



A Strategic Framework for Smart Oversight Based on Machine Learning in Urban Management in Iran: A Grounded Theory Approach (Case Study: Tehran Municipality)

Bahare Pouryamini^{1*} | Alireza Jalinous²

1. Corresponding Author, PhD Student in Urban Planning, Faculty of Social Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. Email: bahar.pouryamini@gmail.com

2. PhD Student in Information and Communication Technology Management, Faculty of Administrative and Economic Sciences, University of Ferdowsi Mashhad, Iran. Email: Alireza.jalinous@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article History:
Received 28 November 2025
Revised 29 December 2025
Accepted 28 February 2026
Published Online 01 June 2026

Keywords:
Intelligent Monitoring,
Machine Learning,
Administrative Integrity,
Urban Management,
Grounded Theory,
Smart.

ABSTRACT

The increasing complexity of administrative processes and the expansion of organizational data have highlighted the need for intelligent and data-driven monitoring in urban management. This study aimed to design a contextual model of intelligent monitoring for Tehran Municipality using a grounded theory approach. Data were collected through semi-structured interviews with 12 experts in urban management, administrative supervision, information technology, and data governance and analyzed through open, axial, and selective coding. The findings identified three main categories influencing intelligent monitoring: causal conditions, contextual conditions, and intervening factors. Four key strategies were also extracted, including the development of AI infrastructure, human empowerment, intelligent policymaking, and machine learning-based monitoring indicators. The results indicate that intelligent monitoring can enhance transparency, reduce corruption and administrative deviations, improve data-driven decision-making, and strengthen public trust in urban management. The proposed model provides a practical framework for implementing intelligent monitoring in municipalities.

Cite this article: Pouryamini, B. & Jalinous, A. (2026). A Strategic Framework for Smart Oversight Based on Machine Learning in Urban Management in Iran: A Grounded Theory Approach (Case Study: Tehran Municipality). *Urban Development Policy Making*, 3 (2), 263-281. DOI: <http://doi.org/10.22034/judpm.2026.562470.1076>



© Bahare Pouryamini, Alireza Jalinous
DOI: <http://doi.org/10.22034/judpm.2026.562470.1076>

Introduction

The rapid development of digital technologies, artificial intelligence, and machine learning has transformed governance and monitoring systems in public organizations. Municipalities, as complex urban institutions, increasingly require intelligent and data-driven monitoring mechanisms to improve transparency, accountability, and administrative integrity. Despite the growing global interest in smart governance, there remains a lack of localized and context-sensitive frameworks for implementing intelligent monitoring in Iranian urban management. Therefore, this study seeks to develop a grounded and context-specific model of intelligent monitoring for Tehran Municipality.

Materials and Methods

This study employed a qualitative research design using the grounded theory approach. Participants were selected through purposive and theoretical sampling and included 12 experts in urban management, administrative supervision, information technology, artificial intelligence, and data governance. Data were collected through semi-structured interviews and analyzed using open, axial, and selective coding procedures. Sampling continued until theoretical saturation was achieved.

Results

The findings showed that intelligent monitoring in Tehran Municipality is influenced by three main dimensions: causal conditions, contextual conditions, and intervening factors. Technical deficiencies, institutional pressures, and limitations of traditional monitoring were identified as key causal conditions. Data infrastructure, digital maturity, and governance policies formed the contextual conditions, while organizational resistance, technical limitations, algorithmic bias, and privacy concerns acted as intervening factors. The study also identified four main strategies, including AI infrastructure development, human empowerment, intelligent policymaking, and machine learning-based monitoring indicators. These strategies can improve transparency, reduce corruption, strengthen data-driven decision-making, and enhance public trust

Discussion and Conclusion

The findings emphasize the importance of intelligent and data-driven monitoring systems in improving transparency and administrative integrity in municipalities. The study indicates that successful implementation depends not only on technological infrastructure but also on organizational culture, human capacity, and supportive governance policies. The proposed model provides a practical and context-sensitive framework for implementing intelligent monitoring in urban management. Despite its practical contributions, the study is limited to a qualitative and context-specific approach. Future studies are recommended to validate the model in other municipalities using quantitative or mixed-method approaches.



چارچوب راهبردی نظارت هوشمند مبتنی بر یادگیری ماشین در مدیریت شهری ایران؛ رویکرد نظریه زمینه‌ای (مطالعه موردی: شهرداری تهران)

بهاره پوریمینی^{۱*} | علیرضا جالینوس^۲

۱. نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری شهرسازی، دانشکده علوم اجتماعی علامه طباطبائی، ایران. رایانامه: bahar.pouryamini@gmail.com
۲. دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات، دانشکده علوم اداری و اقتصادی فردوسی مشهد، ایران. رایانامه: Alireza.jalinous@gmail.com

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۰۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۰/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۰۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۳/۱۱

کلیدواژه:

نظارت هوشمند،

یادگیری ماشین،

حکمرانی داده‌محور،

رویکرد نظریه زمینه‌ای،

مدیریت شهری،

شفافیت و مقابله با فساد.

در سال‌های اخیر، پیچیدگی فرایندهای اداری و گسترش داده‌ها، نیاز به استقرار نظارت هوشمند و داده‌محور در مدیریت شهری را افزایش داده است. پژوهش حاضر با هدف طراحی یک مدل بومی نظارت هوشمند برای شهرداری تهران انجام شد. این مطالعه از رویکرد کیفی نظریه زمینه‌ای برای شناسایی شرایط، راهبردها و پیامدهای استقرار نظارت هوشمند بهره گرفت. داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱۲ نفر از مدیران شهری، کارشناسان نظارت و سلامت اداری، متخصصان فناوری اطلاعات و خبرگان حکمرانی داده جمع‌آوری و با استفاده از کدگذاری باز، محوری و انتخابی تحلیل شدند. یافته‌ها نشان داد استقرار نظارت هوشمند تحت تأثیر سه دسته عامل قرار دارد: شرایط علی (نارسایی‌های فنی، انگیزه‌های نهادی و فرایندی)، شرایط زمینه‌ای (زیرساخت داده، بلوغ دیجیتال و سیاست‌های کلان حکمرانی هوشمند) و عوامل مداخله‌گر (مقاومت سازمانی، محدودیت‌های فنی، سوگیری الگوریتمی و چالش‌های حریم خصوصی). بر اساس این یافته‌ها، چهار راهبرد کلیدی شامل توسعه زیرساخت داده و هوش مصنوعی، توانمندسازی انسانی و فرهنگی، تنظیم‌گری و سیاستگذاری هوشمند، و طراحی شاخص‌ها و هشدارهای مبتنی بر یادگیری ماشین شناسایی شد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد تحقق نظارت هوشمند، در صورت هم‌زمانی پیش‌نیازهای فنی، نهادی و فرهنگی، می‌تواند به افزایش شفافیت، کاهش انحرافات و فساد، ارتقای تصمیم‌گیری داده‌بنیاد و تقویت اعتماد عمومی در مدیریت شهری منجر شود. مدل ارائه‌شده می‌تواند به عنوان چارچوبی سیاستگذارانه و اجرایی برای استقرار نظارت هوشمند در شهرداری‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

استناد: پوریمینی، بهاره و جالینوس، علیرضا (۱۴۰۵). چارچوب راهبردی نظارت هوشمند مبتنی بر یادگیری ماشین در مدیریت شهری ایران؛ رویکرد نظریه زمینه‌ای (مطالعه موردی: شهرداری تهران). *سیاستگذاری پیشرفت شهری*، ۳ (۲) ۲۶۳-۲۸۱.

DOI: <http://doi.org/10.22034/judpm.2026.562470.1076>

© بهاره پوریمینی، علیرضا جالینوس

DOI: <http://doi.org/10.22034/judpm.2026.562470.1076>



مقدمه

در دهه اخیر، گسترش شتابان فناوری‌های دیجیتال و هوش مصنوعی^۱، الگوهای اداره و نظارت در سازمان‌های عمومی و مدیریت شهری را به طور معناداری دگرگون کرده است. در این چارچوب، نهادهای دولتی و شهرداری‌ها به صورت فزاینده‌ای به سمت بهره‌گیری از حکمرانی هوشمند^۲ حرکت کرده‌اند؛ الگویی که با اتکا بر داده، فناوری‌های یادگیری ماشین و سامانه‌های تحلیلی، در پی ارتقای کارآمدی فرایندهای اداری، افزایش شفافیت و تقویت پاسخ‌گویی نهادی است [۱]. در چنین بستری، سلامت اداری نه تنها به عنوان یک ارزش هنجاری، بلکه به مثابه یک مؤلفه نهادی تعیین‌کننده در کارآمدی مدیریت شهری و اعتماد عمومی مطرح می‌شود. هرچند سلامت اداری به طور سنتی از طریق سازوکارهای مبتنی بر بازرسی انسانی و نظارت‌های پسینی دنبال شده است، اما افزایش حجم داده‌های سازمانی، پیچیدگی روابط درون‌سازمانی و گسترش شبکه‌های کاری، کارایی این شیوه‌ها را با محدودیت مواجه ساخته و ضرورت گذار به نظام‌های نظارت هوشمند و داده‌محور را برجسته کرده است. بر این اساس، هدف پژوهش حاضر طراحی یک مدل نظری نظارت هوشمند در نهادهای شهری است که با بهره‌گیری از یادگیری ماشین، امکان پایش نظام‌مند رفتار کارکنان، شناسایی الگوهای ناهنجار، تحلیل شبکه روابط سازمانی و پیش‌بینی روندهای بالقوه تخلف را برای نهادهای نظارتی فراهم آورد. تحقق این هدف مستلزم تبیین دقیق مبانی نظری هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و حکمرانی هوشمند در بستر مدیریت شهری است.

مفهوم حکمرانی هوشمند و ارتباط آن با سلامت اداری

حکمرانی هوشمند به بهره‌گیری نظام‌مند از فناوری‌های نوین اطلاعات و ارتباطات، به‌ویژه فناوری‌های دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی، در فرایندهای مدیریت و اداره عمومی گفته می‌شود؛ رویکردی که با هدف ارتقای کارایی نهادی، افزایش پاسخ‌گویی و تقویت شفافیت در نظام اداری به کار گرفته می‌شود. در این چارچوب، حکمرانی هوشمند بستر لازم برای سیاستگذاری مبتنی بر داده، ارائه خدمات عمومی در زمان واقعی^۳، توسعه حکمرانی مشارکتی، توانمندسازی شهروندان و تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد^۴ را فراهم می‌آورد [۲]. هدف محوری حکمرانی هوشمند، بازطراحی و تحول ساختارهای اداری بخش عمومی از طریق ادغام فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات در فرایندهای تصمیم‌گیری و ارائه خدمات است؛ به گونه‌ای که کارایی و اثربخشی خدمات عمومی افزایش یابد و پاسخ‌گویی به نیازهای شهروندان با سرعت و دقت بیشتری صورت گیرد. این رویکرد با تأکید بر حکمرانی مشارکتی، شفاف و نتیجه‌محور، نقش مهمی در شکل‌گیری شهرهای هوشمند ایفا می‌کند و از ظرفیت‌های فناوری برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان بهره می‌برد [۳].

کاربرد هوش مصنوعی در سلامت اداری

همانند مفهوم فساد که همواره موضوع مناقشه‌های نظری بوده است، «هوش مصنوعی» نیز به عنوان یک اصطلاح چتری^۵ شناخته می‌شود که مجموعه‌ای متنوع از مفاهیم، تکنیک‌ها و کارکردها را در بر می‌گیرد. در حالی که فساد به دلیل ماهیت پنهان خود، دامنه‌ای گسترده از رفتارها و رویه‌ها را شامل می‌شود که ذیل تعریف کلی «سوءاستفاده از قدرت واگذار شده برای منافع شخصی» قرار می‌گیرند، هوش مصنوعی ناظر بر طیفی از روش‌ها و قابلیت‌های فناورانه است؛ از جمله اثبات قضایا^۶، شبکه‌های بی‌زی^۷، داده‌کاوی^۸، یادگیری ماشین و یادگیری عمیق^۹ و نیز کارکردهایی نظیر بازنمایی دانش، برنامه‌ریزی، استدلال، پردازش زبان طبیعی، پردازش تصویر [۴].

