



Identifying and Explaining the Components of Artificial Intelligence Policy-Making in the Architectural Profession in Iran

Hedieh Dabiri^{1*}  | Seyyed Behshid Hosseini² 

1. Corresponding Author, Department of Architecture, ST.C, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: Hedieh.dabiri@iau.ac.ir

2. Professor, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Art University of Tehran, Tehran, Iran. Email: Behshid_Hosseini@art.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article History:
Received 25 May 2026
Revised 23 June 2026
Accepted 24 August 2026
Published Online 01 January 2027

Keywords:
Artificial Intelligence,
Architectural Profession,
AI Policy-Making,
Data Governance,
Professional Responsibility.

ABSTRACT

The expansion of artificial intelligence (AI) applications within the architectural profession has created extensive opportunities for enhancing design quality, improving decision-making processes, increasing productivity, and supporting the realization of sustainable urban development. However, the effective and responsible use of this technology requires a coherent policy-making framework that addresses legal, professional, institutional, technological, and human dimensions in accordance with national conditions. Accordingly, the present study aimed to elucidate the components of AI-based policy-making for the architectural profession and to develop a policy framework in the context of Iran. In terms of nature, the research is developmental; in terms of approach, it is qualitative and exploratory; and it was conducted in two phases. In the first phase, using qualitative meta-synthesis and in accordance with the PRISMA 2020 reporting requirements, relevant studies were reviewed and initial policy-making components were extracted and organized. At this stage, from among 2,018 identified records, 60 studies were selected for final analysis after the screening and appraisal process. In the second phase, the extracted components were evaluated by 20 experts across three Delphi rounds with respect to necessity, importance, contextual relevance to Iran, and feasibility, and were validated using the Content Validity Ratio (CVR) and Content Validity Index (CVI). The findings led to the identification of six main components: regulation and professional responsibility; data governance and infrastructure; ethics and transparency; human capital and education; institutional coordination and stakeholder participation; and implementation and evaluation. The results indicated that effective policy-making in the field of AI in architecture is not merely dependent on technology adoption; rather, it requires alignment among legal and professional requirements, data infrastructures, ethical considerations, human capacities, the coordinated role of relevant institutions, and evaluation and monitoring mechanisms. Accordingly, the final framework of the study was organized at three levels—strategic, institutional, and professional—so as to attend to the professional and institutional structure of architecture in Iran while providing the necessary basis for developing specialized regulations and standards, enhancing human and data capacities, defining professional responsibility, and establishing implementation and evaluation mechanisms. This framework can serve as a foundation for policy-making and for regulating the relationships among AI technology, the architectural profession, and the requirements of sustainable urban development in Iran.

Cite this article: Dabiri, H. & Hosseini, B. (2027). Identifying and Explaining the Components of Artificial Intelligence Policy-Making in the Architectural Profession in Iran. *Urban Development Policy Making*, 3 (4), 675-707. DOI: <http://doi.org/10.22034/judpm.2026.589312.1135>



© Authors retain the copyright and full publishing rights.
DOI: <http://doi.org/10.22034/judpm.2026.589312.1135>

Introduction

Artificial intelligence (AI) is reshaping the architectural profession by expanding the capabilities of design generation, building performance analysis, Building Information Modeling (BIM), energy optimization, and decision support. Recent advances in generative AI have further increased opportunities for data-informed design and the exploration of alternative architectural solutions. Nevertheless, the integration of AI into architectural practice raises significant questions concerning professional liability, data governance, ethical accountability, transparency, human oversight, institutional coordination, and the reliability of AI-generated outputs. These challenges suggest that the responsible adoption of AI cannot be achieved through technological advancement alone but requires a coherent policy framework that addresses the regulatory, institutional, and professional conditions governing its application. In Iran, the relationship between emerging AI technologies and existing architectural regulations, building control procedures, professional responsibilities, educational structures, and institutional arrangements remains insufficiently examined. Although international AI governance frameworks provide general principles for responsible technological development, their application to architectural practice requires adaptation to the legal and organizational characteristics of the profession. Accordingly, this study aims to identify and explain the principal policy components governing AI applications in architecture and to develop a context-sensitive framework for policy-making in the Iranian architectural profession. Sustainable urban development is considered a potential long-term outcome of responsible and performance-oriented AI integration rather than an independently validated result of the proposed framework.

Materials and Methods

This developmental study adopted an exploratory qualitative approach and was structured around two complementary stages: qualitative metasynthesis and expert-based contextual validation. In the first stage, relevant literature was systematically identified and reviewed in accordance with the reporting principles of PRISMA 2020. The review covered AI applications in architecture, professional regulation, AI governance, data management, ethical considerations, human capacity development, institutional coordination, and the environmental performance of the built environment. According to the study's reported screening process, 2,018 records were initially identified. Following duplicate removal, eligibility screening, and assessment of relevant publications, 60 studies were retained for qualitative synthesis. The selected literature was analyzed using thematic synthesis. Relevant statements and concepts were extracted, transformed into initial codes, grouped into conceptually related categories, and progressively organized into broader policy domains. This process sought to establish a coherent analytical structure while preserving the distinctions between technological opportunities, professional requirements, and institutional conditions. In the second stage, the extracted policy components were contextualized for the Iranian architectural profession through a three-round Delphi process involving 20 experts representing architecture and urban design, AI and digital technologies, professional regulation, policy and governance, urban management, and architectural education and research. The proposed components were examined in terms of necessity, contextual relevance, professional significance, and implementation feasibility. The Content Validity Ratio (CVR) and Content Validity Index (CVI) were employed to assess content validity, while an expert agreement threshold of at least 80% was used to evaluate consensus in the final Delphi round. The results informed the refinement of the policy components and their organization into an integrated multilevel framework.

Results

The qualitative synthesis and subsequent expert assessment resulted in six interrelated policy domains: regulation and professional responsibility; data governance and infrastructure; ethics and transparency; human capital and capacity building; institutional coordination and stakeholder participation; and standardization, evaluation, and monitoring.

The first domain, **regulation and professional responsibility**, addresses the clarification of professional obligations, the boundaries of AI-assisted decision-making, and the continued responsibility of qualified architects for reviewing and approving professional outputs. It emphasizes

that the use of intelligent systems should support professional judgment without transferring accountability from responsible practitioners to technological tools.

The second domain, **data governance and infrastructure**, concerns the quality, reliability, security, accessibility, and interoperability of data and digital systems. These requirements are particularly relevant to AI applications involving BIM, environmental information, spatial datasets, and building performance analysis. Effective data governance provides an essential foundation for the reliability and traceability of AI-supported architectural processes.

The third domain, **ethics and transparency**, focuses on responsible technological use, explainability, documentation, human oversight, bias-related risks, and the transparent communication of AI involvement in professional decisions. It emphasizes the importance of maintaining accountability throughout AI-assisted design and evaluation processes.

The fourth domain, **human capital and capacity building**, encompasses AI literacy, professional competence, interdisciplinary collaboration, continuous training, and the adaptation of architectural education to emerging technological requirements. This domain recognizes that technological capability alone cannot ensure appropriate professional use without the necessary interpretive and evaluative skills.

The fifth domain, **institutional coordination and stakeholder participation**, highlights the need for structured cooperation among regulatory authorities, professional organizations, municipalities, universities, technology developers, and architectural practitioners. Such coordination is important for reducing fragmented decision-making, clarifying institutional responsibilities, and supporting consistent implementation.

The sixth domain, **standardization, evaluation, and monitoring**, addresses the development of operational guidelines, validation procedures, quality-control criteria, documentation requirements, and continuous assessment mechanisms for AI-assisted architectural outputs. This domain provides the principal connection between policy requirements and observable professional practices.

The reported Delphi assessment indicated increasing expert agreement across the three rounds, with all six domains meeting the predefined 80% consensus threshold in the final round. Data governance and infrastructure, human capital and capacity building, and standardization, evaluation, and monitoring were retained without major conceptual revision. Regulation and professional responsibility, ethics and transparency, and institutional coordination and stakeholder participation were retained following contextual refinement to reflect the legal, institutional, and professional conditions of Iran. Based on the relationships among these domains, the final framework was organized into three interconnected levels. The **strategic level** comprises regulation and professional responsibility and establishes the overarching regulatory foundation. The **institutional level** encompasses data governance and infrastructure, ethics and transparency, human capital and capacity building, and institutional coordination and stakeholder participation. The **professional level** comprises standardization, evaluation, and monitoring, translating policy requirements into operational procedures for architectural practice. A feedback mechanism links professional evaluation to institutional improvement and strategic policy revision.

Discussion and Conclusion

The findings suggest that AI policy-making in architecture should be understood as an integrated regulatory, institutional, and professional process rather than a technology-centered intervention. The proposed framework demonstrates the conceptual interdependence of professional accountability, reliable data systems, ethical safeguards, human competence, institutional coordination, and continuous evaluation. Consequently, the effectiveness of policy implementation depends not only on the presence of individual policy components but also on their alignment within a coherent governance structure. The Iranian context further highlights the importance of adapting international AI governance principles to existing professional regulations, organizational responsibilities, building control arrangements, and institutional capacities. At the strategic level, clarifying professional accountability and the requirements for human oversight provides the foundation for responsible AI use. At the institutional level, data management, ethical transparency, professional education, and interorganizational coordination support implementation capacity. At the professional level, standardization, quality assessment, documentation, and monitoring enable policy requirements to be translated into reviewable architectural practices. An

important characteristic of the framework is its proposed feedback mechanism. Experiences arising from professional implementation, the identification of technological risks, and the evaluation of AI-assisted outputs can inform revisions to institutional procedures and strategic regulations. This relationship positions the framework as an adaptive policy structure rather than a fixed collection of requirements. However, these relationships represent a conceptual proposition and should not be interpreted as empirically established causal effects. The potential contribution of AI to sustainable architectural and urban development also depends on the conditions under which the technology is applied. Improved resource efficiency, energy performance, and environmental quality may emerge from reliable data, appropriate analytical methods, qualified professional oversight, and performance-based evaluation. Accordingly, environmental sustainability is treated as an expected outcome of responsible policy implementation, not as a separate policy domain or a demonstrated consequence of content validation. The principal contribution of this study is the formulation of a context-sensitive, three-level policy framework that translates general AI governance principles into six domains relevant to architectural practice in Iran. The framework offers a conceptual basis for developing professional guidelines, data governance procedures, educational initiatives, institutional coordination mechanisms, and evaluation standards. Nevertheless, its practical effectiveness has not yet been established through implementation in architectural projects or professional institutions. Future research should therefore examine its feasibility through pilot applications, develop measurable indicators of professional accountability and AI-output reliability, and assess its applicability across different architectural organizations and regulatory settings. Overall, the proposed framework provides an integrated perspective for aligning AI innovation with professional responsibility, institutional capacity, and performance-oriented architectural practice. It supports a transition from technology-centered adoption toward context-sensitive, accountable, and continuously evaluated policy-making within the Iranian architectural profession.



تبیین مؤلفه‌های سیاستگذاری هوش مصنوعی در حرفه معماری ایران

هدیه دبیری^{*۱} | سید بهشید حسینی^۲

۱. نویسنده مسئول، گروه معماری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: Hedieh.dabiri@iau.ac.ir

۲. استاد گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر ایران، تهران، ایران. رایانامه: Behshid_Hosseini@art.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۳/۰۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۴/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۰۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۱۰/۱۱

کلیدواژه:

هوش مصنوعی،

سیاستگذاری حرفه معماری،

حکمرانی داده،

تنظیم‌گری،

حکمرانی داده،

مسئولیت حرفه‌ای.

گسترش کاربرد هوش مصنوعی در حرفه معماری، فرصت‌های گسترده‌ای برای ارتقای کیفیت طراحی، بهبود فرایندهای تصمیم‌گیری، افزایش بهره‌وری و پشتیبانی از تحقق توسعه شهری پایدار فراهم کرده است. با این حال، بهره‌گیری اثربخش و مسئولانه از این فناوری مستلزم وجود چارچوبی منسجم برای سیاستگذاری است که ابعاد حقوقی، حرفه‌ای، نهادی، فناورانه و انسانی را متناسب با شرایط هر کشور پوشش دهد. از این رو، پژوهش حاضر با هدف تبیین مؤلفه‌ها و تدوین چارچوب سیاستگذاری حرفه معماری بر مبنای هوش مصنوعی در زمینه ایران انجام شد. پژوهش از نظر ماهیت، توسعه‌ای و از نظر رویکرد، کیفی و اکتشافی است و در دو مرحله انجام شد. در مرحله نخست، با بهره‌گیری از فراترکیب کیفی و بر اساس الزامات گزارش‌دهی PRISMA 2020، مطالعات مرتبط بررسی و مؤلفه‌های اولیه سیاستگذاری استخراج و سازمان‌دهی شد. در این مرحله، از میان ۲۰۱۸ رکورد شناسایی‌شده، پس از فرایند غربالگری و ارزیابی، ۶۰ مطالعه برای تحلیل نهایی انتخاب شد. در مرحله دوم، مؤلفه‌های استخراج‌شده با مشارکت ۲۰ خبره در سه دور دلفی، از نظر ضرورت، اهمیت، تناسب با زمینه ایران و قابلیت اجرا ارزیابی و با استفاده از شاخص‌های نسبت روایی محتوا و شاخص روایی محتوا اعتبارسنجی شدند. یافته‌های پژوهش به شناسایی ۶ مؤلفه اصلی شامل تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای، حکمرانی داده و زیرساخت، اخلاق و شفافیت، سرمایه انسانی و آموزش، هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان، و اجرا و ارزیابی انجامید. نتایج نشان داد تحقق سیاستگذاری مؤثر در حوزه هوش مصنوعی معماری، فقط به پذیرش فناوری وابسته نیست، بلکه نیازمند هم‌ترازی میان الزامات قانونی و حرفه‌ای، زیرساخت‌های داده، ملاحظات اخلاقی، ظرفیت‌های انسانی، نقش‌آفرینی هماهنگ نهادی مرتبط و سازوکارهای ارزیابی و پایش است. بر این اساس، چارچوب نهایی پژوهش در سه سطح راهبردی، نهادی و حرفه‌ای سازمان‌دهی شد تا ضمن توجه به ساختار حرفه‌ای و نهادی معماری در ایران، زمینه لازم برای تدوین ضوابط و استانداردهای تخصصی، ارتقای ظرفیت‌های انسانی و داده‌ای، تعیین مسئولیت حرفه‌ای و استقرار سازوکارهای اجرایی و ارزیابی را فراهم کند. این چارچوب می‌تواند مبنایی برای سیاستگذاری و تنظیم روابط میان فناوری هوش مصنوعی، حرفه معماری و الزامات توسعه شهری پایدار در ایران قرار گیرد.

