فصلنامه چشم انداز حسابداری و مدیریت
دوره ۸، شماره ۱۰۶، پاییز ۱۴۰۴(جلد اول)
www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

چشم انداز حسابداری و مدیریت (دوره هشتم)
شماره ۱۰۶ / پاییز ۱۴۰۴ (جلد اول)/ صص ۹۶-۱۱۵

طراحی مدل هوش مصنوعی در انجام فرآیندهای عملیاتی حسابداری

دکتر جواد عین آبادی
استادیار گروه مالی و حسابداری، موسسه آموزش عالی الکترونیکی ایرانیان، تهران، ایران.
javad.einabadi@iranian.ac.ir
فرناز رمضانی
دانشجوی کارشناسی ارشد مالی- حقوق مالی، موسسه آموزش عالی الکترونیکی ایرانیان، تهران، ایران. (نویسنده مسئول).
Farnaz.ramezani74@gmail.com

چکیده

مسئله‌ی محوری این مطالعه از شکاف عمیق میان واقعیت‌های عمل حرفه‌ای و ادبیات علمی موجود ناشی می‌شود؛ در حال حاضر، شاهد آن هستیم که در شمار قابل توجهی از سازمان‌ها، هوش مصنوعی (AI) به عنوان مجری فرایند در هسته‌ی چرخه‌های عملیاتی حسابداری (به ویژه در حوزه‌های حساب‌های پرداختنی، حساب‌های دریافتنی و تطبیق بانکی) به کار گرفته می‌شود، در حالی که فقدان یک چارچوب منسجم برای طراحی این سامانه‌ها، سازگاری آن‌ها با منطق کنترل داخلی و الزامات حسابرسی‌پذیری را با چالش جدی مواجه ساخته است. هدف این مطالعه، تدوین، ارائه و ارزیابی معماری هوش مصنوعی کنترل‌سازگار است؛ معماری‌ای که به صورت چندلایه طراحی شده و تمامی جنبه‌ها را از پذیرش و آماده‌سازی داده‌ها، هسته‌ی مدل یادگیری ماشین (ML) و سازوکار آستانه‌های اطمینان، تا لایه‌ی لاگینگ حسابرسی‌پذیر و حاکمیت چرخه‌ی عمر مدل را دربر می‌گیرد. از نظر روش‌شناختی، پژوهش حاضر بر رویکرد علم طراحی بنا شده است؛ بدین معنا که ابتدا با ترکیب هدفمند ادبیات سیستم‌های اطلاعات حسابداری (AIS)، کنترل داخلی و هوش مصنوعی توضیح‌پذیر (XAI)، مدل مفهومی و اصول طراحی استخراج گردیده است. سپس، این معماری در قالب یک نمونه‌ی کاربردی متمرکز بر کدگذاری خودکار صورتحساب‌ها و تطبیق بانکی، پیاده‌سازی شده و بر روی داده‌های تاریخی، به صورت شبه‌تجربی، مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج به دست آمده به وضوح نشان می‌دهد که دستیابی هم‌زمان به کارایی عملیاتی بالا و سطح مطلوب کنترل، تنها مشروط به تعریف آگاهانه‌ی آستانه‌های اطمینان، طراحی جریان Human-in-the-loop و ثبت ریزدانه‌ی تراکنش‌ها امکان‌پذیر است؛ در مقابل، گسترش بدون قید و شرط اتوماسیون، اگرچه شاید اندکی به بهبود سرعت بیانجامد، اما به طور قابل ملاحظه‌ای به تضعیف ردیابی‌پذیری، تفکیک وظایف و اتکاپذیری حسابرسی منجر خواهد شد.

واژگان کلیدی: هوش مصنوعی، کنترل داخلی، حسابرسی‌پذیری، فرایندهای عملیاتی حسابداری، علم طراحی.

مقدمه

در دهه اخیر، جایگاه هوش مصنوعی (AI) در نظام‌های اطلاعاتی حسابداری دستخوش تحولی بنیادین شده است. این فناوری که زمانی در حاشیه‌ی عملیات مالی و صرفاً در نقش ابزاری کمکی برای پردازش داده یا تحلیل روندها ظاهر می‌شد، اکنون در بسیاری از سازمان‌ها به‌صورت مستقیم در کانون فرآیندهای عملیاتی حسابداری مستقر است و بخشی از بار اجرایی چرخه‌ی پردازش معاملات را بر دوش می‌کشد (باوارسکو، نسی، و باربوسا، ۲۰۲۳؛ جوهری، ۲۰۲۵). در وضعیت

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

مسلط امروز، مدل‌های یادگیری ماشینی مستقیماً در خطوط مقدم فعالیت‌هایی چون دریافت، تحلیل و کدگذاری فاکتورها حضور دارند و وظایفی همچون تخصیص حساب هزینه یا تشخیص و اعمال رویه‌ی مالیاتی را با اتکا به استخراج الگوهای آماری انجام می‌دهند. در همین چارچوب، سامانه‌های هوشمند پردازش اسناد، اطلاعات کلیدی قراردادها، سفارش‌های خرید و فاکتورها را از متن استخراج کرده و اعتبارسنجی می‌کنند، و ابزارهای اتوماسیون رباتیک فرآیندها (RPA) عملیات تکرارشونده‌ای نظیر ثبت‌های روزنامه و تطبیق‌های بانکی را بدون نیاز به مداخله‌ی مستمر انسان انجام می‌دهند (روزاریو، ۲۰۲۴ اوجونگوا، ۲۰۲۰). این سطح از استقرار، نشان‌دهنده‌ی عبور هوش مصنوعی از جایگاه یک ابزار تحلیل‌یار به جایگاه یک بازیگر عملیاتی در چرخه‌ی حسابداری است؛ بازیگری که نقشش نه جنبه‌ی کمکی، بلکه ماهیتی اجرایی دارد (اشرف، ۲۰۲۵; غفار و پرویتاساری، ۲۰۲۴). با وجود این دگرگونی عینی در محیط حرفه‌ای، بخش قابل توجهی از ادبیات علمی حسابداری همچنان بر حوزه‌هایی چون پذیرش فناوری، ارزیابی ادراکات کاربران، یا سنجش منافع و ریسک‌های کلی اتوماسیون تمرکز دارد. این تمرکز، به‌طور ناخواسته موجب غفلت از پرسشی بنیادی شده است :زمانی که مدل هوش مصنوعی به‌طور مستقیم در ساختار تصمیم‌گیری عملیاتی دخالت دارد، این مدل باید چگونه طراحی، مستقر و کنترل شود تا با منطق حاکم بر کنترل داخلی و الزامات حسابرسی سازگار باشد؟ (العبیدی، ۲۰۲۴; عسکری و همکاران، ۲۰۱۸). طرح این پرسش از آن‌رو اهمیت دارد که تمایز میان هوش مصنوعیِ پشتیبان قضاوت و هوش مصنوعیِ مجریِ فرآیند صرفاً یک تفاوت کارکردی نیست، بلکه واجد پیامدهای عمیق در معماری کنترل داخلی، تعیین حدود مسئولیت و قابلیت اتکا در گزارشگری مالی است. به محض آنکه یک سامانه، وظایفی مانند کدگذاری معاملات، تشخیص مغایرت‌ها یا اتخاذ تصمیم نهایی درباره‌ی وضعیت یک قلم را برعهده می‌گیرد، عملاً از سطح یک ابزار حاشیه‌ای فراتر رفته و به بخشی از زیرساخت کنترل داخلی و مسیر حسابرسی تبدیل می‌شود (اونیهازی، ۲۰۲۴; دووان و همکاران، ۲۰۲۵).از این نقطه به بعد، مسائلی چون دقت مدل، ثبات عملکرد، بی‌طرفی خروجی‌ها، و مقاومت در برابر خطای سیستماتیک یا درِفت، به موضوعاتی صرفاً فناورانه محدود نمی‌مانند، بلکه به طور مستقیم با کیفیت کنترل داخلی، تفکیک وظایف، و قابلیت پاسخگویی مدیریتی گره می‌خورند (اصلان، ۲۰۲۴؛ نیکولائو، ۲۰۲۳). چالش اصلی آن است که بخش زیادی از پژوهش‌های موجود، عملکرد الگوریتم‌ها را در بستری انتزاعی و جدا از واقعیت جریان کار حسابداری تحلیل می‌کنند، گویی مدل‌های هوش مصنوعی مستقل از نظام‌های تأیید اسناد، مدیریت موارد استثنا، کنترل‌های کاربردی و فرآیندهای حسابرسی عمل می‌کنند (اوکو–اودیون و اودو، ۲۰۲۴). این نگاه غیرزمینه‌مند سبب شده است که ادبیات، فاقد چارچوبی یکپارچه برای طراحی، پایش و ارزیابی مدل‌های هوش مصنوعی فعال در عملیات حسابداری باشد؛ به‌ویژه در فرآیندهای پرتکرار و پرریسک نظیر حساب‌های پرداختنی، حساب‌های دریافتنی، ثبت‌های دفتر کل، و تطبیق‌های بانکی و درون‌گروهی، که هم به دلیل حجم بالای داده و هم حساسیت کنترلی، کاندیدای طبیعی برای استقرار AI محسوب می‌شوند (قطونه، ۲۰۲۵). این فرآیندها هم‌زمان واجد دو ویژگی متعارض‌اند: از یک‌سو ساختاریافته، پرتکرار و مبتنی بر قواعد صریح هستند و بنابراین از منظر یادگیری ماشین بسیار مناسب؛ اما از سوی دیگر، کوچک‌ترین اختلال در شفافیت، قابلیت ردیابی یا کنترل آن‌ها، می‌تواند پیامدهای جدی برای نظام گزارشگری مالی ایجاد کند.

اتکا به هوش مصنوعی صرفاً بر مبنای معیارهای کارایی و سرعت، بدون توجه به نیازهای کنترل داخلی، خطر ایجاد اتوماسیونی با کارکرد سریع ولی حسابرسی‌ناپذیر را به‌دنبال دارد. مدلی که نتواند منطق تصمیمات خود را شفاف‌سازی کند، یا فاقد سازوکارهای ردیابی و مستندسازی قابل اتکا باشد، نه تنها سودی برای حرفه‌ی حسابداری ندارد، بلکه با ماهیت پاسخگویی‌محور آن در تعارض است. ازاین‌رو، پروژه‌ی حاضر، هوش مصنوعی را نه به‌مثابه ابزار تحلیلی یا فناوری کمکی، بلکه به‌عنوان بخشی از بافت کنترل داخلی سازمان می‌کاود؛ بخشی که طراحی آن باید از ابتدا تابع اصول و قیود کنترل داخلی، حسابرسی و تفکیک نقش باشد، نه الحاقی پسینی به یک مدل صرفاً دقیق و کارآمد. در این مطالعه، کانون