1. Artificial Intelligence
2. Smart Governance
3. Real-time Service Delivery
4. Evidence-based Decision Making
5. Umbrella Term
6. Theorem Proving
7. Bayesian Networks
8. Data Mining
9. Deep Learning

در پژوهش‌های هنوز نوظا درباره کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت اداری و مبارزه با فساد، آنچه این فناوری را از فناوری‌های کلاسیک، ایستا و صرفاً ارتباطی متمایز می‌سازد، توانایی آن در کنش مستقل و خودکار است؛ قابلیت‌هایی که می‌تواند بسته به نوع طراحی و سطح تنظیم‌گری، با نظارت انسانی یا بدون آن عمل کند و الگوهای نظارتی سنتی را به طور بنیادین متحول سازد [۵]. هوش مصنوعی و یادگیری ماشین از ظرفیت بالایی برای شناسایی الگوهای پیچیده، غیرخطی و غیرمستقیم فساد برخوردارند؛ الگوهایی که معمولاً از طریق روش‌های نظارتی سنتی قابل تشخیص نیستند. در این زمینه، پرکاربردترین رویکردها شامل استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای پیش‌بینی رفتارهای غیرعادی، مدل‌های شبکه‌های عصبی برای مدل‌سازی روابط پیچیده میان متغیرها، روش‌های پردازش زبان طبیعی^۱ برای تحلیل اسناد، قراردادها و متون اداری، و تحلیل شبکه‌ای^۲ برای شناسایی الگوهای تباری، روابط غیرشفاف میان نهادها و پیمانکاران و نیز تحلیل ویژگی‌ها و ساختار شبکه‌های سازمانی است [۶].

سیستم‌های هوش مصنوعی مبتنی بر کلان‌داده، نوآوری‌های معناداری در عملیات و حکمرانی دولتی ایجاد کرده‌اند و امکان خودکارسازی بخشی از فرایندهای تصمیم‌گیری، بهینه‌سازی تخصیص منابع و ارتقای کیفیت ارائه خدمات عمومی را فراهم ساخته‌اند. در این میان، بهره‌گیری از زیرساخت‌های مبتنی بر رایانش ابری به دولت‌ها این امکان را می‌دهد که به منابع محاسباتی مقیاس‌پذیر دسترسی داشته باشند، حجم گسترده‌ای از داده‌ها را ذخیره و پردازش کنند و از ظرفیت تحلیلی هوش مصنوعی برای استخراج بینش‌های عملی و قابل استفاده در سیاست‌گذاری بهره بگیرند [۷].

از منظر سلامت اداری، تحلیل داده‌های اداری توسط سامانه‌های هوش مصنوعی می‌تواند به نهادهای نظارتی در شناسایی ناهنجاری‌ها، کشف تخلفات بالقوه و آشکارسازی روابط غیرشفاف میان کارکنان و واحدهای سازمانی کمک کند. بر این اساس، سلامت اداری فقط به معنای فقدان فساد تلقی نمی‌شود، بلکه به عنوان یک نظام داده‌محور مبتنی بر شفافیت، پاسخ‌گویی و هدایت رفتار اخلاقی کارکنان قابل بازتعریف است.

در محیط‌های کاری، سامانه‌های نظارت و پایش مبتنی بر هوش مصنوعی به منظور تضمین رعایت استانداردها و الزامات قانونی به کار گرفته می‌شوند؛ سامانه‌هایی که به طور غیرمستقیم بر کیفیت، کارایی و سطح استاندارد ارائه خدمات عمومی اثرگذارند [۸]. همچنین، سازمان‌های بخش عمومی از هوش مصنوعی برای مدیریت فرایندهای اداری نظیر صدور مجوزها، ثبت‌نام و مستندسازی استفاده می‌کنند؛ فرایندهایی که در شیوه‌های سنتی غالباً زمان‌بر و ناکارآمد هستند [۹]. یکی از ویژگی‌های کلیدی که نقش خدمت‌رسان و نظارتی هوش مصنوعی را تقویت می‌کند، توانایی آن در پردازش حجم عظیمی از داده‌ها به صورت بلادرنگ است؛ قابلیت‌هایی که به ارتقای دقت تصمیم‌گیری در سطوح مدیریتی و عملیاتی منجر می‌شود [۱۰].

پیشینه پژوهش

در حوزه کاربرد یادگیری ماشین برای مقابله با فساد اداری، طی سال‌های اخیر پژوهش‌های تجربی معناداری انجام شده است که بر ظرفیت این فناوری در شناسایی ریسک‌های فساد و ارتقای نظارت هوشمند تأکید دارند. برای نمونه، Nai و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای به بررسی کاربرد یادگیری ماشین و سیستم‌های توصیه‌گر در فرایندهای مناقصات عمومی پرداخته‌اند. هدف این پژوهش، شناسایی ویژگی‌های مناقصاتی مؤثر بر افزایش احتمال بروز شکایات‌های اداری و همچنین، توسعه یک سیستم توصیه‌گر برای پیشنهاد مناقصات مشابه به مناقصه‌گران بوده است. در این مطالعه، داده‌های باز حقوقی و مناقصات عمومی ایتالیا طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۲۲ مورد تحلیل قرار گرفت و با استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین، ویژگی‌های مناقصاتی مرتبط با بروز شکایات‌ها شناسایی شد. نتایج نشان داد این مدل‌ها توانایی پیش‌بینی الگوهای مناقصات پرخطر و احتمال بروز تخلفات اداری را دارند و سیستم توصیه‌گر توسعه‌یافته نیز امکان انتخاب آگاهانه‌تر و بهینه‌تر مناقصات را برای مناقصه‌گران فراهم می‌سازد. در مجموع، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد ترکیب تحلیل داده‌های مناقصات، یادگیری ماشین و سیستم‌های توصیه‌گر می‌تواند به افزایش شفافیت، کاهش تخلفات و تقویت نظارت هوشمند در مدیریت عمومی و شهری منجر شود [۱۱]. افزون بر این، مطالعات تجربی دیگر نشان داده‌اند مدل‌های یادگیری ماشین قادر هستند شاخص‌های پیش‌بینی‌کننده فساد را

از داده‌های مالی و عملیاتی سازمان‌های شهری استخراج کرده و از آن‌ها برای اولویت‌بندی فعالیت‌های پایشی استفاده کنند. در دهه اخیر، افزایش دسترسی به داده‌های عمومی و ارتقای ظرفیت‌های پردازش محاسباتی، امکان به‌کارگیری یادگیری ماشین در سیاستگذاری‌های ضد فساد را به طور جدی فراهم ساخته است. در این راستا، پژوهش‌هایی با تمرکز بر شهرداری‌های برزیل نشان می‌دهند چگونه می‌توان با بهره‌گیری از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، الگوهای فساد اداری را در سطح محلی شناسایی و پیش‌بینی کرد. هدف اصلی این مطالعات، طراحی ابزاری تجربی برای کمک به نهادهای نظارتی در تمرکز هدفمند منابع و مداخلات بر حوزه‌هایی بوده است که احتمال وقوع فساد در آن‌ها بالاتر است. در این رویکرد، به جای تمرکز صرف بر تحلیل رویدادهای گذشته، با اتخاذ منطق پیشگیرانه، نقشه‌ای از ریسک فساد در سطح محلی ارائه می‌شود. برای این منظور، از مدل «طبقه‌بندی گرادیان تقویتی مبتنی بر درخت تصمیم»^۱ استفاده شده است که در آن داده‌های بودجه‌ای شهرداری‌ها به عنوان متغیرهای پیش‌بین^۲ به کار رفته‌اند. این داده‌ها شامل گزارش‌های بودجه سالانه (درآمد و هزینه)، شاخص‌های اقتصادی و جمعیتی، داده‌های مرتبط با بازرسی‌ها و حسابرسی‌ها و شاخص‌های عملکرد مالی و انضباط بودجه‌ای است. در نهایت، مدل پیشنهادی با دقت بالایی توانست واحدهای شهری را به دو گروه «احتمال بالای فساد» و «احتمال پایین فساد» طبقه‌بندی کند؛ خروجی‌ای که قابلیت استفاده مستقیم در هدف‌گذاری و هوشمندسازی روندهای نظارتی را دارد [۱۲]. همچنین در مطالعه‌ای در مکزیک، پژوهشگران با توسعه الگوریتم هایپرفراست^۳، که در واقع یک ساختار جنگل تصادفی^۴ با سطوح تعاملی شبکه‌ای است، و با استفاده از ساختار شبکه‌ای معاملات دولتی در کنار مدل‌های سنتی یادگیری ماشین، توانستند قراردادهای با احتمال فساد را با دقت بالا شناسایی کنند. در این پژوهش، ویژگی‌هایی نظیر تعداد قراردادهای میان خریدار و فروشنده، میانگین مبلغ قراردادها، تکرار برنده شدن یک شرکت در مناقصات خاص، فاصله زمانی بین قراردادهای و ساختار شبکه‌ای روابط^۵ به عنوان متغیرهای کلیدی در مدل پیش‌بینی فساد تعریف شدند. نتایج پژوهش یادشده نشان داد روابط خریدار - فروشنده مهم‌ترین عامل پیش‌بینی‌کننده فساد بودند. در این زمینه، ویژگی‌های مرتبط با تمرکز بازار و تکرار روابط تجاری خاص بیشترین وزن را در مدل داشتند و نشان‌دهنده الگوهای شبکه‌ای فساد بودند که از روابط غیرمستقیم و غیرتصادفی میان برخی سازمان‌ها و پیمانکاران قابل شناسایی بودند. به طور خاص، ویژگی‌های رابطه‌ای میان خریدار و تأمین‌کننده (مانند تکرار تعامل‌ها و سلسله‌مراتب ارتباطات) پیش‌بینی‌کننده‌های مهم‌تری نسبت به متغیرهای صرفاً قراردادی بودند؛ این یافته‌ها بر اهمیت تحلیل شبکه و شاخص‌های رابطه‌ای در کنار ویژگی‌های قراردادی تأکید دارند [۱۳]. علاوه بر این، مرور نظام‌مند Santos dos همکاران (۲۰۲۵) نشان می‌دهد در بیشتر مطالعات از ابزار یادگیری ماشین برای تشخیص تبانی و کشف ناهنجاری‌ها استفاده شده است. با این حال، همچنان خلأهای عملیاتی مانند کمبود مجموعه داده‌های باز برای تکرارپذیری و عدم استقرار در سیستم‌های واقعی پابرجاست. این شواهد نشان می‌دهند اگرچه یادگیری ماشین ابزاری قدرتمند است، اما اجرای مؤثر آن به کیفیت داده، تحلیل شبکه‌ای و سازوکارهای پیوسته اعتبارسنجی و حسابرسی مدل نیاز دارد [۱۴].