استناد: دبیری، هدیه و حسینی، سید بهشید (۱۴۰۵). تبیین مؤلفه‌های سیاستگذاری هوش مصنوعی در حرفه معماری ایران. *سیاستگذاری پیشرفت شهری*، ۳ (۴) ۶۷۵-۷۰۷.
DOI: <http://doi.org/10.22034/judpm.2026.589312.1135>



مقدمه

تحول دیجیتال در سال‌های اخیر، حرفه معماری را به سوی فرایندهایی داده‌محور و متکی بر ابزارهای محاسباتی و هوشمند سوق داده است. در این میان، هوش مصنوعی در حوزه‌هایی همچون تولید و ارزیابی گزینه‌های طراحی، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM)، تحلیل عملکرد و بهینه‌سازی فرایندهای معماری کاربرد یافته است. توسعه ابزارهای هوش مصنوعی مولد نیز دامنه این تغییرات را گسترش داده و شیوه تعامل معمار با داده، الگوریتم و فرایند تصمیم‌گیری را تحت تأثیر قرار داده است [۱]. با این حال، اهمیت این تحول فقط در افزایش سرعت تولید گزینه‌های طراحی یا ارتقای توان محاسباتی خلاصه نمی‌شود؛ بلکه به تغییر مناسبات میان قضاوت تخصصی معمار، فرایند تولید دانش طراحی و سازوکارهای کنترل و تأیید تصمیم‌های حرفه‌ای مربوط است. در چنین شرایطی، استفاده از سامانه‌های هوشمند می‌تواند بخشی از فرایند تحلیل و پیشنهاد راه‌حل را به عهده گیرد، اما اعتبار حرفه‌ای تصمیم نهایی همچنان مستلزم بررسی، تفسیر و پذیرش مسئولیت از سوی اشخاص دارای صلاحیت است. از این رو، ورود هوش مصنوعی به حرفه معماری را باید افزون بر یک تحول فناورانه، مسئله‌ای مرتبط با سازمان‌دهی فعالیت حرفه‌ای، حدود اختیار تصمیم‌گیری و مسئولیت‌پذیری معمار دانست. در کنار ظرفیت‌های یادشده، استفاده از هوش مصنوعی مسائل جدیدی مانند مسئولیت حرفه‌ای، مالکیت فکری، محرمانگی داده‌های پروژه، شفافیت، سوگیری و قابلیت اعتماد خروجی‌های الگوریتمی را مطرح کرده است. چارچوب مدیریت ریسک هوش مصنوعی NIST بر شناسایی، سنجش و مدیریت این ریسک‌ها در سراسر چرخه عمر سامانه‌های هوشمند تأکید دارد [۲] OECD نیز بهره‌گیری اثربخش از هوش مصنوعی را وابسته به عواملی مانند داده، زیرساخت، مهارت، ظرفیت نهادی، مدیریت ریسک و پاسخگویی می‌داند [۳]. با وجود اهمیت این چارچوب‌های عمومی، کاربرد آن‌ها در حرفه معماری مستلزم توجه به ویژگی‌هایی است که این حرفه را از بسیاری از حوزه‌های دیگر متمایز می‌سازد؛ از جمله وابستگی تصمیم‌های طراحی به ضوابط فنی و ساختمانی، آثار بلندمدت تصمیم‌ها بر ایمنی و کیفیت محیط ساخته‌شده، تعدد اشخاص و نهادهای دخیل در تأیید طرح و پیوند میان مسئولیت طراح و فرایند نظارت و اجرا. بنابراین، چالش اصلی فقط نحوه به‌کارگیری ابزارهای هوش مصنوعی نیست، بلکه چگونگی تدوین سیاست‌هایی است که بهره‌گیری از این فناوری را با الزامات حقوقی، حرفه‌ای و نهادی معماری سازگار سازند. در پژوهش حاضر، هوش مصنوعی عامل ایجادکننده تحول در حرفه معماری تلقی می‌شود و موضوع اصلی، سیاستگذاری برای مواجهه نظام‌مند حرفه با پیامدهای این تحول است، نه سیاستگذاری برای توسعه فناوری هوش مصنوعی به‌خودی‌خود.

سیاستگذاری، حکمرانی و تنظیم‌گری در این زمینه مفاهیمی مرتبط اما متمایزند. سیاستگذاری بر تعیین مسئله، اهداف، اولویت‌ها و ابزارهای مداخله تأکید دارد؛ حکمرانی به نحوه تعامل و هماهنگی میان بازیگران مختلف مربوط می‌شود و تنظیم‌گری بر تدوین و اجرای قواعد و الزامات مشخص تمرکز دارد [۴ و ۵]. این تمایز فقط مفهومی نیست، بلکه در تعیین حدود مداخله نهادهای مختلف و تبدیل جهت‌گیری‌های کلان به قواعد قابل اجرا اهمیت دارد. سیاستگذاری مشخص می‌کند چه مسائل و اهدافی باید در اولویت قرار گیرند؛ سازوکارهای حکمرانی، نحوه مشارکت و پاسخگویی بازیگران را سامان می‌دهند و ابزارهای تنظیم‌گری، الزامات لازم برای هدایت و کنترل رفتار حرفه‌ای را صورت‌بندی می‌کنند. در پژوهش حاضر، سیاستگذاری مفهوم محوری است و حکمرانی و تنظیم‌گری در پیوند با آن بررسی می‌شوند. بر این مبنا، تدوین سیاست برای استفاده از هوش مصنوعی در معماری، بدون تعیین نسبت میان نهادهای سیاستگذار، سازمان‌های حرفه‌ای، مراجع کنترل ساختمان، مراکز آموزشی و دفاتر طراحی، ممکن است به مجموعه‌ای از توصیه‌های فناورانه محدود شود که سازوکار نهادی مشخصی برای تحقق ندارند. اهمیت این مسئله در ایران با توجه به ساختار حقوقی و نهادی حرفه ساختمان برجسته‌تر می‌شود. فعالیت حرفه‌ای معماری و مهندسی در چارچوب قوانین، مقررات و نهادهای تخصصی مختلف انجام می‌شود و قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان یکی از مبانی اصلی تنظیم امور حرفه‌ای و فنی این حوزه است [۶]. همچنین، مبحث دوم مقررات ملی ساختمان، با موضوع نظامات اداری، بخشی از ترتیبات مربوط به اشخاص دارای صلاحیت، خدمات مهندسی و فرایندهای اداری و کنترل ساختمان را صورت‌بندی می‌کند. در چنین ساختاری، بهره‌گیری از هوش مصنوعی در تهیه نقشه‌ها، تحلیل گزینه‌های طراحی یا کنترل اولیه انطباق با ضوابط، پرسش‌هایی درباره حدود اتکای حرفه‌ای به خروجی سامانه، شیوه مستندسازی تصمیم‌ها و مسئولیت تأیید نهایی ایجاد می‌کند. برای مثال، استفاده از ابزار هوشمند در بررسی

اولیه ضوابط ساختمانی را نمی‌توان به‌منزله جایگزینی خودکار مسئولیت قانونی طراح یا مرجع کنترل‌کننده تلقی کرد؛ بلکه لازم است جایگاه این ابزار در زنجیره تهیه، بررسی و تأیید اسناد فنی روشن شود. تصویب سند ملی هوش مصنوعی جمهوری اسلامی ایران در سال ۱۴۰۳ نیز نشان‌دهنده ورود این فناوری به سطح سیاستگذاری رسمی کشور است [۷]. با این حال، وجود جهت‌گیری ملی در زمینه هوش مصنوعی به‌تنهایی به معنای شکل‌گیری قواعد تخصصی برای کاربرد آن در حرفه معماری نیست. مسئله اساسی، چگونگی تبدیل این جهت‌گیری‌ها به ضوابط حرفه‌ای، استانداردهای داده، الزامات نظارت انسانی و سازوکارهای نهادی متناسب با ساختار موجود معماری و ساختمان در ایران است. مطالعات موجود عمدتاً در دو جریان قابل بررسی‌اند: بخشی بر کاربردهای فنی هوش مصنوعی در معماری، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و بهینه‌سازی عملکرد تمرکز دارد [۱ و ۸] و بخشی دیگر مسائل عمومی سیاستگذاری، حکمرانی، مدیریت ریسک، داده و پاسخگویی را بررسی می‌کند [۲ - ۵]. با وجود دستاوردهای هر دو جریان، مسئله‌ای که همچنان نیازمند بررسی منسجم است، نحوه تبدیل اصول عمومی حکمرانی و تنظیم‌گری هوش مصنوعی به مؤلفه‌های سیاستی متناسب با ویژگی‌های حرفه معماری و ساختار نهادی ایران است. مطالعات فنی عمدتاً ظرفیت و کارکرد ابزارها را توضیح می‌دهند، در حالی که چارچوب‌های عمومی حکمرانی لزوماً مشخص نمی‌کنند مسئولیت تصمیم‌الگوریتمی در فرایند طراحی معماری چگونه توزیع شود، چه نهادی بر کیفیت و اعتبار خروجی نظارت کند و الزامات داده‌ای و آموزشی در کدام سطح سیاستگذاری پیگیری شوند. از سوی دیگر، انتقال مستقیم الگوهای بین‌المللی بدون بررسی تناسب آن‌ها با مقررات حرفه‌ای، ظرفیت اجرایی نهادها و شرایط زیرساختی کشور، نمی‌تواند به‌تنهایی مبنای یک چارچوب زمینه‌مند قرار گیرد. بر این اساس، خلأ پژوهش حاضر در فقدان یک صورت‌بندی یکپارچه و قابل ردیابی از الزامات سیاستی هوش مصنوعی در حرفه معماری ایران تعریف می‌شود؛ صورت‌بندی‌ای که بتواند شواهد علمی موجود را با ویژگی‌های حقوقی، نهادی و حرفه‌ای کشور مرتبط سازد و میان مؤلفه‌های سیاستی و سطوح مداخله ارتباط برقرار کند. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف تبیین سیاستگذاری حرفه معماری بر مبنای هوش مصنوعی انجام می‌شود. پرسش اصلی آن است که مؤلفه‌های اساسی سیاستگذاری برای مواجهه حرفه معماری ایران با تحول ناشی از هوش مصنوعی کدام‌اند و این مؤلفه‌ها چگونه می‌توانند در چارچوبی منسجم، متناسب با الزامات حقوقی، نهادی و حرفه‌ای کشور سازمان‌دهی شوند؟ برای پاسخ به این پرسش، در مرحله نخست از فراترکیب کیفی برای شناسایی و ترکیب یافته‌های مطالعات مرتبط استفاده می‌شود و فرایند جست‌وجو و انتخاب مطالعات مطابق الزامات گزارش‌دهی PRISMA 2020 تشریح خواهد شد [۹ و ۱۰]. در مرحله بعد، مؤلفه‌های حاصل از ترکیب شواهد، با توجه به ساختار حرفه معماری ایران تفسیر و از حیث ضرورت، تناسب زمینه‌ای و قابلیت اجرا ارزیابی می‌شوند. در صورت اتکا به روش دلفی، نحوه انتخاب خبرگان، مراحل دستیابی به توافق و نتایج اعتبارسنجی باید در بخش روش و یافته‌ها به صورت مستند گزارش شود. به این ترتیب، چارچوب پژوهش با هدف برقراری پیوند میان شواهد علمی، الزامات نهادی و حقوقی و سازوکارهای اجرایی سیاستگذاری تدوین می‌شود تا مبنایی برای تبیین مسئولیت حرفه‌ای، حکمرانی داده، ملاحظات اخلاقی، توسعه ظرفیت انسانی، هماهنگی نهادی و ارزیابی کاربرد هوش مصنوعی در حرفه معماری ایران فراهم آورد.

۲. مبانی نظری

۲-۱. هوش مصنوعی و تحول در حرفه معماری

تحول دیجیتال در حرفه معماری طی سال‌های اخیر، با گسترش فناوری‌های هوشمند وارد مرحله‌ای شده است که در آن داده، الگوریتم و توان پردازشی در کنار دانش و تجربه تخصصی معمار، در شکل‌دهی به فرایند طراحی نقش فزاینده‌ای یافته‌اند. کاربرد این فناوری‌ها از تولید و ارزیابی گزینه‌های طراحی به حوزه‌هایی مانند برنامه‌ریزی فضایی، مدل‌سازی پارامتریک، تحلیل عملکرد ساختمان و بهینه‌سازی تصمیم‌های طراحی گسترش یافته است. مرورهای اخیر نشان می‌دهند یادگیری ماشین و سامانه‌های مولد می‌توانند بخشی از فعالیت‌های طراحی را پشتیبانی یا خودکار کنند؛ با این حال، چالش‌هایی همچون سوگیری الگوریتمی، ملاحظات اخلاقی و حفظ ویژگی‌های زمینه‌ای و هویتی معماری همچنان مطرح‌اند [۱۱]. از این منظر، تحول هوشمند در معماری را نمی‌توان فقط افزایش ظرفیت تولید گزینه‌های طراحی دانست؛ زیرا استفاده از این فناوری‌ها، نحوه تولید، ارزیابی و اعتباربخشی به دانش حرفه‌ای را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. گسترش مدل‌های زبانی بزرگ، ابعاد تازه‌ای به این تحول افزوده است. مطالعات

اخیر در صنعت معماری، مهندسی و ساخت‌وساز نشان می‌دهند این مدل‌ها در تولید و سازمان‌دهی اطلاعات، پشتیبانی از فرایندهای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، تهیه اسناد و برخی فعالیت‌های چرخه عمر پروژه مورد استفاده و ارزیابی قرار گرفته‌اند. با این حال، قابلیت اعتماد خروجی‌ها، یکپارچه‌سازی با سامانه‌های موجود، کیفیت داده‌های ورودی و محدودیت‌های اجرایی از چالش‌های اساسی کاربرد آن‌ها به شمار می‌روند [۱۲]. اهمیت این موضوع در آن است که افزایش قابلیت تولید محتوای فنی و پیشنهاد راه‌حل توسط سامانه‌های هوشمند، لزوماً به معنای افزایش اعتبار حرفه‌ای آن‌ها نیست. در معماری، هر پیشنهاد طراحی باید افزون بر قابلیت محاسباتی، از منظر الزامات عملکردی، ضوابط ساختمانی، شرایط زمینه‌ای و نیازهای بهره‌برداران نیز ارزیابی شود. بنابراین، تحول حاصل از هوش مصنوعی بیش از آنکه به افزایش سرعت طراحی محدود باشد، به بازتعریف رابطه میان دانش تخصصی، داده و تصمیم حرفه‌ای مربوط می‌شود.

در فرایندهای مبتنی بر هوش مصنوعی، بخشی از تولید و تحلیل گزینه‌های طراحی به سامانه‌هایی واگذار می‌شود که عملکرد آن‌ها به کیفیت داده‌های آموزشی، ساختار مدل و محدودیت‌های الگوریتمی وابسته است. این وضعیت می‌تواند نقش معمار را از تولیدکننده مستقیم تمامی گزینه‌ها به هدایت‌کننده، ارزیاب و تصمیم‌گیرنده نهایی در فرایندی متکی بر تعامل انسان و سامانه تغییر دهد. با این حال، این جابه‌جایی نباید به معنای کاهش اهمیت قضاوت حرفه‌ای تفسیر شود؛ بلکه ضرورت آن را در مرحله ارزیابی و تأیید خروجی‌ها افزایش می‌دهد. تصمیم معماری ماهیتی چندمعیاره و زمینه‌مند دارد و اعتبار آن فقط از دقت محاسباتی یا مطلوبیت الگوریتمی حاصل نمی‌شود، بلکه به انطباق هم‌زمان با الزامات فنی، اجتماعی، محیطی و حقوقی وابسته است. در نتیجه، استفاده از هوش مصنوعی مستلزم بازتعریف شایستگی‌های حرفه‌ای در زمینه ارزیابی انتقادی خروجی‌ها، تشخیص محدودیت‌های سامانه و مستندسازی مبانی تصمیم‌گیری است. این تحول، مسئله مسئولیت حرفه‌ای را نیز برجسته می‌سازد. با افزایش نقش سامانه‌های هوشمند در تحلیل، پیشنهاد و ارزیابی گزینه‌ها، تعیین حدود اتکا به خروجی الگوریتمی، نحوه نظارت انسانی و مسئولیت تأیید نهایی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. چارچوب مدیریت ریسک هوش مصنوعی NIST، حکمرانی را در کنار شناسایی زمینه کاربرد، سنجش و مدیریت ریسک، یکی از کارکردهای اصلی مواجهه با مخاطرات سامانه‌های هوشمند معرفی می‌کند [۲]. در حرفه معماری، این موضوع با ماهیت مسئولیت‌پذیر خدمات طراحی ارتباط مستقیم دارد؛ زیرا پیامد تصمیم‌های معماری می‌تواند در مراحل ساخت، بهره‌برداری، ایمنی و عملکرد محیط ساخته‌شده آشکار شود. از این رو، کاربرد هوش مصنوعی مستلزم تعیین رویه‌هایی برای ثبت نقش سامانه در تصمیم‌گیری، کنترل کیفیت خروجی، امکان بازبینی تصمیم‌ها و حفظ مسئولیت اشخاص دارای صلاحیت حرفه‌ای است. این الزامات به‌ویژه در ساختارهایی اهمیت می‌یابند که تهیه، کنترل و تأیید اسناد معماری و ساختمانی تابع مقررات و تقسیم مسئولیت قانونی میان اشخاص و نهادهای مختلف است.