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

تحلیل به فرآیندهایی معطوف می‌شود که در آن‌ها، هوش مصنوعی در عمل جایگزین تصمیم‌گیری انسانی شده است؛ از جمله کدگذاری خودکار فاکتورها، تعیین حساب هزینه، یا تشخیص و حل مغایرت‌های بانکی. هدف ما، ارائه‌ی یک معماری منسجم برای طراحی و استقرار مدل‌های هوش مصنوعی در چنین فرآیندهایی است؛ معماری‌ای که در آن الگوریتم یادگیری، قواعد تجاری، لایه‌ی رسیدگی به موارد استثنا، سازوکارهای نظارت انسانی و ابزارهای پایش مداوم در کنار هم تعریف و یکپارچه می‌شوند. این معماری، هم بُعد نظری دارد ـ زیرا مفاهیم جدیدی همچون مدل کنترل‌سازگار را تبیین و اصول طراحی آن را صورت‌بندی می‌کند ـ و هم بُعد کاربردی، زیرا الگوی استقرار چنین مدل‌هایی را در بستر واقعی عملیات مالی پیشنهاد و ارزیابی می‌کند. پرسش محوری این مطالعه، که جهت‌دهنده‌ی تمام مراحل تحلیل است، چنین بیان می‌شود :چگونه می‌توان یک مدل هوش مصنوعی را در چرخه‌ی عملیاتی پردازش معاملات به‌گونه‌ای طراحی و استقرار داد که ضمن ارتقای سرعت و دقت، شفافیت تصمیم‌گیری، کنترل داخلی و قابلیت پاسخگویی سازمانی نیز هم‌زمان تضمین و تقویت شود؟ پاسخ‌گویی به این پرسش مستلزم تحلیل دقیق مرزهای واگذاری تصمیم به ماشین و تشخیص تصمیماتی است که نیازمند نظارت یا کنترل نهایی انسانی‌اند، و نیز تعریف مجموعه‌ای از معیارهای دوگانه برای سنجش هم‌زمان کیفیت پیش‌بینی مدل و کیفیت کنترل. از همین‌رو، این پژوهش بر مبنای رویکرد علم طراحی انجام می‌شود؛ رویکردی که هوش مصنوعی و نحوه‌ی ادغام آن در فرآیندهای عملیاتی را به‌مثابه یک مصنوع سازمانی بررسی کرده و بر طراحی، پیاده‌سازی و ارزیابی تجربی آن تأکید دارد. برخلاف رویکردهای صرفاً فناورانه که دقت مدل را معیار کافی فرض می‌کنند، ما محدودیت‌های سخت‌گیرانه‌ای برگرفته از منطق کنترل داخلی اعمال می‌کنیم: تصمیمات باید قابل‌ردیابی باشند، موارد استثنا باید به‌موقع ثبت و تحلیل شوند، و عملکرد مدل باید به‌گونه‌ای مستند شود که مدیریت و حسابرسان بتوانند در طول زمان روند انحرافات و ریسک‌های عملیاتی آن را پایش کنند. اتخاذ این رویکرد، امکان تحلیل مبادلات میان پیچیدگی الگوریتمی و شفافیت، میان درجه‌ی اتوماسیون و حفظ تفکیک وظایف، و میان بهینه‌سازی عملکرد یک فعالیت منفرد و حفظ انسجام کل سامانه‌ی حسابداری را فراهم می‌سازد.

چارچوب مفهومی: هوش مصنوعی به‌مثابه جزء محیط کنترل داخلی

هدف از این بخش، فراتر رفتن از توصیف صرف نقش هوش مصنوعی در محیط حسابداری و ترسیم یک چارچوب مفهومی منسجم است. در این چارچوب، هوش مصنوعی دیگر نه صرفاً به عنوان یک فناوری یا الگوریتم مجرد، بلکه به منزله‌ی جزء ساختاری و تفکیک‌ناپذیر محیط کنترل داخلی مورد درک و طراحی قرار می‌گیرد. این ساختار تحلیلی بر تمایز بنیادی میان دو گونه‌ی کاربری هوش مصنوعی در حسابداری استوار است: هوش مصنوعی پشتیبان قضاوت و هوش مصنوعی مجری فرایند. بر پایه‌ی این تفکیک، مجموعه‌ای از مفاهیم کلیدی تعریف خواهند شد که در قالب یک مدل مفهومی، روابط علّی و هنجاری میان طراحی مدل، معماری جریان کار و پیامدهای کنترلی و عملیاتی را به وضوح تبیین می‌کنند. سرانجام، این چارچوب منجر به استخراج اصول طراحی هنجاری می‌گردد که وظیفه‌ی آن‌ها، ترجمه‌ی مدل مفهومی به قواعد عملیاتی مشخص برای استقرار مدل‌های کنترل‌سازگار در دل فرآیندهای حسابداری عملیاتی است. نقطه‌ی آغاز چارچوب پیشنهادی ما، تفکیک تحلیلی دقیقی است که میان دو نقش ماهوی متفاوت هوش مصنوعی در سیستم‌های اطلاعات حسابداری قائل می‌شویم. در نقش نخست، هوش مصنوعی در جایگاه پشتیبان قضاوت عمل می‌کند؛ بدین معنی که خروجی‌های مدل، تنها به عنوان ورودی برای تصمیم‌گیری انسانی مورد استفاده قرار می‌گیرند و مسئولیت نهایی تصمیم‌گیری و ثبت مالی کماکان بر عهده‌ی عامل انسانی باقی است. در مقابل، در نقش دوم، هوش مصنوعی به عنوان مجری فرایند وارد عمل می‌شود؛ یعنی خودِ سیستم، تصمیم نهایی عملیاتی را به طور خودکار اتخاذ و در سیستم ثبت می‌کند (مانند تعیین کد حساب، اعمال نرخ مالیات، یا تأیید–رد یک قلم تطبیق بانکی) و دخالت انسان

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

صرفاً به موارد استثنا یا سطح نظارت دوره‌ای محدود می‌شود. این تمایز، پیامدهای متفاوتی را نه تنها از منظر تکنولوژیک، بلکه از دیدگاه کنترل داخلی و حسابرسی به دنبال دارد. در سناریوی اول، تمرکز اصلی کنترل بر کفایت قضاوت انسانی و ارزیابی کیفیت استفاده‌ی او از اطلاعات تولیدشده توسط مدل است؛ در حالی که در سناریوی دوم، این خودِ مدل و معماری جریان کار پیرامون آن است که به موضوع محوری طراحی و حسابرسی کنترل بدل می‌شود. جدول شماره ۱ این تمایز حیاتی را در ابعاد تحلیلی کلیدی خلاصه می‌کند و بنیان مفهومی چارچوب پیشنهادی را به صورت فشرده‌ای ترسیم می‌نماید.

جدول (۱) تمایز تحلیلی میان هوش مصنوعی پشتیبان قضاوت و هوش مصنوعی مجری فرایند در حسابداری عملیاتی

بُعد تحلیلی	هوش مصنوعی پشتیبان قضاوت	هوش مصنوعی مجری فرایند
نوع تصمیم	تولید شاخص‌ها، پیش‌بینی‌ها یا طبقه‌بندی‌های کمکی؛ تصمیم نهایی با انسان	اتخاذ تصمیم نهایی عملیاتی (کد حساب، نرخ مالیات، پذیرش–رد تطبیق، ثبت سند)
جایگاه در فرایند	در حاشیه‌ی فرایند؛ تغذیه‌کننده‌ی قضاوت و تصمیم انسانی	در هسته‌ی فرایند؛ جایگزین بخشی از گام‌های اجرایی سنتاً انسانی
محل تمرکز کنترل‌ها	کنترل بر قضاوت انسانی، کفایت شواهد، نحوه‌ی استفاده از خروجی مدل	کنترل بر طراحی و عملکرد مدل، قواعد آستانه، مدیریت استثنا، لاگینگ و نظارت دوره‌ای
پیامد برای حسابرسی	مدل به‌عنوان منبع شواهد کمکی؛ تمرکز بر مستندسازی استفاده از آن	مدل به‌عنوان جزء محیط کنترل داخلی و موضوع مستقیم حسابرسی؛ تمرکز بر طراحی، استقرار، پایش و ردیابی تصمیمات مدل
ریسک اصلی	اتکای بیش‌ازحد یا نادرست انسان به خروجی مدل	خطای سیستمیِ گسترده، درِفت مدل، ضعف ردیابی‌پذیری و ابهام در مسئولیت در برابر صورت‌های مالی

همان‌گونه که جدول شماره ۱ به روشنی ترسیم می‌کند، در مسیر گذار از هوش مصنوعی (AI) پشتیبان قضاوت به AI مجری فرایند، واحد تحلیل در حوزه‌های کنترل داخلی و حسابرسی به طور اساسی تغییر می‌کند؛ این واحد از فرد تصمیم‌گیرنده به مدل محاسباتی + جریان کار عملیاتی + سازوکارهای نظارتی پیرامون آن جابه‌جا می‌شود. چارچوب پیشنهادی این مقاله، تمرکز خود را مشخصاً بر حالت دوم قرار داده و در پی آن است تا زبان مفهومی و اصول طراحی لازم برای مواجهه با هوش مصنوعی در مقام جزء ساختاری محیط کنترل داخلی را تدوین نماید. برای عبور از سطح توصیف محض به سطح طراحی هنجاری، ضرورت دارد مجموعه‌ای از ساختارهای مفهومی تعریف شوند که به مثابه پلی میان ادبیات نظری و الزامات عملی طراحی عمل کنند. در این مقاله، پنج ساختار محوری برای چارچوب مفهومی تعریف شده است: مدل کنترل‌سازگار، توضیح‌پذیری عملیاتی، ثبت حسابرسی‌پذیر، تفکیک نقش انسان و ماشین و حاکمیت و چرخه‌ی عمر مدل. این ساختارها به طور فشرده در جدول شماره ۲ معرفی شده‌اند و در ادامه، جایگاه و نقش هر یک در چارچوب کلی تبیین می‌گردد. مدل کنترل‌سازگار به عنوان ساختار کانونی، این نکته را برجسته می‌سازد که یک مدل هوش مصنوعی در محیط حسابداری عملیاتی، صرفاً هنگامی مطلوب تلقی می‌شود که طراحی آن به طور همزمان، چهار مجموعه معیار را ارضاء نماید: معیار دقت و کارایی، معیار کنترل داخلی، معیار حسابرسی‌پذیری و معیار حاکمیت مدل. توضیح‌پذیری عملیاتی، این معیارها را از سطح انتزاعی به سطح تعامل روزمره در فرآیندهای حسابداری مانند دریافت و پرداخت (AP-AR) و دفتر کل (GL) منتقل می‌کند؛ به این معنا که توضیحات باید در سطح سند، کد حساب و تصمیم تطبیق قابل ارجاع و فهم باشند، نه صرفاً در قالب شاخص‌های فنی پیچیده. ثبت حسابرسی‌پذیر، بعد زمانی و حقوقی این چارچوب را پوشش داده و این اطمینان را ایجاد می‌کند که هر تصمیم اتخاذ شده توسط مدل، در دوره‌های آتی قابل بازسازی و بررسی است. تفکیک نقش انسان و ماشین، از بازتولید ریسک‌های ناشی از تمرکز تصمیم‌گیری در محیطی که مدل‌ها نامرئی شده‌اند، جلوگیری به عمل می‌آورد. در نهایت، حاکمیت و چرخه‌ی عمر مدل، پیوند این ساختارها را با

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

پویایی سازمانی برقرار کرده و نشان می‌دهد که کنترل‌سازگاری یک وضعیت ایستا و لحظه‌ای نیست، بلکه یک فرآیند مداوم و مستمر است.