در سال‌های اخیر، چندین پژوهش داخلی کاربرد یادگیری ماشین و هوش مصنوعی در کشف فساد، افزایش شفافیت و بهبود نظام‌های نظارتی در ساختارهای دولتی ایران را بررسی کرده‌اند. برای نمونه، برادران نصیری و راه‌پیما سرشکه (۱۴۰۱) با بهره‌گیری از شبکه عصبی مصنوعی، الگوی فساد اداری را در یک سازمان دولتی تحلیل کرده‌اند. نتایج پژوهش یادشده نشان می‌دهد روش‌های مبتنی بر یادگیری ماشین توانایی شناسایی مؤلفه‌ها و الگوهای مرتبط با فساد اداری را دارند [۱۵]. همچنین، ترابی و رجیبی فرجاد (۱۴۰۳) با ارائه نوعی مدل هوش مصنوعی پیشگوی بازرسی، نشان داده‌اند استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و تحلیل داده‌ها می‌تواند در کشف فساد و ارزیابی ریسک نقش مؤثری ایفا کند و فرایندهای نظارتی را از حالت واکنشی به رویکردی پیش‌دستانه سوق دهد [۱۶]. در همین راستا، گمار مکرپی و آمدی (۱۴۰۴) در مطالعه‌ای با تمرکز بر سازمان بازرسی کل کشور، نقش هوش مصنوعی را در شفاف‌سازی و پیشگیری از فساد اداری بررسی کرده و بر اهمیت ابزارهای داده‌کاوی و تحلیلی در شناسایی

1. Tree-based, Gradient-boosted Classifier
2. Predictors
3. Hyper-Forest
4. Random Forest Ensemble
5. Network Features

الگوهای رفتاری غیرمعارف و نقاط آسیب‌پذیر سازمانی تأکید کرده‌اند [۱۷]. نتایج پژوهش عابدزاده و همکاران نیز نشان می‌دهد به‌کارگیری هوش مصنوعی می‌تواند آثار معناداری در کاهش فرار مالیاتی، افزایش سرعت و بهره‌وری سازمانی، کاهش ارتشاه، ارتقای شفافیت و تقویت تصمیم‌گیری‌های بی‌طرفانه داشته باشد. این مطالعه هوش مصنوعی را به عنوان ابزاری توانمند برای اصلاح سازوکارهای نظارتی و افزایش سلامت اداری در بخش عمومی معرفی می‌کند [۱۸]. علاوه بر این، عابدزاده و همکاران (۱۴۰۴) با بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه انتظامی و مدیریت شهری، نشان می‌دهند این فناوری در پیش‌بینی جرایم، شناسایی الگوهای رفتاری پرخطر و بهبود نظارت هوشمند نقش مؤثری دارد. یافته‌های این پژوهش بیانگر آن است که الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌توانند با تحلیل داده‌های گسترده، به تصمیم‌گیری هدفمندتر و تخصیص بهینه منابع کمک کنند؛ هرچند چالش‌هایی نظیر حریم خصوصی، دقت الگوریتم‌ها و نیاز به زیرساخت‌های مناسب همچنان پابرجاست [۱۹].

جدول ۱. خلاصه پیشینه پژوهش

منبع	نکات کلیدی	یافته‌های کلیدی	داده و روش	دامنه و هدف
[۱۲]	تعیین شاخص‌های مالی و روند تخصیص بودجه در لایه پیش‌بینی مدل؛ امکان استفاده از مدل‌های درختی تقویت‌شده برای اولویت‌بندی روند نظارت؛ اهمیت داده‌های تکمیلی مثل شبکه روابط	امکان شناسایی شهرهایی با احتمال بالای فساد؛ ویژگی‌های مالی و الگوهای تخصیص منابع، پیش‌بینی‌کننده‌های مهمی هستند.	مدل اصلی یک «درخت افزایشی تقویت‌شده» است برای پیش‌بینی احتمال وقوع شاخص‌های فساد	طراحی و اعتبارسنجی یک معیار پیش‌بینی مبتنی بر یادگیری ماشین برای حمایت از سیاستگذاری ضد فساد در سطح شهرداری‌های برزیل
[۱۳]	تأکید بر اهمیت افزودن تحلیل شبکه روابط (SNA) به ویژگی‌های تراکشی؛ علاوه بر متغیرهای مالی، «شاخص‌های رابطه‌ای» باید سرآمد معماری داده‌ای باشند.	عملکرد بالای مدل در شناسایی قراردادهای مشکوک؛ اهمیت بالاتر متغیرهای رابطه‌ای (مثلاً تکرار تعامل، تناوب برندگان) از ویژگی‌های صرفاً قراردادی	داده‌ها مجموعه بزرگی از قراردادهای عمومی (قیمت‌ها، بازیگران، تاریخ‌ها، نام خریدار و شاخص‌های تعامل)؛ روش اصلی یک مجموعه جنگل تصادفی	ارائه یک مدل عملیاتی برای شناسایی قراردادهای دولتی مشکوک به فساد در پایگاه داده مناقصات ملی مکزیک.
[۱۶]	تأکید بر لزوم گنجاندن ماژول NLP (برای تحلیل متون پرونده‌ها، گزارش‌ها، و شکایت‌های مردمی) در کنار ماژول‌های پیش‌بینی	ترکیب پردازش زبان طبیعی با ویژگی‌های ساختاری منقاصه عملکرد طبقه‌بندی را به طور معناداری افزایش می‌دهد.	پایگاه‌داده مناقصات عمومی، متون شکایت‌ها؛ روش‌ها شامل پردازش زبان طبیعی روی متن منقاصه و شکایات، و یادگیری نظارت‌شده برای طبقه‌بندی ریسک؛	بررسی کاربردهای ML در تشخیص پرونده‌های پرریسک در مناقصات و توسعه یک سامانه توصیه‌گر برای اولویت‌دهی و بررسی
[۲۰]	نیازمندی‌های نهادی و حکمرانی داده محلی و استانداردسازی داده در شهرداری‌ها قبل از استقرار مدل‌های ML؛ ضرورت مدیریت کیفیت داده	برای فسادهای خرد مدل‌های شاخص‌محور ساده‌تر اما برای فسادهای سازمان‌یافته تحلیل شبکه‌ای و روش‌های پیچیده‌تر به کار روند.	مروری مبتنی بر مطالعه موردی در چند کشور و تحلیل تطبیقی روش‌های آماری و ML.	مرور مفهومی و مقایسه‌ای از روش‌های داده‌کاوی و تحلیلی در کشف فساد در مناقصات عمومی
[۲۱]	قابل اجرا بودن مدل، وجود مکانیزم‌های اولویت‌بندی ریسک، پیش‌بینی فرایندهایی برای بازخورد انسانی و بازآموزی مدل	کاهش کار دستی برای بازرس‌ها و متمرکز کردن منابع روی پرونده‌های پرریسک	رویکرد ترکیبی «شاخص ریسک» + «مدل‌های پیش‌بینی	توسعه یک ابزار عملیاتی (VigIA) برای کمک به نهادهای نظارتی در اولویت‌بندی پرونده‌های مناقصه با ترکیب مدل‌های ML و شاخص‌های ریسک
[۱۴]	اهمیت انتشار و استانداردسازی مجموعه‌داده و آزمون میدانی	(الف) کمبود مجموعه‌داده‌های عمومی برای بازتولید نتایج، (ب) کمبود مطالعاتی که نتایج ML را در سیستم‌های عملیاتی استقرار دهند، و (ج) کمبود سنسج‌های طولی اثرگذار وجود دارد.	مرور نظام‌مند بیش از ۱۰۰ مقاله و دسته‌بندی مطالعات بر اساس متدولوژی (یادگیری ماشین، آماری، NLP، تحلیل شبکه) و نوع فساد مورد بررسی	مرور نظام‌مند از مطالعاتی که از روش‌های داده‌محور برای تشخیص تقلب و فساد در مناقصات عمومی استفاده کرده‌اند
[۲۲]	رعایت «ملاحظات اخلاقی و حکمرانی داده»؛ پیش‌از استقرار مدل‌های ML در شهرداری باید چارچوب‌های شفافیت، حقوقی و ظرفیت‌سازی فراهم شود.	کیفیت داده، ظرفیت نهادی، شفافیت الگوریتمی و پذیرش اجتماعی از پیش‌شرط‌های کلیدی هستند؛ AI می‌تواند «خطاها و سوگیری‌های قلی» را بازتولید کند	مرور اسناد، پروژه‌های موردی و گزارش‌های پیاده‌سازی از نهادهای چندملیتی و سازمان‌های بین‌المللی	گزارش تحلیلی - مروری درباره وضعیت کاربرد AI در کار ضد فساد و شناسایی فرصت‌ها و ریسک‌ها

مرور پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد به‌کارگیری یادگیری ماشین، تحلیل شبکه و سیستم‌های توصیه‌گر در حوزه نظارت و حکمرانی، به‌ویژه در مناقصات عمومی و فرایندهای تدارکات دولتی، به عنوان رویکردی نوین و رو به گسترش مطرح شده است. این مطالعات عمدتاً بر شناسایی الگوهای رفتاری غیرعادی، پیش‌بینی ریسک فساد یا شکایت و ارتقای شفافیت در چرخه خرید دولتی

تمرکز دارند. یافته‌ها بیانگر آن است که یادگیری ماشین و تحلیل شبکه قادر هستند روابط پیچیده خریدار - فروشنده، الگوهای تباری و رفتارهای غیرشفاف را شناسایی کنند و سیستم‌های توصیه‌گر نیز با تسهیل دسترسی به اطلاعات و پشتیبانی از تصمیم‌گیری، به بهینه‌سازی فرایندهای اداری کمک می‌کنند. با وجود این پیشرفت‌ها، بررسی ادبیات پژوهش نشان می‌دهد تا کنون مدلی بومی، یکپارچه و متناسب با الزامات مدیریت شهری ایران برای استقرار نظارت هوشمند مبتنی بر یادگیری ماشین ارائه نشده است؛ به‌ویژه در سطح شهرداری‌ها که از نظر ساختار سازمانی، تنوع مأموریت‌ها، پیچیدگی فرایندها و محدودیت‌های نهادی با ویژگی‌های متمایزی مواجه‌اند. این خلأ پژوهشی، ضرورت طراحی چارچوبی متناسب با شرایط واقعی مدیریت شهری را برجسته می‌سازد. در پاسخ به این شکاف، پژوهش حاضر با بهره‌گیری از رویکرد نظریه زمینه‌ای در صدد طراحی یک مدل نظارت هوشمند بومی برای شهرداری تهران است. در این راستا، با استخراج مفاهیم از داده‌های میدانی و مصاحبه‌های تخصصی، شرایط علی و زمینه‌ای، چالش‌ها و عوامل مداخله‌گر، راهبردها و پیامدهای نظارت هوشمند شناسایی می‌شوند. این رویکرد ضمن توجه به تفاوت‌های ساختاری، نهادی و فرهنگی شهرداری تهران، امکان توسعه مدلی متناسب با محدودیت‌های عملیاتی، سیاست‌های محلی و نیازهای خاص مدیریت شهری را فراهم می‌آورد و چارچوبی یکپارچه برای پیاده‌سازی نظارت هوشمند در این نهاد عمومی ارائه می‌دهد.

روش پژوهش

این پژوهش از روش نظریه‌پردازی زمینه‌ای به عنوان رویکرد اصلی تحلیل داده‌ها بهره گرفته است. نظریه‌پردازی زمینه‌ای روشی کیفی و استقرایی است که با گردآوری و تحلیل نظام‌مند داده‌های تجربی، به کشف مفاهیم و ساخت نظریه می‌پردازد. این روش بر اساس منطق مقایسه مستمر و طی مراحل همچون کدگذاری باز، محوری و انتخابی پیش می‌رود [۲۳]. انتخاب این روش به این دلیل صورت گرفته است که موضوع پژوهش «کاربست یادگیری ماشین در نظارت هوشمند و ارتقای سلامت اداری در مدیریت شهری» از جمله حوزه‌های نوظهور بوده و الگوی مفهومی بومی و مناسبی در ادبیات پژوهش داخلی برای آن وجود ندارد. بنابراین، رویکرد نظریه زمینه‌ای امکان می‌دهد تا نظریه‌ای برآمده از داده‌ها، زمینه‌مند و متناسب با واقعیت‌های اجرایی شهرداری شکل گیرد، نه مبتنی بر چارچوب‌های ازپیش‌تعیین‌شده. هدف این پژوهش، آزمون نظریه‌های موجود نیست، بلکه تمرکز آن بر کشف فرایندها، شرایط مؤثر و پیامدهای استقرار نظارت هوشمند در محیط واقعی سازمانی است. در این پژوهش، گردآوری داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته عمیق انجام شد. نمونه‌گیری به صورت نظری و هم‌زمان با تحلیل داده‌ها صورت گرفت. فرایند نمونه‌گیری تا دستیابی به اشباع نظری ادامه یافت؛ به گونه‌ای که پس از انجام ۱۲ مصاحبه، مفاهیم جدیدی به مقولات اصلی افزوده نشد و روابط بین مقولات تثبیت شد. مشارکت‌کنندگان شامل مدیران شهری، کارشناسان حوزه نظارت و سلامت اداری، متخصصان فناوری اطلاعات و داده، و خبرگان سیاستگذاری و نظارت بودند که بر اساس تجربه حرفه‌ای، نقش سازمانی و میزان درگیری مستقیم با فرایندهای نظارتی و داده‌محور انتخاب شدند.