از سوی دیگر، ادغام هوش مصنوعی با ابزارهای موجود در محیط حرفه‌ای معماری می‌تواند پیوند میان طراحی، تحلیل و ارزیابی عملکرد را تقویت کند. برای نمونه، ترکیب یادگیری ماشین، مدل‌های زبانی و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان با ابزارهای ارزیابی چرخه حیات، ظرفیت پشتیبانی از طراحی کم‌کربن و بررسی پیامدهای زیست‌محیطی گزینه‌های مختلف را فراهم می‌سازد [۸]. با این حال، تحقق این ظرفیت‌ها به دسترسی به داده‌های معتبر، سازگاری میان سامانه‌ها، استانداردهای تبادل اطلاعات و وجود معیارهای مشخص برای سنجش عملکرد وابسته است. بنابراین، بهره‌گیری از هوش مصنوعی در معماری تنها به انتخاب ابزار مناسب مربوط نمی‌شود، بلکه مستلزم فراهم بودن زیرساخت داده‌ای و نهادی است که بتواند نتایج تحلیل‌های هوشمند را به تصمیم‌های حرفه‌ای قابل اتکا تبدیل کند. این مسئله، ارتباط میان تحول فناورانه و ضرورت تدوین سیاست‌های تخصصی برای مدیریت داده، استانداردسازی و ارزیابی عملکرد را آشکار می‌سازد.

برآیند مطالعات یادشده نشان می‌دهد تحول ناشی از هوش مصنوعی در حرفه معماری را می‌توان در ۶ حوزه مرتبط شامل فرایند طراحی، نقش معمار، داده و اطلاعات، ارزیابی عملکرد، مسئولیت حرفه‌ای و آموزش تخصصی صورت‌بندی کرد. این حوزه‌ها به منزله ابعاد تحول حرفه‌ای در نظر گرفته می‌شوند و نباید آن‌ها را از پیش معادل مؤلفه‌های نهایی سیاستگذاری تلقی کرد؛ زیرا تعیین مؤلفه‌های سیاستی مستلزم ترکیب نظام‌مند شواهد و بررسی روابط میان مفاهیم استخراج‌شده است. جدول ۱ ابعاد اصلی این تحول و دلالت‌های اولیه آن برای سیاستگذاری حرفه معماری را نشان می‌دهد.

جدول ۱. ابعاد تحول حرفه معماری در پی ورود فناوری‌های هوشمند

بُعد	پیامد برای حرفه معماری	تحول ایجادشده	دلالت اولیه برای سیاستگذاری
فرایند طراحی	ضرورت تعیین حدود و رویه‌های استفاده	حرکت از تولید خطی گزینه‌ها به تولید و مقایسه هم‌زمان سناریوها	تعیین حدود و رویه‌های استفاده از سامانه‌های هوشمند
نقش معمار	بازتعریف مهارت و صلاحیت حرفه‌ای	حرکت از تولیدکننده مستقیم به هدایت‌کننده و ارزیاب گزینه‌ها	بازتعریف شایستگی‌ها و الزامات صلاحیت حرفه‌ای
داده و اطلاعات	ضرورت مدیریت، کیفیت و حفاظت داده	افزایش نقش داده‌های پروژه، محیطی و عملکردی در تصمیم‌گیری	تدوین الزامات حکمرانی داده و استانداردهای اطلاعاتی
ارزیابی عملکرد	نیاز به معیارهای ارزیابی و کنترل خروجی	امکان تحلیل سریع‌تر و مقایسه گزینه‌های متعدد	تدوین معیارهای اعتبارسنجی و کنترل کیفیت خروجی
مسئولیت حرفه‌ای	ضرورت تعیین مسئولیت و نظارت انسانی	شکل‌گیری تصمیم در تعامل انسان و سامانه	تعیین مسئولیت تأیید نهایی و الزامات نظارت انسانی
آموزش و مهارت	ضرورت بازنگری آموزش دانشگاهی و حرفه‌ای	نیاز به مهارت‌های جدید در داده، الگوریتم و ارزیابی خروجی	بازنگری آموزش دانشگاهی و توسعه آموزش مستمر

منبع: بر مبنای مرور ادبیات

در مجموع، اهمیت سیاستی تحول هوش مصنوعی در معماری از آنجا ناشی می‌شود که تغییر در ابزارهای تولید و ارزیابی طرح، بدون بازنگری متناسب در قواعد حرفه‌ای و ظرفیت‌های نهادی، می‌تواند میان توان فناورانه و سازوکارهای موجود مسئولیت‌پذیری فاصله ایجاد کند. از این‌رو، مسئله سیاستگذاری در این پژوهش نه هدایت توسعه خود فناوری، بلکه تنظیم شرایط استفاده معتبر، مسئولانه و قابل ارزیابی از آن در حرفه معماری است. در این چارچوب، موضوعاتی مانند صلاحیت حرفه‌ای، مدیریت داده، نظارت انسانی، مسئولیت‌پذیری، آموزش و استانداردهای ارزیابی، به عنوان زمینه‌های مفهومی اولیه برای فراترکیب مطالعات مطرح می‌شوند؛ اما صورت‌بندی نهایی مؤلفه‌ها و روابط آن‌ها باید بر اساس نتایج تحلیل مطالعات منتخب و اعتبارسنجی بعدی انجام گیرد، نه فقط استنتاج نظری از کاربردهای فناوری.

۲-۲. حکمرانی هوش مصنوعی در حرفه معماری

گسترش کاربرد فناوری‌های هوشمند در حرفه معماری، در کنار ایجاد ظرفیت‌های جدید برای طراحی و تصمیم‌گیری، ضرورت شکل‌گیری سازوکارهایی برای هدایت، نظارت و پاسخگویی را افزایش داده است. در ادبیات جدید، حکمرانی هوش مصنوعی به مجموعه‌ای از قواعد، فرایندها و ترتیبات نهادی اشاره دارد که نحوه توسعه و استفاده از این فناوری را با الزامات قانونی، اهداف سازمانی و ملاحظات اخلاقی هماهنگ می‌کند [۴]. در این برداشت، حکمرانی نه فقط مجموعه‌ای از محدودیت‌های قانونی، بلکه سازوکاری برای تعیین حدود اختیار، توزیع مسئولیت و ایجاد هماهنگی میان بازیگرانی است که در تصمیم‌گیری، به‌کارگیری و نظارت بر سامانه‌های هوشمند نقش دارند. مرورهای اخیر نیز نشان می‌دهند حکمرانی هوش مصنوعی در سطوح سازمانی، حرفه‌ای و عمومی مطرح می‌شود و موضوعاتی مانند مسئولیت‌پذیری، مدیریت داده، کنترل ریسک، شفافیت و مشارکت ذی‌نفعان از محورهای اصلی آن به شمار می‌روند [۶]. از این‌رو، اثربخشی حکمرانی را نمی‌توان فقط بر اساس وجود اصول یا دستورالعمل‌ها ارزیابی کرد، بلکه باید به ظرفیت تبدیل این اصول به رویه‌های اجرایی و سازوکارهای پاسخگویی نیز توجه داشت. در حرفه معماری، اهمیت حکمرانی هوش مصنوعی از ماهیت چندبازیگری فرایند طراحی و ساخت ناشی می‌شود. تصمیم‌های معماری معمولاً در تعامل میان طراحان، مشاوران تخصصی، کارفرمایان، مراجع کنترل و تأیید طرح و عوامل اجرایی شکل می‌گیرند. ورود سامانه‌های هوشمند به این فرایند، لایه جدیدی از تولید و پردازش اطلاعات را به روابط حرفه‌ای موجود اضافه می‌کند، بدون آنکه به‌خودی‌خود مسئولیت‌های قانونی و حرفه‌ای اشخاص را تغییر دهد. از این منظر، مسئله اصلی حکمرانی، تعیین نسبت میان نقش مشورتی یا تحلیلی سامانه‌های هوشمند و اختیار تصمیم‌گیری اشخاص دارای صلاحیت است. تعیین مسئولیت تأیید نهایی، نظارت بر خروجی‌های الگوریتمی، مستندسازی تصمیم‌ها و امکان ارزیابی مجدد نتایج، از الزامات این رابطه به شمار می‌روند. چارچوب مدیریت ریسک هوش مصنوعی NIST نیز حکمرانی را یکی از کارکردهای اصلی مدیریت ریسک در کنار نگاشت،

سنجش و مدیریت معرفی می‌کند و بر تعیین نقش‌ها، مسئولیت‌ها و مدیریت مستمر مخاطرات در چرخه عمر سامانه تأکید دارد [۲]. در نتیجه، حکمرانی هوش مصنوعی در معماری باید علاوه بر کنترل عملکرد سامانه، امکان ردیابی نقش آن در تصمیم حرفه‌ای و تشخیص مسئولیت انسانی در مراحل مختلف طراحی را فراهم کند. در این میان، تفکیک حکمرانی سازمانی از حکمرانی حرفه‌ای اهمیت دارد. در سطح سازمانی، موضوعاتی مانند انتخاب و ارزیابی ابزارهای هوشمند، تعیین سطح دسترسی کارکنان، مدیریت داده‌های پروژه، آموزش کاربران و نظارت بر کیفیت خروجی‌ها مطرح است. در مقابل، در سطح حرفه‌ای و بین‌نهادی، مسائل به تعیین استانداردهای مشترک، الزامات صلاحیت، حدود مسئولیت حقوقی و نحوه تعامل میان نهادهای حرفه‌ای و مراجع کنترل ساختمان مربوط می‌شود. این دو سطح اگرچه به یکدیگر وابسته‌اند، اما ابزارهای مداخله و سازوکارهای پاسخگویی یکسانی ندارند. استاندارد ISO/IEC 42001:2023 با ارائه الزامات استقرار و بهبود مستمر نظام مدیریت هوش مصنوعی، چارچوبی برای سازمان‌دهی سیاست‌ها، فرایندها و مسئولیت‌های مرتبط با این فناوری در سطح سازمانی فراهم می‌کند [۱۳]. با این حال، کاربرد چنین استانداردی به‌تنهایی جایگزین ضوابط تخصصی حرفه معماری یا الزامات قانونی کنترل ساختمان نیست و لازم است در ارتباط با آن‌ها تفسیر شود.

حکمرانی داده نیز یکی از ابعاد اساسی این فرایند است. پروژه‌های معماری و ساختمانی با مجموعه‌ای از داده‌های هندسی، مکانی، فنی، عملکردی، اقتصادی و اطلاعات مربوط به کاربران سروکار دارند و کیفیت، امنیت و نحوه دسترسی به این داده‌ها می‌تواند بر اعتبار نتایج سامانه‌های هوشمند اثر بگذارد. به‌ویژه در محیط‌هایی که اطلاعات از طریق مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و سامانه‌های دیجیتال میان چند سازمان یا گروه تخصصی مبادله می‌شود، مسئله حکمرانی داده از حفاظت اطلاعات فراتر می‌رود و موضوعاتی مانند مالکیت و اختیار استفاده از داده، استانداردسازی، قابلیت تبادل، ثبت تغییرات و مسئولیت صحت اطلاعات را نیز دربرمی‌گیرد. از این‌رو، مدیریت داده در حرفه معماری باید در پیوند با الزامات حرمانگی، دسترسی مجاز، کیفیت اطلاعات و قابلیت ممیزی مورد توجه قرار گیرد [۳ و ۶]. فقدان ترتیبات روشن در این زمینه می‌تواند حتی در صورت دسترسی به ابزارهای پیشرفته، قابلیت اعتماد و استفاده سازمان‌یافته از خروجی‌های هوش مصنوعی را محدود کند. با وجود ارتباط نزدیک حکمرانی با سیاستگذاری و تنظیم‌گری، این مفاهیم یکسان نیستند. سیاستگذاری به تعیین مسئله، اهداف، اولویت‌ها و ابزارهای مداخله می‌پردازد؛ حکمرانی نحوه توزیع نقش، تعامل و هماهنگی میان بازیگران را سامان می‌دهد و تنظیم‌گری بر تدوین، اجرا و نظارت بر قواعد الزام‌آور یا استانداردهای هدایت‌کننده رفتار حرفه‌ای تمرکز دارد [۴ و ۵]. رابطه این سه مفهوم را می‌توان از منظر کارکردی تبیین کرد: سیاستگذاری جهت و اولویت مداخله را مشخص می‌کند، حکمرانی ظرفیت نهادی تحقق آن را فراهم می‌سازد و تنظیم‌گری بخشی از ابزارهای لازم برای عملیاتی کردن سیاست‌ها را در اختیار قرار می‌دهد. با این حال، این رابطه لزوماً خطی یا یک‌سویه نیست؛ زیرا تجربه اجرای قواعد و بازخورد بازیگران حرفه‌ای نیز می‌تواند به اصلاح سیاست‌ها منجر شود. در پژوهش حاضر، سیاستگذاری مفهوم محوری است و حکمرانی به عنوان یکی از بسترهای نهادی تحقق آن بررسی می‌شود.

این تمایز در زمینه ایران اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا فعالیت حرفه‌ای معماری در ارتباط با مجموعه‌ای از نهادهای ملی، سازمان‌های حرفه‌ای، شهرداری‌ها، مراکز آموزشی و دفاتر معماری انجام می‌شود. در چنین ساختاری، مسئله حکمرانی هوش مصنوعی فقط تعیین یک نهاد متولی نیست، بلکه روشن کردن نحوه تقسیم وظایف و ارتباط میان سیاست‌های ملی فناوری، مقررات حرفه‌ای ساختمان و رویه‌های اجرایی طراحی و کنترل است. برای نمونه، تدوین معیارهای استفاده از ابزارهای هوشمند در کنترل اولیه نقشه‌ها می‌تواند به هماهنگی میان نهادهای حرفه‌ای و مراجع کنترل ساختمان نیاز داشته باشد؛ در حالی که اجرای این معیارها در دفاتر معماری مستلزم آموزش کاربران، ثبت فرایند تصمیم و ارزیابی کیفیت خروجی است. بنابراین، حکمرانی مؤثر باید امکان هماهنگی عمودی میان سطوح تصمیم‌گیری و هماهنگی افقی میان نهادهای مرتبط را فراهم کند.

بر این اساس، مسئولیت و پاسخگویی حرفه‌ای، حکمرانی داده، شفافیت و قابلیت ممیزی، نظارت انسانی، مدیریت ریسک و هماهنگی نهادی را می‌توان به عنوان محورهای نظری اولیه حکمرانی هوش مصنوعی در حرفه معماری در نظر گرفت. این محورها در این مرحله، حاصل صورت‌بندی مفهومی ادبیات پژوهش‌اند و نباید با مضامین نهایی حاصل از فراترکیب یکسان تلقی

شوند. جایگاه آن‌ها در چارچوب سیاستگذاری، پس از بررسی نظام‌مند شواهد، تحلیل روابط میان مؤلفه‌ها و ارزیابی تناسب آن‌ها با شرایط حرفه‌ای و نهادهای ایران مشخص خواهد شد.