با اتکا به ساختارهای معرفی شده در جدول ۲، چارچوب مفهومی مقاله را می‌توان در قالب سه لایه‌ی به هم‌پیوسته توصیف کرد: لایه‌ی طراحی مدل، لایه‌ی طراحی جریان کار و لایه‌ی پیامدها. در لایه‌ی طراحی مدل، تصمیم‌گیری‌هایی درباره‌ی نوع الگوریتم، معماری مدل، میزان پیچیدگی، مکانیزم‌های توضیح‌پذیری و ظرفیت‌های ثبت وقایع (لاگینگ) اتخاذ می‌شود. این تصمیم‌ها در نهایت در دو ساختار مدل کنترل‌سازگار و توضیح‌پذیری عملیاتی متجلی می‌گردند. در لایه‌ی طراحی جریان کار، سازمان مشخص می‌کند که کدام تصمیم‌ها کاملاً خودکار، کدام‌ها مشروط به سطح خاصی از اطمینان و مداخله‌ی انسانی، و کدام تصمیم‌ها ماهیت انسانی خود را حفظ خواهند کرد؛ این لایه، در ساختار تفکیک نقش انسان و ماشین صورت‌بندی شده و وابستگی شدیدی به نحوه‌ی تعیین آستانه‌های تصمیم و مدیریت موارد استثنا دارد. در این میان، ثبت حسابرسی‌پذیر نقشی افقی ایفا کرده و دو لایه‌ی نخست را به لایه‌ی پیامدها متصل می‌کند؛ زیرا کیفیت لاگینگ است که تعیین‌کننده‌ی میزان امکان حسابرسی، پاسخ‌گویی و قابلیت یادگیری سازمانی است. در لایه‌ی پیامدها، چهار دسته نتیجه‌ی محوری مورد توجه است: کارایی (سرعت و هزینه‌ی پردازش)، دقت (کاهش خطای سیستماتیک و موردی)، ریسک کنترل (احتمال تضعیف کنترل داخلی و سوءاستفاده) و حسابرسی‌پذیری (امکان اتکای حسابرس به سیستم). مدل مفهومی پیشنهادی، بر این فرض بنا شده است که طراحی آگاهانه‌ی مدل کنترل‌سازگار، همراه با سطح کافی از توضیح‌پذیری عملیاتی، در صورتی که با تفکیک سنجیده‌ی نقش انسان و ماشین و ثبت حسابرسی‌پذیر پشتیبانی شود، می‌تواند ترکیبی از نتایج مطلوب را در هر چهار بعد به طور همزمان یا دست‌کم با حداقل تعارض، محقق سازد. در مقابل، هرگونه اهمال و غفلت در یکی از این ساختارها، خود را به شکل عدم تعادل در لایه‌ی پیامدها نشان خواهد داد؛ به عنوان مثال، مدلی با دقت پیش‌بینی بسیار بالا اما فاقد توضیح‌پذیری عملیاتی و لاگینگ مکفی، می‌تواند کارایی را بهبود بخشد، اما به طور جدی حسابرسی‌پذیری و کنترل داخلی را تضعیف نماید. از منظر استدلالی، این مدل مفهومی به جای فرض کردن رابطه‌ای خطی میان پیچیدگی مدل و کیفیت کنترل، آن را به عنوان یک فضای طراحی چندبعدی در نظر می‌گیرد که در آن، انتخاب‌های مربوط به معماری مدل، مکانیزم‌های توضیح‌پذیری و طراحی جریان کار، به طور مشترک تعیین‌کننده‌ی موقعیت سازمان در طیف وسیع کارایی–کنترل هستند. این رویکرد، بستر مناسب برای استخراج اصول طراحی هنجاری را فراهم می‌آورد.

بر مبنای تمایز تحلیلی جدول ۱ و ساختارهای تعریف‌شده در جدول ۲، می‌توان مجموعه‌ای از اصول طراحی هنجاری را تدوین نمود که نقش آن‌ها، هدایت فرآیند طراحی و استقرار مدل‌های هوش مصنوعی در عملیات حسابداری است. این اصول در واقع ترجمه‌ی عملی مدل مفهومی به گزاره‌هایی هستند که می‌توانند در طراحی سیستم‌ها، تدوین سیاست‌ها و ارزیابی پیاده‌سازی‌ها به کار گرفته شوند. در مجموع، می‌توان چهار اصل محوری زیر را صورت‌بندی کرد: اصل نخست، اصل توضیح‌پذیری مسیر تصمیم است. مطابق این اصل، هر تصمیم عملیاتی که توسط مدل اتخاذ می‌شود (مثلاً تخصیص کد حساب به یک فاکتور)، باید در سطح تراکنش، به صورت گام‌به‌گام قابل بازسازی باشد؛ به این معنا که سیستم باید بتواند نشان دهد بر مبنای چه داده‌ها، چه ویژگی‌ها، چه نسخه‌ای از مدل و چه آستانه‌ای از اطمینان، به این تصمیم نهایی رسیده است (اختر، کومار و نایار، ۲۰۲۴). این اصل، در عمل، ترکیب توضیح‌پذیری عملیاتی و ثبت حسابرسی‌پذیر در فاز طراحی است و بدون آن، هیچ حسابرس مستقلی نمی‌تواند به خروجی‌های مدل اتکای معناداری داشته باشد (راجی، اسمارت، وایت و میچل، ۲۰۲۰). به عنوان مثال، در یک سیستم خودکار کدگذاری فاکتورها، این اصل ایجاب می‌کند که برای هر فاکتور، ردپایی واضح از منطق تخصیص (نظیر کلمات کلیدی غالب، تاریخچه‌ی موارد مشابه و میزان اطمینان مدل) ثبت و قابل مشاهده باشد (کریترلینگ، ۲۰۲۵). اصل دوم، اصل اتوماسیون مقید به آستانه‌ی

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

اطمینان است. بر اساس این اصل، هیچ تصمیم عملیاتی نباید بدون تعریف قبلی آستانه‌های کمی یا کیفی اطمینان، به طور کامل خودکار اجرا شود (سن و آلور، ۲۰۲۴). تصمیماتی که سطح اطمینان آن‌ها بالاتر از آستانه‌ی تعیین‌شده است، می‌توانند به طور کامل خودکار اجرا شوند؛ تصمیمات واقع در ناحیه‌ی میانی باید به صورت مشروط و با تأیید مداخله‌ی انسانی اجرا گردند؛ و تصمیمات دارای سطح اطمینان پایین یا واقع در حوزه‌های پرریسک، اصولاً نباید به مدل واگذار شوند. این اصل، مکانیزم تبدیل تفکیک نقش انسان و ماشین به قواعد اجرایی است و نمونه‌ی بارز آن در طراحی سیستم‌های تطبیق بانکی قابل مشاهده است که در آن‌ها، صرفاً تطبیق‌های با اطمینان بسیار بالا به طور خودکار ثبت شده و سایر موارد به صف بررسی دستی هدایت می‌گردند (اونیناهازی، ۲۰۲۵). اصل سوم، اصل تفکیک ساختاری وظایف در چرخه‌ی حیات مدل است. این اصل تأکید می‌ورزد که همان‌گونه که در کنترل داخلی سنتی، تفکیک میان ثبت، نگهداری دارایی و تأیید ضروری است، در محیط‌های مبتنی بر هوش مصنوعی نیز تفکیک میان طراحی و آموزش مدل، نظارت بر عملکرد جاری و تأیید تصمیمات عملیاتی باید به روشنی رعایت شود (سینگ، بوجیلووا، و بستا، ۲۰۲۵). به عبارت دیگر، فرد یا واحدی که مسئول طراحی و تنظیم مدل است، نباید تنها مرجع نظارت بر کارکرد آن در عملیات باشد؛ و کسانی که نظارت بر تصمیمات عملیاتی مبتنی بر مدل را بر عهده دارند، باید استقلال نسبی از تیم‌های توسعه‌ی مدل داشته باشند (الاموش، المساروه، و الوریکات، ۲۰۲۵). این اصل، مستقیماً از ادبیات کنترل داخلی الهام گرفته، اما آن را در زمینه‌ی حاکمیت مدل و چرخه‌ی عمر آن بازتعریف می‌کند (آبا، اولانیی، و اولادوییبو، ۲۰۲۵). اصل چهارم، اصل حسابرسی‌پذیری از پیش است. مطابق این اصل، قابلیت حسابرسی مدل و تصمیمات آن نباید به عنوان یک ویژگی ثانویه و الحاقی در نظر گرفته شود، بلکه باید از همان ابتدا در معماری داده، طراحی مدل، مکانیزم‌های لاگینگ و طراحی رابط‌های کاربری تعبیه و نهادینه شود (واینبرگ و فاسیا، ۲۰۲۵). به عبارت دیگر، مدل‌ها و سیستم‌های پیرامونی باید به نحوی طراحی شوند که تهیه‌ی شواهد کافی و مناسب برای آزمون کنترل‌ها و آزمون محتوا، بدون نیاز به دست‌کاری‌های موقتی یا استخراج‌های پیچیده، به سادگی میسر باشد (اولاور، اوکولی و ابیمبولا، ۲۰۲۵). مثال روشن این اصل، الزام به ثبت دقیق نسخه‌ی مدل و پارامترهای اصلی آن برای هر دوره‌ی گزارشگری است؛ به گونه‌ای که حسابرس بتواند با اطمینان بررسی کند که صورت‌های مالی بر مبنای کدام پیکربندی مدل تولید شده است (میرشلی، شرایر و همتی، ۲۰۲۵; وانگ، ژانگ، و هان، ۲۰۲۵). این اصول چهارگانه، در مجموع، چارچوب مفهومی را از سطح نظری به سطح طراحی عملیاتی پیوند می‌دهند. به‌کارگیری منسجم این اصول در طراحی و استقرار سامانه‌های هوش مصنوعی در فرآیندهای حسابداری، شرط لازم برای تحقق گذار مسئولانه از هوش مصنوعی پشتیبان قضاوت به هوش مصنوعی مجری فرایند، و در عین حال، حفظ و تقویت کیفیت کنترل داخلی و حسابرسی‌پذیری در محیط‌های مالی نوین است.

جدول (۲): ساختارهای مفهومی کلیدی در چارچوب هوش مصنوعی به‌مثابه جزء محیط کنترل داخلی

ساختار مفهومی	تعریف نظری فشرده	نقش در چارچوب	پیوند با ادبیات
مدل کنترل‌سازگار (Control-Compatible AI Model)	مدلی از هوش مصنوعی که نه‌فقط از نظر دقت و کارایی، بلکه از حیث هم‌سویی ساختاری با اهداف کنترل داخلی، حسابرسی‌پذیری و تفکیک وظایف طراحی شده است.	هسته‌ی طراحی؛ تعیین می‌کند که چه نوع معماری مدل و چه نوع قواعد تصمیم برای هم‌زیستی با کنترل داخلی قابل قبول است.	ادبیات AI در حسابداری + ادبیات کنترل داخلی (COSO)؛ پاسخ به خلأ مدل دقیق ولی غیرقابل‌حسابرسی.
توضیح‌پذیری عملیاتی (Operational Explainability)	توانایی سیستم برای ارائه‌ی توضیح‌های قابل‌فهم، مختصر و مرتبط با فرایند درباره‌ی این‌که چرا یک تصمیم عملیاتی خاص اتخاذ شده است.	شرط لازم برای اتکای حرفه‌ای و حسابرسی؛ حلقه‌ی اتصال بین منطق مدل و زبان کنترل و حسابرسی.	ادبیات XAI و پاسخ‌گویی الگوریتمی؛ ترجمه‌ی مفهوم explainabilityبه بافت تصمیم‌های حسابداری.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

ثبت حسابرسی‌پذیر (Audit-Ready Logging)	ثبت نظام‌مند، کامل و تغییرناپذیر ورودی‌ها، نسخه‌ی مدل، خروجی‌ها، آستانه‌های تصمیم و مداخلات انسانی به‌گونه‌ای که امکان بازسازی تصمیم در حسابرسی فراهم باشد.	ستون فقرات ردیابی‌پذیری و پاسخ‌گویی؛ مبنای آزمون کنترل‌ها و آزمون محتوا توسط حسابرس.	کنترل‌های کاربردی IT و ادبیات حسابرسی سیستم‌ها؛ بازتعریف لاگینگ در بستر مدل‌های یادگیرنده.
تفکیک نقش انسان و ماشین (Human–Machine Role Segregation)	طراحی آگاهانه‌ی مرزهای تصمیم خودکار، تصمیم مشروط و تصمیم انسانی و نیز جدایی نقش طراحی–آموزش مدل از نقش نظارت و تأیید.	تضمین‌کننده‌ی اصل تفکیک وظایف در محیطی که AI بخشی از محیط کنترل است؛ کاهش ریسک تمرکز قدرت تصمیم‌گیری.	ادبیات کنترل داخلی (تفکیک وظایف)؛ پیوند با مباحث حاکمیت الگوریتمی.
حاکمیت و چرخه‌ی عمر مدل (Model Governance and Lifecycle)	مجموعه‌ی سیاست‌ها، رویه‌ها و ساختارهای سازمانی برای طراحی، آموزش، اعتبارسنجی، استقرار، پایش، به‌روزرسانی و بازنشستگی مدل.	چارچوب بالادستی برای کنترل پویایی مدل در طول زمان؛ پاسخ به ریسک درِفت و تغییر محیط.	ادبیات حاکمیت داده و مدل، کنترل‌هایITGC ، و راهنماهای نوظهور در حوزه‌ی AI governance.

