hybrid modeling framework. The first step involves stationarity testing using the Augmented Dickey-Fuller (ADF) test to ensure that the time series data meet the prerequisites for reliable modeling. Following that, MFDFA is employed to detect and quantify multifractal behavior in Bitcoin's price series. This technique measures the generalized Hurst exponent and the multifractal spectrum width, providing insights into the complexity and memory structure of the market.

Next, Discrete Wavelet Transform (DWT) is applied to the time series data to smooth the noise and extract the main trend components. The Daubechies 8 (db8) wavelet is used for one-level decomposition, and the detail coefficients are discarded to obtain a smoothed version of the time series.

Finally, the Markov Regime Switching model is implemented to capture regime-dependent volatility dynamics. The MRS model allows for two different behavioral states or regimes in the market,

typically representing low and high volatility phases. The smoothed data are modeled using the MRS-Multifractal Volatility framework to identify the optimal model specifications based on the Akaike Information Criterion (AIC) and Log-Likelihood metrics. All estimations and simulations are conducted using MATLAB, OxMetrics 8, and EViews 13 software packages.

4. Data Analysis and Results

The data set comprises weekly closing prices of Bitcoin from 2015 to 2024, sourced from Yahoo Finance. The descriptive statistics reveal high standard deviation and non-normal distribution, confirmed by the Jarque-Bera test. The maximum and minimum observed prices were \$104,298.7 (December 2024) and \$210.34 (January 2015), respectively, with a long-tailed distribution and skewness indicating asymmetric behavior.

The ADF test results reject the null hypothesis of unit root at 5% and 10% significance levels for both the level and log-transformed price series, confirming stationarity.

MF DFA analysis shows that the generalized Hurst exponent $H(q)$ and the multifractal dimension $D(q)$ are non-constant across different values of q , indicating strong multifractality in Bitcoin's price fluctuations. This is consistent with prior literature that characterizes financial time series—especially cryptocurrencies—as multifractal due to heterogeneous market participants and abrupt speculative behavior. The wavelet decomposition using db8 at level 1 effectively smooths out high-frequency noise while preserving long-term trends. This enhances the model's ability to detect persistent patterns and reduces forecasting error.

Comparison of the linear AR(1) model and the nonlinear MRS(2) model shows that the latter outperforms the former in terms of both lower AIC and higher Log-Likelihood, confirming the presence of regime-switching behavior and nonlinear market structure. Eight variations of the MRS model were estimated using both original and wavelet-smoothed log prices. The model with the lowest AIC and best log-likelihood includes intercepts, linear trends, and AR(1)–AR(2) terms. Forecasts were generated for both the first quarter of 2025 and the entire year. When comparing prediction performance,

wavelet-smoothed data yielded significantly lower error metrics across the board:

	RMSE	MEA	MAPE	SMAPE	Theil U1	Theil U2
Without Smoothing	19117.28	14768.56	17.4448	15.1548	0/0964	4/5336
With Smoothing	8459/245	7166/339	7/4990	7/7874	0/0476	1/7404

The final forecast suggests that the upward trend of Bitcoin prices will likely continue, reaching \$177,491 by December 2025.

5. Conclusion

Given the increasing significance of the cryptocurrency market, growing investor interest, and rising governmental support, this study aimed to examine key statistical properties in Bitcoin's mean and volatility structure and develop a hybrid model for forecasting its price in 2025. To assess nonlinear behavior in returns, the Akaike Information Criterion (AIC) was used to compare the Markov Regime Switching model against a linear autoregressive model. The multifractal nature of volatility was evaluated using the MF-DFA method. The results, consistent with prior studies, confirm that Bitcoin exhibits nonlinear mean behavior and a multifractal volatility structure, likely due to the market's inherent complexity and high-frequency volatility.

To address market-induced noise, wavelet-based smoothing was employed, which significantly improved predictive accuracy. The final hybrid model combining MRS, MF-DFA, and wavelet denoising indicated an upward trend in Bitcoin prices from April through the end of 2025, aligning with current structural trends in the crypto market.

This hybrid approach presents a practical tool for analyzing other volatile and emerging financial markets. Future studies may explore the role of cryptocurrencies as alternatives to traditional banking systems, investigate long-memory or stochastic differential models,

and assess the impact of crypto volatility on domestic financial markets such as currency and gold.

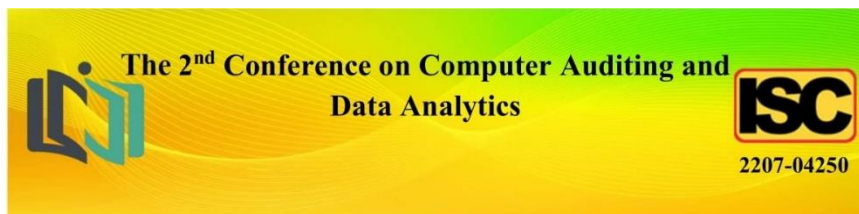
Keywords: Bitcoin Price Forecasting, Multifractal Detrended Fluctuation Analysis (MFDFA), MRS-Multifractal Volatility Model, Wavelet-Based Smoothing

JEL Classification: *G17, C22, C63*

References

- Bohme, R., Christin, N., Edelman, B., & Moore, T. (2015). Bitcoin: Economics, technology and governance. *Journal of Economic Perspectives*, 29(2), 213-238.
- Cheah, E-T., Fry, J. (2015). Speculative bubbles in Bitcoin Markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin. *Economics Letters*, 130, 32-36.
- Doornik, J. A. (2013). *Econometric analysis with Markov-Switching models*. Timberlake Consultants Press.
- Greenberg, E., Heydari, H., & Kikhah, A. (2020). *Introduction to Bayesian Econometrics*. Tehran: SAMT Publishing. (in Persian)
- Ihlen, E. A. F. (2012). Introduction to multifractal detrended fluctuation analysis in Matlab. *Frontiers in Physiology*, 3, Article 141. <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00141>
- Kantelhardt, J. W., Zschiegner, S. A., Koscielny-Bunde, E., Bunde, A., Havlin, S., & Stanley, H. E. (2002). Multifractal detrended fluctuation analysis of nonstationary time series. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 316(1-4), 87-114. [https://doi.org/10.1016/S0378-4371\(02\)01383-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4371(02)01383-3)
- Mensi, W., Lee, Y. J., Al-Yahyaee, K. H., Sensoy, A., Yoon, S. M. (2019). Intraday downward/upward multifractality and long memory in Bitcoin and Ethereum markets: An asymmetric multifractal detrended fluctuation analysis. *Finance Research Letters*, 31(19-25).
- Misiti, M., Misiti, Y., Oppenheim, G., Poggi, J. M. (2014). *Wavelet Toolbox of MATLAB R2014b Users Guide*. The MathWorks Inc.
- Mousa, R., Afrookhteh, M., Khaloo, H., Bengari, A. A., Heidary, G. (2025). Forecasting of Bitcoin prices using hashrate features: Wavelet and deep stacking approach. *arXiv preprint*, arXiv:2501.13136. <https://arxiv.org/abs/2501.13136>
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer to Peer Electronic Cash System. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Rahmani, M., Saebi, F., & Alibakhshi, N. (2012). *The Application of Chaos and Fractal Theory in Time Series Forecasting*. Tehran: Sharif University of Technology Jihad Press. (in Persian)

- Seif, E. (2008). The Structural Economic Crisis of the World: Tomorrow is Too Late. Political and Economic Information, Issues 255–256, 52–65. (in Persian)
- Shakeri, A. (2022). Macroeconomics: Theories and Policies (Vol. 1). Tehran: Rafe' Publishing. (in Persian)
- Souri, A. (2013). Advanced econometrics with applications of STATA12 and Eviews8 (Vol.2). Tehran: Farhangshenasi Publishing. (in Persian)
- Telli, N., Chen, Y. (2020). Multifractal behavior in return and volatility series of Bitcoin and Gold in comparison. Chaos, Solitons & Fractals, 139(3415): 109994.
- Valerio, C., Shaen, C., Constantin, G. (2020). Fractal dynamics and wavelet analysis: Deep volatility and return properties of Bitcoin, Ethereum and Ripple. The Quarterly Review of Economics and Finance, (76), 310-324.
- Zhang, X., Yang, L., Zhu, Y. (2019). Analysis of multifractal characterization of Bitcoin market based on multifractal detrended fluctuation analysis. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Elsevier, 523(C), 973-983.
- Zhang, X., Zhang, L., Zhou, Q, Jin. X. (2022). A novel Bitcoin and Gold prices prediction method using an LSTM-P neural network model. Computational Intelligence and Neuroscience. 1643413.
- Zeng, Z., Kushi, M. (2020). Wavelet denoising and attention-based RNN-ARIMA model to predict Forex price. 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 1-7.



Big Data Analytics in Forensic Accounting and Auditing

HamidReza Ganji¹*, Parsa Pourmahdi² and Morvarid Gholampour³

1. Introduction

In recent years, advancements in big data technology have significantly enhanced the capabilities of forensic accounting and auditing by enabling the capture, storage, and continuous analysis of extensive, heterogeneous datasets that encompass both structured financial records and unstructured sources such as email correspondence, sensor-generated logs, and social media feeds. Leveraging distributed computing frameworks—such as Hadoop’s fault-tolerant file system, Spark’s in-memory processing engine, and Cassandra’s decentralized storage architecture—in conjunction with open-source analytics and visualization platforms like Tableau and Power BI, practitioners can automate routine audit procedures, promptly identify anomalous transactions, and construct interactive dashboards that inform risk assessment and fraud investigation. Although the theoretical benefits of descriptive, diagnostic, predictive, and prescriptive analytics for improving audit quality, expediting fraud detection, and anticipating emerging threats have been widely discussed, there remains a paucity of empirical studies detailing the operationalization of these methodologies within organizational workflows, particularly in jurisdictions with limited

¹ Assistant Professor, Department of Accounting, Faculty of Social Sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran. (Corresponding author). Email: h.ganji@alzahra.ac.ir

² MSc Student in Accounting, Alborz Campus, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: parsa.pourmahdi@ut.ac.ir

³ MSc Student in Accounting, Alborz Campus, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: morva.gholampour@ut.ac.ir

domestic research such as Iran. To address this lacuna, the present study undertakes a descriptive literature-review, mapping specific big data techniques and software implementations to forensic accounting and audit applications. By synthesizing cross-contextual findings, this review provides actionable insights for practitioners seeking to modernize audit methodologies and delineates avenues for subsequent scholarly inquiry in this rapidly evolving field.

2. Materials and Methods

The study employs a descriptive literature-review methodology, in which relevant sources were first identified through systematic searches of major academic databases, with a focus on peer-reviewed publications examining big data applications in forensic accounting and auditing. Following retrieval, duplicate records were eliminated and titles and abstracts screened to select only those studies offering empirical evidence or detailed case analyses of analytics implementations in audit or forensic contexts. Each remaining article underwent full-text review against rigorous inclusion criteria—emphasizing methodological rigor, transparency in analytical processes, and practical relevance—before insights were extracted and organized into four thematic areas: (1) conceptual foundations, delineating how big data is distinguished from traditional datasets by its volume, velocity, variety, veracity, value, and variability; (2) analytical frameworks, detailing the descriptive, diagnostic, predictive, and prescriptive techniques and the enabling platforms (e.g., Hadoop, Spark, Cassandra); (3) domain applications, demonstrating how exploratory analytics inform risk assessment during audit planning, how confirmatory analytics validate account balances, and how specialized analytics support evidence gathering and litigation; and (4) synthesis of findings and implications, which compares success factors and practical challenges—such as data governance and skill shortages—and offers targeted recommendations for integrating big data methods into routine audit and forensic workflows. To enhance clarity and usability for both scholars and practitioners, comparative tables were constructed to contrast the attributes of traditional versus big data and to map each open-source tool to its primary forensic or audit use case.