شکل ۱. صورت‌بندی مفهومی مؤلفه‌های حکمرانی هوش مصنوعی در حرفه معماری بر اساس ادبیات پژوهش (ترسیم: نگارندگان)

۲-۳. سیاستگذاری هوش مصنوعی در حرفه معماری

سیاستگذاری هوش مصنوعی فرایندی برای تعیین اهداف، اولویت‌ها، قواعد و ابزارهای مداخله به منظور هدایت توسعه و استفاده از این فناوری در یک حوزه مشخص است. رویکردهای جدید سیاستگذاری نشان می‌دهند اثربخشی آن تنها به تدوین مقررات وابسته نیست و عواملی مانند زیرساخت، داده، مهارت، ظرفیت نهادی، مدیریت ریسک و سازوکارهای نظارت و مشارکت نیز باید هم‌زمان مورد توجه قرار گیرند [۳ و ۱۵]. از منظر سیاستگذاری عمومی، مسئله اصلی فقط شناسایی مخاطرات فناوری نیست، بلکه انتخاب ترکیبی متناسب از ابزارهای حقوقی، سازمانی، آموزشی و نظارتی برای پاسخ به این مخاطرات است. چنین رویکردی مستلزم آن است که اهداف سیاستی، بازیگران مسئول، منابع مورد نیاز و معیارهای ارزیابی اجرا در ارتباط با یکدیگر تعریف شوند. از این‌رو، سیاستگذاری حرفه معماری بر مبنای هوش مصنوعی باید میان تسهیل نوآوری، حفظ استقلال قضاوت تخصصی، رعایت الزامات حرفه‌ای و صیانت از منافع عمومی تعادل برقرار کند. در حرفه معماری، این مسئله به دلیل تفاوت ماهیت و سطح مخاطره کاربردهای هوش مصنوعی اهمیت بیشتری دارد. استفاده از فناوری‌های مولد برای ایده‌پردازی اولیه، با کاربرد سامانه‌های هوشمند در تحلیل عملکرد ساختمان، تهیه مستندات فنی یا پشتیبانی از تصمیم‌های مرتبط با ایمنی و انطباق با ضوابط، پیامدهای یکسانی ندارد. بنابراین، مداخله سیاستی باید متناسب با حساسیت تصمیم، میزان اتکا به خروجی سامانه و شدت پیامدهای احتمالی خطا طراحی شود. در کاربردهای کم‌مخاطره، آموزش و دستورالعمل‌های حرفه‌ای ممکن است نقش برجسته‌تری داشته باشند؛ در مقابل، در کاربردهایی که بر ایمنی، انطباق قانونی یا تأیید اسناد فنی اثر می‌گذارند، ضرورت کنترل انسانی، مستندسازی و اعتبارسنجی تخصصی افزایش می‌یابد. مقررات هوش مصنوعی اتحادیه اروپا نیز نمونه‌ای از رویکرد تنظیم‌گری مبتنی بر ریسک است که برای گروه‌های مختلف سامانه‌ها الزامات متفاوتی پیش‌بینی می‌کند [۱۶]. با این حال، این مقررات را نباید به معنای پرمخاطره بودن خودکار تمامی کاربردهای هوش مصنوعی در معماری تلقی کرد؛ بلکه منطق تناسب الزامات با مخاطره می‌تواند به عنوان مبنایی تحلیلی برای تدوین ضوابط تخصصی مورد استفاده قرار گیرد. یکی از محورهای اصلی سیاستگذاری در حرفه معماری، تعیین مسئولیت و پاسخگویی حرفه‌ای است. خروجی سامانه هوشمند به‌خودی‌خود جایگزین قضاوت تخصصی معمار نمی‌شود و استفاده‌کننده باید بتواند درستی، تناسب و محدودیت‌های آن را ارزیابی کند.

رویکردهای نهادهای حرفه‌ای معماری نیز بر حفظ قضاوت مسئولانه معمار، رعایت استاندارد مراقبت حرفه‌ای و روشن بودن مسئولیت استفاده‌کنندگان از فناوری تأکید دارند [۱۷ و ۱۸]. از این منظر، سیاست حرفه‌ای باید میان استفاده از هوش مصنوعی به عنوان ابزار پشتیبان تصمیم و واگذاری مسئولیت تصمیم‌گیری تمایز برقرار کند. این تمایز در فرایندهایی مانند تهیه نقشه‌های اجرایی، کنترل اولیه ضوابط، تحلیل عملکرد و تنظیم مستندات فنی اهمیت دارد؛ زیرا پذیرش خروجی الگوریتمی بدون ارزیابی تخصصی می‌تواند مرز میان پیشنهاد محاسباتی و تأیید حرفه‌ای را مبهم سازد. بنابراین، تدوین دستورالعمل‌هایی برای بررسی و تأیید خروجی، ثبت موارد استفاده از سامانه، تعیین حدود نظارت انسانی و حفظ مسئولیت اشخاص دارای صلاحیت، از ابزارهای مهم سیاستگذاری در این حوزه محسوب می‌شود.

حکمرانی داده و حفاظت اطلاعات نیز از الزامات اساسی سیاستگذاری است؛ زیرا فرایندهای معماری با داده‌های طراحی، هندسی، مکانی، فنی، عملکردی و اطلاعات مربوط به پروژه و کاربران سروکار دارند. سیاستگذاری باید قواعدی برای کیفیت داده، دسترسی مجاز، محرمانگی، امنیت، مالکیت و حدود استفاده از اطلاعات تعیین کند [۳ و ۶]. در این زمینه، میان سیاست‌های عمومی حفاظت داده و الزامات تخصصی مدیریت اطلاعات پروژه تفاوت وجود دارد. برای مثال، استفاده از داده‌های یک پروژه در آموزش یا بهبود عملکرد سامانه‌های هوشمند، علاوه بر ملاحظات امنیتی، ممکن است به تعیین حقوق استفاده از اطلاعات، حدود رضایت و مجوز کارفرما و مسئولیت نگهداری داده نیاز داشته باشد. همچنین، تبادل اطلاعات میان دفاتر معماری، مشاوران و مراجع کنترل ساختمان مستلزم استانداردهای سازگار و سازوکارهای مشخص برای ثبت و پیگیری تغییرات است. در کنار این موضوع، آموزش و توسعه شایستگی حرفه‌ای اهمیت دارد؛ زیرا بهره‌گیری مسئولانه از سامانه‌های هوشمند به توانایی تشخیص محدودیت مدل‌ها، ارزیابی خروجی‌ها و شناخت مخاطرات وابسته است. راهنماهای حرفه‌ای AIA نیز بر سواد هوش مصنوعی، آموزش کارکنان، سیاست‌های داخلی دفاتر و کنترل مسئولانه کاربردهای این فناوری تأکید کرده‌اند [۱۸]. بر این اساس، آموزش نباید فقط به مهارت کار با نرم‌افزار محدود شود، بلکه لازم است ارزیابی انتقادی نتایج، شناخت مسئولیت حرفه‌ای و توانایی مستندسازی تصمیم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی را نیز دربرگیرد.

سیاستگذاری در این حوزه همچنین نیازمند استانداردسازی، ارزیابی و پایش مستمر است. استانداردها و دستورالعمل‌های حرفه‌ای باید مشخص کنند خروجی سامانه‌های هوشمند در چه شرایطی قابل استفاده است، چه سطحی از اعتبارسنجی برای آن ضرورت دارد و چه اطلاعاتی درباره نقش فناوری در فرایند طراحی باید ثبت و نگهداری شود. از منظر اجرا، این الزامات زمانی مؤثر خواهند بود که به رویه‌های مشخص در دفاتر معماری و فرایندهای کنترل ساختمان تبدیل شوند. برای نمونه، می‌توان ثبت نوع سامانه مورد استفاده، هدف کاربرد، داده‌های اصلی ورودی، روش کنترل خروجی و نام فرد تأییدکننده را به عنوان اجزای پیشنهادی یک سازوکار مستندسازی حرفه‌ای در نظر گرفت. چنین رویه‌ای علاوه بر افزایش قابلیت پیگیری تصمیم‌ها، امکان ارزیابی کیفیت و اصلاح دستورالعمل‌ها را طی زمان فراهم می‌کند. در سطح بین‌المللی نیز توجه نهادهای حرفه‌ای به پیامدهای هوش مصنوعی، ضرورت بازاندیشی در استانداردهای کیفیت، مسئولیت و پاسخگویی معماری را برجسته کرده است [۱۹]. در زمینه ایران، الزامات یادشده باید در ارتباط با ساختار موجود حرفه معماری و ساختمان تفسیر شوند. در سطح راهبردی، وزارت راه و شهرسازی و سایر مراجع ملی مرتبط می‌توانند در چارچوب اختیارات قانونی خود، جهت‌گیری‌های تخصصی و الزامات کلان کاربرد هوش مصنوعی در بخش ساختمان را تدوین کنند. در سطح نهادی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان، مراجع کنترل ساختمان، شهرداری‌ها و مراکز آموزشی می‌توانند متناسب با وظایف و صلاحیت‌های خود در تدوین دستورالعمل‌های حرفه‌ای، توسعه استانداردهای اطلاعاتی، آموزش و نظارت مشارکت داشته باشند. در سطح حرفه‌ای نیز دفاتر معماری و اشخاص دارای صلاحیت، مسئول اجرای رویه‌های کنترل، مستندسازی و ارزیابی خروجی‌ها در محدوده وظایف حرفه‌ای خود خواهند بود. این تقسیم‌بندی، پیشنهادی تحلیلی برای سازمان‌دهی ابزارهای سیاستی است و به معنای وجود چنین نظام اختصاصی و یکپارچه‌ای در مقررات کنونی ایران نیست. اهمیت آن در ایجاد پیوند میان سیاست‌های ملی فناوری و سازوکارهای عملی خدمات معماری است؛ پیوندی که بدون تعیین نقش نهادها و قابلیت اجرای دستورالعمل‌ها، ممکن است در سطح اهداف کلی باقی بماند.

بر این اساس، در سطح مبانی نظری می‌توان ۶ حوزه اولیه برای بررسی سیاستگذاری هوش مصنوعی در حرفه معماری شناسایی کرد: تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای، حکمرانی داده، اخلاق و شفافیت، آموزش و سرمایه انسانی، استانداردسازی و ارزیابی و هماهنگی نهادی. این حوزه‌ها از ادبیات موجود و مسائل حرفه‌ای مطرح‌شده در آن استنتاج شده‌اند و در این مرحله به عنوان چارچوب حساس‌کننده تحلیل، نه مضامین قطعی حاصل از فراترکیب، مورد استفاده قرار می‌گیرند. جدول ۲ ارتباط میان اهداف سیاستی، ابزارهای پیشنهادی و پیامدهای مورد انتظار را در این ۶ حوزه نشان می‌دهد.

جدول ۲. حوزه‌های اصلی سیاستگذاری حرفه معماری بر مبنای هوش مصنوعی

حوزه سیاستگذاری	هدف سیاستی	ابزار یا اقدام پیشنهادی	پیامد مورد انتظار
تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای	تعیین حدود استفاده و مسئولیت بازیگران	تدوین ضوابط، تعیین مسئولیت و الزامات کنترل انسانی	کاهش ابهام حقوقی و افزایش پاسخگویی
حکمرانی داده	تضمین کیفیت، امنیت و استفاده مجاز از داده	استانداردسازی، حفاظت و مدیریت دسترسی به داده	افزایش قابلیت اعتماد و امنیت اطلاعات
اخلاق و شفافیت	تقویت استفاده مسئولانه و قابل اعتماد	تدوین اصول اخلاقی، مستندسازی و شفافیت کاربرد	افزایش اعتماد حرفه‌ای و عمومی
آموزش و سرمایه انسانی	ارتقای شایستگی حرفه‌ای	بازنگری آموزش دانشگاهی و آموزش‌های حرفه‌ای	افزایش توان استفاده و ارزیابی فناوری
استانداردسازی و ارزیابی	کنترل کیفیت و قابلیت اعتماد خروجی‌ها	تدوین معیارهای ارزیابی، آزمون و پایش	کاهش خطا و بهبود کیفیت کاربرد
هماهنگی نهادی	ایجاد تقسیم کار و اجرای هماهنگ سیاست‌ها	ایجاد سازوکار همکاری میان نهادهای دولتی، حرفه‌ای و آموزشی	افزایش انسجام و قابلیت اجرای سیاست‌ها

منبع: بر مبنای مرور ادبیات

در مجموع، سیاستگذاری هوش مصنوعی در حرفه معماری را باید فرایندی برای ایجاد تناسب میان ظرفیت فناوری، مخاطرات کاربرد، مسئولیت حرفه‌ای و قابلیت اجرای نهادی دانست. از این منظر، ابزارهای سیاستی زمانی اثربخش خواهند بود که متناسب با نوع کاربرد و سطح مخاطره انتخاب شوند و مسئولیت اجرا و ارزیابی آن‌ها مشخص باشد. حوزه‌های مطرح‌شده در جدول ۲ فقط صورت‌بندی نظری اولیه‌اند؛ بنابراین، اعتبار و ترکیب نهایی مؤلفه‌ها باید از طریق تحلیل مستند مطالعات منتخب و بررسی تناسب آن‌ها با زمینه ایران تعیین شود.

۲-۴. هوش مصنوعی، معماری و توسعه شهری پایدار

ورود فناوری‌های هوشمند به فرایندهای معماری، علاوه بر تغییر شیوه طراحی و تصمیم‌گیری، ظرفیت‌هایی برای بهبود عملکرد محیطی ساختمان و افزایش بهره‌وری منابع فراهم کرده است. تحلیل داده‌های اقلیمی، انرژی و عملکردی و امکان مقایسه سریع گزینه‌های طراحی، زمینه ارزیابی دقیق‌تر پیامدهای تصمیم‌های معماری را ایجاد می‌کند. در این میان، اهمیت هوش مصنوعی تنها به افزایش دقت پیش‌بینی یا سرعت تحلیل محدود نیست، بلکه به توانایی آن در پشتیبانی از تصمیم‌گیری چندمعیاره مربوط می‌شود؛ تصمیم‌گیری‌ای که در آن شاخص‌های انرژی، کربن، آسایش محیطی و بهره‌وری منابع می‌توانند در مراحل مختلف طراحی به صورت هم‌زمان بررسی شوند. با این حال، بهبود شاخص‌های عملکردی در مقیاس ساختمان را نباید بدون بررسی پیامدهای تجمعی و زمینه‌ای، معادل تحقق پایداری در مقیاس شهری تلقی کرد. یکی از زمینه‌های مهم کاربرد هوش مصنوعی، پیش‌بینی و بهینه‌سازی عملکرد انرژی ساختمان است. گوناسینگالگه^۱ و همکاران در یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل، ظرفیت روش‌های هوشمند را برای بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان بررسی کرده‌اند و در عین حال، تفاوت نتایج میان گونه‌های ساختمانی و شرایط اقلیمی را از محدودیت‌های مهم این حوزه دانسته‌اند [۲۰]. همچنین، مانماتاراسان^۲ و همکاران نقش مدل‌های داده‌محور را در ارزیابی سریع گزینه‌های طراحی و بهینه‌سازی عملکرد ساختمان بررسی کرده‌اند و نشان داده‌اند این