جدول ۲. مشخصات مشارکت‌کنندگان پژوهش

حوزه تخصصی	سمت / نقش سازمانی	سابقه کاری	ارتباط با موضوع پژوهش
P1	مدیر میانی سازمان بازرسی شهرداری	۱۵	سیاستگذاری و نظارت بر فرایندهای اداری
P2	مدیر میانی سلامت اداری شهرداری	۱۲	سیاستگذاری و نظارت بر فرایندهای اداری
P3	کارشناس حراست شهرداری	۱۰	بررسی تخلفات و گزارش‌های نظارتی
P4	کارشناس حقوقی نظارت	۱۸	قوانین، شفافیت، حریم خصوصی و پاسخ‌گویی
P5	پژوهشگر	۱۵	سیاستگذاری داده‌محور
P6	مدیر میانی IT شهرداری	۱۴	طراحی مدل‌های تحلیلی و هشداردهی
P7	متخصص تحلیل داد و ماشین لرنینگ	۱۰	طراحی مدل‌های تحلیلی و هشداردهی
P8	کارشناس حراست شهرداری	۱۱	طراحی و مدیریت سامانه‌های الکترونیک
P9	کارشناس متخصص IT شهرداری	۸	طراحی و مدیریت سامانه‌های الکترونیک
P10	کارشناس بازرسی شهرداری	۱۲	بررسی تخلفات و گزارش‌های نظارتی
P11	مدیر میانی حراست شهرداری	۲۰	بررسی تخلفات و گزارش‌های نظارتی
P12	مدیر سلامت اداری شهرداری	۱۲	سیاستگذاری و نظارت بر فرایندهای اداری

ترکیب تخصصی مصاحبه‌شوندگان به گونه‌ای انتخاب شد که ابعاد مختلف پدیده نظارت هوشمند را پوشش دهد؛ از یک سو دیدگاه‌های مدیریتی و نهادی (مدیران شهری و ناظران اداری) و از سوی دیگر، دیدگاه‌های فنی و تحلیلی (متخصصان داده و فناوری اطلاعات) و همچنین، ملاحظات حقوقی و سیاستی (خبرگان حقوق عمومی و حکمرانی داده). این تنوع تخصصی موجب غنای مفهومی داده‌ها و افزایش اعتبار درونی مدل استخراج‌شده شد. پرسش‌های مصاحبه براساس سؤالات اصلی پژوهش طراحی شد: «نظارت هوشمند در شهرداری چگونه شکل می‌گیرد و چه عواملی بر ظهور و ضرورت آن تأثیر می‌گذارد؟» و «شهرداری چگونه می‌تواند نظارت هوشمند را اجرا و مدیریت کند و این تحول چه پیامدهایی دارد؟»

مصاحبه‌ها به صورت تدریجی و همراه با نمونه‌گیری نظری انجام شد تا مفاهیم تا رسیدن به اشباع نظری توسعه یابند. فرایند تحلیل براساس الگوی استراوس و کوربین انجام شد: ابتدا به منظور کدگذاری باز مفاهیم اولیه از دل مصاحبه‌ها استخراج شد و داده‌ها به واحدهای معنایی شکسته شدند. سپس، در مرحله کدگذاری محوری مفاهیم مشابه در قالب مقوله‌های سطح بالاتر سازمان‌دهی شدند و روابط بین شرایط علی، زمینه‌ای، مداخله‌گر، راهبردها و پیامدها مشخص شد [۲۳]. در مرحله نهایی، برای کدگذاری انتخابی تلاش شد تمامی مقولات در قالب یک پدیده مرکزی یکپارچه شوند. پس از تحلیل مقایسه‌ای مستمر داده‌ها، مقوله مرکزی پژوهش «طراحی مدل نظارت هوشمند مبتنی بر یادگیری ماشین برای ارتقای سلامت اداری در مدیریت شهری» شناسایی شد. برای افزایش دقت و اعتمادپذیری یافته‌ها، از معیارهای اعتبار پژوهش کیفی استفاده شد و اقدامات زیر صورت گرفت: اعتبارپذیری: بازبینی یافته‌ها توسط مشارکت‌کنندگان و ارزیابی دو خبره مستقل. انتقال‌پذیری: ارائه توصیف غنی از زمینه و مشارکت‌کنندگان. پایایی: ثبت همه مراحل تحلیل و استفاده از هم‌کدگذار برای بررسی ثبات نتایج. تأییدپذیری: مستندسازی تصمیم‌های تحلیلی و ایجاد ردپای داده‌ها.

یافته‌های پژوهش

۱- شرایط علی^۱

«شرایط علی» نشان‌دهنده محرک‌هایی هستند که موجب ظهور پدیده نظارت هوشمند می‌شوند. در این خصوص تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده از طریق مصاحبه، مشاهده‌ها و یادداشت‌های میدانی به استخراج سه مقوله نارسایی فنی، انگیزه نهادی و انگیزه فرایندی منجر شد.

نارسایی فنی: مقوله «نارسایی فنی» به معنای وجود کمبودها و نارسایی‌هاست که سازمان را به سمت پذیرش نظارت هوشمند سوق داده است. مطابق یافته‌ها، سامانه‌های شهرداری ماهیت جزیره‌ای دارند و ارتباط میان سیستم‌های مالی، منابع انسانی، معاملات و شهرسازی فاقد استاندارد و تبادل خودکار است. این پراکندگی داده‌ها، همراه با کیفیت نامناسب اطلاعات و تداوم فرایندهای کاغذی، امکان تحلیل جامع و کشف تخلفات را محدود کرده است. وابستگی به گزارش‌های دستی و نبود ابزارهای تحلیلی یا داشبوردهای نظارت لحظه‌ای، شکاف بزرگی میان وقوع تخلف و کشف آن ایجاد می‌کند. لذا ضعف‌های فنی موجود، بر ضرورت گذار به نظارت داده‌محور و هوشمند تأکید دارد.

انگیزه فرایندی: نتایج حاصل نشان می‌دهد نظارت سنتی بر مبنای گزارش‌های دستی، بازرسی دوره‌ای و گزارش‌های مالی، شامل محدودیت‌هایی از جمله تأخیر زمانی، هزینه بالا، و وابستگی به قضاوت انسانی است. این ضعف باعث می‌شود بسیاری از تخلفات یا فساد دیر کشف شوند یا اصلاً شناسایی نشوند. این ناکارآمدی‌ها سازمان‌ها را به سمت راهکارهای لحظه‌ای، خودکار و داده‌محور سوق می‌دهد.

انگیزه نهادی: در سطح کلان، ساختار حکمرانی و محیط نهادی نقش علی مهمی در جهت‌دهی به سیاست‌های نظارتی دارد. نهادهای بالادستی، دیوان‌های نظارتی، رسانه‌ها و افکار عمومی خواستار شفافیت، پاسخ‌گویی و مبارزه مؤثر با فساد هستند. از منظر تئوری نهادگرایی، فشارهای سازمانی‌های همچون قوانین و تکالیف قانونی، و فشارهای هنجاری مانند انتظارات حرفه‌ای یا

استانداردهای جهانی، سازمان‌ها را مجبور می‌کنند ابزارهای نوین نظارت مبتنی بر داده را به کار گیرند. این فشارهای نهادی، سبب شکل‌گیری سیاست‌ها، زیرساخت‌ها و بودجه‌گذاری برای «نظارت هوشمند» می‌شود.

جدول ۳. شرایط علی در مدل نظارت هوشمند

	مقولات	مقولات فرعی	کدهای استخراج‌شده از مصاحبه
شرایط علی	انگیزه نارسایی فنی	نارسایی فنی ثبت و ذخیره‌سازی داده	«ثبت ناقص اطلاعات»، «فقدان استانداردسازی فرم‌ها و داده‌ها»، «داده‌های تکراری، ناقص یا با فرمت متفاوت»، «عدم وجود ابزارهای گزارش‌دهی مؤثر»، «دستکاری در ثبت داده‌ها»، «کاغذی بودن بخشی از فرایندها»
		نارسایی تحلیل داده	«نبود ابزار تفسیر داده»، «نبود داشبوردهای نظارتی»، «جزیره‌ای بودن داده‌ها»، «فقدان سیستم‌های هشداردهی»
	انگیزه نهادی	انتظارات اجتماعی و فشار نهادهای بالادستی	«شکایت‌های داخلی و گزارش‌های مردمی»، «مطالبه‌گری عمومی برای شفافیت و جلوگیری از رانت»، «الزامات نظارتی نهادهای بالادستی»
		فشار سازمانی و هنجاری	«تکالیف قانونی برای شفافیت و سلامت اداری»، «قوانین ضد فساد»، «استانداردهای جهانی»، «الزامات حرفه‌ای انتظارات کارکنان»
	انگیزه فرایندی	ناکارآمدی نظارت سنتی	«دخالتهای انسانی و تصمیم‌گیری سلیقه‌ای»، «عدم کفایت گزارش‌های دستی»، «نیاز به تعداد زیاد نیرو»، «هزینه بالای بازدید میدانی»
		پیچیده شدن فرایندهای اداری	«چندلایه شدن شبکه‌های پیمانکاران»، «تأخیر زمانی در کشف تخلفات»، «ضعف در کنترل فرایندها»، «پیچیدگی فرایندها و ضوابط»

۲- شرایط زمینه‌ای^۱

در مدل نظارت هوشمند مبتنی بر یادگیری ماشین، بُعد «شرایط زمینه‌ای» بیانگر مجموعه‌ای از عوامل ساختاری و نهادی است که چارچوب مساعد یا محدودکننده برای پیاده‌سازی این نوع نظارت فراهم می‌آورند. این شرایط نه محرک مستقیم، بلکه زمینه‌ساز هستند و نقش کلیدی در تعیین امکان، اثربخشی و پایداری راهبردهای نظارتی ایفا می‌کنند. در این خصوص، نتیجه حاصل از استخراج داده‌ها، انتزاع مقوله «زیرساخت داده و فناوری»، «فرهنگ و بلوغ دیجیتال» و «سیاست‌های کلان حکمرانی هوشمند» بیان شده‌اند.

زیرساخت داده‌ای و فناوری: زیرساخت داده‌ای یکی از پایه‌های اصلی برای پیاده‌سازی نظارت هوشمند است. اگر داده‌های سازمانی در مخازن پراکنده نگهداری شوند یا سیستم‌های اطلاعاتی به صورت جزیره‌ای عمل کنند، امکان ساخت مدل‌های یادگیری ماشین یکپارچه و قابل اعتماد محدود خواهد بود. در این پژوهش سه مقوله «پراکندگی داده‌ها و سامانه‌های جزیره‌ای»، «تنوع و کیفیت نامنظم داده و فقدان استانداردسازی» و نیز «ضعف زیرساخت‌های فنی برای پردازش داده» از مهم‌ترین «شرایط زمینه‌ای» واحدهای مختلف شهرداری تهران هستند.