3. Results and Discussion

Big data denotes information assets whose scale, diversity, and rate of generation exceed the capabilities of traditional database management systems, encompassing both highly structured records—such as financial ledgers and transaction logs—and unstructured sources, including video files, sensor-generated streams, and social media content; effective management and analysis of these complex datasets depend upon distributed computing frameworks—most notably Hadoop’s fault-tolerant distributed file system, Spark’s in-memory processing engine, and decentralized storage solutions such as Cassandra—that collectively ensure scalability, reliability, and performance. Its defining attributes are conventionally characterized by the six “Vs”—volume, velocity, variety, veracity, value, and variability—while contemporary research further emphasizes dimensions of data connectivity via graph structures, temporal volatility, and advanced visualization capabilities. These properties enable auditors and forensic investigators to transcend the limitations of periodic, sample-based methodologies by conducting continuous, full-population analyses that surface emerging trends and anomalies in real time. Within this paradigm, big data analytics encompasses four principal modalities—descriptive analytics, which distill historical performance into actionable dashboards and reports; diagnostic analytics, which illuminate the root causes of observed deviations; predictive analytics, which apply statistical and machine-learning models to forecast future outcomes; and prescriptive analytics, which simulate alternative scenarios and recommend optimal interventions—and these techniques support both exploratory (inductive) risk assessment during audit planning and confirmatory (deductive) validation of account balances in substantive testing. Nonetheless, professional judgment and materiality thresholds remain integral to the assurance process, precluding absolute certainty regarding undetected irregularities. In forensic accounting, practitioners leverage big data to compile exhaustive evidence repositories, quantify economic damages with precision, and substantiate expert testimony, employing visualization platforms such as Tableau and Power BI to elucidate complex relational patterns, alongside specialized software—such as

JVCATS for automated journal-entry examination and AURA for targeted fraud detection—to streamline investigative workflows. Empirical surveys indicate that approximately eighty percent of organizations now manage in excess of ten million records annually and actively pursue bespoke analytics solutions, while the increasing prevalence of insider threats and cyber-enabled fraud has accelerated the adoption of advanced methodologies—including behavioral analytics, social network analysis, and geospatial mapping—to detect concealed relationships and anticipate emergent risks.

4. Conclusion

Big data analytics facilitates the integration of extensive internal accounting data—including general ledgers, journal entries, payroll records, and procurement transactions—with a wide spectrum of external information sources, such as real-time market indicators, macroeconomic forecasts, and sentiment analyses derived from social media platforms. This integration yields a multidimensional evidentiary framework that substantially strengthens the identification and examination of fraudulent activities. The implementation of interactive visualization tools and automated anomaly detection systems enables continuous monitoring of financial transactions, allowing auditors and forensic accountants to promptly detect deviations from normative patterns. Consequently, investigative timelines can be significantly shortened—from several months to a matter of days—thereby reducing the magnitude of potential financial losses. Nonetheless, the effective deployment of such technologies is contingent upon the application of rigorous professional skepticism, thorough validation of data integrity and provenance, and the systematic alignment of big data insights with conventional substantive and analytical audit procedures. This methodological convergence supports triangulation, thereby enhancing the reliability, transparency, and reproducibility of audit outcomes. Furthermore, the integration of predictive analytics—constructed using statistical modeling and machine learning techniques—within internal control systems marks a shift from retrospective fraud detection to proactive risk management. These models facilitate the early identification of anomalous behavioral and transactional patterns and support the automated activation of

control mechanisms in real time. In light of intensifying regulatory scrutiny and evolving stakeholder expectations for continuous, data-informed assurance, auditors and forensic accountants are increasingly required to expand their analytical expertise and adopt a strategic advisory role. This evolving mandate positions them as key contributors to the preservation of financial integrity and institutional resilience amid escalating complexity and technological transformation.

Keywords: Big Data; Big Data Analytics; Forensic Accounting; Auditing

JEL Classification: M41, M42, O33

References

- Ajana, B. (2015). Augmented borders: Big data and the ethics of immigration control. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 13(1), 58–78. <https://doi.org/10.1108/JICES-01-2014-0005>
- Alcadipani, R., & de Oliveira Medeiros, C. R. (2020). When corporations cause harm: A critical view of corporate social irresponsibility and corporate crimes. *Journal of Business Ethics*, 167(2), 285–297. <https://doi.org/10.1007/s10551-019-04157-0>
- Albrecht, W. S., Albrecht, C., & Albrecht, C. C. (2008). Current trends in fraud and its detection. *Information Security Journal*, 17(1), 2–12. <https://doi.org/10.1080/19393550801934331>
- Al-Jalili, A. M. (2012). Forensic accounting and its applicability in Iraq. *Al-Rafidein Development Journal*, 34(107).
- Almeida, P., & Bernardino, J. (2015). A comprehensive overview of open-source big data platforms and frameworks. *Services Transactions on Big Data*, 2(3), 15–33.
- Arab Mazar Yazdi, M., & Moradi, A. (2020). Opportunities and challenges of applying big data in the public sector's accounting information system from the perspective of accountability. *Auditing Knowledge*, 20(79), 95–122. (In Persian).
- Byrnes, P., Criste, T., Stewart, T., & Vasarhelyi, M. (2014). Reimagining auditing in a wired world. AICPA.
- 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>
- Chen, J., Tao, Y., Wang, H., & Chen, T. (2015). Big data based fraud risk management at Alibaba. *The Journal of Finance and Data Science*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jfds.2015.03.001>
- Crumbley, D. L., Heitger, L. E., & Smith, G. S. (2017). *Forensic and investigative accounting*. Wolters Kluwer.

- Davenport, T. H., Barth, P., & Bean, R. (2012). How “big data” is different. *MIT Sloan Management Review*, 54(1).
- DeFond, M. L., & Lennox, C. S. (2011). The effect of SOX on small auditor exits and audit quality. *Journal of Accounting and Economics*, 52(1), 21–40. <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2011.02.001>
- Deloitte. (2018). *Forensic analytics in fraud investigations: Identifying rare events that can bring the business down*. Deloitte.
- Dewu, K., & Barghathi, Y. (2019). The accounting curriculum and the emergence of Big Data. *Journal of Accounting and Management Information Systems*, 18(3), 417–442. <https://doi.org/10.24818/jamis.2019.03006>
- DiGabriele, J. A., & Huber, W. D. (2015). Topics and methods in forensic accounting research. *Accounting Research Journal*, 28(1), 98–114. <https://doi.org/10.1108/ARJ-08-2014-0071>
- Ernst & Young. (2016). *Shifting into high gear: Mitigating risks and demonstrating returns—Global Forensic Data Analytics Survey 2016* (pp. 1–36). Ernst & Young.
- Gabrielli, G., Mediolli, A., Andrei, P., & Marchini, P. L. (2022). Accounting and big data: Trends, opportunities and direction for practitioners and researchers. *Financial Reporting*, 2, 89–112. <https://doi.org/10.3280/FR2022-002004>
- Gartner. (2014). IT glossary: Big data. *Gartner IT Glossary*. Retrieved January 2023, from <http://www.gartner.com/it-glossary/big-data>
- Golden, T. W., Skalak, S. L., & Clayton, M. M. (2007). *A guide to forensic accounting investigation*. John Wiley & Sons.
- Greer, M. B., Jr. (2013). *21st century leadership: Harnessing innovation, accelerating business success*. iUniverse.
- Guo, K. H. (2016). The institutionalization of commercialism in the accounting profession: An identity-experimentation perspective. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 35(3), 99–117. <https://doi.org/10.2308/ajpt-51337>
- Halili, K., & Valavi, M. (2017). Big data technology: Opportunities, challenges, and strategies. *Quarterly Journal of Interdisciplinary Studies on Strategic Knowledge*, 7(28), 7-28. (In Persian).
- Herath, S. K., & Hamm, A. (2023). How big data analytics is used in forensic accounting and auditing. *The Business and Management Review*, 14(1).
- Ibrahim, A. E. A., Elamer, A. A., & Ezat, A. N. (2021). The convergence of big data and accounting: Innovative research opportunities. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, Article 121171. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121171>
- Kaur, B., Sood, K., & Grima, S. (2022). A systematic review on forensic accounting and its contribution towards fraud detection and prevention. *Journal of Financial Regulation and Compliance*. <https://doi.org/10.1108/JFRC-02-2022-0015>
- KPMG. (2017). *Audit 2025, the future is now*. Forbes Insights. Retrieved January 2023, from <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/us/pdf/2017/03/us-audit-2025-final-report.pdf>

- Lehrer, C., Wieneke, A., vom Brocke, J., Jung, R., & Seidel, S. (2018). How big data analytics enables service innovation: Materiality, affordance, and the individualization of service. *Journal of Management Information Systems*, 35(2), 424–460. <https://doi.org/10.1080/07421222.2018.1451953>
- Leung, P., & Chau, G. (2001). The problematic relationship between audit reporting and audit expectations: Some evidence from Hong Kong. *Advances in International Accounting*, 14, 181–200. [https://doi.org/10.1016/S0897-3660\(01\)14010-9](https://doi.org/10.1016/S0897-3660(01)14010-9)
- Li, Y. (2022). Analysis of data audit mode in big data environment. *Forest Chemicals Review*, 2155–2164.
- Moffitt, K. C., & Vasarhelyi, M. A. (2013). AIS in an age of big data. *Journal of Information Systems*, 27(2), 1–19. <https://doi.org/10.2308/isyss-10372>
- Munoko, I., Brown-Liburd, H. L., & Vasarhelyi, M. (2020). The ethical implications of using artificial intelligence in auditing. *Journal of Business Ethics*, 167(2), 209–234. <https://doi.org/10.1007/s10551-019-04407-1>
- No, W. G., Lee, K., Huang, F., & Li, Q. (2019). Multidimensional audit data selection (MADS): A framework for using data analytics in the audit data selection process. *Accounting Horizons*, 33(3), 127–140. <https://doi.org/10.2308/acch-52453>
- Ozili, P. K. (2020). Advances and issues in fraud research: A commentary. *Journal of Financial Crime*, 27(1), 92–103. <https://doi.org/10.1108/JFC-01-2019-0012>
- Payne, B. K. (2016). *White-collar crime: The essentials*. Sage Publications.
- Pan, K., & Blankley, A. (2018). Using visualization software to compile and analyze data: A step by step guide for CPAs. *The CPA Journal*, June, 2018.
- Rechtman, Y. M. (2020). The past, present and future of forensic accounting. *The CPA Journal*, March, 10–11.
- Rezaee, Z., & Wang, J. (2019). Relevance of big data to forensic accounting practice and education. *Managerial Auditing Journal*, 34(3), 268–288. <https://doi.org/10.1108/MAJ-08-2017-1633>
- Ryu, S. L., & Won, J. (2022). Scale and scope economies in Korean accounting firms around Sarbanes-Oxley regulations. *Journal of Asian Economics*, 78. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2021.101427>
- Shaabani, Z. (2024). The relationship between big accounting data in forensic accounting practice and education. *Journal of Accounting & Financial Transparency*, 2(2), 102–119. (In Persian).
- Singh, D., & Reddy, C. (2014). A survey on platforms for big data analytics. *Journal of Big Data*, 2(8), 1–20.
- Strong, D., Volkoff, O., Johnson, S., Pelletier, L., Tulu, B., Bar-On, I., Trudel, J., & Garber, L. (2014). A theory of organization–EHR affordance actualization. *Journal of the Association for Information Systems*, 15(2), 53–85. <https://doi.org/10.17705/1jais.00353>
- Vasarhelyi, M. A., Kogan, A., & Tuttle, B. M. (2015). Big data in accounting: An overview. *Accounting Horizons*, 29(2), 381–396.
- Verma, S., & Bhattacharyya, S. S. (2017). Perceived strategic value-based adoption of Big Data Analytics in emerging economy: A qualitative approach

- for Indian firms. *Journal of Enterprise Information Management*, 30(3), 354–382. <https://doi.org/10.1108/JEIM-10-2015-0099>
- Wang, T., & Cuthbertson, R. (2015). Eight issues on audit data analytics we would like researched. *Journal of Information Systems*, 29(1), 155–162. <https://doi.org/10.2308/isys-50955>
- Wagner, E. L., Moll, J., & Newell, S. (2011). Accounting logics, reconfiguration of ERP systems and the emergence of new accounting practices: A sociomaterial perspective. *Management Accounting Research*, 22(3), 181–197. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2011.03.001>



Robotic Process Automation (RPA) in Auditing: A Review Study

Amir Mohammad Maghalian¹

1. Introduction

In the era of digital transformation, audit firms are increasingly adopting advanced technologies to enhance operational efficiency, effectiveness, and service quality. Robotic Process Automation (RPA) has emerged as a transformative technology in auditing, enabling the automation of repetitive, rule-based tasks with high precision and speed. By simulating human actions such as keyboard inputs and mouse clicks, RPA streamlines standardized processes, reducing manual effort and improving accuracy. The global RPA software market experienced a remarkable 60% growth in 2018, with projections indicating widespread adoption by 2025, underscoring the urgency for robust auditing frameworks to ensure accuracy, regulatory compliance, and operational optimization (Hofmann, 2020). The absence of comprehensive audit frameworks for RPA projects can lead to errors, inefficiencies, and compliance risks, potentially undermining the benefits of this technology.