1. Gunasinghalge

2. Manmatharasan

رویکردها می‌توانند فرایند مقایسه و انتخاب گزینه‌های طراحی را تسریع کنند [۲۱]. با این حال، نتایج حاصل از مدل‌های هوشمند به ویژگی داده‌های آموزشی، شرایط اقلیمی، نوع ساختمان و مفروضات مدل وابسته‌اند. بنابراین، استفاده از این ابزارها در تصمیم‌های حرفه‌ای مستلزم ارزیابی اعتبار مدل در شرایط پروژه و مقایسه نتایج با معیارهای پذیرفته‌شده عملکرد ساختمان است. این وابستگی، ضرورت تدوین رویه‌های مشخص برای اعتبارسنجی و کنترل کیفیت تحلیل‌های هوشمند را در سطح حرفه‌ای آشکار می‌سازد. از سوی دیگر، کاربرد فناوری‌های هوشمند در محاسبه، پیش‌بینی و پایش انتشار کربن، امکان ارتباط دقیق‌تر میان تصمیم‌های طراحی و پیامدهای زیست‌محیطی ساختمان را فراهم کرده است. هوا^۱ و همکاران نشان داده‌اند این فناوری‌ها در برآورد و پیش‌بینی انتشار کربن ساختمان و پشتیبانی از مدیریت آن کاربرد دارند، هرچند کیفیت داده و چالش‌های اجرایی بر قابلیت اتکای نتایج اثر می‌گذارند [۲۲]. اهمیت این موضوع از آنجا ناشی می‌شود که ارزیابی پیامدهای کربنی ساختمان فقط به مصرف انرژی در دوره بهره‌برداری محدود نیست و در یک ارزیابی جامع، انتخاب مصالح، فرایند ساخت و سایر مراحل چرخه حیات نیز باید مورد توجه قرار گیرند. در نتیجه، بهره‌گیری از هوش مصنوعی برای پشتیبانی از تصمیم‌های کم‌کربن، به دسترسی به داده‌های معتبر و سازگار، تعریف مرزهای ارزیابی و انتخاب شاخص‌های قابل مقایسه وابسته است. مطالعات جدیدتر نیز ظرفیت مدل‌های جانشین و روش‌های هوشمند را برای تسریع بهینه‌سازی عملکردمحور ساختمان و مواجهه با چالش‌های طراحی پایدار بررسی کرده‌اند [۲۳ و ۲۴]. با این حال، افزایش توان تحلیل سناریوها زمانی از نظر سیاستی معنادار است که نتایج آن در چارچوب معیارهای مشخص عملکردی و با حفظ مسئولیت قضاوت حرفه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. پیوند میان هوش مصنوعی و توسعه شهری پایدار، علاوه بر عملکرد منفرد ساختمان‌ها، به نحوه اثرگذاری تصمیم‌های معماری بر مصرف منابع، کیفیت محیط ساخته‌شده و سازگاری با شرایط محیطی نیز مربوط می‌شود. برای مثال، تصمیم‌های مرتبط با جهت‌گیری ساختمان، طراحی پوسته، انتخاب مصالح و سامانه‌های تأسیساتی می‌توانند بر مصرف انرژی، انتشار کربن و کیفیت محیط داخلی اثر بگذارند. با این حال، تعمیم این پیامدها به سطح توسعه شهری مستلزم توجه به روابط میان ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها، شرایط اقلیمی و الگوهای بهره‌برداری است. از این رو، نقش سیاستگذاری حرفه معماری در این زمینه، ایجاد پیوند میان ظرفیت تحلیل هوشمند و معیارهای معتبر ارزیابی عملکرد است، نه فرض تحقق خودکار پایداری در نتیجه به‌کارگیری فناوری. بر این اساس، رابطه میان هوش مصنوعی، معماری و توسعه پایدار را نمی‌توان فقط به استفاده از ابزارهای هوشمند برای کاهش مصرف انرژی تقلیل داد. تحقق ظرفیت‌های این فناوری به کیفیت داده، اعتبار مدل، معیارهای ارزیابی، زیرساخت‌های اطلاعاتی و قضاوت حرفه‌ای وابسته است. از منظر سیاستگذاری، مسئله اساسی آن است که چگونه می‌توان استفاده از هوش مصنوعی را از سطح کاربردهای پراکنده و وابسته به ابتکار فردی، به فرایندی مبتنی بر استانداردهای داده، ارزیابی عملکرد و مسئولیت‌پذیری حرفه‌ای تبدیل کرد. در چنین شرایطی، سیاستگذاری می‌تواند از طریق تعیین معیارهای ارزیابی، تقویت قابلیت تبادل داده، توسعه شایستگی‌های تخصصی و الزام به کنترل نتایج، زمینه استفاده قابل اتکاتر از فناوری را فراهم سازد. در پژوهش حاضر، توسعه شهری پایدار به عنوان یکی از پیامدهای مطلوب سیاستگذاری حرفه معماری در نظر گرفته می‌شود، نه به عنوان مؤلفه‌ای مستقل و هم‌عرض با الزامات اصلی سیاستگذاری. این تمایز از نظر مفهومی اهمیت دارد؛ زیرا مؤلفه‌های سیاستی به ابزارها و شرایط هدایت رفتار حرفه‌ای مربوط‌اند، در حالی که پایداری به نتایج مورد انتظار از بهبود کیفیت تصمیم‌ها و عملکرد محیط ساخته‌شده اشاره دارد. بهبود بهره‌وری انرژی، کاهش پیامدهای کربنی، استفاده بهینه از منابع، ارتقای کیفیت محیطی و افزایش تاب‌آوری، از جمله پیامدهایی هستند که می‌توانند در صورت تحقق شرایط فنی و نهادی مناسب حاصل شوند. جدول ۳ ارتباط میان ظرفیت‌های هوش مصنوعی، پیامدهای مورد انتظار و دلالت‌های سیاستی آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۳. پیوند ظرفیت‌های هوش مصنوعی با پیامدها و الزامات سیاستگذاری حرفه معماری

پیامد مورد انتظار	ظرفیت فناوری هوشمند	دلالت سیاستی
بهبود بهره‌وری انرژی ساختمان	تحلیل، پیش‌بینی و بهینه‌سازی مصرف انرژی	تدوین و الزام معیارهای ارزیابی عملکرد در فرایند طراحی
کاهش انتشار کربن	محاسبه و مقایسه پیامدهای زیست‌محیطی گزینه‌های طراحی	گنجانیدن شاخص‌های کربن و ارزیابی چرخه حیات در فرایند تصمیم‌گیری
افزایش بهره‌وری منابع	تحلیل هم‌زمان سناریوهای طراحی، مصالح و سیستم‌های ساختمانی	توسعه استانداردهای داده و زیرساخت‌های قابل اعتماد
ارتقای کیفیت محیطی و آسایش کاربران	تحلیل شرایط حرارتی، نوری و سایر شاخص‌های محیطی	تعیین معیارهای عملکردی و حفظ قضاوت حرفه‌ای در تأیید نتایج
افزایش تاب‌آوری محیط ساخته‌شده	تحلیل سناریوها و پیش‌بینی پیامدهای تغییر شرایط محیطی	وارد کردن شاخص‌های تاب‌آوری در ارزیابی گزینه‌های طراحی

منبع: صورت‌بندی نظری پژوهش بر اساس مطالعات منتخب

مرور مباحث نظری نشان می‌دهد ورود هوش مصنوعی به حرفه معماری، فراتر از تغییر ابزارهای طراحی، بر شیوه شکل‌گیری تصمیم‌های حرفه‌ای، نقش و شایستگی معمار و الزامات مرتبط با داده، مسئولیت و ارزیابی اثر می‌گذارد. از این منظر، حرفه معماری بستر اصلی تحول و هوش مصنوعی عامل فناورانه‌ای است که مسائل و نیازهای جدیدی را در این بستر ایجاد می‌کند. با این حال، تبدیل ظرفیت‌های فناوری به بهبود عملکرد حرفه‌ای، مستلزم وجود ترتیبات حقوقی و نهادی است که حدود استفاده، مسئولیت تصمیم و معیارهای کنترل و ارزیابی خروجی‌ها را مشخص کند. در این میان، سیاستگذاری، حکمرانی و تنظیم‌گری دارای کارکردهای متفاوت اما مرتبط‌اند. سیاستگذاری جهت‌گیری‌ها، اهداف و ابزارهای مداخله را تعیین می‌کند؛ حکمرانی به سازمان‌دهی روابط و توزیع مسئولیت میان بازیگران می‌پردازد و تنظیم‌گری قواعد و الزامات هدایت‌کننده رفتار حرفه‌ای را صورت‌بندی می‌کند. بر این اساس، سیاستگذاری هوش مصنوعی در معماری را نمی‌توان فقط به تدوین مقررات یا توسعه زیرساخت‌های فناورانه محدود کرد، بلکه باید آن را فرایندی دانست که در آن الزامات حقوقی، ظرفیت‌های نهادی، شایستگی‌های انسانی و سازوکارهای ارزیابی در ارتباط با یکدیگر قرار می‌گیرند. با وجود گسترش مطالعات درباره کاربردهای هوش مصنوعی در معماری و توسعه ادبیات مربوط به سیاستگذاری و حکمرانی این فناوری، پیوند منسجم میان الزامات عمومی سیاستگذاری و ویژگی‌های حرفه‌ای معماری، به‌ویژه در زمینه حقوقی و نهادی ایران، همچنان نیازمند بررسی است. مطالعات فناورانه عمدتاً بر ظرفیت ابزارها و بهبود عملکرد متمرکزند، در حالی که چارچوب‌های عمومی حکمرانی بیشتر اصولی مانند مدیریت ریسک، شفافیت، پاسخگویی و حفاظت داده را مطرح می‌کنند. آنچه در پیوند این دو جریان کمتر تبیین شده، نحوه تبدیل این اصول به ابزارهای سیاستی مشخص برای حرفه معماری و چگونگی سازمان‌دهی مسئولیت اجرای آن‌ها در سطوح مختلف نهادی است. افزون بر این، انتقال مستقیم چارچوب‌های بین‌المللی بدون بررسی تناسب آن‌ها با ساختار حرفه‌ای، مقررات ساختمانی و ظرفیت اجرایی نهادهای ایران، نمی‌تواند به‌تنهایی مبنای یک چارچوب زمینه‌مند قرار گیرد. بنابراین، شکاف اصلی پژوهش حاضر در فقدان صورت‌بندی یکپارچه و زمینه‌مندی از مؤلفه‌های سیاستگذاری هوش مصنوعی در حرفه معماری ایران قرار دارد که بتواند میان شواهد علمی، الزامات حرفه‌ای و حقوقی، ظرفیت‌های نهادی و ابزارهای اجرایی ارتباطی روشن و قابل ردیابی برقرار کند. بر این مبنای پژوهش حاضر در پی آن است که با ترکیب نظام‌مند یافته‌های مطالعات مرتبط و بررسی تناسب مؤلفه‌های استخراج‌شده با شرایط حرفه‌ای ایران، چارچوبی برای تبیین سیاستگذاری حرفه معماری در مواجهه با تحول ناشی از هوش مصنوعی ارائه کند. در این چارچوب، پایداری و بهبود عملکرد محیط ساخته‌شده در جایگاه پیامدهای مورد انتظار قرار می‌گیرند، در حالی که تعیین مؤلفه‌های اصلی سیاستگذاری و روابط آن‌ها به نتایج فراترکیب و مرحله اعتبارسنجی وابسته خواهد بود.

۳. مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نظر هدف، توسعه‌ای و از نظر رویکرد، اکتشافی است و با بهره‌گیری از فراترکیب کیفی و ارزیابی محتوایی مؤلفه‌های سیاستگذاری در دو مرحله اصلی طراحی شده است. در مرحله نخست، الزامات سیاستگذاری حرفه معماری در مواجهه با تحولات ناشی از هوش مصنوعی از طریق مرور نظام‌مند و سنتز مضمونی مطالعات مرتبط شناسایی و سازمان‌دهی می‌شوند.