فرهنگ و بلوغ دیجیتال: حتی با وجود بهترین زیرساخت فنی، چنانچه فرهنگ سازمانی مناسب وجود نداشته باشد، پذیرش نظارت مبتنی بر یادگیری ماشین دشوار خواهد بود. کارمندان و مدیران باید مهارت لازم برای تفسیر خروجی مدل‌های یادگیری ماشین، درک محدودیت‌های الگوریتمی و امکان تبدیل هشدارهای مدل به اقدامات عملی را داشته باشند. علاوه بر آن آمادگی پذیرش تحول دیجیتال و اعتماد به الگوریتم و خروجی مدل دیگر مقوله حائز اهمیت است.

سیاست‌های کلان حکمرانی هوشمند: سیاستگذاری در سطح کلان نقش بسیار مهمی در حمایت یا محدودسازی نظارت هوشمند دارد. برای اینکه مدل‌های یادگیری ماشین در بخش عمومی مشروعیت یابند و پایداری داشته باشند، چارچوب‌های قانونی و حکمرانی داده‌ای لازم‌اند که حقوق شهروندی، حریم خصوصی، امنیت داده و شفافیت الگوریتمی را تضمین کنند. در این راستا «نبود دستورالعمل‌ها و استانداردهای الزام‌آور»، «ضعف چارچوب‌های قانونی شفافیت و داده‌های عمومی» و نیز «فقدان سیاست یکپارچه برای حکمرانی داده در شهرداری از مهم‌ترین شرایط زمینه‌ای در مقوله نظارت هوشمند هستند که در مقوله «سیاست‌های کلان حکمرانی هوشمند» قرار می‌گیرند.

جدول ۴. شرایط زمینه‌ای در مدل نظارت هوشمند

	مقولات	زیرمقولات	کدهای مصاحبه
شرایط زمینه‌ای	زیرساخت داده‌ای و فناوری	پراکندگی داده‌ها و سامانه‌های جزیره‌ای	«عدم اتصال سامانه‌ها»، «انحصار داده در واحدهای مختلف»، «عدم اتصال به سامانه‌های بیرون سازمان».
		تنوع و کیفیت نامنظم داده و نبود استانداردسازی	«فرمت‌های مختلف داده»، «غیر پارامتریک بودن داده‌ها»
		ضعف زیرساخت‌های فنی برای پردازش داده	«قدیمی بودن سیستم‌ها»، «هزینه‌بر بودن ایجاد زیرساخت‌های جدید» «عدم ورود فناوریهای نو»، «پیچیدگی مدل‌های یادگیری»
	فرهنگ و بلوغ دیجیتال	ضعف سواد داده و مهارت کارکنان و مدیران	«سطح پایین سواد داده‌ای»، «عدم درک و تفسیر خروجی مدل‌ها» «سطح پایین سواد داده‌ای»، «نبود آمادگی پذیرش تحول دیجیتال» «استفاده از خروجی مدل بدون بررسی نتیجه» «تعبیر غلط هشدار مدل»، «فاصله بین تیم فنی و مدیریتی»، «ناملموس بودن نتایج برای مدیران غیرمتخصص»
		عدم اعتماد به الگوریتم و خروجی مدل	«انتظار دقت ۱۰۰٪ از مدل»، «عدم اعتماد به خروجی».
	سیاست‌های کلان حکمرانی	نبود دستورالعمل‌ها و استانداردهای الزام‌آور	«رفتار سلیقه‌ای واحدها در ثبت داده‌ها»، «نیاز به دستورالعمل و استانداردهای مشخص»
		ضعف چارچوب‌های قانونی شفافیت و داده‌های عمومی	«نبود قوانین مالکیت داده»
		فقدان سیاست یکپارچه برای حکمرانی داده	«نبود سند حکمرانی داده» «محرمانگی داده‌ها»

۳- شرایط مداخله‌گر^۱

در نظریه داده‌بنیاد، «شرایط مداخله‌گر» به عواملی اشاره دارند که فرایند بین شرایط علی، زمینه‌ای و راهبردها را تحت تأثیر قرار می‌دهند و می‌توانند تأثیر مثبت یا منفی بر موفقیت راهبردها داشته باشند. در واقع، شرایط مداخله‌گر به مثابه چالش‌ها یا بازدارنده‌ها عمل می‌کنند که ممکن است جریان مسیر تحول از شرایط علی و زمینه‌ای به راهبردها و درنهایت پیامدها را کند، منحرف یا متوقف کنند. از بعد نظری، این شرایط تأکیدی هستند بر اینکه صرف وجود فناوری یا اراده نهادی کافی نیست؛ بلکه باید موانع انسانی، فنی و حقوقی نیز شناسایی، تحلیل و مدیریت شوند تا استراتژی‌های نظارتی هوشمند به صورت مؤثر و پایدار اجرا شوند. در مدل حاضر سه مقوله قابل تشخیص‌اند: مقاومت سازمانی، محدودیت‌های فنی و سوگیری الگوریتمی، و چالش حریم خصوصی و حقوق داده. هریک از این مقوله‌ها را با تحلیل مفهومی بررسی می‌کنیم.

مقاومت سازمانی: نتایج تحلیل داده‌ها نشان داد مقاومت سازمانی عمدتاً از سه منشأ شکل می‌گیرد که هم‌زمان و به صورت درهم‌تنیده بر مسیر تحول دیجیتال اثر می‌گذارند. مورد اول «مقاومت مدیریتی و ساختاری» است. در ساختار اداری شهرداری، بخشی از تصمیم‌گیری‌ها مبتنی بر تفسیر شخصی، اختیار موردی و تجربه فردی مدیران است. پیاده‌سازی سامانه‌های یادگیری ماشین با استانداردهای تصمیمات و ایجاد ردپای دیجیتال، این امکان را محدود می‌کند. از تحلیل مصاحبه‌ها مشخص شد که برخی مدیران اجرای نظارت هوشمند را تهدیدی برای قلمرو اختیارات، قدرت اداری غیررسمی و انعطاف سلیقه‌ای خود تلقی می‌کنند و به همین دلیل نسبت به اجرای آن رفتارهای تأخیری یا بی‌میلی نشان می‌دهند. زیرمقوله بعدی «مقاومت ذی‌نفعان منتفع از پیچیدگی و عدم شفافیت فرایندها» است. یافته‌ها نشان دادند برخی گروه‌ها یا افراد مؤثر در ساختار قدرت مانند سازندگان، پیمانکاران از ابهام فرایندی، مسیرهای غیرشفاف و گلوگاه‌های قابل تفسیر بهره‌مند هستند. نظارت هوشمند با استانداردهای داده‌ها، اتصال سامانه‌ها و تولید هشدارهای مبتنی بر یادگیری ماشین تهدید نسبت به منافع تثبیت‌شده آن‌ها است و موجب مقاومت فعال یا منفعلانه آن‌ها می‌شود. موضوع بعدی «مقاومت کارکنان و وابستگی به شیوه‌های سنتی تحلیل داده‌ها»، نشان داد بخشی از مقاومت سازمانی نه ناشی از منافع، بلکه ناشی از ترس از افزایش پاسخ‌گویی و وابستگی فرهنگی به روش‌های سنتی است. سیستم‌های یادگیری ماشین تصمیمات و رفتارها را قابل ثبت و تحلیل می‌کنند، و برخی کارکنان این شفافیت را تهدیدی برای امنیت شغلی یا نظارت بیش از حد و یا محدودکننده شیوه‌های سنتی انجام کار می‌دانند. در کنار این

عامل، سطح پایین سواد داده‌ای و بی‌اعتمادی به خروجی‌های الگوریتمی نیز موجب می‌شود کارکنان به روش‌های قدیمی احساس راحتی بیشتری داشته باشند و در برابر تغییر مقاومت نشان دهند.

در مدل نظارت هوشمند مبتنی بر یادگیری ماشین، مقاومت سازمانی یکی از شرایط مهم مداخله‌گر به شمار می‌رود؛ یعنی عاملی که می‌تواند روند اجرای راهبردهای هوشمندسازی را کند، محدود یا حتی منحرف کند. برخلاف شرایط علی که محرک‌های اصلی گذار به نظارت داده‌محور را شکل می‌دهند، مقاومت سازمانی در مرحله اجرا خود را نشان می‌دهد و بر چگونگی تحقق نظارت هوشمند اثر مستقیم دارد. می‌تواند سرعت اجرای نظارت هوشمند را کاهش دهد دقت و کیفیت خروجی مدل‌ها را تحت تأثیر قرار دهد و پذیرش سازمانی را محدود کند. بنابراین، در مدل نظارت هوشمند، مهم است که راهبردهایی برای کاهش این مقاومت (مانند مشارکت کارکنان، آموزش، شفاف‌سازی اهداف) پیش‌بینی شود.

محدودیت‌های فنی و سوگیری الگوریتمی: این مقوله فرعی به موانعی فنی و تحلیلی اشاره دارد که خروجی سیستم‌های داده‌محور را تحت تأثیر قرار می‌دهند و از اعتماد به آن‌ها می‌کاهند. از مهم‌ترین این موانع، کیفیت داده و یکپارچگی آن است. داده‌های ناقص، دارای خطا یا سوگیری تاریخی می‌توانند مدلی ایجاد کنند که نتایج ناصحیح یا تبعیض‌آمیز ارائه دهد. علاوه بر این، پذیرش گزینشی الگوریتم وقتی با الگوهای ذهنی انسان مطابقت دارد از عوامل کلیدی شکست ابزارهای هوش مصنوعی در بخش عمومی هستند. مسئله دیگر، شفافیت و قابلیت توضیح بودن مدل‌هاست. در فضای نظارت اداری، اگر مدل نتواند توضیح دهد چرا یک عمل غیرعادی را تشخیص داده، پشتیبانی تصمیم‌گیرندگان و کارکنان کاهش می‌یابد.

چالش حریم خصوصی و حقوق داده: این مقوله به موانعی حقوقی، اخلاقی و نهادی اشاره دارد که استفاده از داده‌های فردی، پیمانکاری یا مالی در نظارت هوشمند را محدود می‌کنند. نظارت داده‌محور اگر بدون رعایت اصول حریم خصوصی و حفاظت داده‌ها انجام شود، می‌تواند اعتماد کارکنان و شهروندان را تضعیف کند و به مقاومت یا حتی چالش‌های قانونی منجر شود. پیچیدگی‌های حقوقی مانند دسترسی درست به داده‌ها، کنترل داده‌های حساس، حق شهروندان برای توضیح در مورد تصمیمات الگوریتمی، و امکان جبران تصمیمات ناعادلانه، از مسیرهای چالش‌ساز هستند.