This study aims to provide a comprehensive review of RPA applications in auditing, identify effective management frameworks, and analyze the tools, implementation methods, and challenges associated with RPA adoption. The research examines current literature to highlight how RPA differs from traditional automation approaches, such as manual data processing or legacy software systems, which often lack the flexibility and scalability of RPA. Unlike traditional methods, RPA operates across existing systems

¹ M. Sc. Student, Department of Accounting, University of Tehran, Iran. Email: amirmaghalian@ut.ac.ir

without requiring extensive reconfiguration, making it highly adaptable to auditing needs (Huang & Vasarhelyi, 2019). The study addresses the gap in localized frameworks tailored to specific organizational contexts, emphasizing the need for structured approaches to manage RPA's lifecycle, from process selection to ongoing maintenance. By synthesizing scientific and industry insights, this research contributes to the growing body of knowledge on auditing emerging technologies and proposes a framework to guide audit firms in leveraging RPA effectively.

2. Materials and Methods

This study employed a systematic review methodology to develop an integrated framework for applying RPA in auditing. A comprehensive search was conducted across reputable scientific databases, including Scopus, Web of Science, PubMed, and local databases such as Magiran and SID. Keywords such as "Robotic Process Automation," "Auditing," "RPA in Accounting," and their Persian equivalents were used, combined with Boolean operators (AND, OR) to refine the search. The temporal scope spanned 2015 to 2024 to capture the latest advancements in RPA technology and its auditing applications.

Inclusion criteria encompassed peer-reviewed articles, industry reports, and case studies related to RPA in auditing, published in English or Persian. Exclusion criteria eliminated non-relevant sources, articles without full text, and those from unreliable sources. From an initial pool of 250 sources, a multi-stage screening process—reviewing titles, abstracts, and full texts—resulted in the selection of 15 high-quality sources for analysis. Data extraction was performed using qualitative content analysis, focusing on RPA's applications, benefits, challenges, and existing frameworks. Two researchers independently reviewed the data, with discrepancies resolved through discussion and consensus to ensure reliability.

The proposed framework was developed by integrating scientific findings with industry best practices, structured around RPA's lifecycle stages: initial analysis, requirements definition, design and development, testing, implementation, and ongoing support. Each stage was analyzed to identify critical success factors, such as process suitability, technical feasibility, and compliance

requirements. Tools like UiPath and BluePrism, commonly used in RPA implementation, were evaluated for their role in auditing, alongside case studies demonstrating practical applications. This methodology ensured a robust, evidence-based approach to framework development, addressing both theoretical and practical dimensions of RPA in auditing.

3. Results and Discussion

The systematic review produced a comprehensive framework for auditing RPA projects, encompassing all lifecycle stages to ensure effectiveness, regulatory compliance, and performance optimization. Findings indicate that RPA significantly enhances audit efficiency by automating repetitive, rule-based tasks such as data reconciliation, control testing, and transaction verification. For example, Quille et al. (2023) proposed a performance analysis method for selecting processes suitable for automation, demonstrating significant cost savings in a utility company through streamlined operations. Similarly, Perdana et al. (2023) found that RPA adoption in accounting firms improves efficiency, particularly for tasks like account reconciliation and inventory control, despite implementation challenges.

The framework's initial analysis stage emphasizes identifying processes with high automation potential, such as those involving structured data and repetitive workflows. Requirements definition involves documenting precise needs to guide bot development, ensuring alignment with organizational objectives. During design and development, specialized platforms like UiPath and BluePrism provide stability and scalability, enabling seamless integration with existing systems. Comprehensive testing verifies compliance with regulatory standards and performance benchmarks, while implementation requires meticulous planning to minimize disruptions. Ongoing support ensures system reliability and adaptability to changing audit requirements.

Case studies illustrate RPA's practical impact. One audit firm analyzed 250 million financial transactions using RPA, identifying anomalies with unprecedented speed and accuracy. Another firm achieved significant cost savings by automating sales transaction audits, demonstrating RPA's ability to deliver measurable financial

benefits. The framework aligns with organizational goals, optimizes processes, and enhances data security by reducing manual handling, thereby minimizing risks of data breaches (Zhang et al., 2022).

However, challenges persist. High initial costs for RPA development and deployment can be prohibitive, particularly for smaller firms, necessitating cost-benefit analyses to justify investments (Eulerich et al., 2024). Scalability limitations arise when RPA systems struggle to adapt to unstructured data or dynamic environments. Additionally, manual bot design and the need for technical expertise pose barriers, as auditors may lack the skills to develop or manage RPA systems, requiring collaboration with IT specialists or extensive training.

4. Conclusion

RPA is a transformative technology that redefines auditing by automating repetitive, data-driven tasks, significantly enhancing operational efficiency. By automating activities like data reconciliation, document review, and preliminary analysis, RPA frees auditors to focus on complex tasks requiring professional judgment, such as strategic risk assessment and in-depth financial analysis, ultimately improving audit quality (Tiron-Tudor et al., 2024). The technology reduces human errors, as properly configured bots execute tasks with high precision, enhancing the reliability of audit outcomes. Additionally, RPA strengthens data security by minimizing manual data handling, reducing risks of confidentiality breaches—a critical advantage in auditing, where data integrity is paramount. Automated process documentation also supports knowledge retention and continuous improvement (Zhang et al., 2022).

Despite these benefits, RPA implementation faces significant challenges. High initial costs for software and configuration can deter adoption, particularly for smaller firms, requiring rigorous cost-benefit analyses to validate investments (Eulerich et al., 2024). Technical skill gaps among auditors necessitate training or IT collaboration, while organizational resistance, driven by concerns over job displacement or reliance on traditional methods, can hinder adoption. Over-dependence on RPA risks eroding operational knowledge if processes are inadequately documented.

The proposed framework addresses these challenges by providing a structured approach to managing RPA's lifecycle, ensuring compliance with standards and alignment with organizational goals. It facilitates early issue identification and corrective actions, enhancing RPA's effectiveness. However, limitations exist: the framework may not fully address organization-specific needs, and rapid technological advancements could render some criteria obsolete. Future research should focus on tailoring frameworks to diverse contexts and integrating RPA with emerging technologies like artificial intelligence to ensure long-term relevance.

RPA offers substantial potential to revolutionize auditing by improving efficiency, accuracy, and security. Successful implementation requires careful planning, including process selection, cost-benefit analysis, and robust system configuration. By adopting the proposed framework, audit firms can maximize RPA's benefits, mitigate risks, and elevate audit processes to new levels of performance, positioning themselves at the forefront of digital transformation in auditing.

Keywords: Audit Framework, Auditing, Efficiency, Robotic Process Automation

JEL classification: *M42, O33*

References

- Christensen, B. E., S. M. Glover, T. C. Omer, and M. K. Shelley. (2016). "Understanding audit quality: Insights from audit professionals and investors." *Contemporary Accounting Research*, 33(4), 1648-1684.
- Cooper, L. A., D. K. Holderness Jr., T. L. Sorensen, and D. A. Wood. (2019). "Robotic process automation in public accounting." *Accounting Horizons*, 33(4), 15-35.
- Deloitte. (2018). "The innovation imperative. Forging internal audit's path to greater impact and influence." Available at: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/audit/articles/global-chief-audit-executivesurvey.html>
- Eulerich, M., J. Pawlowski, N. J. Waddoups, and D. A. Wood. (2022). "A framework for using robotic process automation for audit tasks." *Contemporary Accounting Research*, 39(1), 691-720.

- Eulerich, M., N. Waddoups, M. Wagener, and D. A. Wood. (2024). "The dark side of robotic process automation (RPA): Understanding risks and challenges with RPA." *Accounting Horizons*, 38(2), 143-152.
- Flechsig C, Anslinger F, Lasch R. (2022). Robotic Process Automation in purchasing and supply management: A multiple case study on potentials, barriers, and implementation. *Journal of Purchasing and Supply Management*.;28(1):100718.
- Hofmann, P., C. Samp, and N. Urbach. (2020). "Robotic process automation." *Electronic Markets*, 30(1), 99-106.
- Huang, F., and M. A. Vasarhelyi. (2019). "Applying robotic process automation (RPA) in auditing: A framework." *International Journal of Accounting Information Systems*, 35, 100433.
- Moffitt, K. C., A. M. Rozario, and M. A. Vasarhelyi. (2018). "Robotic process automation for auditing." *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 15(1), 1–10.
- Perdana, A., W. E. Lee, and C. M. Kim. (2023). "Prototyping and implementing robotic process automation in accounting firms: Benefits, challenges and opportunities to audit automation." *International Journal of Accounting Information Systems*, 51, 100641.
- Quille, R. V. E., F. V. D. Almeida, J. Borycz, P. L. P. Corrêa, L. V. L. Filgueiras, J. Machicao, and B. Vajgel. (2023). "Performance analysis method for robotic process automation." *Sustainability*, 15(4), 3702.
- Taulli, T. (2020). *The robotic process automation handbook*.
- Tiron-Tudor, A., R. Lacurezeanu, V. P. Bresfelean, and A. N. Dontu. (2024). "Perspectives on how robotic process automation is transforming accounting and auditing services." *Accounting Perspectives*, 23(1), 7-38.
- Zhang, C., C. Thomas, and M. A. Vasarhelyi. (2022). "Attended process automation in audit: A framework and a demonstration." *Journal of Information Systems*, 36(2), 101-124.



Academic Acceptance and Support for Integrating Data Analytics into Accounting Education: A Faculty Perspective Study

Ali Rahmani^{*1}, Samira Parmah² and Zahra Mousavi³

1. Introduction

In recent years, the accounting profession has undergone significant transformations due to rapid technological advancements, particularly in data analytics, big data, artificial intelligence, and automation. These changes have dramatically shifted the expectations for accounting graduates, who are now required to possess not only traditional accounting knowledge but also a set of data-driven analytical skills that enable them to interpret, visualize, and draw insights from complex datasets. In response, global professional organizations such as the American Institute of Certified Public Accountants (AICPA), the Association to Advance Collegiate Schools of Business (AACSB), and CPA Evolution have emphasized the integration of data analytics into accounting education (AICPA & NASBA, 2021; AACSB, 2018).

Many leading universities in developed countries have revised their accounting curricula to incorporate data analytics, statistical modeling, and information systems as core components. However, in developing contexts such as Iran, the process of curriculum reform has been slower and more fragmented. One of the key barriers identified is the lack of faculty readiness and institutional support for implementing such interdisciplinary and technology-oriented

¹ Professor, Accounting Department, Faculty of Social sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran. (Corresponding Author). Email: rahmani.ali@gmail.com

² Ph.D Student, Accounting Department, Faculty of Social sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran. Email: parmahsamira@gmail.com

³ Ph.D Student, Accounting Department, Faculty of Social sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran. Email: z.mousavi88@gmail.com

courses.

Given this backdrop, the present study seeks to investigate the perspectives of accounting faculty members at Iranian universities regarding the necessity, structure, and challenges associated with integrating a dedicated course on “Data Analytics in Accounting” into the academic curriculum. The study is motivated by the assumption that faculty support plays a crucial role in shaping curriculum decisions and ensuring successful educational innovation. By analyzing faculty attitudes, capabilities, and perceived institutional constraints, this research aims to inform future policy-making and curriculum design in higher accounting education in Iran.

2. Materials and Methods

This research adopts an applied purpose and employs a descriptive-survey methodology. The target population includes accounting faculty members from public universities, Islamic Azad University, and Payame Noor University across Iran during the 2023–2024 academic year. A purposive and convenience sampling technique was used to ensure diversity in academic rank, teaching experience, and institutional type.