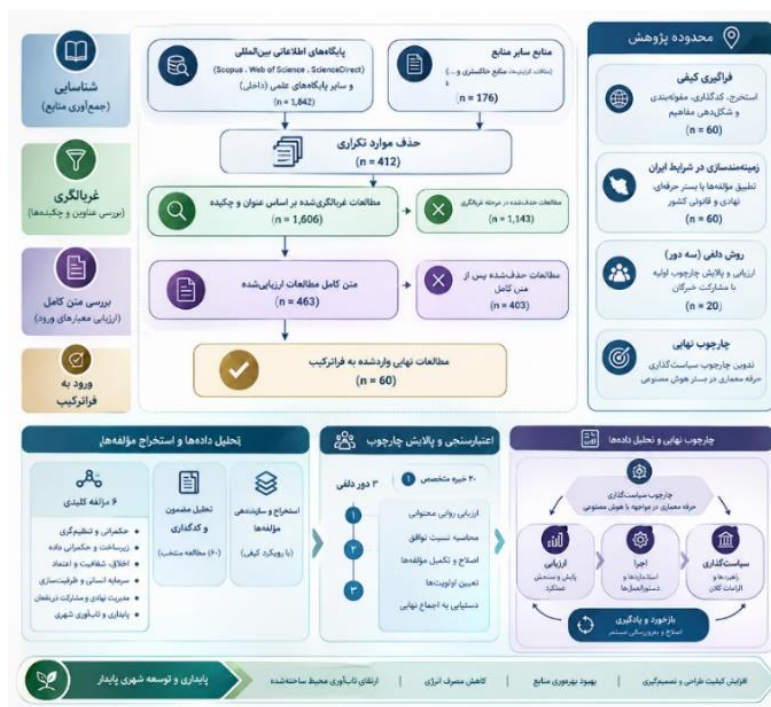
فرایند شناسایی و انتخاب مطالعات بر اساس اصول گزارش‌دهی پریسما ۲۰۲۰ و تحلیل محتوای مطالعات بر مبنای روش سنتز مضمونی توماس و هاردن تنظیم شده است [۹ و ۱۰]. در این چارچوب، پریسما به عنوان الگوی گزارش‌دهی مراحل جست‌وجو، غربالگری و انتخاب منابع و سنتز مضمونی به عنوان روش تحلیل و تلفیق مفاهیم به کار می‌رود. در مرحله دوم، مؤلفه‌های حاصل از تحلیل با توجه به ویژگی‌های حقوقی، نهادی و حرفه‌ای ایران زمینه‌مند شده و برای بررسی ضرورت، ارتباط محتوایی و میزان توافق درباره پذیرش آن‌ها، فرایند ارزیابی خبرگان مبتنی بر روش دلفی پیش‌بینی شده است. دامنه جست‌وجوی مطالعات، پایگاه‌های اطلاعاتی بین‌المللی اسکوپوس، وب آو ساینس و ساینس‌دایرکت و منابع علمی داخلی مرتبط را دربرمی‌گیرد. بازه زمانی بررسی از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۵ تعیین شده و راهبرد جست‌وجو بر ترکیب سه خوشه مفهومی استوار است: هوش مصنوعی و فناوری‌های وابسته، حرفه معماری و محیط ساخته‌شده و سیاستگذاری و حکمرانی. خوشه نخست اصطلاحاتی مانند هوش مصنوعی، هوش مصنوعی مولد و یادگیری ماشین؛ خوشه دوم معماری، محیط ساخته‌شده، صنعت معماری، مهندسی و ساخت و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان؛ و خوشه سوم سیاستگذاری، حکمرانی، تنظیم‌گری، مسئولیت حرفه‌ای و مدیریت ریسک را شامل می‌شود. به منظور پوشش مطالعاتی که بدون استفاده مستقیم از اصطلاح سیاستگذاری به پیامدهای حرفه‌ای هوش مصنوعی پرداخته‌اند، مفاهیمی همچون اخلاق حرفه‌ای، حکمرانی داده، پاسخگویی، استانداردسازی و کنترل کیفیت نیز در راهبرد جست‌وجو لحاظ می‌شوند. ترکیب معادل‌های فارسی و انگلیسی اصطلاحات با استفاده از عملگرهای منطقی AND و OR انجام می‌شود. برای تبیین ساختار غربالگری، یک سناریوی تحلیلی با ۲۰۱۸ رکورد اولیه تنظیم شده است که از این تعداد، ۱۸۴۲ رکورد به پایگاه‌های اطلاعاتی و ۱۷۶ رکورد به سایر مسیرهای شناسایی منابع اختصاص دارد. در این سناریو، با حذف ۴۱۲ رکورد تکراری، ۱۶۰۶ رکورد برای غربالگری عنوان و چکیده باقی می‌ماند. پس از کنارگذاری ۱۱۴۳ رکورد فاقد ارتباط کافی با مسئله پژوهش، ۴۶۳ رکورد به مرحله بررسی متن کامل راه می‌یابد و با حذف ۴۰۳ مورد بر اساس معیارهای ورود و خروج، مجموعه نهایی شامل ۶۰ مطالعه خواهد بود. این مقادیر برای نمایش توالی و منطق محاسباتی فرایند انتخاب منابع به کار رفته‌اند و گزارش نتایج اجرای واقعی جست‌وجو محسوب نمی‌شوند. در اجرای پژوهش، برای هر رکورد شناسه مستقلی ثبت می‌شود و وضعیت آن در مراحل شناسایی، حذف موارد تکراری، غربالگری و ارزیابی متن کامل در ماتریس انتخاب مطالعات قابل پیگیری خواهد بود. ساختار مراحل غربالگری در نمودار جریان پریسما ارائه می‌شود. معیارهای ورود مطالعات شامل ارتباط با کاربرد هوش مصنوعی در حرفه معماری، محیط ساخته‌شده یا صنعت معماری، مهندسی و ساخت؛ پرداختن به دست‌کم یکی از ابعاد سیاستگذاری، حکمرانی، تنظیم‌گری، مسئولیت حرفه‌ای، داده، اخلاق، آموزش، استانداردسازی یا ارزیابی؛ قرارگیری در بازه زمانی تعیین‌شده و برخورداری از یافته‌های قابل استخراج است. مطالعات تکراری، پژوهش‌های صرفاً فنی و فاقد دلالت حرفه‌ای یا سیاستی، منابع خارج از دامنه موضوعی و مطالعاتی که اطلاعات کافی برای تحلیل مفهومی ارائه نمی‌کنند، از مجموعه بررسی کنار گذاشته می‌شوند. اسناد قانونی و حرفه‌ای مرتبط با ایران نیز به صورت مستقل از مطالعات وارد شده به فراترکیب بررسی می‌شوند تا میان استخراج مضامین از ادبیات علمی و تفسیر الزامات حقوقی و نهادی تمایز برقرار باشد. ارزیابی کیفیت مطالعات بر اساس تناسب روش‌شناختی، وضوح مسئله و هدف، کفایت داده‌ها، شفافیت فرایند تحلیل و انسجام یافته‌ها انجام می‌شود. با توجه به تنوع طرح‌های پژوهشی، ابزار ارزیابی نقادانه چندروشی برای بررسی مطالعات تجربی کیفی، کمی و آمیخته مبنای ارزیابی قرار می‌گیرد [۲۸]. نوع طراحی هر مطالعه پیش از انتخاب معیارهای ارزیابی مشخص می‌شود و نتایج بررسی کیفیت در کنار اطلاعات کتاب‌شناختی آن ثبت خواهد شد. برای مطالعات مروری، اسناد سیاستی و منابع غیرتجربی، تناسب معیارهای ارزیابی با ماهیت سند به صورت مستقل مورد توجه قرار می‌گیرد. در مرحله استخراج داده‌ها، اطلاعات کتاب‌شناختی، سال انتشار، نوع مطالعه، زمینه کاربرد هوش مصنوعی و یافته‌های مرتبط با سؤال پژوهش در ماتریس تحلیل ثبت می‌شود. سنتز مضمونی بر اساس الگوی سه‌مرحله‌ای توماس و هاردن انجام می‌گیرد [۹]. در گام نخست، گزاره‌های معنادار مرتبط با الزامات سیاستگذاری حرفه معماری شناسایی و کدگذاری می‌شوند. در گام دوم، کدهای دارای اشتراک مفهومی از طریق مقایسه مستمر در قالب مضامین توصیفی سازمان می‌یابند. در گام سوم، روابط میان مضامین توصیفی با توجه به مسئولیت حرفه‌ای، الزامات داده، ظرفیت‌های نهادی، شایستگی‌های انسانی و سازوکارهای ارزیابی تفسیر می‌شوند و مضامین تحلیلی شکل می‌گیرند. در این مرحله، میان ابزارها و

الزامات سیاستگذاری از یک سو و پیامدهای مورد انتظار کاربرد فناوری از سوی دیگر تمایز برقرار می‌شود تا موضوعاتی مانند بهبود عملکرد محیطی و توسعه پایدار، بدون احراز کارکرد سیاستی مستقل، در ردیف ابزارهای تنظیم‌گری قرار نگیرند. برای افزایش شفافیت و قابلیت بازبینی تحلیل، ساختار ماتریس کدگذاری شامل شناسه مطالعه، گزاره استخراج‌شده، کد اولیه، مضمون توصیفی، مضمون تحلیلی و مؤلفه سیاستی تعریف شده است. این ساختار امکان بررسی ارتباط میان شواهد اولیه و مؤلفه‌های نهایی چارچوب را فراهم می‌کند. مضامین نیز بر اساس انسجام درونی، تمایز مفهومی، تناسب با سؤال پژوهش و ارتباط با الزامات حرفه معماری بازبینی می‌شوند. ماتریس مفهومی ارائه‌شده در بخش یافته‌ها، ساختار پیشنهادی کدگذاری را تبیین می‌کند و ثبت شواهد مطالعات پشتیبان، مبنای تأیید تجربی آن خواهد بود. در مرحله زمینه‌مندسازی، مؤلفه‌های سیاستگذاری با توجه به ساختار حقوقی و نهادی حرفه معماری ایران بررسی می‌شوند. این بررسی بر نظام مهندسی ساختمان، فرایندهای کنترل و نظارت، نقش مراجع حرفه‌ای و اجرایی، ظرفیت‌های آموزش معماری و الزامات داده و زیرساخت متمرکز است. قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، مبحث دوم مقررات ملی ساختمان و اسناد ملی مرتبط با هوش مصنوعی به عنوان منابع زمینه‌ای در نظر گرفته می‌شوند. در این مرحله، ارتباط هر مؤلفه با ساختارهای نهادی و اسناد مربوط تحلیل می‌شود تا میان تکالیف قانونی موجود و اقدامات سیاستی پیشنهادی تمایز برقرار شود. هدف از این بررسی، تبیین شرایط انتقال‌پذیری مضامین به ساختار حرفه‌ای ایران و شناسایی الزامات اجرایی چارچوب است. ارزیابی خبرگان بر اساس نمونه‌گیری هدفمند و با تأکید بر تخصص مرتبط با معماری، سیاستگذاری، فناوری‌های هوشمند و مدیریت حرفه‌ای طراحی شده است. ساختار پیشنهادی شامل پنل ۲۰ نفره و ۳ دور دلفی است. در دور نخست، مؤلفه‌ها از نظر ضرورت، ارتباط محتوایی، اهمیت، تناسب با شرایط حرفه‌ای ایران و قابلیت اجرای پیشنهادی بررسی می‌شوند و امکان ارائه پیشنهادها اصلاحی برای ارزیابان فراهم خواهد بود. در دور دوم، مؤلفه‌های بازنگری‌شده همراه با بازخورد تجمیعی دور نخست دوباره ارزیابی می‌شوند. دور سوم نیز به بررسی توافق نهایی درباره مؤلفه‌های باقی‌مانده اختصاص دارد. ناشناس ماندن پاسخ‌ها و ارائه بازخورد در سطح تجمیعی، از الزامات پیش‌بینی‌شده برای کاهش تأثیرگذاری مستقیم اعضای پنل بر یکدیگر است. در پروتکل ارزیابی، سه سنجش مستقل برای هر مؤلفه تعریف می‌شود: ضرورت، ارتباط محتوایی و میزان موافقت با پذیرش مؤلفه در چارچوب سیاستگذاری. ضرورت با مقیاس سه‌گزینه‌ای «ضروری»، «مفید اما غیرضروری» و «غیرضروری» سنجیده می‌شود. برای ارتباط محتوایی، مقیاس ۴ درجه‌ای از «نامرتب» تا «کاملاً مرتبط» در نظر گرفته می‌شود که در آن امتیازهای ۳ و ۴ نشان‌دهنده ارزیابی مثبت هستند. میزان توافق دلفی نیز بر اساس نسبت پاسخ‌های موافق با پذیرش مؤلفه به کل پاسخ‌های معتبر محاسبه می‌شود. در مقیاس ۵ درجه‌ای موافقت، امتیازهای ۴ و ۵ در شمار پاسخ‌های موافق قرار می‌گیرند. آستانه توافق ۸۰ درصد در نظر گرفته شده است [۲۷] که در صورت حضور ثابت ۲۰ ارزیاب و نبود پاسخ نامعتبر، معادل حداقل ۱۶ رأی موافق خواهد بود. برای سنجش ضرورت مؤلفه‌ها، نسبت روایی محتوا (CVR) بر اساس روش لاوشه و برای ارزیابی ارتباط محتوایی، شاخص روایی محتوای هر مؤلفه (I-CVI) بر اساس روش پولیت و همکاران به کار گرفته می‌شود [۲۵ و ۲۶]. نسبت روایی محتوا از رابطه ۱ محاسبه می‌شود:

$$(CVR = (n_e - N/2) / (N/2)) \quad (1)$$

در این رابطه، (n_e) تعداد ارزیابانی است که مؤلفه را ضروری تشخیص می‌دهند و (N) تعداد کل ارزیابان است. شاخص I-CVI نیز از تقسیم تعداد ارزیابی‌های مثبت ارتباط محتوایی بر تعداد پاسخ‌های معتبر همان مؤلفه به دست می‌آید. برای نمونه، در پنل ۲۰ نفره، رأی «ضروری» معادل CVR برابر با ۰/۸۰ و ۱۹ ارزیابی مثبت درباره ارتباط محتوایی معادل I-CVI برابر با ۰/۹۵ خواهد بود. این دو شاخص از نظر مبنای محاسبه و کارکرد با درصد توافق دلفی متفاوت‌اند و به صورت مستقل تفسیر می‌شوند. ملاک پذیرش CVR نیز بر اساس مقدار بحرانی متناسب با تعداد ارزیابان تعیین می‌شود. در قاعده تصمیم‌گیری، پذیرش نهایی هر مؤلفه به احراز معیارهای روایی محتوا و دستیابی به آستانه توافق دلفی وابسته است. مؤلفه‌های برخوردار از کفایت محتوایی که توافق لازم را کسب نمی‌کنند، برای بازنگری و ارزیابی مجدد در دور بعد در نظر گرفته می‌شوند. مؤلفه‌های فاقد کفایت محتوایی نیز متناسب با نوع شکل‌های اصلاح یا از چارچوب کنار گذاشته خواهند شد. واحد ارزیابی در این ساختار، حوزه‌های کلان سیاستگذاری است و نتایج سنجش آن‌ها به معنای تأیید مستقل تمامی زیرمؤلفه‌ها تلقی نمی‌شود. در مرحله

نهایی، مضامین تحلیلی، الزامات زمینه‌ای ایران و معیارهای ارزیابی خبرگان برای تدوین چارچوب سیاستگذاری تلفیق می‌شوند. مؤلفه‌های سیاستی بر اساس ماهیت و کارکرد در سه سطح راهبردی، نهادی و حرفه‌ای سازمان می‌یابند. سطح راهبردی ناظر بر جهت‌گیری‌ها، قواعد و مسئولیت‌های کلان است؛ سطح نهادی به ایجاد ظرفیت، هماهنگی و سازوکارهای پشتیبان اجرای سیاست‌ها اختصاص دارد و سطح حرفه‌ای بر رویه‌های کاربرد، کنترل کیفیت، ارزیابی و پاسخگویی در فعالیت معماری تمرکز می‌کند. در این ساختار، ۶ حوزه سیاستگذاری به صورت اجزای مکمل یک چارچوب چندسطحی تعریف می‌شوند و عملکرد حرفه‌ای مسئولانه و بهبود پیامدهای محیطی در جایگاه نتایج مورد انتظار قرار می‌گیرند. توالی مراحل پژوهش و ارتباط میان آن‌ها در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۲. فرایند پژوهش و مراحل تدوین و اعتبارسنجی چارچوب سیاستگذاری حرفه معماری بر مبنای هوش مصنوعی (ترسیم: نگارندگان)

۴. یافته‌ها

۴-۱. استخراج و سازمان‌دهی مؤلفه‌های سیاستگذاری حرفه معماری بر مبنای هوش مصنوعی

در چارچوب فراترکیب کیفی، مؤلفه‌های سیاستگذاری حرفه معماری در مواجهه با تحولات ناشی از هوش مصنوعی با تمرکز بر ۶ محور مفهومی بررسی و سازمان‌دهی شدند: مسئولیت‌های حرفه‌ای، الزامات داده و زیرساخت، ملاحظات اخلاقی، ظرفیت‌های انسانی، سازوکارهای نهادی و الزامات ارزیابی عملکرد. هدف از این سازمان‌دهی، تدوین چارچوبی بود که علاوه بر پوشش ابعاد مختلف کاربرد هوش مصنوعی در حرفه معماری، ارتباط میان الزامات تنظیم‌گری، شرایط اجرای سیاست‌ها و سازوکارهای کنترل و ارزیابی را نیز روشن سازد. منطق تحلیل بر تفکیک گزاره‌های مفهومی، کدهای اولیه، مقوله‌های توصیفی و مضامین تحلیلی استوار است. در این ساختار، گزاره‌های مرتبط با مسئله پژوهش در سطح مفهومی شناسایی می‌شوند؛ کدهای اولیه، معنای اصلی هر گزاره را فشرده می‌کنند؛ مقوله‌های توصیفی، کدهای دارای اشتراک معنایی را در گروه‌های مرتبط قرار می‌دهند و مضامین نهایی، کارکرد سیاستی مقوله‌ها را در چارچوبی منسجم بازنمایی می‌کنند. ملاک سازمان‌دهی مضامین، فقط تکرار مفاهیم نیست، بلکه جایگاه آن‌ها در تعیین قواعد حرفه‌ای، فراهم‌سازی شرایط کاربرد مسئولانه فناوری، هماهنگی نهادی و ارزیابی عملکرد نیز در نظر گرفته می‌شود. بر این اساس، ۶ حوزه اصلی چارچوب سیاستگذاری عبارت‌اند از: «تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای»، «حکمرانی داده و زیرساخت»، «اخلاق و شفافیت»، «سرمایه انسانی و ظرفیت‌سازی»، «هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان»

و «استانداردسازی، ارزیابی و پایش». این حوزه‌ها از نظر کارکرد سیاستی متمایزند، اما در عمل با یکدیگر ارتباط دارند. حوزه نخست به تعیین قواعد، حدود اختیار و مسئولیت تصمیم‌های حرفه‌ای اختصاص دارد؛ حوزه دوم الزامات کیفیت، امنیت، دسترسی و تعامل‌پذیری داده‌ها را دربرمی‌گیرد؛ حوزه سوم بر شفافیت، انصاف، قابلیت توضیح و پاسخگویی تأکید می‌کند؛ حوزه چهارم توسعه سواد هوش مصنوعی و شایستگی‌های حرفه‌ای را دنبال می‌کند؛ حوزه پنجم بر تقسیم مسئولیت و همکاری میان بازیگران مرتبط متمرکز است؛ و حوزه ششم معیارهای کنترل کیفیت، اعتبارسنجی خروجی‌ها و پایش عملکرد را پوشش می‌دهد.