جدول ۵. عوامل مداخله‌گر در مدل نظارت هوشمند

	مقولات	مقولات فرعی	کدهای استخراج‌شده از مصاحبه
عوامل مداخله‌گر	مقاومت سازمانی	مقاومت مدیریتی و ساختاری	«ترجیح مدیران به تصمیم‌گیری سلیقه‌ای»، «نگرانی از شفاف شدن عملکرد»، «عدم تمایل به تغییر فرایندها»، «ضرورت جلوگیری از برخی کارها خارج روال اداری»، «ترس مدیران از قابل ردیابی بودن تصمیمات»، «نگرانی کاهش اختیارات»، «ناتوانی در تفسیر خروجی مدل»،
		مقاومت ذی‌نفعان منتفع از پیچیدگی و عدم شفافیت فرایندها	«عدم استقبال شبکه فساد و مقاومت احتمالی»، «ساختار قدرت غیر رسمی»، «وجود منافع تثبیت‌شده غیررسمی»، «ترس از شفافیت فرایندها»،
		مقاومت کارکنان و وابستگی به شیوه‌های سنتی	«ترس برکناری شغلی»، «ترس از افزایش کنترل بر عملکرد»، «ضعف باور به قابلیت AI»، «بدبینی نسبت به الگوریتم‌ها»
	محدودیت‌های فنی و سوگیری الگوریتمی	کیفیت پایین داده	«فقدان استانداردهای»، «داده‌کاوی دشوار در سیستم‌های قدیمی»، «داده‌های متناقض، ناقص، پراکنده، نویزی»
		محدودیت‌های فنی مدل‌ها	«محدودیت در ادغام داده‌های ناهمگون»، «ضعف پردازشی زیرساخت»، «ناتوانی در تجزیه و تحلیل حجم بالای داده»
		سوگیری الگوریتمی	«الگوگیری از داده‌های آلوده و نامتوازن»، «تقویت رفتارهای غیرعادلانه»، «پیش‌بینی‌های نابرابر نسبت به واحدها»
		عدم پایداری و دقت مدل‌ها	«نوسان نتایج»، «نیاز به بازآموزی مستمر»
		ضعف در مستندسازی و شفافیت مدل	«فقدان گزارش‌های دقیق»، «عدم بیان معیارهای تصمیم‌گیری»
		خطر برداشت نادرست یا تفسیر غلط	«تعبیر اشتباه از شاخص‌ها»، «ضریب‌دهی بیش از حد به هشدارها»
	چالش حریم خصوصی و حقوق داده	حساسیت داده‌ها و محدودیت دسترسی	«نگرانی از انتشار اطلاعات محرمانه»، «داده‌های مالی، هویتی و پیمانکاری»
		چارچوب‌های حقوقی ناقص یا مبهم	«نبود دستورالعمل روشن برای مالکیت داده»، «ابهام در مسئولیت قانونی»
		حق اعتراض و حق توضیح برای شهروندان	«نبود رویه برای بازبینی تصمیمات الگوریتمی»
		نگرانی عمومی به نظارت و جمع‌آوری داده	«ترس از نظارت بیش از حد»، «بی‌اعتمادی به سیستم‌های جعبه‌سیاه»

۴- راهبردها

راهبردها شامل اقداماتی است که سازمان برای غلبه بر موانع و تحقق پتانسیل نظارت هوشمند اتخاذ می‌کند. مقولاتی که از یافته‌ها استخراج شده‌اند شامل «توسعه زیرساخت داده و هوش مصنوعی»، «توانمندسازی انسانی و فرهنگی»، «تنظیم‌گری و سیاستگذاری هوشمند»، «طراحی شاخص‌ها و هشدارهای هوشمند» هستند.

۱- توسعه زیرساخت داده و هوش مصنوعی: تحقق نظارت هوشمند مستلزم وجود پلتفرمی یکپارچه از داده‌های مختلف است که به الگوریتم‌های یادگیری ماشین امکان دسترسی، پردازش و تحلیل را بدهد. این پلتفرم باید مقیاس‌پذیر، امن و قابل انعطاف باشد، به گونه‌ای که داده‌های جدید - مالی، پیمانکاری، منابع انسانی، مکانی-فضایی و... را ادغام کند. همچنین، باید ابزارهای توضیح‌پذیری الگوریتمی را به کار گیرد تا مدل‌ها قابل تفسیر باشند و تصمیم‌گیران بتوانند آن‌ها را بفهمند و اعتماد کنند.

توانمندسازی انسانی و فرهنگ: حتی بهترین تکنولوژی بدون نیروی انسانی آگاه و آماده فایده زیادی ندارد. این راهبرد شامل آموزش مدیران و کارکنان در تحلیل خروجی مدل، تفسیر الگوها، و تبدیل هشدارهای الگوریتمی به تدابیر عملیاتی است. علاوه بر این، باید فرهنگ سازمانی تقویت شود تا الگوریتم به عنوان ابزار کمکی (نه جایگزین) دیده شود، و بر امکان خطای مدل و نیاز به بازبینی انسانی تأکید شود. این رویکرد توأم با نگرش اخلاقی می‌تواند ترس از «کنترل کامل» را کاهش دهد.

تنظیم‌گری و سیاستگذاری هوشمند: برای تضمین استفاده مسئولانه از نظارت هوشمند باید یک چارچوب قانونی، اخلاقی و نهادی تعریف شود. این چارچوب باید شامل سیاست‌های حریم خصوصی، دسترسی به داده، حسابرسی الگوریتمی، پاسخ‌گویی و شفافیت باشد. باید نقش نهادهای نظارتی را در بررسی الگوریتم‌ها و نتایج تثبیت کرد. همچنین استفاده از استانداردهای منعطف و منسجم برای طراحی مدل‌ها ضروری است، به گونه‌ای که سوگیری کاهش یابد و عدالت الگوریتمی تضمین شود.

طراحی شاخص‌ها و هشدارهای هوشمند: این استراتژی عملیاتی بسیار حیاتی است. مدل‌های یادگیری ماشین باید بر اساس متغیرها و شاخص‌های «پرچم‌قرمز» فساد طراحی شوند. این شاخص‌ها می‌تواند رفتار غیرعادی را در داده‌های پیمانکاری، پرداخت، تغییرات قراردادی و غیره نشان دهند. هشدارهای هوشمند باید به صورت لحظه‌ای یا نزدیک به واقعیت ارائه شوند؛ به طوری که تیم نظارت بتواند به سرعت واکنش نشان دهد. همچنین، توجه به تفسیر هشدارها از منظر انسانی ضروری است. این راهبردها در کنار هم یک رویکرد جامع، پایدار و اخلاقی برای پیاده‌سازی نظارت هوشمند فراهم می‌کنند.

جدول ۶. راهبردها در مدل نظارت هوشمند

	مقولات	مقولات فرعی	کدهای استخراج‌شده از مصاحبه
راهبردها	توسعه زیرساخت داده و هوش مصنوعی	یکپارچه‌سازی داده‌ها	وجود منابع متعدد و پراکنده داده؛ نیاز به پلتفرم واحد؛ تجمیع مالی - پیمانکاری - منابع انسانی - فضایی
		استانداردسازی و کیفیت داده	پاک‌سازی داده، رفع تکرار/ابهام، استانداردهای ورودی، کیفیت داده برای ML
		مقیاس‌پذیری و امنیت زیرساخت	توان پردازشی، امنیت دسترسی، حفاظت سایبری، امکان گسترش ذخیره‌سازی
		توضیح‌پذیری و شفافیت الگوریتمی	استفاده از ابزارهای XAI، قابل فهم کردن خروجی‌ها، ایجاد گزارش‌های مدل،
	توانمندسازی انسانی فرهنگی	یکپارچگی با سیستم‌های موجود	قابلیت اتصال به سیستم‌های مالی، قراردادهای، ایجاد گزارش‌های GIS، منابع انسانی
		آموزش تحلیل داده و فهم الگوریتم	آموزش کارکنان درباره خروجی مدل‌ها؛ توسعه مهارت داده‌محور، تفسیر خروجی مدل
		تغییر نگرش و کاهش ترس از فناوری	کم کردن نگرانی از جایگزینی نیروی انسانی؛ پذیرش ابزارهای هوشمند
		تقویت نقش بازبینی انسانی	تعیین وظایف نظارتی انسانی؛ کنترل صحت هشدارها؛ ترکیب انسان - ماشین
	تنظیم‌گری و سیاستگذاری هوشمند	تقویت اخلاق داده و مسئولیت‌پذیری	آموزش رفتار مسئولانه با داده؛ اهمیت حفاظت از داده‌های شهروند
		ایجاد فرهنگ تصمیم‌گیری داده‌محور	جایگزینی حدس و سلیقه با تحلیل داده؛ اصلاح الگوی ذهنی مدیران
		چارچوب‌های حریم خصوصی و دسترسی	دسترسی قانون‌گذاری در مالکیت داده؛ تعیین سطوح دسترسی؛ داده‌های حساس
		حسابرسی و ممیزی الگوریتمی	پایش صحت مدل؛ بررسی سوگیری؛ تست‌های دوره‌ای
طراحی شاخص‌ها و هشدارهای هوشمند	شفافیت و پاسخ‌گویی الگوریتمی	امستندسازی تصمیمات؛ گزارش‌دهی؛ قابل پیگیری بودن خروجی‌ها	
	استانداردهای عدالت الگوریتمی	کاهش تبعیض؛ تضمین بی‌طرفی؛ استانداردهای اخلاقی	
	نقش نهادهای نظارتی	نهاد ممیزی؛ نظارت مستمر بر مدل‌ها	
	تعیین پرچم‌های قرمز فساد (Red Flags)	رفتار غیرعادی، الگوهای خطر، تغییرات مشکوک قرارداد، پرداخت‌های غیرمعمول	
راهبردها	مدل‌های تشخیص ناهنجاری	الگوریتم‌های anomaly detection؛ الگوهای دورافتاده؛ تشخیص رفتار غیرمعتاد	
	هشدارهای بلادرنگ یا نزدیک به واقعیت	ایجاد alert فوری؛ واکنش سریع؛ مانیتورینگ زنده	
	تفسیر انسانی هشدارها	تفکیک هشدار واقعی از نویز؛ نقش تحلیل کارشناسان	
	اولویت‌بندی و شدت هشدار	سطوح هشدار؛ تحلیل ریسک؛ درجه اهمیت	

۵- پیامدها

پیامدها نشان‌دهنده نتایج بلندمدت و کوتاه‌مدت پیاده‌سازی نظارت هوشمند هستند. مدل حاضر پیامدهای درون‌سازمانی، برون‌سازمانی، و تحول فرهنگی را شناسایی کرده است.

پیامدهای درون‌سازمانی: با اجرای سیستم‌های پیش‌بینی و هشدار مبتنی بر یادگیری ماشین، سازمان قادر خواهد بود فساد، انحراف مالی، تضاد منافع و رفتار غیرعادی را سریع‌تر و مؤثرتر تشخیص دهد. این به افزایش شفافیت داخلی، کاهش تصمیم‌گیری مبتنی بر سلیقه، و افزایش تصمیم‌گیری مبتنی بر داده منجر خواهد شد. مدل‌های یادگیری ماشین می‌توانند به عنوان «چشم دوم» در فرایندهای بازبینی و کنترل عمل کنند، که بهبود اعتبار، کارایی و قابلیت پاسخگویی را تسهیل می‌کند.

پیامدهای برون‌سازمانی: یکی از پیامدهای مهم، افزایش اعتماد عمومی است. وقتی شهروندان، نهادهای نظارتی و رسانه‌ها ببینند که شهرداری یا سازمان عمومی از سیستم نظارتی هوشمند استفاده می‌کند، باور بیشتری به شفافیت و صحت فرایندها خواهند داشت. این به رشد مشروعیت نهادی، تقویت شاخص‌های حکمرانی هوشمند و کاهش ریسک‌های مالی عمومی منجر می‌شود. علاوه بر این، استفاده موفق از سیستم می‌تواند به الگوی الگویی در سایر نهادهای محلی و منطقه‌ای تبدیل شود.

تحول فرهنگی و یادگیری سازمانی: استفاده پایدار از نظارت هوشمند باعث می‌شود سازمان‌ها به «سازمان‌های یادگیرنده» تبدیل شوند؛ به این معنا که نه تنها فساد کاهش می‌یابد، بلکه یادگیری مداوم درون‌سازمانی (چگونگی بهبود مدل‌ها، تفسیر هشدارها، بازبینی فرایندها) صورت می‌گیرد. این رشد فرهنگی مهم است، چون نه تنها ابزار فنی بهبود می‌یابد، بلکه ذهنیت کارکنان درباره شفافیت، مسئولیت‌پذیری و پیشگیری نیز تکامل می‌یابد.

پیوند نقش یادگیری ماشین با یافته‌ها و راهبردهای مدل پیشنهادی

یافته‌های پژوهش نشان داد نارسایی‌های فنی سامانه‌های شهرداری تهران، پراکندگی و جزیره‌ای بودن داده‌ها، تأخیر در کشف تخلفات و وابستگی شدید به گزارش‌های دستی، از مهم‌ترین شرایط علی شکل‌گیری نظارت هوشمند به‌شمار می‌آیند. در پاسخ به این شرایط، یادگیری ماشین در مدل پیشنهادی پژوهش به عنوان راهبردی فناورانه و داده‌محور طراحی شده است که مستقیم به رفع این نارسایی‌ها و بهبود کارآمدی نظام نظارتی کمک می‌کند. بر اساس داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها و مشاهدات میدانی، یکی از چالش‌های اصلی شهرداری تهران، ناتوانی نظام‌های موجود در تحلیل هم‌زمان داده‌های مالی، قراردادی، منابع انسانی و شهرسازی و شناسایی ارتباطات غیرشفاف میان آن‌هاست. در این چارچوب، یادگیری ماشین به عنوان ابزار تحلیلی، امکان یکپارچه‌سازی داده‌ها و استخراج الگوهای پنهان را فراهم می‌کند و به جای نظارت پسینی، زمینه‌گذار به نظارت پیش‌نگر و مبتنی بر ریسک را مهیا می‌سازد.