The main instrument for data collection was a researcher-designed questionnaire developed based on a comprehensive review of the literature, including prior international studies (Andiola et al., 2020; Cainas et al., 2024; Losi et al., 2022). The questionnaire contained three main sections: (1) demographic and professional information, (2) attitudes toward the inclusion of data analytics in the accounting curriculum, and (3) perceived challenges and institutional readiness. The questionnaire was designed and distributed electronically via the “Porsline” platform and shared through academic mailing lists and faculty networks. Out of 74 distributed questionnaires, 49 valid responses were received, yielding a response rate of approximately 66%. The reliability of the questionnaire was confirmed through Cronbach’s alpha ($\alpha = 0.717$), indicating acceptable internal consistency. Content validity was ensured through expert review and pilot testing.

Data were analyzed using descriptive statistics and thematic qualitative analysis. Charts, frequency distributions, and content

coding were used to examine trends in awareness, preferences, competencies, and barriers related to teaching data analytics in accounting programs.

3. Results and Discussion

The demographic analysis revealed a diverse and experienced respondent group: 77.5% male, 88% with over 10 years of teaching experience, and over 74% with relevant professional backgrounds. Most respondents held ranks of associate professor (40.4%) or assistant professor (38.2%), which enhances the credibility of the collected opinions.

Key findings are summarized as follows: 1. Low Faculty Awareness and Competence: A significant knowledge gap exists among accounting faculty regarding the concept and application of data analytics. Most self-reported their familiarity and technical skills in this area as “low” or “moderate.” This reflects a broader systemic issue of insufficient faculty training in emerging technological domains. 2. Learning Preferences and Training Needs: Respondents preferred learning methods such as group workshops, webinars, and hands-on training. These preferences suggest a need for active and collaborative professional development initiatives, rather than self-paced or theoretical formats. 3. Preferred Teaching Resources: Faculty members favored translated textbooks, case-based learning materials (e.g., Trueblood and ARC cases), and professional resources from organizations like AICPA and IMA. They also indicated interest in using practical examples from audit firms such as PwC and KPMG. This underscores the importance of using a blended mix of localized, experiential, and international sources for teaching. 4. Technical Gaps in Tool Proficiency: Faculty exhibited limited proficiency in essential data analytics tools such as Excel (advanced features), Power BI, Python, and R. This technological deficiency poses a significant obstacle to the effective delivery of the proposed course. 5. Curriculum Design Preferences: The majority believed that the graduate (Master’s) level was the most suitable stage for introducing a dedicated data analytics course. Furthermore, they preferred either a standalone course or integration with existing subjects like “Accounting Information Systems.” 6. Assessment and Evaluation Strategies: Project-based learning and collaborative

assignments were considered the most effective methods for evaluating student competencies in data analytics. This aligns with the shift toward performance-based assessment in modern education.

7. Institutional Readiness and Policy Support: Alarming, most respondents reported that their departments lacked formal plans, goals, or policies for incorporating data analytics into the curriculum. This highlights a gap in strategic planning and a lack of institutional commitment to curriculum modernization. 8. External Collaboration and Labor Market Alignment: Respondents acknowledged the importance of aligning academic content with industry expectations through structured engagement with professional bodies. However, such collaboration was described as ad hoc and underdeveloped in most institutions. 9. Key Implementation Challenges: The most frequently cited barriers were (a) shortage of qualified faculty, (b) insufficient technical infrastructure, and (c) resistance to change among faculty and administrators. These challenges require coordinated interventions at multiple levels—individual, departmental, and policy.

Overall, the findings confirm the urgency and necessity of integrating data analytics into accounting education in Iran. At the same time, they point to a multi-dimensional readiness gap that must be addressed through targeted faculty development, resource investment, and institutional change management.

4. Conclusion

This study provides compelling evidence that the integration of a “Data Analytics in Accounting” course into the academic curriculum is not only beneficial but essential for aligning higher education with the evolving demands of the accounting profession. While faculty members in Iran acknowledge the importance of data analytics, they also face significant challenges in terms of knowledge, skills, institutional support, and infrastructure.

To bridge these gaps, a holistic and strategic approach is recommended. Key recommendations include:

- Designing faculty training programs focused on practical data tools and instructional strategies;
- Developing localized teaching resources and case studies in Persian;

- Establishing formal curriculum review committees involving industry stakeholders;
- Promoting interdisciplinary collaboration with departments of IT, statistics, and data science;
- Allocating budget for necessary software and infrastructure upgrades.

If implemented effectively, these measures can transform the teaching of accounting in Iran and ensure that graduates are equipped with the data-driven competencies required in the 21st-century job market. Ultimately, this transformation depends on the proactive engagement of faculty as both beneficiaries and drivers of change.

Keywords: Data Analytics, Accounting Education, Curriculum Design, Data-Driven Learning, Faculty Perceptions

JEL Classification: M41 J23 C88 O33

References

- Andiola, L. M., Masters, E., & Norman, C. (2020). Integrating data analytics in the accounting curriculum: A survey of accounting department chairs. *Journal of Accounting Education*, 51, 100673. <https://doi.org/10.1016/j.jaccedu.2020.100673>
- AICPA & NASBA. (2021). *CPA Evolution Model Curriculum*. American Institute of Certified Public Accountants. <https://www.aicpa.org/resources/download/cpa-evolution-model-curriculum>
- Azizi, F. (2023). Exploring the foundations of information technology and its impact on the productivity of novice accountants. *Journal of Economic, Financial Management and Accounting Studies*, 9(3), 75–90.(in Persian)
- Bagherian, M. (2023). Information systems technology and data analytics skills in the accounting curriculum. *Financial Accounting Knowledge*, 15(49), 123–140.(in Persian)
- Cainas, J. M., Hasson, B. K., & Kralik, J. (2024). Accounting faculty perspectives on data analytics: Course design, competency assessment, and employer needs and response. *Issues in Accounting Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.2308/ISSUES-2022-031>
- Cho, Y. J., Huang, H. W., & Park, K. (2019). Integrating data analytics into the accounting curriculum: Insights from accounting educators. *Journal of Accounting Education*, 47, 27–39. <https://doi.org/10.1016/j.jaccedu.2019.03.002>

- Falgout, S., Boyle, D. M., Gaydon, D. J., & Hermanson, D. R. (2024). Data analytics integration approaches: Insights from accounting chairs. *Issues in Accounting Education*, 39(3), 31–44. <https://doi.org/10.2308/ISSUES-2022-030>
- Janvrin, D. J., & Watson, M. W. (2017). Big data: A new twist to accounting. *Journal of Accounting Education*, 38, 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.jaccedu.2016.12.003>
- Losi, H. J., Isaacson, E. V., & Boyle, D. M. (2022). Integrating data analytics into the accounting curriculum: Faculty perceptions and insights. *Issues in Accounting Education*, 37(4), 1–23. <https://doi.org/10.2308/ISSUES-2021-086>
- Maghsoudi, N., & Soltani, R. (2024). Application of artificial intelligence in accounting and the future outlook of big data in the field. In 19th National Conference on Economics, Management and Accounting, Tehran, Iran. Civilica. <https://civilica.com/p/1771973/> (in Persian)
- Naghdi, S., Fazlzadeh, A., Ahmadian, V., & Abbas-Mohsen Altaiyi, M. (2024). Big data analytics in auditing using artificial intelligence and machine learning techniques. In 3rd International Conference on Economics and Business Management, Mashhad, Iran. Civilica. <https://civilica.com/p/1790533/> (in Persian)
- Saifi, E. (2023). Identifying components of integrating modern accounting systems with financial management. In 9th National Conference on New Findings in Management, Computer and Accounting, Sanandaj, Iran. Civilica. <https://civilica.com/p/1740170/> (in Persian)



The 2nd Conference on Computer Auditing and
Data Analytics



2207-04250

Rapid and Transparent Auditing with Robotic Process Automation Technology: Error Reduction and Fraud Control

Somayeh Hosseini Aghdaei¹

1. Introduction

Technological advancements have consistently played a central role in efforts to reduce fraudulent activities, evolving from rudimentary rule-based frameworks to more sophisticated and adaptive solutions that rely on modern innovations. Traditional fraud detection methods, despite demonstrating a degree of effectiveness, often fail to accurately and sufficiently identify complex and evolving fraudulent operations, thus necessitating the development of improved tools that significantly enhance the accuracy and efficacy of detection efforts. The challenges posed by fraud are highly significant. Global annual losses from occupational fraud exceed seven billion US dollars. One form of occupational fraud, asset misappropriation, has led to the collapse of several banks in Iran. More broadly, occupational fraud is recognized as one of the contributing factors to banking crises worldwide. Beyond asset misappropriation, other forms of occupational fraud include corruption and financial statement fraud. The volume and complexity of contemporary financial crimes are so vast that traditional fraud detection techniques, such as rule-based systems and manual transaction reviews, are inadequate. The significance of fraud as an organizational problem necessitates the existence of

¹ Department of Accounting, Payame Noor University, Tehran, Iran. Email: hosseinia@pnu.ac.ir

corporate audit functions that are involved in detecting and controlling fraud. One measure an organization can consider is the adoption of robotic process automation. This automation refers to software tools that automate task execution using the same user interface as a human operator would. By reducing repetitive human interactions with computer systems, RPA seeks to improve return on investment by automating and streamlining corporate business processes. The most common methods for concealing occupational fraud include creating fake physical documents, fabricating fraudulent transactions, and altering transactions in an accounting system. Minimizing interaction with computer systems can help reduce fraud risk. RPA can also benefit audit functions by automating many audit tasks. Robotic process automation and artificial intelligence are complementary advancements in automation. Predictive analytics and anomaly detection are enabled by AI, particularly machine learning, which is highly effective at identifying patterns in big data. On the other hand, RPA ensures consistency and scalability by automating repetitive operations such as data entry, transaction monitoring, and report generation. By combining adaptive learning with real-time data processing, these technologies collectively address the weaknesses of traditional systems. Regulatory pressures are increasing the urgency of adopting AI and RPA. Strict anti-fraud regulations require financial institutions to monitor and report transactions in real time. RPA simplifies audit trails and reporting workflows, ensuring compliance with legal requirements, whereas manual compliance processes are resource-intensive and error-prone. AI-powered solutions improve accuracy by automating behavioral analysis and customer risk profiling, reducing the likelihood of errors. Despite significant progress in this field, considerable obstacles remain. A fundamental challenge is the ongoing need to update AI models and the necessity of human oversight to counter intelligent threats, where offenders attempt to deceive security mechanisms by manipulating algorithmic systems. On the other hand, smaller financial institutions face serious constraints in funding and a shortage of skilled personnel to integrate AI and RPA solutions with legacy banking systems. Nevertheless, the growing adoption of these technologies highlights their transformative potential. For example, after deploying AI-

powered RPA systems to monitor international transfers, one bank achieved a 30% reduction in fraud-related losses. These achievements clearly demonstrate how automation is reshaping financial security standards in the digital age. Several key questions arise regarding the role of modern technologies in transforming auditing. The first is: How can AI and automation enhance financial security and reduce fraud? Additionally, what are the most significant challenges and obstacles financial institutions face in implementing these technologies? How can a balance be struck between automated systems and human oversight to leverage technological efficiency while preventing potential errors? Finally, what does the future of financial security in auditing look like, given the development of these technologies, and what strategies exist for fair and comprehensive utilization of these advancements?

2. Materials and Methods

This study adopts a literature review methodology to investigate the role of robotic process automation and artificial intelligence in auditing and fraud detection. By systematically analyzing peer-reviewed journal articles, industry reports, and regulatory documents, the research evaluates the effectiveness, implementation challenges, and ethical implications of these technologies in financial fraud prevention. The review provides a comprehensive assessment of current technological applications in fraud detection while identifying critical barriers to adoption, including high implementation costs, technical expertise requirements, and the need for continuous human oversight and model retraining. Furthermore, the study examines significant ethical considerations such as data privacy concerns and potential algorithmic biases inherent in automated systems. The findings aim to inform evidence-based strategies for enhancing fraud detection mechanisms and support financial institutions in making informed decisions to strengthen their security frameworks. Ultimately, this research contributes to both academic discourse and practical applications by bridging the gap between technological innovation and effective fraud prevention in the banking sector.