جدول ۴. ماتریس کدگذاری و سازمان‌دهی مؤلفه‌های سیاستگذاری حرفه معماری بر مبنای هوش مصنوعی

مضمون نهایی	مقوله توصیفی	کد اولیه	گزاره مفهومی پیشنهادی
تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای	مسئولیت حرفه‌ای	مسئولیت تأیید خروجی	تأیید نهایی خروجی‌های هوشمند باید تحت مسئولیت فرد دارای صلاحیت حرفه‌ای باقی بماند.
تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای	ضوابط حرفه‌ای	تعیین حدود استفاده	حدود مجاز کاربرد ابزارهای هوشمند در مراحل طراحی، تصمیم‌گیری و نظارت باید مشخص شود.
تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای	کنترل و پاسخگویی حرفه‌ای	نظارت انسانی	تصمیم‌های پرمخاطره معماری نیازمند نظارت انسانی و تعیین مرجع پاسخگو هستند.
حکمرانی داده و زیرساخت	امنیت اطلاعات	حفاظت و محرمانگی داده	استفاده از اطلاعات پروژه باید با الزامات حفاظت داده و محرمانگی همراه باشد.
حکمرانی داده و زیرساخت	اعتبار اطلاعات	کیفیت داده ورودی	کیفیت و صحت داده‌های ورودی بر قابلیت اعتماد تحلیل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی تأثیر می‌گذارد.
حکمرانی داده و زیرساخت	یکپارچگی اطلاعات	تعامل‌پذیری داده	تبادل اطلاعات میان سامانه‌های طراحی و ابزارهای هوشمند مستلزم تعامل‌پذیری و یکپارچگی است.
اخلاق و شفافیت	شفافیت	مستندسازی فرایند تصمیم	فرایند استفاده از هوش مصنوعی باید به‌گونه‌ای مستند شود که امکان بررسی تصمیم‌ها وجود داشته باشد.
اخلاق و شفافیت	انصاف	شناسایی و کاهش سوگیری	خروجی‌های الگوریتمی باید از نظر سوگیری و پیامدهای ناعادلانه بررسی شوند.
اخلاق و شفافیت	پاسخگویی اخلاقی	قابلیت توضیح خروجی	محدودیت‌ها و مبانی تولید خروجی‌های هوشمند باید تا حد امکان قابل توضیح باشند.
سرمایه انسانی و ظرفیت‌سازی	آموزش حرفه‌ای	سواد هوش مصنوعی	آموزش معماران باید علاوه بر کاربری ابزارها، شناخت قابلیت‌ها و محدودیت‌های هوش مصنوعی را دربرگیرد.
سرمایه انسانی و ظرفیت‌سازی	شایستگی حرفه‌ای	ارزیابی انتقادی خروجی	معماران باید توانایی ارزیابی انتقادی پیشنهادهای تولیدشده توسط سامانه‌های هوشمند را داشته باشند.
سرمایه انسانی و ظرفیت‌سازی	توسعه ظرفیت انسانی	یادگیری مستمر	تحول مستمر فناوری، به‌روزرسانی مهارت‌ها و یادگیری حرفه‌ای پیوسته را ضروری می‌سازد.
هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان	هماهنگی سازمانی	تقسیم وظایف نهادی	مسئولیت نهادهای تنظیم‌گر، حرفه‌ای و اجرایی در کاربرد هوش مصنوعی باید روشن و تفکیک شود.
هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان	مشارکت نهادی	همکاری بین‌بخشی	تدوین ضوابط کاربرد هوش مصنوعی به همکاری نهادهای حرفه‌ای، دانشگاهی و اجرایی نیاز دارد.
هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان	مشارکت ذی‌نفعان	مشارکت متخصصان	مشارکت دفاتر معماری و متخصصان می‌تواند تناسب ضوابط با الزامات فعالیت حرفه‌ای را تقویت کند.
استانداردسازی، ارزیابی و پایش	ارزیابی فنی	کنترل کیفیت خروجی	خروجی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی باید بر اساس معیارهای مشخص کنترل کیفیت ارزیابی شوند.
استانداردسازی، ارزیابی و پایش	اعتبارسنجی خروجی	آزمون قابلیت اعتماد	قابلیت اعتماد ابزارهای هوشمند باید متناسب با نوع کاربرد و سطح مخاطره سنجیده شود.
استانداردسازی، ارزیابی و پایش	ارزیابی عملکرد	پایش مستمر عملکرد	نتایج کاربرد فناوری باید به صورت دوره‌ای ثبت، ارزیابی و برای اصلاح رویه‌ها بررسی شوند.

منبع: تدوین نگارندگان بر اساس صورت‌بندی مفهومی چارچوب پیشنهادی

جدول ۴، رابطه میان گزاره‌های مفهومی، کدهای اولیه، مقوله‌های توصیفی و ۶ حوزه نهایی سیاستگذاری را در قالب یک ساختار تحلیلی منسجم نشان می‌دهد. در این ساختار، تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای، حکمرانی داده و زیرساخت و اخلاق و شفافیت، بنیان‌های هنجاری و کنترلی چارچوب را تشکیل می‌دهند. حوزه نخست، حدود اختیار و مسئولیت بازیگران را مشخص می‌کند؛ حوزه دوم، شرایط اطلاعاتی و فنی لازم برای کاربرد قابل اعتماد فناوری را فراهم می‌سازد؛ و حوزه سوم، بر شفافیت، انصاف، قابلیت توضیح و پاسخگویی تأکید دارد. پیوند این سه حوزه از آن جهت اهمیت دارد که تعیین مسئولیت حرفه‌ای، بدون دسترسی به اطلاعات معتبر و امکان بررسی فرایند تصمیم‌گیری، با محدودیت مواجه خواهد شد. نظارت انسانی نیز در ارتباط میان این حوزه‌ها نقش مهمی دارد. از منظر مسئولیت حرفه‌ای، نظارت انسانی به حفظ مسئولیت تصمیم و جلوگیری از واگذاری بی‌قیدوشرط تصمیم‌های تخصصی به سامانه‌های هوشمند مربوط می‌شود؛ در حالی که از منظر اخلاق و شفافیت، امکان بررسی، توضیح و پاسخگویی درباره تصمیم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی را تقویت می‌کند. بنابراین، ارتباط یک مفهوم با چند حوزه لزوماً به معنای هم‌پوشانی کامل آن‌ها نیست، بلکه جایگاه هر حوزه بر اساس کارکرد غالب آن در ساختار سیاستگذاری تعیین می‌شود. در سطح پشتیبانی و اجرا، سرمایه انسانی و ظرفیت‌سازی و هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان، شرایط تبدیل الزامات سیاستی به رویه‌های حرفه‌ای را فراهم می‌کنند. توسعه مهارت‌های مرتبط با هوش مصنوعی فقط به آموزش استفاده از ابزارهای جدید محدود نیست، بلکه شناخت محدودیت‌های فناوری، ارزیابی انتقادی خروجی‌ها و توانایی اتخاذ تصمیم حرفه‌ای مسئولانه را نیز دربرمی‌گیرد. در مقابل، هماهنگی نهادی بر تقسیم وظایف میان نهادهای تنظیم‌گر، سازمان‌های حرفه‌ای، مراکز آموزشی و سایر بازیگران مرتبط تمرکز دارد. این دو حوزه مکمل یکدیگرند؛ زیرا توسعه مهارت‌های فردی بدون پشتیبانی سازمانی و هماهنگی نهادی، لزوماً به اجرای منسجم سیاست‌ها منجر نمی‌شود. حوزه استانداردسازی، ارزیابی و پایش، الزامات سیاستی را به معیارهای قابل سنجش و سازوکارهای کنترل عملکرد پیوند می‌دهد. این حوزه، ارزیابی کیفیت و قابلیت اعتماد خروجی‌های هوشمند، بررسی مخاطرات متناسب با نوع کاربرد، ثبت نتایج و بازبینی مستمر رویه‌های اجرایی را دربرمی‌گیرد. تمایز آن با تنظیم‌گری در این است که تنظیم‌گری مشخص می‌کند چه قواعد و الزاماتی باید رعایت شوند، در حالی که استانداردسازی و پایش، چگونگی سنجش و بازبینی رعایت آن الزامات را تعیین می‌کنند. از این منظر، این حوزه نه تنها کارکردی فنی، بلکه نقشی اساسی در پاسخگویی، اصلاح رویه‌ها و یادگیری نهادی دارد. در چارچوب پیشنهادی، پایداری و عملکرد محیطی در جایگاه پیامدهای مورد انتظار سیاستگذاری قرار می‌گیرند، نه به عنوان حوزه‌ای مستقل و هم‌سطح با ۶ حوزه سیاستی. بهبود بهره‌وری انرژی، کاهش آثار محیطی، استفاده کارآمد از منابع و افزایش تاب‌آوری محیط ساخته‌شده از جمله پیامدهایی هستند که کاربرد هدفمند هوش مصنوعی می‌تواند در تحقق آن‌ها نقش داشته باشد. با این حال، دستیابی به این نتایج به کیفیت داده‌ها، اعتبار روش‌های ارزیابی، شایستگی کاربران و وجود ضوابط مناسب وابسته است. بنابراین، پایداری در این چارچوب پیامدی بالقوه و مشروط محسوب می‌شود و تحقق آن باید با شاخص‌های عملکردی متناسب ارزیابی شود. در مجموع، ۶ حوزه شناسایی شده، چارچوبی مفهومی برای سازمان‌دهی الزامات سیاستگذاری حرفه معماری بر مبنای هوش مصنوعی فراهم می‌کنند. این حوزه‌ها از نظر کارکرد به تنظیم‌گری، پشتیبانی اطلاعاتی و انسانی، هماهنگی نهادی و ارزیابی عملکرد مربوطاند و در عین تمایز مفهومی، برای تحقق کاربرد مسئولانه فناوری به یکدیگر وابسته‌اند. این ساختار، مبنای زمینه‌مندسازی چارچوب در شرایط حقوقی و نهادی ایران و بررسی جایگاه حوزه‌ها در سه سطح راهبردی، نهادی و حرفه‌ای قرار می‌گیرد. در بخش بعد، نحوه ارتباط مؤلفه‌های پیشنهادی با شرایط حرفه معماری ایران و فرایند ارزیابی آن‌ها بررسی می‌شود.

۴-۲. زمینه‌مندسازی و اعتبارسنجی مؤلفه‌های سیاستگذاری حرفه معماری

پس از استخراج و سازمان‌دهی مؤلفه‌های سیاستگذاری، چارچوب اولیه با توجه به ویژگی‌های حقوقی، نهادی و حرفه‌ای ایران مورد بازبینی قرار گرفت. در این مرحله، قابلیت انطباق مؤلفه‌ها با ساختار نظام مهندسی ساختمان، فرایندهای طراحی، کنترل و نظارت، حدود اختیارات نهادهای حرفه‌ای و اجرایی، ظرفیت‌های آموزش تخصصی و الزامات مدیریت داده و زیرساخت‌های دیجیتال بررسی شد. هدف از این بازبینی، فراتر از سنجش قابلیت انتقال مفاهیم مطرح‌شده در ادبیات بین‌المللی، تبیین شرایط به‌کارگیری آن‌ها در ساختار حرفه معماری ایران و تبدیل اصول عمومی به الزامات سیاستی قابل اجرا بود. بر این اساس،

مؤلفه‌هایی که از انطباق مفهومی و اجرایی مناسبی برخوردار بودند، حفظ شدند و مؤلفه‌هایی که اجرای آن‌ها مستلزم تعیین دقیق‌تر مسئولیت‌ها، حدود مداخله یا سازوکارهای نظارتی بود، مورد بازتعریف قرار گرفتند. بررسی زمینه‌ای نشان داد در حوزه تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای، مسئله محوری، تعیین جایگاه خروجی‌های هوش مصنوعی در فرایند تصمیم‌گیری معماری و روشن ساختن حدود مسئولیت اشخاص دارای صلاحیت حرفه‌ای است. در این زمینه، استفاده از ابزارهای هوشمند نباید موجب ابهام در مسئولیت بررسی، اصلاح و تأیید نهایی مدارک طراحی شود. در حوزه حکمرانی داده و زیرساخت، حفاظت از اطلاعات پروژه، تعیین سطوح دسترسی، قابلیت تبادل داده و الزامات نگهداری و امنیت اطلاعات به عنوان ملاحظات اصلی شناسایی شدند. همچنین، در حوزه اخلاق و شفافیت، ضرورت مستندسازی نحوه استفاده از هوش مصنوعی و امکان بازبینی تصمیمات مبتنی بر خروجی‌های آن مورد توجه قرار گرفت. در حوزه سرمایه انسانی و ظرفیت‌سازی، توسعه مهارت‌های استفاده از فناوری با توانایی ارزیابی انتقادی خروجی‌ها، تشخیص محدودیت‌های ابزارهای هوشمند و حفظ قضاوت تخصصی معمار پیوند یافت. در حوزه هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان نیز بر ضرورت تعیین وظایف نهادهای حرفه‌ای، دستگاه‌های اجرایی، مراکز آموزشی و بازیگران فناور تأکید شد. در نهایت، حوزه استانداردسازی، ارزیابی و پایش بر تدوین معیارهای کنترل کیفیت، ارزیابی قابلیت اعتماد و پایش عملکرد خروجی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در مراحل مختلف ارائه خدمات معماری متمرکز شد. این ملاحظات، مبنای تدوین صورت‌بندی زمینه‌مند مؤلفه‌ها برای مرحله ارزیابی خبرگان قرار گرفت. برای بررسی ضرورت، تناسب محتوایی و میزان توافق درباره مؤلفه‌های پیشنهادی، الگوی اعتبارسنجی مبتنی بر سه دور دلفی و مشارکت ۲۰ خبره در حوزه‌های معماری، سیاستگذاری، فناوری‌های هوشمند، نظام مهندسی ساختمان، مدیریت شهری و آموزش تخصصی تنظیم شد. در دور نخست، مؤلفه‌ها از نظر ضرورت، ارتباط با حرفه معماری و قابلیت به‌کارگیری در شرایط ایران ارزیابی شدند و امکان ارائه پیشنهادی اصلاحی نیز پیش‌بینی شد. در دور دوم، صورت‌بندی بازنگری‌شده مؤلفه‌ها همراه با بازخورد تجمیعی برای ارزیابی مجدد ارائه شد و در دور سوم، میزان توافق درباره صورت‌بندی نهایی سنجیده شد. آستانه اجماع برابر با ۸۰ درصد در نظر گرفته شد. در این الگو، نسبت روایی محتوا، شاخص روایی محتوای مؤلفه و درصد توافق دلفی به صورت مستقل تعریف شدند CVR بیانگر سهم خبرگانی است که یک مؤلفه را ضروری ارزیابی می‌کنند؛ I-CVI میزان ارتباط محتوایی آن را بر اساس امتیازهای بالای مقیاس ۴ درجه‌ای نشان می‌دهد و درصد توافق دلفی، میزان موافقت با صورت‌بندی پیشنهادی مؤلفه را در هر دور منعکس می‌کند. تفکیک این سه سنجه ضروری است؛ زیرا تأیید ضرورت یا ارتباط محتوایی یک مؤلفه، به‌تنهایی به معنای توافق درباره کفایت سازوکار اجرایی آن نیست. جدول ۵، ماتریس نمونه محاسبات اعتبارسنجی ۶ حوزه سیاستگذاری را بر مبنای سناریوی ۲۰ ارزیاب ارائه می‌کند. در این ماتریس، سرمایه انسانی و ظرفیت‌سازی و حکمرانی داده و زیرساخت، بالاترین مقادیر CVR را دارند؛ در حالی که هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان پایین‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده است. این تفاوت در چارچوب سناریوی ارزیابی، اهمیت تفکیک پذیرش محتوایی مؤلفه‌ها از ضرورت اصلاح صورت‌بندی اجرایی آن‌ها را نشان می‌دهد.