روش‌شناسی پژوهش و طراحی Artefact

منطق روش‌شناختی حاکم بر این مطالعه، عمیقاً بر رویکرد علم طراحی استوار است؛ رویکردی که در آن، پرسش کانونی چه چیزی و چگونه باید طراحی شود تا با منطق کنترل داخلی و حسابرسی هم‌ساز و هماهنگ باشد؟ به مثابه یک مسئله‌ی پژوهشی درجه‌ی اول تدوین می‌گردد. در این متدولوژی، از این فرض که هوش مصنوعی صرفاً یک تکنولوژی از پیش موجود و ایستا است، پرهیز می‌شود؛ بلکه مدل هوش مصنوعی و شیوه‌ی ادغام آن در بطن فرآیندهای عملیاتی حسابداری به منزله یک مصنوع سازمانی در کانون توجه طراحی، پیاده‌سازی و ارزیابی قرار می‌گیرد. همان‌گونه که به روشنی در جدول شماره ۳ نشان داده شده است، چرخه‌ی علم طراحی در متن این مقاله، به چهار خوشه‌ی تحلیلی اصلی سازمان‌دهی شده است: مسئله‌سازی و هدف‌گذاری طراحی، طراحی و مشخصات مصنوع، زمینه‌ی تجربی و داده‌ها، و در نهایت طرح ارزیابی عملکرد و کنترل. در حقیقت، متن حاضر به منزله شرح و بسط تحلیلی همان ساختار فشرده‌ای است که پیش‌تر در جدول ۳ ارائه شده است و هر مرحله از آن، به دنبال پیشبرد هدفی مشخص در راستای ساخت چارچوب هوش مصنوعی کنترل‌سازگار می‌باشد.

جدول (۳): نگاشت چرخه‌ی علم طراحی، زمینه‌ی تجربی، Artefact و طرح ارزیابی در پژوهش حاضر

بعد روش‌شناختی	زیرمولفه	تصمیم–طراحی در پژوهش حاضر	توضیح تحلیلی و نسبت با هدف مدل کنترل‌سازگار
رویکرد Design Science Research	مرحله‌ی مسئله‌سازی (Problem Identification)	تعریف مسئله به‌صورت فقدان چارچوب طراحی برای استقرار هوش مصنوعی مجری فرایند در عملیات حسابداری، به‌گونه‌ای که هم‌زمان با کنترل داخلی و حسابرسی‌پذیری سازگار باش.	نقطه‌ی عزیمت پژوهش، صرفاً مشاهده‌ی پیشرفت فناوری نیست، بلکه شناسایی یک شکاف طراحی–کنترلی است. این مسئله‌سازی، AIرا نه به‌عنوان ابزار کمکی، بلکه به‌عنوان جزء محیط کنترل داخلی صورت‌بندی می‌کند و بنابراین، معیارهای موفقیت را از دقت–سرعت صرف فراتر می‌برد.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

	مرحله‌ی هدف‌گذاری طراحی (Design Objectives)	صورت‌بندی اهداف طراحی در سه محور: الف) ارتقای کارایی و دقت در فرایندهایAP-AR-GL ؛ ب) تضمین ردیابی‌پذیری و حسابرسی‌پذیری تصمیمات مدل؛ ج) حفظ و تقویت تفکیک وظایف و شفافیت مسئولیت در حضور.AI	اهداف طراحی، مستقیماً از چارچوب مفهومی استخراج شده‌اند: مدل نهایی باید در فضای چندبعدی کارایی، کنترل، حسابرسی‌پذیری و حاکمیت مدل، تعادلی پایدار ایجاد کند. این هدف‌گذاری، معیارهای ارزیابی را نیز از پیش مشخص می‌سازد.
	مرحله‌ی طراحی و توسعه‌ی Artefact (Design & Development)	طراحی یک معماری مفهومی و سپس توسعه‌ی یک نمونه‌ی پیاده‌سازی‌شده از سامانه‌ی AI برای کدگذاری خودکار فاکتورها و تطبیق بانکی، همراه با ماژول‌های توضیح‌پذیری عملیاتی و ثبت حسابرسی‌پذیر.	Artefactنه یک مدل الگوریتمی منفرد، بلکه ترکیبی از مدل یادگیری ماشین، قواعد آستانه، سازوکار مدیریت استثنا، لاگینگ و رابط‌های نظارتی است. بدین ترتیب، مدل کنترل‌سازگار در سطح معماری و نه صرفاً الگوریتمی تعریف می‌شود.
	مرحله‌ی نمایش– به‌کارگیری (Demonstration)	استقرار نمونه‌ی طراحی‌شده در قالب یک سناریوی نماینده‌ی فرایند حساب‌های پرداختنی و تطبیق بانکی در یک واحد حسابداری شرکتی.	مرحله‌ی نمایش، نشان می‌دهد که اصول طراحی استخراج‌شده قابل ترجمه به جریان کار واقعی هستند و قیود کنترلی، مانع از امکان‌پذیری عملی سامانه نمی‌شوند.
	مرحله‌ی ارزیابی (Evaluation)	ارزیابی هم‌زمان پیامدهای کارایی و کنترلی با استفاده از شاخص‌های کمی و کیفی؛ شامل زمان پردازش، نرخ خطا، حجم کار انسانی، پوشش لاگ‌ها، قابلیت بازسازی تراکنشی و ارزیابی حسابرسان از کفایت شواهد.	ارزیابی، صرفاً عملکرد الگوریتم را نمی‌سنجد، بلکه رفتار مصنوع را در چارچوب کنترل داخلی می‌آزماید. این امر، پارادایم ارزیابی را از مقایسه‌ی دقت مدل‌ها به آزمون تناسب معماری AI با منطق کنترل داخلی ارتقا می‌دهد.
	مرحله‌ی بازتاب و تعمیق نظری (Reflection & Learning)	استخراج درس‌آموخته‌ها برای بازتعریف اصول طراحی و اصلاح چارچوب مفهومی بر مبنای یافته‌های ارزیابی.	این مرحله، تضمین می‌کند که پژوهش صرفاً به یک نمونه‌ی موفق محدود نشود، بلکه به تولید دانش طراحی قابل‌انتقال درباره‌ی مدل‌های کنترل‌سازگار منجر گردد.
زمینه‌ی تجربی – داده‌ها	انتخاب زمینه‌ی تجربی	انتخاب فرایندهای حساب‌های پرداختنی و تطبیق بانکی در یک سازمان شرکتی متوسط با حجم بالای تراکنش‌ها و ساختار کنترلی رسمی.	انتخاب این فرایندها از آن رو است که هم از نظر الگوریتمی برای یادگیری ماشین مناسب‌اند (حجم و تکرار بالا، قواعد نسبتاً مشخص)، و هم از نظر کنترل داخلی حساس و پرریسک محسوب می‌شوند؛ بنابراین، میدان آزمون مناسبی برای مفهوم «کنترل‌سازگاری» فراهم می‌کنند.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

	نوع و ساختار داده‌ها	استفاده از داده‌های تاریخی صورتحساب‌ها و تراکنش‌های بانکی در یک بازه‌ی زمانی نماینده (مثلاً یک سال مالی)، شامل متون فاکتورها، کدهای حساب، مبالغ، تاریخ‌ها، شناسه‌ی تأمین‌کننده، وضعیت تطبیق و برچسب‌های اصلاحی انسانی؛ داده‌ها ترکیبی از نص، جداول عددی و متادیتاست.	این ترکیب داده‌ای، امکان آموزش مدل، استخراج ویژگی‌ها و نیز مقایسه‌ی تصمیمات مدل با تصمیمات انسانی را فراهم می‌کند. ساختار داده‌ها به‌گونه‌ای است که می‌توان برای هر تراکنش، یک حقیقت مبنا (ground truth) بر اساس ثبت نهایی در دفتر کل تعریف کرد.
	پیش‌پردازش و آماده‌سازی داده	تعریف رویه‌های پاک‌سازی، نرمال‌سازی، برچسب‌گذاری و تقسیم داده به مجموعه‌های آموزش، اعتبارسنجی و آزمون، با توجه به ملاحظات کنترلی (حفظ محرمانگی، ناشناس‌سازی، مستندسازی منابع).	مرحله‌ی پیش‌پردازش، صرفاً یک گام فنی نیست؛ تصمیم درباره‌ی این‌که کدام داده‌ها و با چه کیفیتی وارد آموزش مدل شوند، بخشی از حاکمیت مدل و کنترل کیفیت است و باید مستند و قابل‌حسابرسی باشد.
مشخصات Artefact طراحی‌شده	سطح پیاده‌سازی	توسعه‌ی یک نمونه‌ی عملی (functional prototype) که شامل: الف) ماژول طبقه‌بندی فاکتورها به کد حساب مناسب؛ ب) ماژول تطبیق خودکار تراکنش‌های بانکی؛ ج) ماژول ارزیابی سطح اطمینان و ارجاع موارد مشکوک به انسان؛ د) ماژول ثبت حسابرسی‌پذیر و داشبورد نظارتی.	انتخاب پیاده‌سازی عملی به‌جای نمونه‌ی صرفاً مفهومی، امکان ارزیابی واقعی تعامل میان مدل، جریان کار و کنترل‌های سازمانی را فراهم می‌کند و نشان می‌دهد که اصول طراحی در سطح سیستم‌های اطلاعاتی قابل پیاده‌سازی هستند.
	فناوری‌ها و ابزارها	استفاده از محیط‌های استاندارد یادگیری ماشین (مثلاً Python-ML frameworks) برای مدل‌سازی، پایگاه‌داده رابطه‌ای برای ذخیره‌ی تراکنش‌ها و لاگ‌ها، و یک لایه‌ی کاربردی مبتنی بر وب برای تعامل کاربران و داشبورد نظارتی.	انتخاب فناوری‌ها عمدتاً ابزاری است و هدف پژوهش نیست؛ مهم آن است که معماری به‌گونه‌ای طراحی شود که وابسته به یک فناوری اختصاصی نباشد و اصول طراحی (توضیح‌پذیری، لاگینگ، کنترل) بر هر پشته‌ی فنی قابل اعمال باشد.
	ویژگی‌های کلیدی Artefact	ادغام ماژول یادگیری ماشین با قواعد تجاری و آستانه‌های اطمینان؛ تعریف سازوکار مدیریت استثنا و ارجاع به انسان؛ پیاده‌سازی لاگینگ در سطح تراکنش با ثبت نسخه‌ی مدل، داده‌ی ورودی، خروجی، سطح اطمینان و مداخله‌ی انسانی؛ طراحی گزارش‌ها و داشبوردهای کنترلی برای واحد مالی و حسابرسی داخلی.	این ویژگی‌ها، مدل را از یک کلاس‌بند صرف به یک مدل کنترل‌سازگار تبدیل می‌کنند .درواقع تجسم عملی چارچوب مفهومی است: توضیح‌پذیری عملیاتی، ثبت حسابرسی‌پذیر، تفکیک نقش انسان و ماشین و حاکمیت مدل، همگی در معماری پیاده شده‌اند.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