3. Results and Discussion

The study systematically reviewed the role and impact of Robotic Process Automation (RPA) and Artificial Intelligence (AI) in enhancing financial auditing and fraud detection. Key findings indicate that AI and RPA significantly improve fraud detection accuracy by analyzing large datasets in real-time, identifying anomalies, and reducing false positives. For example, JPMorgan Chase reported a 30% reduction in fraud losses after implementing AI-powered RPA systems. Additionally, machine learning models adapt to evolving fraud patterns, outperforming traditional rule-based systems. RPA also enhances operational efficiency by automating repetitive tasks such as data entry and transaction monitoring, which reduces human errors and allows auditors to focus on strategic analysis. AI-driven predictive analytics further enable proactive risk management. However, the implementation of these technologies faces barriers, including high initial costs, resistance to change, and integration complexities with legacy systems. Ethical concerns also arise, such as algorithmic bias, data privacy risks, and the necessity for human oversight in decision-making. RPA aids in regulatory compliance by ensuring adherence to anti-fraud regulations through automated audit trails and reporting. The discussion highlights that AI systems dynamically learn from data, unlike traditional methods that rely on static rules, making them less effective against novel fraud schemes. A hybrid approach that balances automation with human judgment can effectively address limitations, such as contextual interpretation. Additionally, smaller financial institutions often face resource constraints in adopting these technologies, exacerbating inequality in fraud prevention capabilities. Future directions include the development of interpretable AI models to enhance transparency, fostering workforce up-skilling to mitigate resistance to automation, and strengthening regulatory frameworks for ethical AI use in auditing. In conclusion, AI and RPA are transforming financial auditing by improving accuracy, efficiency, and compliance. However, successful adoption requires addressing technical, ethical, and organizational challenges, necessitating organizations to prioritize scalable solutions and continuous monitoring to effectively harness these technologies.

4. Conclusion

With the increasing complexity of financial crimes, the need to employ innovative technologies such as Artificial Intelligence and Robotic Process Automation for fraud detection and prevention has become increasingly evident. This research analyzes the role, effectiveness, and limitations of AI and RPA in the field of financial security, examining the shortcomings of traditional methods based on static rules. Using a systematic literature review methodology, previous studies, practical examples, and industry reports were analyzed to evaluate the impact of AI and RPA on fraud detection. This paper also explores the role of innovative technologies like RPA and AI in transforming auditing processes. The findings indicate that these technologies have significantly enhanced the accuracy and speed of auditing operations by automating repetitive tasks, processing real-time data, and identifying anomalous patterns. Particularly in the realm of financial fraud detection, the combination of RPA and AI has led to a substantial reduction in human errors and improved transparency in processes. However, the implementation of these technologies has faced multiple challenges, including employee resistance to change, the need for substantial initial investments, technical integration challenges with existing systems, and concerns regarding data privacy. Additionally, ethical issues arising from algorithmic decision-making and the need for continuous human oversight are other factors that must be considered. To effectively harness these technologies, the article recommends that organizations focus on developing interpretable AI systems, establish comprehensive training programs for employees, and implement gradual, step-by-step deployment. Furthermore, creating appropriate regulatory frameworks to ensure accountability of automated systems and examining the social impacts of these transformations are areas that require further research. In conclusion, it can be said that RPA and AI technologies are shaping the future of the auditing industry. Organizations that can successfully address the challenges of implementing these technologies will not only be able to reduce costs and increase efficiency but also be recognized as pioneers of digital transformation in the financial and auditing sectors. This transformation requires close collaboration among IT

professionals, auditors, and regulatory bodies to balance the benefits of these technologies effectively.

Keywords: Auditing, Financial Fraud Detection, Artificial Intelligence, Robotic Process Automation

JEL Classification: M4, M42

References

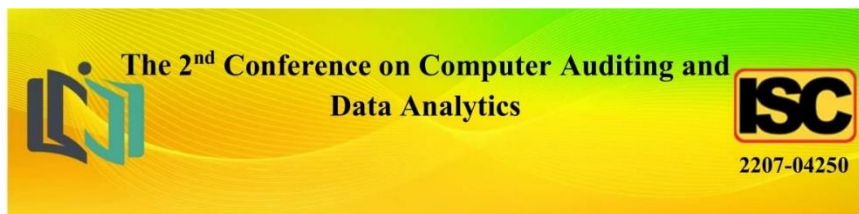
- Adewumi, B. (2024). Nigeria: Artificial intelligence to push e-commerce fraud to \$107 billion. *Niger. Trib.* Retrieved October 25, 2024, from <https://www.zawya.com/en/economy/africa/nigeria-artificial-intelligence-to-push-e-commerce-fraud-to-107bln-xvcqts0q>
- Aguirre, S., & Rodriguez, A. (2017). Robotic process automation: A transformative technology for the finance and accounting function. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(1), 1-10.
- Akintaro, S. (2023, August 24). Banks' losses to frauds hit N5.79 billion in Q2 2023 – FITC. *Nairametrics*. <https://nairametrics.com/2023/08/24/banks-losses-to-fraud/>
- Alarfaj, F. K., Malik, I., Khan, H. U., Almusallam, N., Ramzan, M., & Ahmed, M. (2022). Credit card fraud detection using state-of-the-art machine learning and deep learning algorithms. *IEEE Access*, 10, 39700-39715.
- Al-Hashedi, K. G., & Magalingam, P. (2021). Financial fraud detection applying data mining techniques: A comprehensive review from 2009 to 2019. *Computer Science Review*, 40, 100402. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2021.100402>
- Appelbaum, D., & Nehmer, R. (2017). The coming disruption of drones, robots, and bots: How will it affect CPAs and accounting practice? *The CPA Journal*, 87(6), 40–44.
- Association of Certified Fraud Examiners. (2018). *Global study on occupational fraud and abuse: Report to the nation* (10).
- Association of Certified Fraud Examiners. (2019). *Fraud tree*. <https://www.acfe.com/rtn2016/images/fraud-tree.jpg>
- Ayinla, B. S., Atadoga, A., Ike, C. U., Ndubuisi, N. L., Asuzu, O. F., & Adeleye, R. A. (2024). The role of robotic process automation (RPA) in modern accounting: A review—Investigating how automation tools are transforming traditional accounting practices. *Engineering Science & Technology Journal*, 5(2), 427–447. <https://doi.org/10.51594/estj/v5i2.804>
- Bello, O. A., Folorunso, A., Onwuchekwa, J., & Ejiofor, O. E. (2023). A comprehensive framework for strengthening USA financial cybersecurity: Integrating machine learning and AI in fraud detection systems. *European Journal of Computer Science and Information Technology*, 11(6), 62-83.

- Bolton, R. J., & Hand, D. J. (2002). Statistical fraud detection: A review. *Statistical Science*, 17(3), 235–249.
- Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomaly detection: A survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 41(3), 1-58.
- Chaudhuri, A., Ghosh, D., & Shankar, R. (2020). The impact of automation on the audit profession: A study of RPA and AI. *Journal of Business Research*, 120, 239-248.
- Cohen, M., Rozario, A., & Zhang, C. (2019). Exploring the use of robotic process automation (RPA) in substantive audit procedures. *The CPA Journal*, 89(7), 49–53.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Deloitte. (2021). *The future of risk in financial services: Intelligent automation*. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Financial-Services/gx-fsi-future-of-risk-report.pdf>
- Dhieb, N., Ghazzai, H., Besbes, H., & Massoud, Y. (2020). A secure AI-driven architecture for automated insurance systems: Fraud detection and risk measurement. *IEEE Access*, 8, 58546-58558.
- Edghiem, F., Hariri, N., & Alkhalifah, E. S. (2022). The application of robotic process automation (RPA) in accounting: The perspective of the Lebanese economic crisis. In M. Ali (Ed.), *Future role of sustainable innovative technologies in crisis management* (pp. 113-124). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-9815-3.ch009>
- Ernst and Young. (2021). *Robotic process automation in mining and metals*. https://www.ey.com/en_gl/mining-metals/robotic-process-automation
- Ernst and Young. (2022). *Robotic process automation (RPA)*. https://www.ey.com/en_gl/tax/robotic-process-automation-rpa
- Gartner. (2020). *Market guide for robotic process automation software*. Retrieved from <https://www.gartner.com/en/documents/3835771>
- Godwin, F. O. (2025). The role of artificial intelligence and robotic process automation (RPA) in fraud detection: Enhancing financial security through automation. *International Journal of Finance*, 10(3), 80–100.
- Hasan, M. R., Gazi, M. S., & Gurung, N. (2024). Explainable AI in credit card fraud detection: Interpretable models and transparent decision-making for enhanced trust and compliance in the USA. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 6(2), 01-12.
- Hazar, H. B., & Toplu, C. (2023). The use of robotic process automation in accounting. *Prizren Social Science Journal*, 7(3). <https://doi.org/10.32936/psj.v7i3.481>
- Hilal, W., Gadsden, S. A., & Yawney, J. (2022). Financial fraud: A review of anomaly detection techniques and recent advances. *Expert Systems with Applications*, 193, 116429.

- Huang, F., & Vasarhelyi, M. (2019). Applying robotic process automation (RPA) in auditing: A framework. *International Journal of Accounting Information Systems*, 35, 100433.
- Huang, G. Q., Zhang, Y., & Liu, Y. (2020). Challenges and solutions for RPA implementation in the auditing process. *International Journal of Accounting Information Systems*, 37, 100467.
- Huang, S. C., McIntosh, S., & Muntermann, J. (2020). AI-based fraud detection in banking: A review. *Journal of Banking and Financial Technology*, 4(2), 123-137. <https://doi.org/10.1007/s42786-020-00022-1>
- Issa, H., Sun, T., & Vasarhelyi, M. A. (2016). Research ideas for artificial intelligence in auditing: The formalization of audit and workforce supplementation. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 13(2), 1-20.
- Kokina, J., & Blanchette, S. (2019). Early evidence of digital labor in accounting: Innovation with robotic process automation. *International Journal of Accounting Information Systems*, 100431.
- Kokina, J., & Davenport, T. H. (2017). The emergence of RPA in accounting: A new era of innovation. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(1), 1-10.
- Kotagiri, A. (2023). Mastering fraudulent schemes: A unified framework for AI-driven US banking fraud detection and prevention. *International Transactions in Artificial Intelligence*, 7(7), 1-19.
- Lacity, M. C., & Willcocks, L. P. (2016). Robotic process automation at Deloitte: A case study. *The Journal of Information Technology Teaching Cases*, 6(1), 1-7.
- Lacity, M., & Willcocks, L. (2016). A new approach to automating services. *MIT Sloan Management Review*, 58(1), 41-49. <https://sloanreview.mit.edu/article/a-new-approach-to-automating-services>
- Liu, X., & Ishak, N. N. B. M. (2023). Research on the application and development of RPA in accounting higher vocational education: A Chinese perspective. *International Journal of Education and Humanities*, 10(2), 178-182. <https://doi.org/10.54097/ijeh.v10i2.11592>
- Merdassa, N. A. (2023). Reduction of transaction failures in a constrained distributed payment processing system through machine learning and a federated timeout interval negotiation protocol (Doctoral dissertation, The George Washington University).
- 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.
- Ndukwe, E. R., & Baridam, B. (2023). A graphical and qualitative review of literature on AI-based cyber-threat intelligence (CTI) in the banking sector. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 8(5), 59-69.
- Ngai, E. W. T., Hu, Y., Wong, Y. H., Chen, Y., & Sun, X. (2011). The application of data mining techniques in financial fraud detection: A classification