در سطح راهبردی، مدل پیشنهادی نشان می‌دهد یادگیری ماشین می‌تواند در سه محور کلیدی به تحقق نظارت هوشمند در شهرداری تهران کمک کند. نخست، در اولویت‌بندی نظارت، مدل‌های یادگیری ماشین با تحلیل داده‌های گذشته پروژه‌ها، قراردادهای و عملکرد واحدهای سازمانی، امکان طبقه‌بندی آن‌ها بر اساس سطح ریسک فساد یا تخلف را فراهم می‌آورند. این امر به نهادهای نظارتی اجازه می‌دهد منابع محدود انسانی و مالی خود را به صورت هدفمند بر حوزه‌هایی متمرکز کنند که بیشترین احتمال بروز تخلف در آن‌ها وجود دارد؛ مسئله‌ای که در یافته‌ها به عنوان یکی از ضعف‌های جدی نظارت سنتی مطرح شده بود.

دوم، در شناسایی مصادیق عینی فساد شهری، یادگیری ماشین نقش مؤثری در کشف ناهنجاری‌های رفتاری ایفا می‌کند. برای مثال، تکرار غیرعادی برنده شدن یک پیمانکار در مناقصات خاص، تغییرات نامتعارف در برآورد هزینه پروژه‌های عمرانی، تمرکز قراردادهای در برخی مناطق شهری یا الگوهای غیرشفاف در صدور مجوزهای شهرسازی، از جمله مصادیقی هستند که با استفاده از مدل‌های کشف ناهنجاری و تحلیل الگوهای رفتاری قابل شناسایی‌اند. این یافته‌ها به طور مستقیم به راهبرد طراحی شاخص‌های نظارت هوشمند متصل می‌شوند و از کلی‌گویی در سطح راهبردها جلوگیری می‌کنند.

سوم، در پشتیبانی از تصمیم‌گیری مدیریتی، یادگیری ماشین با تولید امتیازهای ریسک، هشدارهای زود هنگام و داشبوردهای تحلیلی، نقش ابزار کمکی برای مدیران و بازرسان ایفا می‌کند. مطابق یافته‌ها، یکی از دغدغه‌های اصلی مدیران شهری، تأخیر در

دریافت اطلاعات معتبر و اتکای بیش از حد به گزارش‌های غیرسیستمی است. خروجی‌های مدل‌های یادگیری ماشین، این خلأ اطلاعاتی را کاهش داده و امکان مداخله به‌موقع و پیشگیرانه را فراهم می‌سازد.

در عین حال، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد مقاومت سازمانی، نگرانی‌های حقوقی و ملاحظات اخلاقی از جمله عوامل مداخله‌گر در استقرار نظارت هوشمند هستند. از این‌رو، مدل پیشنهادی بر استفاده از الگوریتم‌های نسبتاً تفسیرپذیر و حفظ نقش قضاوت انسانی تأکید دارد. یادگیری ماشین در این مدل جایگزین تصمیم‌گیر انسانی نمی‌شود، بلکه به عنوان ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری عمل می‌کند؛ به گونه‌ای که نتایج الگوریتم‌ها همواره نیازمند تأیید و تفسیر نهادهای نظارتی باشند.

در مجموع، نقش یادگیری ماشین در مدل پیشنهادی پژوهش، به طور مستقیم از دل یافته‌های میدانی استخراج شده و در قالب راهبردهایی عملیاتی برای شهرداری تهران صورت‌بندی شده است. این پیوند میان داده‌های تجربی، راهبردهای فناورانه و ملاحظات نهادی، موجب تمایز مدل حاضر از الگوهای کلی و غیر بومی می‌شود و امکان استقرار واقع‌بینانه نظارت هوشمند در مدیریت شهری تهران را فراهم می‌سازد.

ریسک‌ها و تهدیدهای به‌کارگیری فناوری‌های هوش مصنوعی در نظارت هوشمند شهری

در کنار ظرفیت‌های قابل توجه هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در ارتقای شفافیت و کارآمدی نظارت اداری، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد به‌کارگیری این فناوری‌ها در مدیریت شهری بدون توجه به ریسک‌ها و پیامدهای ناخواسته، می‌تواند چالش‌های جدیدی برای سلامت اداری ایجاد کند. از این‌رو، تحلیل انتقادی تهدیدهای فناوری بخشی جدایی‌ناپذیر از طراحی مدل نظارت هوشمند در شهرداری تهران است.

یکی از ریسک‌های مهم شناسایی‌شده، ایجاد فضای نظارتی - امنیتی افراطی در محیط سازمانی است. اتکای بیش از حد به سامانه‌های پایش هوشمند و رصد مداوم رفتار کارکنان می‌تواند به احساس کنترل دائمی، کاهش اعتماد سازمانی و تضعیف سرمایه اجتماعی درون سازمانی منجر شود. در چنین شرایطی، نظارت هوشمند به جای آنکه ابزاری برای پیشگیری از تخلف باشد، ممکن است به صورت یک مکانیسم تنبیهی و بازدارنده ادراک شود که پیامد آن کاهش انگیزه، خلاقیت و نوآوری کارکنان، به‌ویژه در واحدهای اجرایی شهرداری است.

ریسک دوم به سوگیری الگوریتمی و بازتولید نابرابری‌های نهادی بازمی‌گردد. مدل‌های یادگیری ماشین به‌شدت وابسته به داده‌های تاریخی هستند و در صورتی که داده‌های ورودی بازتاب‌دهنده رویه‌های ناعادلانه، تمرکز نظارت بر مناطق خاص یا سوگیری‌های نهادی گذشته باشند، الگوریتم‌ها نیز همان الگوها را بازتولید خواهند کرد. در بستر مدیریت شهری، این مسئله می‌تواند به تمرکز بیش‌ازحد نظارت بر برخی مناطق شهری، پیمانکاران یا واحدهای خاص منجر شود و خود به منبع جدیدی از بی‌عدالتی و تعارض منافع تبدیل شود.

از دیگر تهدیدهای مهم، کاهش شفافیت تصمیم‌گیری مدیریتی در صورت استفاده از مدل‌های پیچیده و غیرتفسیرپذیر است. اگرچه الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشین توان بالایی در پیش‌بینی ریسک دارند، اما در غیاب سازوکارهای تبیین‌پذیری، خروجی این مدل‌ها ممکن است برای مدیران، بازرسان و حتی نهادهای نظارتی بالادستی قابل فهم نباشد. این مسئله نه تنها مسئولیت‌پذیری تصمیم‌گیران را تضعیف می‌کند، بلکه می‌تواند مشروعیت تصمیمات نظارتی را نیز زیر سؤال ببرد.

یافته‌های پژوهش همچنین به ریسک وابستگی نهادی به فناوری اشاره دارد. اتکای کامل به سامانه‌های هوش مصنوعی بدون تقویت ظرفیت تحلیلی انسانی، می‌تواند توان تشخیص کارشناسان و بازرسان را در بلندمدت تضعیف کند. در چنین شرایطی، هرگونه اختلال در داده‌ها، خطای الگوریتمی یا دستکاری ورودی‌ها می‌تواند پیامدهای گسترده‌ای در نظام نظارتی شهرداری ایجاد کند.

بر این اساس، مدل پیشنهادی پژوهش بر یک رویکرد متوازن تأکید دارد که در آن هوش مصنوعی به عنوان ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری و نه جایگزین قضاوت انسانی به کار گرفته می‌شود. پیش‌بینی سازوکارهای حکمرانی الگوریتمی، نظارت انسانی مستمر، استفاده از مدل‌های نسبتاً تفسیرپذیر، تعریف خطوط قرمز اخلاقی و شفاف‌سازی منطق تصمیم‌گیری الگوریتم‌ها، از جمله راهبردهایی است که می‌تواند ریسک‌های یادشده را کنترل کرده و از تبدیل فناوری به منبع جدید تهدید سلامت اداری جلوگیری کند.

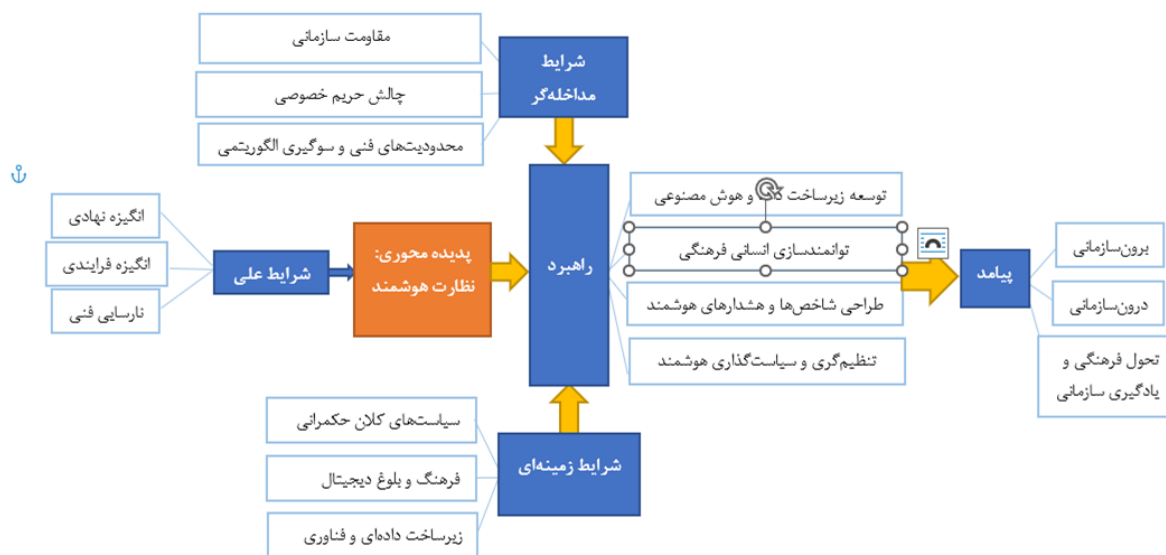
نتایج

تحلیل نظام‌مند داده‌ها در چارچوب نظریه داده‌بنیاد نشان داد گذار از الگوی سنتی نظارت اداری به نظارت هوشمند، نه یک فرایند صرفاً فناورانه، بلکه یک تحول ساختاری و سازمانی پیچیده است که در امتداد مجموعه‌ای از شرایط علی، زمینه‌ای و مداخله‌گر شکل می‌گیرد. یافته‌ها نشان می‌دهند ضرورت نظارت هوشمند بیش از هر چیز ناشی از فشارهای محیطی، پیچیدگی فزاینده فرایندها، الزامات شفافیت، و ناکارآمدی روش‌های دستی و سنتی است؛ عواملی که سازمان را به سمت استفاده از ابزارهای داده‌محور و مدل‌های یادگیری ماشین سوق می‌دهند.

در عین حال، شرایط زمینه‌ای شامل زیرساخت‌های داده‌ای، فرهنگ و بلوغ دیجیتال، سیاست‌های کلان حکمرانی هوشمند و عدالت الگوریتمی به عنوان بستری عمل می‌کنند که میزان امکان‌پذیری و کیفیت پیاده‌سازی نظارت هوشمند را تعیین می‌کنند. این شرایط نشان می‌دهند موفقیت نظارت هوشمند تنها متکی بر فناوری نیست، بلکه نیازمند بلوغ داده‌ای، آمادگی فرهنگی و انسجام سیاستی است.