طرح ارزیابی (Evaluation Design)	نوع ارزیابی	ارزیابی شبه‌تجربی مبتنی بر سناریوهای واقعی: اجرای سامانه بر روی داده‌های تاریخی و مقایسه‌ی نتایج با تصمیمات انسانی و وضعیت نهایی ثبت‌شده در سیستم مالی؛ تکمیل‌شدن این ارزیابی با قضاوت خبرگان (حسابداران و حسابرسان داخلی) درباره‌ی کفایت کنترل‌ها و شفافیت.	این ترکیب، امکان مقایسه‌ی کمی عملکرد و نیز تحلیل کیفی پذیرش کنترلی سامانه را فراهم می‌کند. ارزیابی نه در محیط آزمایشگاهی منزوی، بلکه در سناریوهای نزدیک به واقعیت عملیات حسابداری انجام می‌شود.
	شاخص‌های کارایی–عملکرد	زمان متوسط پردازش هر فاکتور–تطبیق، نرخ خطای طبقه‌بندی یا تطبیق نسبت به حقیقت مبنا، نسبت مواردی که بدون مداخله‌ی انسانی به‌درستی پردازش می‌شوند، حجم کار انسانی باقی‌مانده.	این شاخص‌ها نشان می‌دهند که تا چه حد Artefact توانسته است هدف ارتقای کارایی و دقت را محقق کند، بی‌آن‌که هنوز درباره‌ی کیفیت کنترل قضاوت شود؛ اما برای قضاوت کلی، باید هم‌زمان با شاخص‌های کنترلی دیده شوند.
	شاخص‌های کنترلی–حسابرسی	درصد تراکنش‌هایی که لاگ کامل و قابل بازسازی دارند؛ میزان قابلیت پیگیری تصمیمات در نمونه‌گیری حسابرسی	این شاخص‌ها، معیار سنجش کنترل‌سازگاری مدل هستند. حتی اگر شاخص‌های کارایی مطلوب باشند، ضعف در این شاخص‌ها نشان می‌دهد که Artefactبا منطق کنترل داخلی هم‌ساز نیست و نیاز به بازطراحی دارد.
	تحلیل نتایج ارزیابی	مقایسه‌ی منظم شاخص‌های کارایی و کنترلی برای شناسایی مبادلات (trade-offs)؛ تحلیل مواردی که در آن‌ها بهبود کارایی با آسیب به کنترل همراه بوده و بالعکس؛ استخراج الگوهای اصلاح طراحی بر مبنای این مبادلات.	این تحلیل، مرحله‌ی بازتاب و تعمیق نظری را تغذیه می‌کند و امکان بازنویسی اصول طراحی، تنظیم مجدد آستانه‌های اطمینان و اصلاح معماری را فراهم می‌سازد؛ بدین ترتیب، چرخه‌ی علم طراحی کامل می‌شود.

رویکرد روش‌شناختی این مطالعه، آن‌گونه که در جدول شماره ۳ به تفصیل آمده است، به نحوی تدوین شده که هیچ‌یک از اجزای محوری چرخه‌ی علم طراحی به صورت مجزا و منفک عمل نکند. در این ساختار، مسئله‌سازی به طور مستقیم از شکاف‌های تحلیلی موجود در ادبیات نظری و نیز از کاستی‌ها و نارسایی‌های وضعیت کنونی در عرصه‌ی عمل حرفه‌ای نشأت می‌گیرد؛ اهداف طراحی نیز بر مبنای چارچوب مفهومی منسجم و ساختارهای کلیدی تعریف شده در آن تنظیم گردیده‌اند. مصنوع ساخته شده، تجسم عینی و عملی اصول طراحی کنترل‌سازگار را در سطح یک سامانه‌ی عملیاتی حسابداری نمایش می‌دهد؛ و سرانجام، طرح ارزیابی به جای اینکه تنها بر کارایی عملکرد الگوریتمی متمرکز باشد، بر ارزیابی عمیق و بنیادین سازگاری مدل با منطق ضروری کنترل داخلی و حسابرسی تأکید می‌ورزد. این سطح از انسجام در طراحی روش‌شناسی، شرطی لازم است تا نتایج حاصله، صرفاً به عنوان یک نمونه‌ی موفقیت تکنولوژیک محدود نشود، بلکه به بنیانی برای تولید دانش طراحی قابل‌انتقال در خصوص هوش مصنوعی کنترل‌سازگار در فرآیندهای عملیاتی حسابداری بدل گردد.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

پیاده‌سازی نمونه‌ای و ارزیابی تجربی-شبه‌تجربی

در این گام، مطالعه‌ی حاضر از سطح صرفاً مفهومی و هنجاری فراتر رفته و به طور عملی نشان می‌دهد که چارچوب هوش مصنوعی کنترل‌سازگار نه صرفاً یک ایده‌ی انتزاعی، بلکه در بستر فرآیندهای واقعی حسابداری، قابل پیاده‌سازی و ارزیابی است. منطق تحلیلی حاکم بر این بخش بر این پیش‌فرض اساسی استوار است که هرگونه ادعایی در خصوص هم‌زیستی کارایی و کنترل داخلی باید در قالب یک مصنوع واقعی یا شبه‌واقعی، و با سنجش هم‌زمان شاخص‌های عملکردی و کنترلی، به محک آزمون گذاشته شود. جدول شماره ۴، نگاشت نظام‌مند این گام مهم را در سه محور تحلیلی کلیدی ترسیم می‌کند: انتخاب سناریوی عملیاتی و طراحی Artefact، طرح ارزیابی، و الگوی تحلیل نتایج. در واقع، متن حاضر به منزله خوانش تحلیلی و تبیین ساختاری است که به صورت فشرده در جدول ۴ ارائه شده است. این مرحله، به وضوح نشان می‌دهد که گام سوم پژوهش، صرفاً یک مرحله‌ی نمایش تکنولوژیک نیست، بلکه صحنه‌ای است که در آن، ادعای اصلی مقاله – یعنی امکان هم‌زیستی کارایی و کنترل داخلی در حضور هوش مصنوعی مجری فرآیند، به محک داده و تجربه‌ی عینی سپرده می‌شود. در سطح انتخاب سناریو و طراحی مصنوع، حساس‌ترین حلقه‌های زنجیره‌ی فرآیند مالی به عنوان میدان آزمون انتخاب شده‌اند تا تضمین شود اگر چارچوب پیشنهادی در این نقاط پرریسک کارآمد باشد، قابلیت تعمیم آن به سایر فرآیندهای کم‌ریسک‌تر نیز وجود خواهد داشت. در سطح طرح ارزیابی، شاخص‌ها به گونه‌ای آگاهانه تعریف شده‌اند که هیچ‌یک از ابعاد کارایی و کنترل بدون دیگری قابل تفسیر نباشد؛ به این معنا که نرخ خطای پایین در غیاب سازوکار ثبت وقایع (لاگینگ) کافی و توضیح‌پذیری، از نظر این چارچوب به عنوان موفقیت قلمداد نمی‌شود. در نهایت، در سطح تحلیل نتایج، مبادلات ناگزیر میان سرعت و شفافیت، میان اتوماسیون و تفکیک وظایف، و میان دقت الگوریتمی و حسابرسی‌پذیری، به صورت صریح مستندسازی شده و نتایج به عنوان بازخورد به اصول طراحی بازگردانده می‌شوند. به این ترتیب، گام سوم همان نقطه‌ی تعیین‌کننده‌ای است که در آن، مدل کنترل‌سازگار از یک مفهوم صرفاً نظری به یک واقعیت قابل آزمون در فرآیندهای عملیاتی حسابداری تغییر ماهیت می‌دهد.

جدول (۴): نگاشت گام سوم: از انتخاب سناریو تا تحلیل نتایج در پیاده‌سازی نمونه‌ای و ارزیابی تجربی-شبه‌تجربی

لایه – بخش	زیرمولفه	تصمیم یا طراحی در پژوهش حاضر	پیامد تحلیلی برای کارایی و دقت	پیامد تحلیلی برای کنترل داخلی و حسابرسی‌پذیری	منبع
انتخاب سناریوی عملیاتی و طراحی Artefact	انتخاب سناریوهای عملیاتی	تمرکز بر دو سناریوی پرتکرار و پرریسک: ۱) کدگذاری خودکار صورتحساب‌های خرید و تخصیص حساب–مرکز هزینه؛ ۲) تطبیق خودکار اقلام صورت‌حساب بانکی با دفتر کل.	این دو سناریو به‌سبب حجم بالای تراکنش و ساختار نسبتاً قاعده‌محور، میدان مناسبی برای سنجش بهبود دقت و کاهش زمان پردازش در مقایسه با وضعیت کاملاً انسانی فراهم می‌کنند.	به‌دلیل حساسیت این نقاط در زنجیره‌ی کنترل (ریسک پرداخت نادرست، ثبت اشتباه و کشف‌نشدن مغایرت)، تأثیر AI بر کیفیت کنترل داخلی و حسابرسی‌پذیری به‌وضوح قابل مشاهده و ارزیابی می‌شود.	(اونیناهازی، ۲۰۲۵)
	نوع Artefact	توسعه‌ی یک نمونه‌ی پیاده‌سازی‌شده‌ی عملی (functional prototype)مبتنی بر معماری مرجع، نه	نمونه‌ی عملی امکان اندازه‌گیری واقعی نرخ خطا، زمان پردازش و حجم کار انسانی را فراهم می‌سازد و به جای اتکا به	استقرار یک نمونه‌ی واقعی، رفتار لاگینگ، مرزهای مسئولیت انسان–ماشین و قابلیت بازسازی تصمیمات را	(جیانگ، ۲۰۲۵)