- framework and an academic review of literature. *Decision Support Systems*, 50(3), 559–569.
- Nia, E. H., & Said, J. (2015). Assessing fraud risk factors of assets misappropriation: Evidence from Iranian banks. *Procedia Economics and Finance*, 31(15), 919–924.
- Ning, W., Lyu, X., Yuan, Y., Chen, L., & Tao, W. Q. (2024). Comprehensive evaluation of proton exchange membrane fuel cell-based combined heat and power system with lithium-ion battery under rule-based strategy. *Journal of Energy Storage*, 88, 111620.
- Oloni, V. (2024). From brick to click: E-commerce and the future of retail. Retrieved October 24, 2024, from <https://www.verivafrica.com/insights/from-brick-to-click-e-commerce-and-the-future-of-retail>
- Osman, C. C. (2019). Robotic process automation: Lessons learned from case studies. *Informatica Economica*, 23(4), 66–75.
- Patil, N. S., Kamanavalli, S., Hiregoudar, S., Jadhav, S., Kanakraddi, S., & Hiremath, N. D. (2021). Vehicle insurance fraud detection system using robotic process automation and machine learning. In *2021 International Conference on Intelligent Technologies (CONIT)* (pp. 1-5). doi: 10.1109/CONIT51480.2021.9498507.
- Petraşcu, D., & Tieanu, A. (2014). The role of internal audit in fraud prevention and detection. *Procedia Economics and Finance*, 16(May), 489–497.
- Pikkarainen, T., Pikkarainen, K., Karjaluo, H., & Pahlila, S. (2004). Consumer acceptance of online banking: An extension of the technology acceptance model. *Internet Research*, 14(3), 224–235. <https://doi.org/10.1108/10662240410542652>
- Plattfaut, R., & Borghoff, V. (2022). Robotic process automation: A literature-based research agenda. *Journal of Information Systems*, 36(2), 173–191. <https://doi.org/10.2308/ISYS-2020-033>.
- PwC. (2020). Financial services technology 2020 and beyond: Embracing disruption. Retrieved from <https://www.pwc.com/gx/en/financial-services/assets/pdf/technology2020-and-beyond.pdf>
- Rechtman, Y. (2021). Can robotic process automation improve quality control in audits? *The CPA Journal*. <https://www.cpajournal.com/2021/08/10/can-robotic-process-automation-improve-quality-control-in-audits>.
- Roshanaei, M., Khan, M. R., & Sylvester, N. N. (2024). Navigating AI cybersecurity: Evolving landscape and challenges. *Journal of Intelligent Learning Systems and Applications*, 16(3), 155-174.
- Sontan, A. D., & Samuel, S. V. (2024). The intersection of artificial intelligence and cybersecurity: Challenges and opportunities. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(2), 1720-1736.
- Suh, J. B., Nicolaides, R., & Trafford, R. (2019). The effects of reducing opportunity and fraud risk factors on the occurrence of occupational fraud in financial institutions. *International Journal of Law, Crime and Justice*, 56(January), 79–88.

- Syed, R., Suriadi, S., Adams, M., Bandara, W., Leemans, S. J. J., Ouyang, C., Ter Hofstede, A. H. M., Van De Weerd, I., Wynn, M. T., & Reijers, H. A. (2020). Robotic process automation: Contemporary themes and challenges. *Computers in Industry*, 115, 103162.
- Tiron-Tudor, A., Lacurezeanu, R., Bresfelean, V., & Donțu, A. (2023). Perspectives on how robotic process automation is transforming accounting and auditing services. *Accounting Perspectives*. <https://doi.org/10.1111/1911-3838.12351>
- Tucker, I. (2017). Are you ready for your robots? *Strategic Finance*, 99(5), 48–53.
- UiPath. (2022). JPMorgan Chase leverages UiPath RPA to combat financial fraud. Retrieved from <https://www.uipath.com/resources/automation-case-studies/jpmorgan-chase>
- Vaidya, S., & Ranjan, P. (2020). Adoption of robotic process automation in auditing: Challenges and opportunities. *Journal of Accounting and Finance*, 20(2), 76-84.
- van der Aalst, W. M. P., Bichler, M., & Heinzl, A. (2018). Robotic process automation. In *Business and Information Systems Engineering*, 60(4), 269–272.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186–204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Willcocks, L., & Lacity, M. (2016). *Service automation: Robots and the future of work*. Steve Brookes Publishing. Retrieved from University of Buckingham: <https://www.buckingham.ac.uk/wp-content/uploads/2021/08/Service-Automation-Robots-and-the-Future-of-Work.pdf>
- Wojciechowska-Filipek, S. (2019). Automation of the process of handling enquiries concerning information constituting a bank secret. *Banks and Bank Systems*, 14(3), 175–186.
- Xu, J., Yang, T., Zhuang, S., Li, H., & Lu, W. (2024). AI-based financial transaction monitoring and fraud prevention with behavior prediction.
- Zhang, C. (2019). Intelligent process automation in audit. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 16(2), 69–88.
- Zhang, Y., Chen, L., & Wang, Y. (2020). A survey on fraud detection techniques in financial applications. *Journal of Financial Crime*, 27(3), 682-693.
- Zhou, S., Jadoon, W., & Shuja, J. (2021). Machine learning-based offloading strategy for lightweight user mobile edge computing tasks. *Complexity*, 2021, 1-11.



The Role of Robotic Process Automation in the Transformation of Auditing: An Examination of Robotic Process Automation and Its Impact on Efficiency and Employment in Auditing

Hasan Ali Akhlaghi¹

1. Introduction

Robotic Process Automation (RPA) is a rule-based software technology that automates routine business processes. Since RPA is software, it can only perform digital tasks. Its programmable component is known as robots or bots. The successful application of this technology in unstable environments highlights its adaptable and resilient capabilities, showcasing its ability to maintain the stability of accounting processes even during economic crises. There is no need for data to build RPA, as human expertise is encoded as a set of conditions. For example, a machine learning software developer requires real data from individual cases. The absence of data makes programming RPA easier and faster compared to developing other systems. RPA is not intelligent software. Unlike AI or machine learning systems, RPA cannot learn independently. If a process changes, that process must be reprogrammed within RPA. However, RPA can interact with intelligent software at the user interface level to become part of an automated system. If one or more intelligent systems interact with RPA, RPA can manage process changes in response to new economic and environmental conditions. The field of auditing is undergoing a profound transformation driven by technological advancements that challenge traditional methods. At

1. Assistant Professor, Department of Accounting, National University of Skills (NUS), Tehran, Iran.
Email: hakhlaghi@nus.ac.ir

the forefront of these changes is RPA, a type of software that simulates human tasks to perform repetitive, rule-based tasks with speed and accuracy. When combined with complementary technologies such as AI, machine learning, and big data analytics, RPA can enhance auditing functions beyond traditional boundaries, enabling real-time insights, continuous monitoring, and intelligent risk assessment. In today's digital world, auditing firms are under pressure to increase their efficiency while maintaining high levels of accuracy and compliance. Manual auditing processes are increasingly recognized as inadequate for managing large volumes of complex data in real time. As a result, companies are turning to automation technologies that provide seamless extraction, validation, and reconciliation of data from various systems. The non-invasive integration of RPA with existing IT infrastructures, along with its scalability and auditing traceability capabilities, makes it an attractive solution for finance professionals and organizations worldwide. However, this increase in automation also brings significant challenges, the most important of which is job displacement. As tasks previously performed by junior auditors or office staff are increasingly taken over by machines, concerns about the future of accounting jobs have risen. Several studies predict that routine auditing roles will diminish, while new roles emphasizing data interpretation, system oversight, and ethical governance will emerge. These changes indicate the need to reconsider accounting curricula, vocational training, and certification programs to prepare the future workforce for an advanced auditing landscape. The emergence of technologies such as RPA raises profound questions in the auditing field: Are these technologies merely efficient tools for improving existing processes, or do they represent a fundamental transformation in the nature of the auditing profession? Some organizations view automation as a temporary solution to address workforce shortages or operational deficiencies. In this perspective, RPA is defined as a problem solver for current issues without questioning the traditional nature of auditing. In contrast, many experts believe that automation has established a new model of hybrid auditing, where human insights and machine computations not only complement each other but also integrate to create new

quality standards. This duality, beyond technical discussions, poses identity challenges for the auditing professional community.

Will the traditional role of accountants shift to that of machine overseers?

Will professional values such as judgment and professional skepticism fade in the face of algorithms?

Are current regulatory models suitable for this new reality?

Addressing these questions appears to require a redefinition of professional boundaries in the digital age—one that leverages technological opportunities while preserving the fundamental principles of auditing. This research comprehensively examines the impacts of RPA on the auditing industry, taking a balanced view of both aspects of this digital transformation—operational efficiency gains and workforce challenges. By combining findings from field research, expert opinions, and international practical experiences, we present a strategic framework for implementing RPA that simultaneously realizes the full benefits of this technology while preserving the exclusive values of human auditors. In this regard, the present study examines three main pillars:

- 1) Operational Strategies: Optimal methods for integrating RPA into auditing processes while maintaining the central role of human analysts.
- 2) Professional Considerations: Development programs for hybrid (technical-analytical) skills for auditors in the digital age.
- 3) Regulatory Frameworks: Ethical guidelines and governance mechanisms to ensure a fair and sustainable transition to future auditing models.

2. Materials and Methods

The main stages of the research methodology in this article include selecting the topic and research question, searching for and collecting sources, evaluating and selecting articles, analyzing and extracting information, and organizing the information. The necessary data for this research were gathered from sources such as scientific articles published in reputable journals and papers from specialized conferences. These resources were identified and extracted through scientific databases, including Science Direct and

Google Scholar. The temporal scope of the search was limited to English-language documents published between 2010 and 2024 to ensure the currency of the information. Key information from the selected articles is extracted, which includes findings, strengths and weaknesses, and conclusions regarding the role of robotic process automation in the transformation of auditing: Examining robotic process automation and its impact on efficiency and employment in auditing. Finally, the extracted information is organized into a logical structure and synthesized in a way that provides a comprehensive overview of the impact of robotic process automation on efficiency and employment in auditing.

3. Results and Discussion

Given rapid technological advancements, particularly in automated and robotic systems, auditing processes have undergone significant transformations. This study examines the impact of Robotic Process Automation (RPA) on auditing and seeks to answer how these technologies can improve auditing processes, as well as what challenges they may introduce. The results of this research indicate that RPA can enable auditors to focus on deeper analysis and risk assessment by reducing the time and costs associated with repetitive tasks. Furthermore, this technology enhances accuracy in information processing and enables real-time monitoring of operations. However, these transformations also bring challenges, including the reduction of traditional jobs and shifts in professional roles. This necessitates a restructuring of audit teams and the development of new training programs to enhance human skills in this field. Ultimately, it can be argued that RPA not only improves efficiency and accuracy in auditing but also highlights the need for fundamental changes in job structures and required competencies. Creating an "intelligent auditor," a hybrid of human judgment and advanced algorithms, could serve as an effective response to these challenges, helping maintain high professional standards in auditing.

4. Conclusion

The integration of robotic process automation (RPA) in auditing has created a profound transformation within the profession, leading to

significant benefits in various areas such as efficiency, accuracy, and cost savings. As the trend of adopting RPA continues to automate time-consuming and repetitive tasks like data extraction, validation, and report generation, auditors now have the opportunity to focus on more valuable activities. These activities include judgment, risk assessment, and strategic decision-making, which require human skills due to their complexity and importance. The ability of RPA to process large volumes of data with precision and speed enhances audit quality and supports real-time compliance monitoring. These changes foster a more agile and responsive auditing environment that can effectively meet client needs and regulatory requirements. However, such changes have raised concerns about job displacement and the evolving nature of auditing roles. Rather than eliminating the need for auditors, RPA alters their tasks, compelling them to transition from manual processing to more analytical and strategic responsibilities. This shift may lead to a decreased demand for certain clerical roles, consequently raising concerns about job losses in the sector. The displacement of routine jobs could result in a significant restructuring of the workforce, especially for younger auditors and support staff who may be at greater risk. This changing dynamic increases the necessity of focusing on skill enhancement and retraining of the workforce. Auditors need to equip themselves with new skills in areas such as data analysis, machine learning, and artificial intelligence to remain valuable contributors in the auditing process. Despite these challenges, the implementation of RPA does not signify the end of human roles in the auditing profession. On the contrary, this shift encourages a closer collaborative relationship between human expertise and automation. Auditors are expected to take on management and oversight of RPA systems, reviewing their outputs and interpreting results concerning business risks and regulatory requirements. This collaboration between technology and human judgment presents an opportunity to enhance the accuracy and effectiveness of audits, facilitating the emergence of a new era of “augmented auditing.” Moreover, the widespread application of emerging technologies like blockchain and big data alongside RPA enhances auditors’ roles in ensuring transparency, data integrity, and real-time analysis of records. The combination of secure, immutable blockchain ledgers with RPA’s ability to quickly analyze data

provides a powerful tool for future auditors, enabling them to conduct continuous audits and proactively identify anomalies. This shift toward continuous auditing, fueled by big data analytics, not only increases efficiency but also generates real-time insights, allowing auditors to identify potential risks and anomalies earlier in the audit cycle. However, ethical and governance considerations remain of paramount importance.