همچنین، شرایط مداخله‌گر همچون مقاومت سازمانی، محدودیت‌های فنی، چالش‌های توضیح‌پذیری مدل و دغدغه‌های مربوط به حریم خصوصی و حقوق داده نقش تعدیل‌کننده دارند و می‌توانند مسیر تحقق راهبردها را تسهیل یا تضعیف کنند. به بیان دیگر، این عوامل تعیین می‌کنند که راهبردهای سازمانی با چه موانع یا شتاب‌دهنده‌هایی مواجه خواهند شد و چگونه به مرحله اجرا می‌رسند.

در نهایت، راهبردهای استخراج‌شده - از توسعه زیرساخت داده و هوش مصنوعی تا توانمندسازی نیروی انسانی، تنظیم‌گری هوشمند و طراحی شاخص‌ها و هشدارهای الگوریتمی - نشان می‌دهد تحقق نظارت هوشمند مستلزم یک رویکرد جامع، چندسطحی و یکپارچه است. پیامدهای شناسایی‌شده نیز بیانگر آن است که استقرار صحیح این نوع نظارت می‌تواند به بهبود شفافیت، ارتقای کارآمدی، افزایش پاسخ‌گویی، کاهش انحرافات، و تقویت اعتماد عمومی منجر شود. این مدل پارادایمی می‌تواند به عنوان یک نقشه‌راه مفهومی برای سیاستگذاران و مدیران عمل کند تا مسیر توسعه و استقرار نظارت هوشمند را با درک عمیق‌تری از عوامل مؤثر و موانع اجرایی آن طراحی کنند.



شکل ۱. مدل نظارت هوشمند مبتنی بر یادگیری ماشین در مدیریت شهری

محدودیت‌ها و پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی

با وجود دستاوردهای نظری و تحلیلی پژوهش حاضر در طراحی یک مدل بومی نظارت هوشمند برای شهرداری تهران، این مطالعه با محدودیت‌هایی مواجه بوده است که می‌تواند مبنای جهت‌دهی به پژوهش‌های آتی قرار گیرد. نخست آنکه این پژوهش

با رویکرد کیفی و نظریه زمینه‌ای انجام شده و تمرکز آن بر استخراج مفاهیم، مقوله‌ها و روابط مفهومی از داده‌های میدانی بوده است؛ از این‌رو، نتایج آن به طور مستقیم به آزمون تجربی مدل یا پیاده‌سازی عملی الگوریتم‌های یادگیری ماشین نپرداخته است. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده در اولویت نخست، به اعتبارسنجی تجربی مدل ارائه‌شده از طریق داده‌های واقعی شهرداری‌ها و به‌کارگیری روش‌های کمی، یادگیری ماشین یا مدل‌های ترکیبی کیفی - کمی بپردازند. دوم، محدودیت دسترسی به داده‌های یکپارچه، باکیفیت و قابل استفاده تحلیلی در سطح مدیریت شهری، یکی از چالش‌های اساسی این پژوهش بوده است. ادبیات بین‌المللی نشان می‌دهد موفقیت سیستم‌های نظارت هوشمند بیش از هر چیز به بلوغ داده‌ای، استانداردسازی، و یکپارچگی بین‌سیستمی وابسته است. از این‌رو، در اولویت دوم، پژوهش‌های آتی می‌توانند بر سنجش آمادگی داده‌محور و نهادی شهرداری‌ها، طراحی شاخص‌های بلوغ هوش مصنوعی و تحلیل موانع فنی و سازمانی استقرار نظارت هوشمند تمرکز کنند. سوم، پژوهش حاضر اگرچه به ابعاد نهادی و فرایندی نظارت هوشمند توجه داشته است، اما بررسی تفصیلی ابعاد اخلاقی، حقوقی و مسئولیت‌پذیری الگوریتم‌ها در دامنه آن قرار نداشته است. با توجه به تأکید مطالعات خارجی بر مخاطراتی نظیر سوگیری الگوریتمی، نقض حریم خصوصی و ابهام در مسئولیت تصمیمات خودکار، پیشنهاد می‌شود در اولویت سوم، پژوهش‌های آینده به چارچوب‌های حکمرانی مسئولانه هوش مصنوعی در مدیریت شهری پرداخته و سازوکارهای شفافیت، حسابرسی الگوریتمی و پاسخ‌گویی نهادی را بررسی کنند. چهارم، این پژوهش عمدتاً از منظر درون‌سازمانی به نظارت هوشمند پرداخته و نقش ذی‌نفعان بیرونی، شهروندان، رسانه‌ها و نهادهای نظارتی مستقل به صورت محدود مورد توجه قرار گرفته است. در حالی که ادبیات جهانی نشان می‌دهد پذیرش و اثربخشی سیستم‌های هوشمند نظارتی به شدت تحت تأثیر اعتماد عمومی و مشارکت ذی‌نفعان است. از این‌رو، در اولویت چهارم، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی به بررسی نقش مشارکت شهروندی، اعتماد نهادی و شفافیت عمومی در موفقیت نظارت هوشمند در مدیریت شهری بپردازند. در نهایت، پژوهش حاضر بر یادگیری ماشین به عنوان فناوری محوری تمرکز داشته و به هم‌افزایی آن با فناوری‌های مکمل کمتر پرداخته است. با توجه به شواهد بین‌المللی، ترکیب یادگیری ماشین با فناوری‌هایی نظیر تحلیل شبکه پیشرفته، اینترنت اشیا، بلاک‌چین و پردازش داده‌های بلادرنگ می‌تواند ظرفیت‌های نظارتی بسیار گسترده‌تری ایجاد کند. بنابراین، در اولویت‌های بعدی، تحقیقات آینده می‌توانند به مدل‌های چندفناوری نظارت هوشمند و سنجش اثربخشی آن‌ها در بستر مدیریت شهری ایران بپردازند. در مجموع، این محدودیت‌ها نه تنها از ارزش یافته‌های پژوهش حاضر نمی‌کاهند، بلکه مسیرهای روشنی برای توسعه دانش نظری و کاربردی در حوزه نظارت هوشمند شهری ترسیم می‌کنند و می‌توانند مبنای مطالعات تکمیلی و سیاست‌گذاری‌های اجرایی آینده قرار گیرند.

منابع

1. Kumar S, Verma AK, Mirza A. Artificial Intelligence-Driven Governance Systems: Smart Cities and Smart Governance. In 2024. p. 73–90.
2. Ahmad K, Elahi M KD. Smart Governance in Pakistan: (Re-) Thinking Bureaucratic Efficiency through AI Integration Authors Kafeel Ahmad. Crit Rev Soc Sci Stud. 2025 May 27;3(2):1684-1700.
3. Ouaisa M, Ouaisa M, Nadifi Z, El Himer S, Al Masmoudi Y, Kartit A. A framework for cyber threat modeling and risk assessment in smart city environments. Front Comput Sci. 2025 Jul 22;7.
4. Wang P. On Defining Artificial Intelligence. J Artif Gen Intell. 2019 Jan 1;10(2):1–37.
5. Kobis N, Starke C, Rahwan I. Artificial Intelligence as an Anti-Corruption Tool (AI-ACT) -- Potentials and Pitfalls for Top-down and Bottom-up Approaches. 2021.
6. Nai R, Sulis E, Meo R. Public Procurement Fraud Detection and Artificial Intelligence Techniques: a Literature Review. In: CEUR Workshop Proceedings. 2022.
7. Poudel N. The Impact of Big Data-Driven Artificial Intelligence Systems on Public Service Delivery in Cloud-Oriented Government Infrastructures. J Artif Intell Mach Learn Cloud Comput Syst [Internet]. 2024 Nov 7 [cited 2026 Jan 29];8(11):13–25. Available from: <https://epochjournals.com/index.php/JAIMLCCS/article/view/2024-11-07>
8. Cebulla A, Szpak Z, Knight G. Preparing to work with artificial intelligence: assessing WHS when using AI in the workplace. Int J Work Heal Manag. 2023 Jul 28;16(4):294–312.
9. Ali AlShehail O, Khan M, Ajmal M. Total quality management and sustainability in the public service sector: the mediating effect of service innovation. Benchmarking An Int J [Internet]. 2022 Feb 10;29(2):382–410. Available from: <http://www.emerald.com/bij/article/29/2/382-410/513476>
10. Ji H, Alfarraj O, Tolba A. Artificial Intelligence-Empowered Edge of Vehicles: Architecture, Enabling Technologies, and Applications. IEEE Access [Internet]. 2020;8:61020–34. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9047892/>
11. Nai R, Meo R, Morina G, Pasteris P. Public tenders, complaints, machine learning and recommender systems: a case study in public administration. Comput Law Secur Rev [Internet]. 2023 Nov 1 [cited 2026 Jan 29];51. Available from: https://www.researchgate.net/publication/374156786_Public_tenders_complaints_machine_learning_and_recommender_systems_a_case_study_in_public_administration_Public_procurement_Legal_prediction_Complaint_detection_Knowledge_discovery_Natural_language_pr
12. Ash E, Galletta S, Giommoni T. A Machine Learning Approach to Analyze and Support Anti-Corruption Policy Standard-Nutzungsbedingungen. 2021 [cited 2026 Jan 29]; Available from: www.RePEc.org
13. Aldana A, Falcón-Cortés A, Larralde H. A machine learning model to identify corruption in México's public procurement contracts. 2022.
14. Schneider dos Santos E, Machado dos Santos M, Castro M, Tyska Carvalho J. Detection of fraud in public procurement using data-driven methods: a systematic mapping study. EPJ Data Sci [Internet]. 2025 Jul 22;14(1):52. Available from: <https://epjdatascience.springeropen.com/articles/10.1140/epjds/s13688-025-00569-3>
15. Baradaran Nasiri, H., & Rahpeima Sarshekheh, M. Presenting an administrative corruption model using an artificial neural network approach in a governmental organization with a jurisprudential perspective: A case study of Iran Insurance. In The 8th International Conference on Islamic Sciences, Religious Studies and Law, 2022. Retrieved from [https://civilica.com/doc/1666362/\(in_Persian\)](https://civilica.com/doc/1666362/(in_Persian))
16. Torabi, M., & Rajabi Farjad, H. Predictive artificial intelligence inspection model for corruption and risk detection. Quarterly Journal of Supervision and Inspection, 2024. Retrieved from [https://civilica.com/doc/2068732/\(in_Persian\)](https://civilica.com/doc/2068732/(in_Persian))
17. Gamarmakarbi, Z., & Amadi, M. Evaluating the role of artificial intelligence in transparency and prevention of administrative corruption: A case study of the Inspection Organization. In The 21st International Conference on Management Research and Humanities in Iran, 2025. Retrieved from [https://civilica.com/doc/2398698/\(in_Persian\)](https://civilica.com/doc/2398698/(in_Persian))

18. Abedzadeh, M., Mehrabadi, R., & Kamali Janfada, B. Artificial intelligence as a tool for combating corruption and promoting transparency, 2022. (*in Persian*)
19. Alizadeh, R., Parchami, J., & Hamidi, M. Innovation through the use of artificial intelligence in smart city management, 2025. (*in Persian*)
20. Poltoratskaia V, Fazekas M. Data Analytics for Anti-Corruption in Public Procurement. In: Routledge Handbook of Public Procurement Corruption [Internet]. London: Routledge; 2024. p. 42–59. Available from: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781003220374/chapters/10.4324/9781003220374-6>
21. Salazar A, Pérez JF, Gallego J. VigIA: prioritizing public procurement oversight with machine learning models and risk indices. Data Policy [Internet]. 2024 Dec 20;6:e75. Available from: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S263232492400083X/type/journal_article
22. Zinnbauer D. Artificial intelligence in anti-corruption – a timely update on AI technology. 2025;
23. Strauss A CJ. Techniques and procedures for developing grounded theory. 1998.