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

		صرفاً یک طرح مفهومی.	استدلال نظری، داده‌ی تجربی برای قضاوت درباره‌ی کارایی تولید می‌کند.	در شرایط نزدیک به عمل آشکار می‌کند و زمینه‌ی ارزیابی عینی کنترل‌سازگاری را فراهم می‌آورد.	
	مدل یادگیری ماشین	استفاده از یک طبقه‌بند یادگیری ماشین برای کدگذاری فاکتورها و یک مدل تطبیق مبتنی بر ویژگی برای تطبیق تراکنش‌های بانکی.	این انتخاب امکان مقایسه‌ی کمی عملکرد الگوریتم با تصمیمات انسانی را فراهم می‌کند و نشان می‌دهد تا چه حد می‌توان دقت و ثبات کدگذاری و تطبیق را بهبود یا دست‌کم حفظ کرد.	نوع و پیچیدگی مدل بر سطح توضیح‌پذیری و امکان مستندسازی منطق تصمیم اثرگذار است؛ انتخاب مدل‌های قابل‌توضیح‌تر، هماهنگی ذاتی بیشتری با الزامات کنترل داخلی و حسابرسی دارد.	(انصاری، ولی پور و صالحی، ۱۳۹۴)
	قواعد آستانه‌ی اطمینان	تعریف سه ناحیه‌ی اطمینان (بالا، میانی، پایین) و اتصال هر ناحیه به سیاست مشخص: خودکارسازی کامل، ارجاع برای تأیید انسانی، یا عدم اتوماسیون.	این طراحی آستانه‌ای اجازه می‌دهد کارایی در ناحیه‌ی اطمینان بالا به حداکثر برسد و در عین حال، در موارد مبهم یا پرریسک، از اتوماسیون افراطی و افزایش خطا جلوگیری شود.	آستانه‌های اطمینان نقش سوپاپ ایمنی را دارند؛ به‌گونه‌ای که تصمیمات حساس یا کم‌اطمینان زیر چتر قضاوت انسانی باقی می‌مانند و مرز بین تصمیمات خودکار و تصمیمات تحت نظارت شفاف و قابل‌ممیزی می‌شود.	(اولاور، اوکولی، و ابیمبولا، ۲۰۲۵)
	سازوکار ارجاع به انسان	طراحی جریان کاری که در آن تراکنش‌های ناحیه‌ی میانی اطمینان به صف بررسی انسانی ارسال، تصمیم نهایی ثبت و با پیشنهاد مدل مقایسه می‌شود.	این سازوکار امکان ترکیب مزیت سرعت مدل با دقت قضاوت انسانی را فراهم می‌کند و داده‌های ارزشمند برای بازآموزی و بهبود تدریجی مدل تولید می‌کند.	جریان ارجاع، مرز مسئولیت را روشن می‌کند: سیستم پیشنهاد می‌دهد و انسان تأیید یا رد می‌کند؛ این شفافیت، پاسخ‌گویی در صورت بروز خطا یا مغایرت را تقویت و مستندسازی آن را تسهیل می‌کند.	(جوشی، ۲۰۲۵)
	لاگینگ و ردیابی در سطح تراکنش	پیاده‌سازی لاگینگ تراکنش‌محور با ثبت داده‌ی ورودی، نسخه‌ی مدل، خروجی پیشنهادی، سطح اطمینان، مداخله‌ی انسانی و زمان پردازش	چنین لاگینگی، تحلیل دقیق عملکرد مدل در سطح خرد (بر حسب نوع تراکنش، سطح اطمینان و الگوی ارجاع) را ممکن و بهینه‌سازی مستمر کارایی	لاگینگ مبتنی بر تراکنش، پیش‌شرط حسابرسی‌پذیری است؛ حسابرس می‌تواند مسیر تصمیم را بازسازی کند و بسنجد	(اوگدنگبه , فرایدی ,و ججنیوا ۲۰۲۳)

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

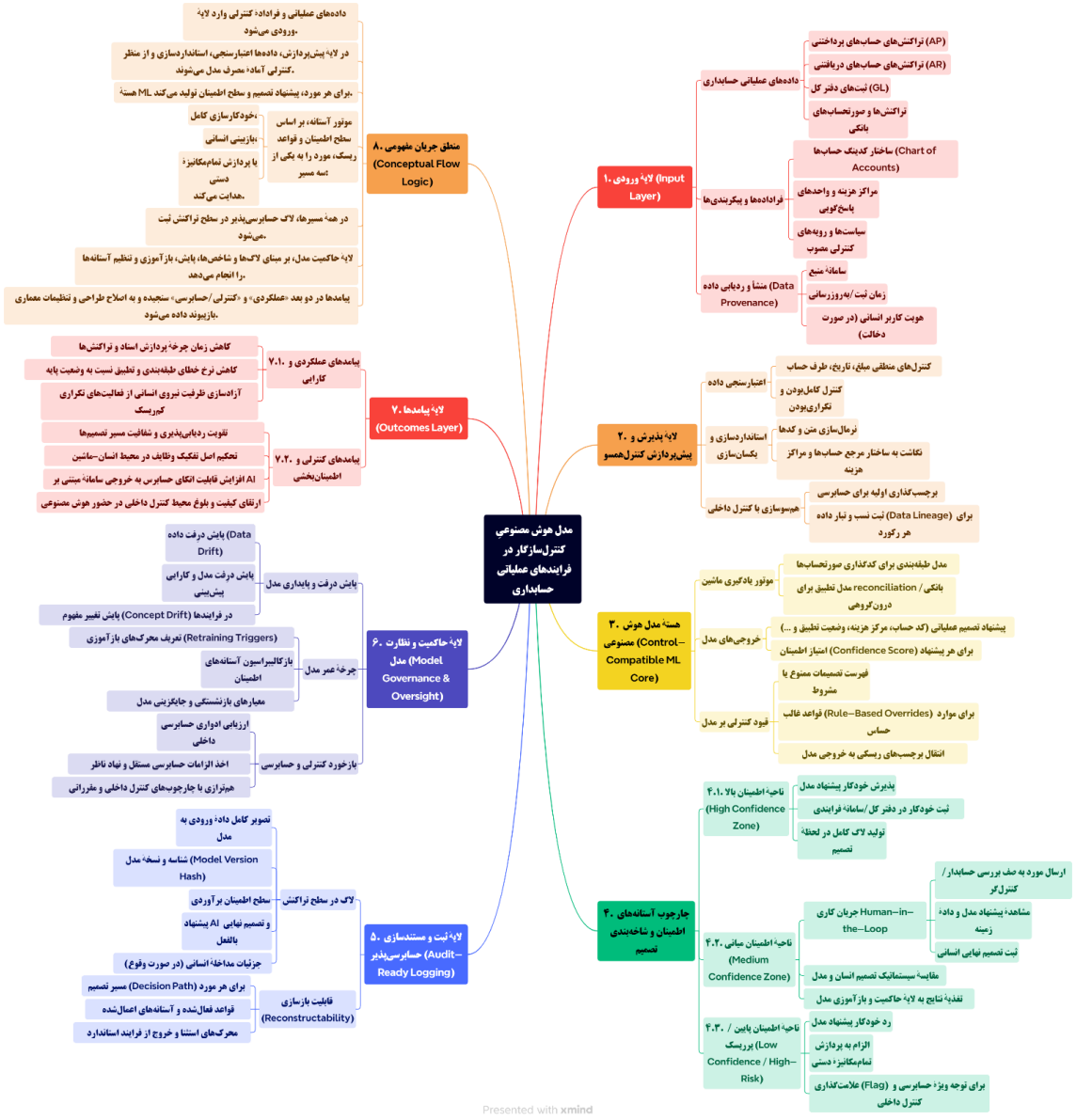
		برای هر تراکنش.	و دقت را تسهیل می‌کند.	آیا سیستم مطابق آستانه‌ها، سیاست‌ها و اصول طراحی کنترل‌سازگار عمل کرده است یا خیر.	
طرح ارزیابی (شاخص‌ها و طراحی مطالعه)	شاخص‌های کارایی: نرخ خطا	تعریف نرخ خطای مدل در کدگذاری–تطبیق به‌صورت نسبت تصمیمات نادرست به کل تصمیمات و مقایسه‌ی آن با نرخ خطای انسانی در داده‌های تاریخی.	این شاخص نشان می‌دهد آیا AI می‌تواند خطا را نسبت به وضعیت پایه‌ی انسانی کاهش دهد یا حداقل در سطح قابل‌قبول نگه دارد و حساسیت عملکرد را بر حسب نواحی اطمینان آشکار می‌سازد.	از منظر کنترل، کاهش خطای سیستماتیک مستقیماً ریسک گزارشگری و ریسک عملیاتی را کاهش می‌دهد؛ با این حال، این بهبود تنها در صورت حفظ شفافیت و قابلیت بازبینی تصمیم‌ها قابل قبول است.	(جاهیاینن و لنر، ۲۰۲۲)
	شاخص‌های کارایی: زمان پردازش	اندازه‌گیری و مقایسه‌ی زمان متوسط پردازش هر فاکتور–تطبیق در وضعیت کاملاً انسانی و در وضعیت سامانه‌ی AI+انسان، تفکیک‌شده بر اساس نوع تصمیم.	کاهش معنی‌دار زمان پردازش، نشان‌دهنده‌ی دست‌یابی به هدف کارایی است، به‌ویژه اگر عمدتاً در بخش‌های روتین و کم‌ریسک محقق شود و کیفیت تصمیم را تحت‌تأثیر منفی قرار ندهد.	از دید کنترل داخلی، کاهش زمان پردازش تنها تا جایی مطلوب است که منجر به حذف یا تضعیف کنترل‌های کلیدی نشود؛ مقایسه‌ی زمان و کیفیت در زیرگروه‌ها از بروز چنین اثرات ناخواسته جلوگیری می‌کند.	(شو، ۲۰۲۵)
	شاخص‌های کارایی: حجم کار انسانی	محاسبه‌ی نسبت تراکنش‌های پردازش‌شده‌ی کاملاً خودکار، تراکنش‌های ارجاع‌شده و تراکنش‌های کاملاً انسانی و مقایسه‌ی بار کاری قبل و بعد از استقرار سامانه.	این شاخص تصویری روشن از کاهش واقعی بار کاری تکراری ارائه می‌دهد و نشان می‌دهد چه سهمی از ظرفیت انسانی می‌تواند به فعالیت‌های تحلیلی‌تر و غیرروتین منتقل شود.	از منظر کنترل، مهم است که کاهش کار انسانی به وظایف کم‌ریسک و روتین محدود شود و نقش انسان در کنترل‌های کلیدی و تصمیمات پرریسک محفوظ بماند؛ ترکیب این نسبت‌ها کیفیت این تفکیک را نشان می‌دهد.	(یاهیاینن، ۲۰۲۱)

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

	شاخص‌های کنترل: پوشش لاگینگ	محاسبه‌ی درصد تراکنش‌هایی که لاگ کامل و کافی برای بازسازی مسیر تصمیم دارند و ارزیابی کیفی کامل‌بودن و سازگاری لاگ‌ها.	پوشش بالای لاگ‌ها امکان پایش مستمر عملکرد، تحلیل خطاها و تنظیم پویا آستانه‌های تصمیم را فراهم می‌کند و خود به عامل ارتقای کارایی و یادگیری سازمانی تبدیل می‌شود.	این شاخص، سنجه‌ی مستقیم حسابرسی‌پذیری است؛ هر بخشی از تصمیمات که فاقد لاگ کافی باشد، عملاً خارج از میدان کنترل و آزمون حسابرسی قرار می‌گیرد و ادعای کنترل‌سازگاری را تضعیف می‌کند.	(فاسیا، ۲۰۲۵)
	شاخص‌های کنترل: قابلیت بازسازی تراکنشی	آزمون نمونه‌ای تصمیمات مدل توسط حسابرس–کنترل‌گر برای سنجش امکان بازسازی منطق تصمیم (داده، نسخه‌ی مدل، سطح اطمینان، مداخله‌ی انسانی) برای هر تراکنش.	از منظر تحلیلی، قابلیت بازسازی ابزار قدرتمندی برای ریشه‌یابی خطاها و اصلاح مدل و قواعد آستانه فراهم می‌کند و چرخه‌ی یادگیری فنی سامانه را تقویت می‌نماید.	برای حسابرس، این آزمون تعیین می‌کند آیا خروجی سامانه می‌تواند بخشی از سیستم اطلاعات مالی قابل اتکا تلقی شود یا نه؛ عدم امکان بازسازی، عملاً اتکای حرفه‌ای بر سامانه را ناممکن می‌سازد.	(علالی، ۲۰۲۵)
الگوی تحلیل نتایج و بازپیوند با اصول طراحی	ترکیب نتایج کارایی و کنترل	تشکیل ماتریسی که در آن وضعیت سامانه از حیث «بالا–پایین بودن کارایی» و «بالا–پایین بودن کنترل و حسابرسی‌پذیری» طبقه‌بندی و موقعیت فعلی تعیین می‌شود.	این تحلیل نشان می‌دهد آیا سامانه صرفاً یک ماشین سریع است یا واقعاً توانسته به وضعیت متعادل کارایی بالا – کنترل بالا نزدیک شود، حتی اگر از حداکثر کارایی نظری صرف‌نظر کرده باشد.	از منظر کنترل داخلی، این ماتریس ابزاری برای تصمیم‌گیری مدیریتی فراهم می‌کند تا در صورت قرارگرفتن سامانه در ربع «کارایی بالا – کنترل پایین»، دامنه‌ی اتوماسیون محدود یا طراحی بازنگری شود.	(اودولیه و مدون، ۲۰۲۵)
	تحلیل تعارض‌ها (Trade-offs)	شناسایی موقعیت‌هایی که در آن‌ها کاهش بیشتر زمان یا افزایش دامنه‌ی اتوماسیون، به افت محسوس در شاخص‌های کنترلی (مثلاً پوشش لاگ یا وضوح مسئولیت) منجر شده است.	این تحلیل مرزهای عملی بهینه‌سازی کارایی را مشخص می‌کند و نشان می‌دهد در کدام نقاط، فشار بیشتر برای سرعت، بازدهی واقعی را کاهش و هزینه‌ی خطا یا بازپرداخت را افزایش می‌دهد.	از دید طراحی هنجاری، این تعارض‌ها به اصول طراحی بازگردانده می‌شوند و نشان می‌دهند کجا باید آستانه‌ها سخت‌تر، دامنه‌ی تصمیمات خودکار محدودتر یا الزامات توضیح‌پذیری و لاگینگ تقویت شود.	(خان و ربی، ۲۰۲۴)