The use of RPA and artificial intelligence in auditing raises questions about data privacy, security, and technology accountability in decision-making processes. As RPA systems become increasingly automated, the auditing profession must ensure that these tools are used ethically and that the outputs generated by these systems are reliable and explainable. Additionally, maintaining regulatory oversight and establishing clear frameworks for the use of automation in auditing practices is essential to guarantee transparency and accountability in automated decision-making processes. Looking to the future, the role of auditors will continuously evolve as the profession adapts to an ever-changing technological landscape. The auditing profession will likely shift toward a hybrid model where human auditors collaborate with RPA systems to achieve better outcomes. Consequently, auditors must develop a deeper understanding of technological tools while maintaining their core skills in judgment, ethical decision-making, and professional skepticism. Companies should invest in ongoing training and updates to ensure that auditing professionals can fully leverage the potential of automation without compromising ethical standards or the quality of their work. Ultimately, RPA represents both a significant opportunity and a challenge for the auditing profession. While this technology enhances efficiency, accuracy, and cost-effectiveness, it also raises concerns about job displacement and the future of auditing roles. However, through strategic adaptability, skill enhancement, and an emphasis on ethical use, the auditing profession can embrace these technological advancements and ensure a seamless integration of human expertise and automation. As the future of auditing evolves, we can expect to see increased collaboration between human auditors and automation technologies, resulting in stronger, more transparent, and efficient auditing practices.

Keywords: Robotic Process Automation, Innovative Auditing Technologies, Future Transformations in Auditing, Intelligent Workforce.

JEL Classification: *M42, H21, Q53*

References

- Alles, M. G. (2015). Drivers of the Use and Facilitators and Obstacles of the Evolution of Big Data by the Audit Profession. *Accounting Horizons*, 29(2), 439-449. DOI: 10.2308/acch-51067.
- Ayinla, B. S., Atadoga, A., Ike, C. U., Ndubuisi, N. L., Asuzu, O. F., & Adeleye, R. A. (2024). The role of robotic process automation in modern accounting: A review - Investigating how automation tools are transforming traditional accounting practices. *Engineering Science & Technology Journal*, 5(2), 427–447. <https://doi.org/10.51594/estj/v5i2.804>.
- Bhardwaj, V., Noonina, A., Chaurasia, S., Kumar, M., Rashid, A., & Othman, M. T. B. (2024). Optimizing Structured Data Processing through Robotic Process Automation. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2408.14791>.
- Bhattacharyya, S., Banerjee, J. S., & De, D. (2023). Confluence of Artificial Intelligence and Robotic Process Automation. In Springer Nature, 2023.
- Brook, B. W., Sodhi, N. S., & Bradshaw, C. J. A. (2008). Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in Ecology & Evolution*, 23(8), 453–460. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.03.011>.
- Brown-Liburd, H., & Vasarhelyi, M. A. (2015). Big Data and Audit Evidence. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 12(1), 1-16. DOI: 10.2308/jeta-10468.
- Chan, D. Y., & Vasarhelyi, M. A. (2018). Innovation and Practice of Continuous Auditing. *International Journal of Accounting Information Systems*, 28, 37-51. DOI: 10.1016/j.accinf.2018.03.001.
- Dandale, M. N., Mazharunnisa, Daniel, D. J. J. D., Priya, R. S., Walid, Md. A. A., & T, T. (2023). Business Process Automation using Robotic Process Automation (RPA) and AI Algorithm's on Various Tasks. 2023 8th *International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*, 821–827. <https://doi.org/10.1109/icces57224.2023.10192653>.
- Deloitte. (2021). Robotic Process Automation in financial services. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/consulting/articles/transforming-financial-services-with-robotics-and-cognitive-automation.html>.
- Fernandez, D., & Aman, A. (2018). Impacts of Robotic Process Automation on Global Accounting Services. *Asian Journal of Accounting Perspectives*, 11(1), 1-11. DOI: 10.22452/AJAP.vol11no1.7.
- 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. DOI: 10.1016/j.acclit.2017.05.003.
- Harrast, S. A. (2020). Robotic process automation in accounting systems. *Journal of Corporate Accounting & Finance*, 31(4), 209–213. <https://doi.org/10.1002/jcaf.22457>.
- Hazar, H. B., & Toplu, C. (2023). The use of robotic process automation in accounting. *Prizren social science journal*, 7(3), 45-50.
- Huang, H. H., & Vasarhelyi, M. A. (2019). Applying Robotic Process Automation (RPA) in Audit Practice. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 16(1), 1-10. DOI: 10.2308/jeta-52465.
- Issa, H., Sun, T., & Vasarhelyi, M. A. (2016). Research Ideas for Artificial Intelligence in Auditing: The Formalization of Audit and Workforce Supplementation. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 13(2), 1-20. DOI: 10.2308/jeta-10511.
- Jacob, M. W., & Charlotte, L. J. (2024). Automation and Robotic Process Automation (RPA) in Financial Auditing: Efficiency vs. Job Displacement. Harvard University. <https://www.researchgate.net/publication/39062177>.
- Kokina, J., & Blanchette, S. (2019). Perceptions of Robotic Process Automation in Big 4 Public Accounting Firms: Challenges and Opportunities. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 16(1), 33-46. DOI: 10.2308/jeta-52466.
- Kokina, J., Mancha, R., & Pachamanova, D. (2017). “The Role of Blockchain Technology in Accounting: A Review of the Literature.” *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(1), 1-12.
- Warren, J. D., & Hutchinson, M. (2019). “Blockchain and the Future of Accounting: A Review of the Literature and a Research Agenda.” *Accounting Horizons*, 33(2), 1-15.
- Kokina, J., Mancha, R., & Pachamanova, D. (2017). Blockchain: Emergent Industry Adoption and Implications for Accounting. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(2), 91-100. DOI: 10.2308/jeta-51911.
- König, M., Bein, L., Nikaj, A., & Weske, M. (۲۰۲۰). Integrating Robotic Process Automation into Business Process Management. In *Lecture Notes in Business Information Processing* (pp. ۱۳۲–۱۴۶). *Springer International Publishing*.
- KPMG. (2021). “The Future of Audit: Data Analytics and Automation.
- Kuhn, J. R., & Sutton, S. G. (2010). Continuous Auditing in ERP System Environments: The Current State and Future Directions. *Journal of Information Systems*, 24(1), 91-112. DOI: 10.2308/jis.2010.24.1.91.
- 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. DOI: 10.2308/jeta-10589.
- Plattfaut, R. & Borghoff, V. (2022). Robotic Process Automation: A Literature-Based Research Agenda. *Journal of Information Systems*, 36 (2), 173–191. <https://doi.org/10.2308/ISYS-2020-033>.

- PwC, 2021. How auditors combine tech know-how and finance skills to drive innovation. PwC. Retrieved from <https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/automation/audit-technology-and-digital-skills.html>.
- Rozario, A. M., & Vasarhelyi, M. A. (2018). Applying Robotic Process Automation (RPA) in Auditing: A Framework. Rutgers Business School Research Paper. DOI: 10.2139/ssrn.3299864.
- Sutton, S. G., & Arnold, V. (2018). Examining the Impact of Robotic Process Automation on Audit Practices. *Current Issues in Auditing*, 12(2), A1-A10. DOI: 10.2308/ciia-52178.
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. O'Reilly Media.
- Vasarhelyi, M. A., Kogan, A., & Tuttle, B. (2015). Big Data in Accounting: An Overview. *Accounting Horizons*, 29(2), 381-396. DOI: 10.2308/acch-51071.
- Warren, J. D., Moffitt, K. C., & Byrnes, P. (2015). How Big Data Will Change Accounting. *Accounting Horizons*, 29(2), 397-407. DOI: 10.2308/acch-51069.
- White, D. K. (2025). Robotic Process Automation for Intelligent Business Process Management. *International Journal of Innovative Computer Science and IT Research*, 1(02), 1–11. <https://doi.org/10.63665/ijcsitr.v1i02.05>.
- Yoon, K., Hoogduin, L., & Zhang, L. (2015). Big Data as Complementary Audit Evidence. *Accounting Horizons*, 29(2), 431-438. DOI: 10.2308/acch-51076.
- Zhao, J., Fan, S., & Yang, Y. (2020). "Blockchain Technology and Its Applications in the Accounting and Audit Sector." *Journal of Accounting and Finance*, 20(2), 1-12.



Transformation of Auditing through Robotic Process Automation

Effat Akrami Moghadam^{*1} and Kaveh Parandin²

1. Introduction

Recent digital developments have brought about the emergence of robotic process automation technology in the field of auditing and accounting, marking a transition from traditional methods to a new era of efficiency and competitive advantage. Robotic process automation functions similarly to a virtual workforce, capable of simulating human actions and executing business processes, particularly in performing repetitive and high-volume tasks that constitute a significant portion of the workload. This technology not only streamlines operations but also transforms the nature of auditors' roles, shifting their focus from routine activities to strategic roles. In this context, robotic process automation has emerged as a critical tool for maintaining the robustness of auditing systems in the face of upcoming challenges. The successful application of this technology in unstable environments showcases its adaptable and resilient capabilities, demonstrating its ability to maintain the stability of auditing processes even during economic crises. By automating repetitive tasks, this technology not only increases efficiency but also provides auditors with the opportunity to concentrate on more strategic aspects such as consulting and high-level decision-making. The implementation of robotic process automation in small and medium-sized auditing firms presents both unique challenges and advantages. A comprehensive overview of the process of implementing robotic process automation in auditing, from initiation to full integration, highlights the various stages of

¹. Department of Accounting, Payame Noor University, Tehran, Iran. (Corresponding Author). Email: e.akramim@pnu.ac.ir

². Department of Accounting, Payame Noor University, Tehran, Iran. Email: kparandin@pnu.ac.ir

adopting robotic process automation in auditing tasks and examines the challenges and benefits encountered along the way. Transitioning to robotic process automation involves not only the adoption of new technologies but also necessitates a cultural shift within organizations that requires changes in workforce dynamics, IT governance, and system sustainability. The acceptance of robotic process automation in the auditing profession is influenced by various factors, such as training, age, and perceptions regarding the impact of robotic process automation on the quality of financial information, which play a crucial role in the adoption of robotic process automation software by auditing professionals. This acceptance is essential for the successful integration of robotic process automation into auditing practices, as it directly affects how these tools are used and the extent of improvements in efficiency and accuracy. The history of auditing has consistently demonstrated the profession's ability to adapt to technological advancements. The transition from manual auditing to computerized systems has paved the way for the adoption of more advanced technologies, including robotic process automation. This historical transformation has directed auditing processes toward greater efficiency, accuracy, and scalability while simultaneously redefining the role of auditors. By embracing this technology, auditors have moved away from repetitive and time-consuming tasks to engage in analytical and strategic roles. While robotic process automation has improved operational efficiency and data analysis accuracy, it has also presented challenges such as the need to reassess professional skills and restructure organizational frameworks. This trend signifies a fundamental shift in how auditing is conducted and the professional standing of auditors in the digital age. Therefore, the key question that arises is how robotic process automation can enhance the efficiency, accuracy, and strategic role of auditors in auditing processes.

The primary objective of this research is to examine the impacts of robotic process automation technology on auditing. The data required for this study has been collected from sources such as scholarly articles published in journals and conference papers. These sources were identified and extracted through academic databases like Science Direct and Google Scholar. The search method for

sources was based on the application of relevant keywords and specialized phrases related to robotic process automation and auditing, including “robotic process automation,” “application of robotic process automation in auditing,” “digital transformations in auditing,” and “automation in auditing methods.” The time frame for the search was limited to English-language documents published between 2013 and 2025 to ensure the currency of the information. The criteria for selecting sources included studies that specifically addressed the implementation, effects, challenges, and future of robotic process automation in the field of auditing. This encompassed empirical research, case studies, and theoretical papers. In contrast, studies that did not have a direct connection to auditing or solely focused on the application of robotic process automation in other business areas were excluded from the research scope. The process of selecting sources involved initially reviewing the abstracts of the articles, and if they aligned with the research title, the full text was then examined.