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

	بازپیوند با اصول طراحی	نگاشت نظام‌مند نتایج ارزیابی به اصول طراحی (توضیح‌پذیری مسیر تصمیم، اتوماسیون مقید به آستانه، تفکیک نقش، حسابرسی‌پذیری از پیش) و تعیین نقاط نیازمند اصلاح.	از منظر کارایی، این بازپیوند به اصلاح هدفمند مدل، آستانه‌ها و جریان کار کمک می‌کند؛ به‌جای اصلاحات پراکنده، مداخلات بر مبنای اصول طراحی جهت‌مند می‌شوند.	از منظر کنترل داخلی، این فرایند تضمین می‌کند که ارزیابی تجربی به تقویت یا تعدیل اصول طراحی منجر شود و دانش طراحی قابل‌انتقال درباره‌ی «مدل‌های کنترل‌سازگار» برای کاربردهای بعدی تولید گردد.	(بامیگباده و آدشینا 2024)



شکل (۱): مدل نهایی کاربرد هوش مصنوعیِ کنترل‌سازگار در فرایندهای عملیاتی حسابداری

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

نتیجه‌گیری

این مطالعه از یک مشاهده‌ی ملموس آغاز شد که امروزه در بسیاری از واحدهای مالی بیش از پیش حس می‌شود، اما هنوز در ادبیات علمی به یک جایگاه نظری منسجم دست نیافته است: انتقال نقش هوش مصنوعی از حاشیه‌ی فرآیند به «قلب» چرخه‌های عملیاتی حسابداری به ویژه در فرآیندهای حساب‌های پرداختنی، حساب‌های دریافتنی و دفتر کل، در شرایطی که منطق کنترل داخلی، الزامات حسابرسی مستقل و پاسخ‌گویی حقوقی صورت‌های مالی همچنان به قوت خود باقی است. پرسش محوری پژوهش نه این بود که آیا هوش مصنوعی توانایی افزایش دقت یا سرعت را دارد؟ بلکه این بود که زمانی که هوش مصنوعی در مقام مجری فرآیند قرار می‌گیرد، مدل و جریان کار پیرامون آن چگونه باید طراحی و مستقر شود تا به طور هم‌زمان به کارایی و کنترل داخلی خدمت کند و یکی فدای دیگری نگردد؟ پاسخ این پرسش، همان‌طور که در متن مقاله به تفصیل مورد بحث قرار گرفت، با جابه‌جایی نقطه‌ی کانونی تحلیل از انتخاب الگوریتم بهتر به طراحی معماری کنترل‌سازگار حاصل می‌گردد؛ معماری‌ای که در آن، مدل یادگیری ماشین صرفاً یکی از اجزای آن است و در کنار آن، لایه‌های حیاتی دیگری نظیر آماده‌سازی داده، تعیین آستانه‌های اطمینان، سازوکار ارجاع به انسان، ثبت حسابرسی‌پذیر و حاکمیت چرخه‌ی عمر مدل به صورت یک کلیت یکپارچه و هماهنگ نگریسته می‌شوند. این گذار حیاتی به طور عینی در شکل ۱، یعنی مدل نهایی پژوهش، صورت‌بندی شده است. شکل ۱ به وضوح نشان می‌دهد که چگونه می‌توان هوش مصنوعی را نه به عنوان یک جعبه‌ی سیاه آماری، بلکه به عنوان یک بازیگر کنترلی در محیط کنترل داخلی طراحی کرد. در پاسخ به پرسش فرعی نخست، مبنی بر سازه‌های مفهومی و اصول طراحی لازم برای تعریف مدل کنترل‌سازگار در فرآیندهای عملیاتی، مدل نهایی (شکل ۱) به روشنی نشان می‌دهد که چنین مدلی الزاماً چندلایه است. لایه‌های ورودی، پذیرش و پیش‌پردازش کنترل‌همسو، داده‌های عملیاتی و فراداده‌های کنترلی را از همان ابتدا با منطق کنترل داخلی تلفیق می‌کنند؛ منشأ داده، ساختار کدینگ، مراکز هزینه و سیاست‌های کنترلی به صورت صریح در این لایه‌ها ثبت و استاندارد می‌شوند. هسته‌ی مدل هوش مصنوعی، در لایه‌ی Control-Compatible ML Core، به جای آنکه صرفاً بر اساس معیارهای آماری بهینه‌سازی شود، تحت قیود کنترلی تعریف‌شده در شکل ۱ (مانند فهرست تصمیمات ممنوع، قواعد غالب و برچسب‌های ریسکی) عمل می‌کند. لایه‌ی آستانه‌های اطمینان و شاخه‌بندی تصمیم، سه وضعیت متمایز را برای تصمیم‌گیری ترسیم می‌کند: خودکارسازی کامل در ناحیه‌ی اطمینان بالا، سازوکار Human-in-the-loop در ناحیه‌ی میانی، و بازگشت به فرآیند دستی در ناحیه‌ی کم‌اطمینان یا پرریسک. به این ترتیب، مفاهیمی چون توضیح‌پذیری مسیری، لاگینگ حسابرسی‌پذیر، تفکیک نقش انسان و ماشین و حاکمیت مدل که در مبانی نظری به صورت انتزاعی تعریف شدند، در شکل ۱ در قالب لایه‌های مشخص و ارتباطات علّی میان آن‌ها عینیت یافته و بدین‌سان، بدنه‌ی مفهومی لازم برای پاسخ به این پرسش را در سطح طراحی عملیاتی فراهم می‌آورند. پرسش فرعی دوم ناظر بر سازمان‌دهی یک معماری مرجع برای استقرار مدل‌های کنترل‌سازگار بود. شکل ۱ پاسخی صریح به این پرسش ارائه می‌کند: معماری مرجع باید حداقل سه زنجیره‌ی به‌هم‌پیوسته را پوشش دهد. زنجیره‌ی نخست، از لایه‌ی ورودی تا هسته‌ی ML، وظیفه دارد داده را از منظر کیفیت، استانداردسازی و قابلیت اتکا با منطق کنترل داخلی هم‌سو کند. زنجیره‌ی دوم، شامل هسته‌ی ML، آستانه‌های اطمینان و جریان ارجاع به انسان، محل ترجمه‌ی ریسک‌پذیری سازمان به قواعد اجرایی است؛ جایی که میزان اعتماد به تصمیم خودکار نه بر اساس سلیقه‌ی فنی، بلکه بر اساس سیاست‌های کنترلی و اهمّیت مالی تصمیم کالیبره می‌شود. زنجیره‌ی سوم، شامل لایه‌ی لاگینگ و لایه‌ی حاکمیت و نظارت، محیطی را فراهم می‌آورد که در آن هر تصمیم مدل به عنوان رویداد قابل حسابرسی مستند می‌شود و خود مدل به عنوان یک موضوع کنترل تحت پایش و بازآموزی قرار می‌گیرد. به بیان دیگر، شکل ۱ معماری مرجعی را نشان می‌دهد که در آن هوش مصنوعی نه در حاشیه، بلکه در متن معماری کنترل داخلی جای گرفته و تمام لایه‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

که این هم‌نشینی پایدار و قابل‌اتکا باشد. در ارتباط با پرسش فرعی سوم، یعنی کارکرد تجربی این چارچوب در یک سناریوی واقعی–شبه‌واقعی از حیث کارایی و کنترل داخلی، مدل ارائه‌شده در شکل ۱ خود، منطق ارزیابی را نیز درون معماری تعبیه کرده است. لایه‌ی پیامدها در شکل ۱ دو دسته خروجی را به طور هم‌زمان هدف می‌گیرد: پیامدهای عملکردی (کاهش زمان پردازش، کاهش خطا، کاهش بار کاری تکراری انسان) و پیامدهای کنترلی–اطمینان‌بخشی (افزایش پوشش لاگ، تقویت تفکیک وظایف، افزایش قابلیت اتکای حسابرس). طراحی آگاهانه‌ی مسیرهای سه‌گانه‌ی تصمیم (خودکار، مشروط به بازبینی، و دستی) اجازه می‌دهد که در ارزیابی شبه‌تجربی مبتنی بر داده‌های تاریخی، سناریوهای مختلف ترکیب کارایی–کنترل آزمون شوند. تحلیل انتقادی چنین ارزیابی‌ای، همان‌گونه که در متن بحث شد، نشان می‌دهد که دست‌یابی به ربع کارایی بالا – کنترل بالا تنها زمانی ممکن است که سازمان از وسوسه‌ی حداکثرسازی مطلق اتوماسیون چشم بپوشد و در عوض، آستانه‌ها و قواعد جریان کار را مطابق اصول طراحی مندرج در شکل ۱ تنظیم کند. به محض آنکه آستانه‌ها بیش از حد سهل‌گیرانه شوند، شاخص‌های کارایی شاید بهبود یابد، اما شاخص‌های کنترلی (مانند قابلیت بازسازی تراکنشی و شفافیت مسئولیت) به طور معناداری افت خواهد کرد و اتکاپذیری صورت‌های مالی آسیب خواهد دید. از منظر نظری، ادغام مدل شکل ۱ در نتیجه‌گیری امکان صورت‌بندی دقیق‌تری از مشارکت مقاله فراهم می‌کند. این مطالعه نشان می‌دهد که ادبیات هوش مصنوعی در حسابداری، ادبیات کنترل داخلی و حسابرسی سیستم‌های اطلاعاتی، و ادبیات هوش مصنوعی توضیح‌پذیر، هر سه به تنهایی برای پاسخ‌گویی به مسئله‌ی هوش مصنوعی مجری فرآیند ناکافی هستند و تنها در چارچوب یک معماری مشترک، آن‌گونه که در شکل ۱ ترسیم شده می‌توانند زبان مشترکی برای طراحی، استقرار و حسابرسی مدل‌های هوش مصنوعی تولید کنند. معیارهایی نظیر دقت پیش‌بینی، اگرچه لازم هستند، اما در این معماری با معیارهایی مانند بازسازی‌پذیری، وضوح مرز انسان–ماشین و کیفیت شواهد حسابرسی هم‌تراز می‌شوند. بدین‌ترتیب، پژوهش حاضر گام روشنی در جهت جابه‌جایی سؤال غالب از آیا هوش مصنوعی در حسابداری مفید است؟ به هوش مصنوعی کنترل‌سازگار چگونه باید طراحی، حکمرانی و حسابرسی شود؟ برمی‌دارد. از منظر کاربردی، مدل شکل ۱ می‌تواند به عنوان نقشه‌ی راه برای مدیران مالی، کنترل‌گران، حسابرسان داخلی و برون‌سازمانی و همچنین طراحان سامانه‌های اطلاعات حسابداری مورد استفاده قرار گیرد. این مدل معیارهای ارزیابی و انتخاب سامانه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی را از سطح شعارهای کلی کارایی به سطح شاخص‌های عینی کنترل‌سازگاری ارتقا می‌دهد: آیا سامانه، لاگینگ حسابرسی‌پذیر در سطح تراکنش دارد؟ آیا مسیر تصمیم و نسخه‌ی مدل برای هر مورد قابل بازسازی است؟ آیا سازوکار human-in-the-loop در ناحیه‌ی اطمینان میانی به صورت روشن تعریف شده است؟ آیا حاکمیت چرخه‌ی عمر مدل در قالب پایش درِفت و بازآموزی مستمر طراحی شده است؟ پاسخ این پرسش‌ها، بر مبنای معماری شکل ۱، می‌تواند مبنای مذاکرات خرید، پیاده‌سازی و حتی تدوین قراردادهای سطح خدمت با عرضه‌کنندگان فناوری قرار گیرد. با وجود این، مدل پیشنهادی و نتایج مبتنی بر آن، محدودیت‌هایی نیز دارد که افق پژوهش‌های آینده را ترسیم می‌کند. تمرکز شکل ۱ بر فرآیندهای پرتراکنش و نسبتاً قاعده‌محور، نظیر حساب‌های پرداختنی و تطبیق بانکی انتخابی آگاهانه برای آزمون نخست معماری بوده است؛ تعمیم آن به حوزه‌های قضاوت‌محورتر مانند شناخت درآمد، ذخایر برآوردی یا اندازه‌گیری ارزش منصفانه مستلزم پالایش بیشتر سازوکارهای اطمینان، توضیح‌پذیری و بازبینی انسانی است. همچنین، ارزیابی شبه‌تجربی مبتنی بر داده‌های تاریخی که در طراحی پژوهش پیش‌بینی شده است، جای مطالعه‌ی طولی رفتار سازمان در مواجهه با هوش مصنوعی، تغییر تدریجی مرز نقش‌ها میان انسان و ماشین و پایداری سازوکارهای حاکمیتی را نمی‌گیرد. پژوهش‌های آینده می‌توانند با استقرار نسخه‌های متنوعی از معماری شکل ۱ در سازمان‌ها و نظام‌های نظارتی مختلف، به آزمون تطبیقی مدل و استخراج الگوهای تعمیم‌پذیرتر بپردازند. در جمع‌بندی نهایی، می‌توان اظهار داشت که مدل نهایی مقاله، آن‌گونه که در شکل ۱ تجسم یافته پاسخ

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

عملیاتی و قابل‌حسابرسی به این پرسش بنیادین است که چگونه می‌توان هوش مصنوعی را در بافت فرآیندها و کنترل‌های حسابداری چنان تنید که نه‌تنها چرخه‌ی عملیات مالی را سریع‌تر و کم‌خطاتر کند، بلکه شفافیت، ردیابی‌پذیری و پاسخ‌گویی را نیز در سطحی بالاتر نهادینه سازد. این مدل، هوش مصنوعی را از یک جعبه‌ی سیاه به جزئی از معماری کنترل داخلی تبدیل می‌کند و نشان می‌دهد که آینده‌ی هوش مصنوعی در حسابداری، نه در اتوماسیون بی‌مهار، بلکه در طراحی معماری‌هایی است که از ابتدا برای کنترل‌سازگار بودن ساخته شده‌اند.

منابع

- ✓ Abba, S. S., Olaniyi, O. M., & Oladoyinbo, O. B. (2025). AI-driven automation of cybersecurity certification processes: Evaluating efficiency, transparency and risk mitigation in digital governance systems. Journal of Digital Governance Systems. Retrieved from
- ✓ Akhtar, M. A. K., Kumar, M., & Nayyar, A. (2024). Transparency and accountability in explainable AI: Best practices. In Socially Responsible Explainable AI (pp. 71–95). Springer. https:--doi.org-10.1007-978-3-031-66489-2_5
- ✓ Alaali, H. (2025). DFAS doctrine compendium: Philosophical, strategic, and systemic frameworks for AI governance and algorithmic control. SSRN.
- ✓ Al-Obaidy, F. H. (2024). Developing an accounting information system based on artificial intelligence to improve the quality of accounting information and the decision-making process. Academia Open, 9(3).
- ✓ Al-Omush, A., Almasarwah, A., & Al-Wreikat, A. (2025). Artificial intelligence in financial auditing: Redefining accuracy and transparency in assurance services. EDPACS. Taylor & Francis. https:--doi.org-10.1080-07366981.2025.2459490
- ✓ Ansari, A., Valipour, H., & Salehi, H. (2025). The impact of artificial intelligence algorithms on financial fraud detection and prevention: The moderating role of internal control systems. Iranian Journal of Finance and Managerial Accounting
- ✓ Ashraf, M. (2025). Does automation improve financial reporting? Evidence from internal controls. Review of Accounting Studies, Springer. https:--doi.org-10.1007-s11142-024-09822-y
- ✓ Askary, S., Abu-Ghazaleh, N., & Tahat, Y. A. (2018). Artificial intelligence and reliability of accounting information. In Proceedings of the International Conference on e-Business, e-Services, and e-Society (pp. 303–312). Springer. https:--doi.org-10.1007-978-3-030-02131-3_28
- ✓ Bamigbade, O., Adeshina, Y. T., & Kemisola, K. (2024). Ethical and explainable AI in data science for transparent decision-making across critical business operations. International Journal of Engineering Technology Research & Management.
- ✓ Bavaresco, R. S., Nesi, L. C., & Barbosa, J. L. V. (2023). Machine learning-based automation of accounting services: An exploratory case study. Journal of Accounting Information Systems, 34(1), 12–25. https:--doi.org-10.1016-j.accinf.2023.100686
- ✓ Cen, S. H., & Alur, R. (2024). From transparency to accountability and back: A discussion of access and evidence in AI auditing. In Proceedings of the 4th ACM Conference on Equity and Access in Algorithms, Mechanisms, and Optimization. ACM. https:--doi.org-10.1145-3689904.3694711
- ✓ Duan, H. K., & Vasarhelyi, M. A. (2025). Integrating process mining and machine learning for advanced internal control evaluation in auditing. Journal of Information Systems, 39(1), 55–78. https:--doi.org-10.2308-isys-2024-004

- ✓ Faccia, A. (2025). Prompting autonomous agents and LLMs in energy operations: Efficiency gains or hidden liabilities? Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference.
- ✓ Ghafar, I., & Perwitasari, W. (2024). The role of artificial intelligence in enhancing global internal audit efficiency: An analysis. Asian Journal of Logistics Management, 16(2), 111–129
- ✓ Ikponmwoba, S. O., Chima, O. K., Ezeilo, O. J., & Ojonugwa, B. M. (2020). Conceptual framework for improving bank reconciliation accuracy using intelligent audit controls. ResearchGate Working Paper. https:--www.researchgate.net-publication-392872557
- ✓ Jauhiainen, T. (2021). How should corporate governance structures and mechanisms be created to comprise AI-based accounting and its auditing in the future? University of Helsinki Repository
- ✓ Jauhiainen, T., & Lehner, O. M. (2022). Good governance of AI and big data processes in accounting and auditing. In Artificial Intelligence in Accounting (pp. 145–168). Routledge.
- ✓ Jiang, Y. R. (2025). Interactive and dynamic internal controls for data security: A GenAI-enabled framework and design-science evaluation. SSRN.
- ✓ Johri, A. (2025). Impact of artificial intelligence on the performance and quality of accounting information systems and accuracy of financial data reporting. Accounting Forum, 49(1), 15–32. https:--doi.org-10.1080-01559982.2025.2451004
- ✓ Joshi, R. (2025). Human-in-the-loop AI in financial services: Data engineering that enables judgment at scale. Journal of Computer Science and Technology Studies
- ✓ Khan, M. N. I., & Rabbi, M. S. (2024). Cybercrime and contractual liability: A systematic review of legal precedents and risk mitigation frameworks. American Journal of Advanced Theoretical and Empirical Studies.
- ✓ Kreiterling, C. (2025). Design principles for explainable AI in finance: A multi-stakeholder framework. HAL Open Science.
- ✓ Mirishli, S., Schreyer, M., & Hemati, H. (2025). From periodic audits to continuous assurance: Leveraging AI for real-time risk detection and compliance. Journal of Digital Accounting and Assurance
- ✓ Nicolau, A. (2023). The impact of AI on internal audit and accounting practices. Internal Auditing & Risk Management, 67(2), 35–49.
- ✓ Oduleye, T. E., & Medon, J. J. (2025). A data-driven cost management model for improving strategic financial planning and performance evaluation. All Multidisciplinary Journal.
- ✓ Ogedengbe, A. O., Friday, S. C., & Jejeniwa, T. O. (2023). A predictive compliance analytics framework using AI and business intelligence for early risk detection. ResearchGate.
- ✓ Oko-Odion, C., & Udoh, O. R. (2024). Leveraging technology in internal audit processes for streamlined management and risk oversight. Journal of Accounting and Governance, 12(4), 211–228. https:--www.researchgate.net-publication-387368809
- ✓ Olawore, S. O., Okoli, C., & Abimbola, O. (2025). AI-driven cybersecurity governance in financial services: Enhancing ethical auditing, automated compliance monitoring and explainable AI for stakeholder trust. ResearchGate
- ✓ Onyenahazi, O. B. (2025). Integrating artificial intelligence in financial auditing to enhance accuracy, efficiency and regulatory compliance outcomes. ResearchGate.
- ✓ Qatawneh, A. M. (2025). The role of artificial intelligence in auditing and fraud detection in accounting information systems: Moderating role of natural language processing. International Journal of Organizational Analysis, Emerald. https:--doi.org-10.1108-IJOA-03-2024-4389

- ✓ Raji, I. D., Smart, A., White, R. N., & Mitchell, M. (2020). Closing the AI accountability gap: Defining an end-to-end framework for internal algorithmic auditing. In Proceedings of the 2020 Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (pp. 33–44). ACM. https:--doi.org-10.1145-3351095.3372873
- ✓ Rosário, A. T. (2024). How artificial intelligence can help accounting in information management. In Artificial intelligence approaches to sustainable accounting (pp. 145–163). IGI Global. https:--doi.org-10.4018-978-1-6684-9008-5.ch008
- ✓ Singh, K., Bojilova, M., & Besta, P. (2025). Implementing AI in auditing in organizations. Journal of Accounting and Management Information Systems, 24(3), 145–163
- ✓ Stratopoulos, T. C., & Wang, V. X. (2025). Artificial intelligence and accounting research: A framework and agenda. International Journal of Accounting Information Systems. Elsevier
- ✓ Wang, M., Zhang, X., & Han, X. (2025). AI-driven systems for improving accounting accuracy, fraud detection and financial transparency. Frontiers in Artificial Intelligence Research
- ✓ Weinberg, A. I., & Faccia, A. (2025). Machine learning for triple-entry accounting: Enhancing transparency and oversight. Journal of Risk and Financial Management, 18(9), 525. https:--doi.org-10.3390-jrfm18090525
- ✓ Xu, J. (2025). Advancing continuous monitoring and auditing: Integrating emerging technologies for enhanced business risk management and financial integrity. ProQuest Dissertations Publishing.