2. Materials and Methods

The primary objective of this research is to examine the impacts of robotic process automation technology on auditing. The data required for this study has been collected from sources such as scholarly articles published in journals and conference papers. These sources were identified and extracted through academic databases like Science Direct and Google Scholar. The search method for sources was based on the application of relevant keywords and specialized phrases related to robotic process automation and auditing, including “robotic process automation,” “application of robotic process automation in auditing,” “digital transformations in auditing,” and “automation in auditing methods.” The time frame for the search was limited to English-language documents published between 2013 and 2025 to ensure the currency of the information. The criteria for selecting sources included studies that specifically addressed the implementation, effects, challenges, and future of robotic process automation in the field of auditing. This encompassed empirical research, case studies, and theoretical papers. In contrast, studies that did not have a direct connection to auditing or solely focused on the application of robotic process

automation in other business areas were excluded from the research scope. The process of selecting sources involved initially reviewing the abstracts of the articles, and if they aligned with the research title, the full text was then examined. Table 1 presents the stages of the search and the frequency of source results in the research screening process. In this article, the process of searching and screening sources has been carried out step by step to identify and select credible and relevant sources related to the research topic.

Table 1. Stages of Search and Frequency of Source Results in the Research Screening Process

Screening Stage	Criteria/Actions	Number of Sources
Initial Search	Search using relevant keywords in databases: Science Direct, Google Scholar	125
Removal of Irrelevant Studies	Removal of sources unrelated to auditing or lacking focus on robotic process automation technology	76
Abstract Screening	Review of abstracts for alignment with research objectives and prioritization of comprehensive and applied studies	42
Full Text Evaluation	Full text analysis of selected sources to ensure direct relevance to the research topic	24
Final Selected Sources	Empirical, theoretical, and case studies related to the application of robotic process automation in auditing (2013–2025)	18

3. Results and Discussion

The research findings indicate that Robotic Process Automation has fundamentally transformed modern accounting practices. By automating repetitive tasks such as data entry, invoice processing, and financial reporting, robotic process automation has significantly enhanced operational efficiency, accuracy, and regulatory compliance. A key impact of robotic process automation is the shift in accountants' roles from routine tasks to analytical and strategic activities, allowing them to become strategic advisors focused on high-level decision-making. However, implementing robotic process automation presents challenges, including the need for

substantial infrastructure investments, workforce resistance to change, and data security concerns. The integration of robotic process automation with advanced technologies like artificial intelligence and machine learning enhances its capabilities, enabling complex tasks such as predictive analysis and fraud detection, thereby achieving “intelligent automation” in accounting. The future of robotic process automation in accounting is promising, with its scalability making it suitable for organizations of all sizes. Further developments and integration with emerging technologies, such as block chain, are expected to improve transparency, data security, and efficiency in financial processes. Success in leveraging robotic process automation will depend on addressing human and organizational factors, including workforce training and change management, as well as establishing regulatory frameworks for ethical use.

4. Conclusion

This research provides a comprehensive analysis of the transformative impact of Robotic Process Automation on modern accounting practices. robotic process automation has emerged as a crucial technology that enhances operational efficiency by automating routine tasks, enabling accountants to concentrate on strategic and analytical functions. The integration of robotic process automation with accounting systems has significantly improved accuracy, efficiency, and compliance within processes, marking a shift not only in technology but also in strategic focus towards value-added activities and decision-making. The future of robotic process automation in accounting presents both challenges and opportunities. The rapid evolution of robotic process automation technologies, particularly their integration with artificial intelligence and machine learning, promises further advancements in accounting automation, including the development of complex applications like predictive analytics and enhanced decision support. However, challenges such as seamless integration with existing systems, managing workforce transitions, and addressing privacy and security concerns remain critical issues. To navigate these challenges, practitioners are encouraged to engage in continuous learning and skill development to keep pace with robotic process automation

advancements. Organizations should implement effective strategies for robotic process automation integration that encompass workforce training, change management, and process optimization. Policymakers are urged to establish standards and regulatory frameworks that guide the ethical and responsible use of robotic process automation in accounting, addressing data security, privacy, and compliance to align with professional and legal standards. Future research should focus on the long-term effects of automation on the accounting profession, including shifts in job roles and skill requirements. Investigating the integration of robotic process automation with emerging technologies like block chain and its implications for accounting is also recommended. Additionally, developing educational programs and training courses to prepare future accountants for a digital work environment will be invaluable.

Keywords: Robotic Process Automation, Digital Transformation, Modern Accounting

JEL Classification: *M42*

References

- Alassuli, A. (2025). Impact of artificial intelligence using the robotic process automation system on the efficiency of internal audit operations at Jordanian commercial banks. *Banks and Bank Systems*, 20(1), 122–135. [https://doi.org/10.21511/bbs.20\(1\).2025.11](https://doi.org/10.21511/bbs.20(1).2025.11)
- Ayinla, B. S., Atadoga, A., Ike, C. U., Ndubuisi, N. L., Asuzu, O. F., & Adeleye, R. A. (2024). The role of robotic process automation (RPA) in modern accounting: A review - Investigating how automation tools are transforming traditional accounting practices. *Engineering Science & Technology Journal*, 5(2), 427–447. <https://doi.org/10.51594/estj/v5i2.804>
- Boydaz Hazar, H., & Toplu, C. (2023). The use of robotic process automation in accounting. *Prizren Social Science Journal*, 7(3), 45-50. DOI: 10.32936/pssj.v7i3.481.
- Edghiem, F., Hariri, N., & Alkhalifah, E. S. (2022). The application of robotic process automation (RPA) in accounting. The perspective of the Lebanese economic crisis. In M. Ali (Ed.), *Future Role of Sustainable Innovative Technologies in Crisis Management* (pp. 113-124). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-9815-3.ch009>.

- Eulerich, M., Pawlowski, J., Waddoups, N. J., & Wood, D. A. (2022). A framework for using robotic process automation for audit tasks. *Contemporary Accounting Research*, 39(1), 691-720. DOI: 10.1111/1911-3846.12723.
- Hiremath, B. V., & Tailor, R. (2023). Opportunities and threats in robotic accounting. *Journal of Management Research and Analysis*, 10(4), 112-115. DOI: 10.18231/j.jmra.2023.019
- Huang, F., & Vasarhelyi, M. A. (2019). Applying robotic process automation (RPA) in auditing: A framework. *International Journal of Accounting Information Systems*, 35, 100433. DOI: 10.1016/j.accinf.2019.100433
- Kadhim, A. A., & Ali, W. A. M. (2024). Utilizing Robotic Process Automation and Artificial Intelligence in Auditing to Mitigate Audit Risks. *Technium Soc. Sci. J.*, 66, 1.
- Kokina, J., & Blanchette, S. (2019). Early evidence of digital labor in accounting: Innovation with Robotic Process Automation. *International Journal of Accounting Information Systems*, 35, 100431. DOI: 10.2139/ssrn.3409268
- Lopes, A. P. D. C., Oliveira, D. F. de, Marques, C. G. C., & Dos Santos, A. C. B. N. (2023). Technological acceptance of robotic process automation software by accounting professionals," 2023 18th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Aveiro, Portugal, 2023, pp. 1-6, doi: 10.23919/CISTI58278.2023.10211254.
- Ma, J., & Jia, H. (2022). Application of financial robots based on RPA technology in small and medium-sized enterprises," 2022 International Conference on Knowledge Engineering and Communication Systems (ICKES), Chickballapur, India, 2022, pp. 1-7, doi: 10.1109/ICKECS56523.2022.10060387.
- Moraes, C. H. V. D., Scolimoski, J., Lambert-Torres, G., Santini, M., Dias, A. L. A., Guerra, F. A., ... & Ramos, M. P. (2022). Robotic process automation and machine learning: a systematic review. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 65. DOI: 10.1590/1678-4324-2022220096
- Patil, N. S., Kamanavalli, S., Hiregoudar, S., Jadhav, S., Kanakraddi, S., & Hiremath, N. D. (2021). Vehicle insurance fraud detection system using robotic process automation and machine learning," 2021 International Conference on Intelligent Technologies (CONIT), Hubli, India, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/CONIT51480.2021.9498507.
- Sandy, D. A., Ritchi, H., Adrianto, Z., & Alfian, A. (2022). Robotic process automation in action: a use case in accounting task. *Journal of Digital Innovation Studies*, 1(1), 51-67. DOI: 10.24198/digits.v1i1.38534.
- Sharma, S., Kataria, A., & Sandhu, J. K. (2022). Applications, Tools and Technologies of Robotic Process Automation in Various Industries," 2022 International Conference on Decision Aid Sciences and Applications (DASA), Chiangrai, Thailand, 2022, pp. 1067-1072, doi: 10.1109/DASA54658.2022.9765027.
- Tiron-Tudor, A., Lacurezeanu, R., Bresfelean, V., & Donțu, A. (2023). Perspectives on how robotic process automation is transforming accounting

and auditing services. *Accounting Perspectives*. DOI: 10.1111/1911-3838.12351

Zhang, C., Issa, H., Rozario, A., & Soegaard, J. S. (2023). Robotic process automation (RPA) implementation case studies in accounting: A beginning to end perspective. *Accounting Horizons*, 37(1), 193-217. DOI: 10.2308/horizons-2021-084.

Table of Contents

A Framework for Applying Text Mining and Artificial Intelligence in IT Governance Auditing Neda Abdolvand and Maedeh Norouzi	1-18
Bitcoin Price Modelling and Forecasting with a Hybrid MRS-Multifractal Volatility Model and Wavelet-Based Smoothing Kamran Golmohammadpour Azar	19-36
Big Data Analytics in Forensic Accounting and Auditing Hamid Reza Ganji, Parsa Pourmahdi and Morvarid Gholampour	37-53
Robotic Process Automation (RPA) in Auditing: A Review Study Amir Mohammad Maghalian	54-62
Academic Acceptance and Support for Integrating Data Analytics into Accounting Education: A Faculty Perspective Study Ali Rahmani, Samira Parmah and Zahra Mousavi	63-85
Rapid and Transparent Auditing with Robotic Process Automation Technology: Error Reduction and Fraud Control Somayeh Hosseini Aghdaei	85-112
The Role of Robotic Process Automation in the Transformation of Auditing: An Examination of Robotic Process Automation and Its Impact on Efficiency and Employment in Auditing Hasan Ali Akhlaghi	113-138
Transformation of Auditing through Robotic Process Automation Effat Akrami Moghadam and Kaveh Parandin	139-163
Extended Abstract of Papers in English	165-222

Conference Chair:

Dr. Ali Rahmani

Scientific Secretary:

Dr. Neda Abdolvand

**Members of Scientific
Committee:**

Dr. Ali Rahmani

Dr. Sasan Mehrani

Dr. Ameneh Khadivar

Dr. Hamidreza Ganji

Dr. Mohammad Arab Mazar Yazdi

Dr. Neda Abdolvand

Dr. Bita Mashayekhi

Dr. Elham Akhoondzadeh

Dr. Farzad Firouzi

Dr. Amir Albadvi

Dr. Hamidreza Koosha

Dr. Vahid Baradaran

Dr. Ali Shayan

Dr. Fariba Azizi

Executive Secretary:
Dr. Hamidreza Ganji

**Members of Executive
Committee:**

Dr. Mohsen Sadeghi

Dr. Ehsan Hamzeh

Zahra Karami

Maryam Amirykhah

Persian & English Editing:

Atena Khazen

Page Designing:

Maryam Amirykhah

Sponsors:

University of Tehran, Iranian
Association of Certified Public
Accountants, Tejarat Bank, Iranian
Technology Audit Scientific
Association, Alzahra University,
Center for Official Accounting
Training and Research, Pasargad
Bank and Mehr Ayandegan
Financial Development Group Co.

In The Name of God

**Proceedings of
The 2nd
Conference on
Computer
Auditing and Data
Analytics**

May 2025