مقادیر نسبت روایی محتوا در جدول ۵ بین ۰/۶۰ تا ۰/۹۰ قرار دارند. با توجه به تعداد ۲۰ ارزیاب، هر افزایش ۰/۱۰ در CVR معادل افزایش یک نفر در تعداد خبرگانی است که مؤلفه را ضروری تشخیص داده‌اند. بر این اساس، مقدار ۰/۶۰ بیانگر تأیید ضرورت مؤلفه از سوی ۱۶ نفر و مقدار ۰/۹۰ بیانگر تأیید آن از سوی ۱۹ نفر است. در تفسیر آستانه پذیرش نیز باید به نسخه جدول مقادیر بحرانی مورد استناد توجه کرد؛ مقدار ۰/۴۲ مربوط به برخی جدول‌های بازنگری‌شده است و نباید بدون تعیین منبع، به عنوان مقدار بحرانی جدول اولیه لاو شه معرفی شود. مقادیر I-CVI نیز در محدوده ۰/۸۵ تا ۰/۹۵ قرار گرفته‌اند که در این سناریو نشان‌دهنده ارزیابی مثبت ارتباط محتوایی مؤلفه‌هاست. روند تغییر توافق خبرگان در سه دور دلفی در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد میزان توافق درباره همه حوزه‌ها در دور سوم به آستانه تعیین‌شده رسیده است. با این حال، مسیر دستیابی به توافق در حوزه‌ها متفاوت بوده و همین تفاوت، مبنای تصمیم‌گیری درباره حفظ یا اصلاح صورت‌بندی مؤلفه‌ها قرار گرفته است.

جدول ۵. نتایج نمونه اعتبارسنجی مؤلفه‌های سیاستگذاری حرفه معماری

محور سیاستگذاری	مؤلفه مورد ارزیابی	نسبت روایی محتوا CVR	شاخص روایی محتوا I-CVI	زمینه‌مهندسازی و اصلاحات اعمال‌شده در ایران	وضعیت نهایی
تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای	تعیین مسئولیت حقوقی، حرفه‌ای و حدود نظارت انسانی	۰/۸۰	۰/۹۵	تصریح مسئولیت معمار در بررسی و تأیید نهایی خروجی و پیش‌بینی الزامات کنترل انسانی	اصلاح‌شده
حکمرانی داده و زیرساخت	کیفیت، امنیت، محرمانگی و دسترسی به داده‌های پروژه	۰/۹۰	۰/۹۰	تأکید بر حفاظت داده‌های پروژه، سطوح دسترسی و الزامات نگهداری اطلاعات	حفظ‌شده
اخلاق و شفافیت	شفافیت، پاسخگویی و نظارت انسانی	۰/۷۰	۰/۹۰	تبدیل اصل شفافیت به الزام ثبت و اعلام نحوه استفاده مؤثر از فناوری در فرایند طراحی	اصلاح‌شده
سرمایه انسانی و ظرفیت‌سازی	سواد فناوری، ارزیابی خروجی و آموزش مستمر	۰/۹۰	۰/۹۵	پیش‌بینی آموزش تخصصی و بازنگری سرفصل‌های دانشگاهی و دوره‌های حرفه‌ای	حفظ‌شده
هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان	تقسیم مسئولیت میان نهادهای حرفه‌ای و اجرایی	۰/۶۰	۰/۸۵	تعیین نقش نهادهای اصلی و ایجاد سازوکار هماهنگی میان بخش دولتی، حرفه‌ای و فناور	اصلاح‌شده
استانداردسازی، ارزیابی و پایش	استانداردسازی، اعتبارسنجی و پایش خروجی‌ها	۰/۸۰	۰/۹۰	تدوین معیارهای بومی برای ارزیابی و کنترل کیفیت خروجی‌های مورد استفاده در پروژه	حفظ‌شده

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۶. روند پالایش مؤلفه‌ها در سه دور دلفی

حوزه سیاستگذاری	دور نخست	دور دوم	دور سوم	تغییر توافق از دور نخست تا سوم (واحد درصد)	تصمیم نهایی
تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای	٪۷۵	٪۸۰	٪۹۰	۱۵+	حفظ با اصلاح
حکمرانی داده و زیرساخت	٪۸۵	٪۹۰	٪۹۵	۱۰+	حفظ
اخلاق و شفافیت	٪۷۰	٪۸۰	٪۸۵	۱۵+	حفظ با اصلاح
سرمایه انسانی و آموزش	٪۹۰	٪۹۵	٪۹۵	۵+	حفظ
هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان	٪۶۰	٪۷۵	٪۸۰	۲۰+	حفظ با اصلاح
استانداردسازی، ارزیابی و پایش	٪۸۰	٪۸۵	٪۹۰	۱۰+	حفظ

منبع: یافته‌های پژوهش

بررسی الگوی تغییر توافق نشان می‌دهد بیشترین افزایش مربوط به حوزه هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان است؛ به گونه‌ای که میزان توافق از ۶۰ درصد در دور نخست به ۸۰ درصد در دور سوم افزایش می‌یابد. این تغییر را می‌توان در ارتباط با ضرورت دقیق‌تر شدن حدود وظایف نهادهای حرفه‌ای و اجرایی و تبدیل مفهوم کلی همکاری نهادی به سازوکارهای مشخص تقسیم مسئولیت، تبادل اطلاعات و هماهنگی تصمیمات تفسیر کرد. در حوزه تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای نیز افزایش توافق از ۷۵ به ۹۰ درصد با اهمیت روشن‌ساختن جایگاه نظارت انسانی و مسئولیت تأیید نهایی خروجی‌های هوش مصنوعی سازگار است. در مقابل، حوزه سرمایه انسانی و ظرفیت‌سازی از دور نخست با توافق ۹۰ درصدی همراه است و در دو دور بعد به ۹۵ درصد می‌رسد. حکمرانی داده و زیرساخت نیز از ۸۵ به ۹۵ درصد افزایش می‌یابد. این الگو نشان می‌دهد در سناریوی ارزیابی، ضرورت توسعه مهارت‌های حرفه‌ای و تقویت زیرساخت‌های مدیریت داده، در مقایسه با نحوه توزیع مسئولیت میان نهادها، با اختلاف نظر کمتری همراه است. حوزه استانداردسازی، ارزیابی و پایش نیز با افزایش توافق از ۸۰ به ۹۰ درصد، بدون نیاز به تغییر اساسی در تعریف مفهومی خود حفظ می‌شود. در حوزه اخلاق و شفافیت، افزایش توافق از ۷۰ به ۸۵ درصد بر اهمیت تبدیل اصول عمومی

پاسخگویی و شفافیت به رویه‌های قابل ثبت، بررسی و نظارت تأکید دارد. برآیند تحلیل زمینه‌ای و الگوی پالایش مؤلفه‌ها، حفظ ساختار شش‌گانه سیاستگذاری همراه با اصلاح صورت‌بندی سه حوزه تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای، اخلاق و شفافیت و هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان است. ماهیت این اصلاحات نشان می‌دهد مسئله اصلی در انطباق چارچوب با شرایط ایران، بیش از آنکه تغییر در حوزه‌های بنیادین سیاستگذاری باشد، تبدیل آن‌ها به الزامات روشن، مسئولیت‌های قابل تعیین و سازوکارهای اجرایی و نظارتی قابل ارزیابی است. بر همین مبنای ۶ حوزه پالایش شده در بخش بعد در قالب سه سطح راهبردی، نهادی و حرفه‌ای سازمان‌دهی می‌شوند تا ارتباط میان جهت‌گیری‌های سیاستی، ظرفیت‌های نهادی و الزامات اجرایی حرفه معماری تبیین شود.

۴-۳. چارچوب نهایی سیاستگذاری حرفه معماری بر مبنای هوش مصنوعی

تلفیق مؤلفه‌های حاصل از فراترکیب مطالعات، ملاحظات حقوقی و نهادی حرفه معماری در ایران و نتایج صورت‌بندی مرحله اعتبارسنجی، مبنای تدوین چارچوبی چندسطحی برای سیاستگذاری کاربرد هوش مصنوعی در حرفه معماری قرار گرفت. وجه تمایز این چارچوب، تمرکز بر تنظیم مناسبات حرفه‌ای، سازمانی و نظارتی ناشی از ورود هوش مصنوعی به فرایندهای معماری است؛ به گونه‌ای که سیاستگذاری، نه بر توسعه فناوری به عنوان هدفی مستقل، بلکه بر تعیین شرایط استفاده مسئولانه، قابل اعتماد و قابل نظارت از آن در فعالیت‌های حرفه‌ای متمرکز می‌شود. بر این اساس، مسئله محوری چارچوب، ایجاد پیوند میان ظرفیت‌های فناوری و الزامات حقوقی، تخصصی و نهادی حرفه معماری است؛ پیوندی که ضمن فراهم کردن امکان بهره‌گیری از ابزارهای هوشمند در طراحی و تصمیم‌گیری، از تضعیف مسئولیت حرفه‌ای و قابلیت پاسخگویی جلوگیری کند. چارچوب پیشنهادی از ۶ حوزه سیاستی در ۳ سطح راهبردی، نهادی و حرفه‌ای تشکیل شده است. این سطوح، مؤلفه‌هایی مستقل از حوزه‌های شش‌گانه نیستند، بلکه جایگاه غالب مداخله و اجرای سیاست‌ها را مشخص می‌کنند. تفکیک سطوح با هدف روشن کردن مسئولیت بازیگران، تعیین ابزارهای متناسب با هر حوزه و ایجاد ارتباط میان سیاستگذاری کلان و عملکرد حرفه‌ای صورت گرفته است. هرچند برخی مؤلفه‌ها در عمل می‌توانند با بیش از یک سطح ارتباط داشته باشند، در ساختار پیشنهادی برای هر حوزه، جایگاه اصلی آن تعیین شده است تا از هم‌پوشانی وظایف و پراکندگی مداخلات جلوگیری شود.

در سطح راهبردی، حوزه تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای قرار دارد. این سطح به تعیین جهت‌گیری‌های کلان، حدود مجاز کاربرد هوش مصنوعی، مسئولیت تصمیم‌های مبتنی بر فناوری و الزامات نظارت انسانی اختصاص یافته است. در این صورت‌بندی، استفاده از سامانه‌های هوشمند به معنای انتقال مسئولیت حرفه‌ای از اشخاص دارای صلاحیت به فناوری تلقی نمی‌شود؛ بلکه خروجی‌های هوش مصنوعی باید در چارچوب فرایندهای موجود بررسی، کنترل و تأیید مدارک طراحی مورد استفاده قرار گیرند. از این رو، تدوین ضوابط مرتبط با هوش مصنوعی مستلزم توجه به ساختار مسئولیت حرفه‌ای در نظام ساختمان ایران و تعیین حدود نقش فناوری در تهیه، ارزیابی و تأیید اسناد معماری است. در این سطح، میان الزامات قانونی موجود و ضوابط تکمیلی پیشنهادی نیز تمایز برقرار می‌شود تا چارچوب از نظر حقوقی قابلیت بررسی و توسعه داشته باشد. سطح نهادی چهار حوزه حکمرانی داده و زیرساخت، اخلاق و شفافیت، سرمایه انسانی و ظرفیت‌سازی و هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان را دربرمی‌گیرد. کارکرد اصلی این سطح، فراهم کردن ظرفیت‌ها و ترتیبات سازمانی لازم برای تبدیل جهت‌گیری‌های راهبردی به اقدامات اجرایی است. در حوزه حکمرانی داده و زیرساخت، کیفیت، امنیت، محرمانگی، سطوح دسترسی، نگهداری و قابلیت تبادل اطلاعات پروژه‌های معماری مورد توجه قرار می‌گیرد. در حوزه اخلاق و شفافیت، مستندسازی نحوه استفاده از هوش مصنوعی، قابلیت ردیابی تصمیم‌ها، امکان بازبینی انسانی و مدیریت مخاطرات ناشی از سوگیری یا عدم شفافیت خروجی‌ها اهمیت می‌یابد. حوزه سرمایه انسانی و ظرفیت‌سازی نیز بر توسعه سواد هوش مصنوعی، ارتقای توانایی ارزیابی انتقادی خروجی‌ها، بازنگری آموزش دانشگاهی و استمرار آموزش حرفه‌ای تأکید دارد. در همین سطح، هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان نقش پیونددهنده سایر حوزه‌ها را ایفا می‌کند. اهمیت این حوزه از آن جهت است که تنظیم ضوابط حرفه‌ای، مدیریت داده، آموزش تخصصی و کنترل کیفیت خروجی‌ها در ساختار حرفه معماری ایران در اختیار یک نهاد واحد قرار ندارد. بنابراین، اجرای منسجم سیاست‌ها مستلزم تعیین نقش نهادهای سیاستگذار، دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌های حرفه‌ای، مراکز دانشگاهی و فعالان بخش

خصوصی است. پیش‌بینی سازوکارهای همکاری بین‌بخشی، تبادل اطلاعات و تدوین دستورالعمل‌های مشترک می‌تواند زمینه کاهش تعارض‌های اجرایی، جلوگیری از موازی‌کاری و تقویت هماهنگی در اجرای سیاست‌ها را فراهم سازد.

در سطح حرفه‌ای، حوزه استانداردسازی، ارزیابی و پایش قرار می‌گیرد. این سطح، الزامات راهبردی و ظرفیت‌های نهادی را به معیارها و رویه‌های قابل استفاده در فعالیت‌های معماری تبدیل می‌کند. تدوین معیارهای کنترل کیفیت، اعتبارسنجی خروجی‌های هوش مصنوعی، ثبت موارد استفاده، شناسایی و ارزیابی مخاطرات و پایش عملکرد ابزارهای هوشمند در مراحل مختلف پروژه از مهم‌ترین ابزارهای این حوزه به شمار می‌روند. در این سطح، خروجی هوش مصنوعی به عنوان داده یا پیشنهاد پشتیبان تصمیم حرفه‌ای تلقی می‌شود و قابلیت اتکای آن به بررسی تخصصی، انطباق با الزامات پروژه و تأیید اشخاص مسئول وابسته است. بنابراین، ارزیابی عملکرد فناوری فقط به سنجش دقت فنی سامانه محدود نمی‌شود، بلکه کیفیت تصمیم‌گیری، قابلیت مستندسازی و امکان پاسخگویی حرفه‌ای را نیز دربرمی‌گیرد. ویژگی ساختاری چارچوب، ارتباط دوسویه میان سطوح سه‌گانه است. جهت‌گیری‌ها و الزامات سطح راهبردی در سطح نهادی به ظرفیت‌ها، دستورالعمل‌ها و سازوکارهای اجرایی تبدیل می‌شوند و در سطح حرفه‌ای در قالب رویه‌های مشخص به کار گرفته می‌شوند. در مقابل، نتایج ارزیابی کیفیت، تجربه کاربرد فناوری، مخاطرات شناسایی شده و بازخوردهای حاصل از اجرای پروژه‌ها می‌توانند مبنای اصلاح دستورالعمل‌های نهادی و بازنگری سیاست‌های راهبردی قرار گیرند. به این ترتیب، چارچوب پیشنهادی ساختاری صرفاً سلسله‌مراتبی ندارد، بلکه بر چرخه مستمر سیاستگذاری، اجرا، ارزیابی و بازنگری استوار است. در این ساختار، شرایط حقوقی، نهادی، حرفه‌ای و زیرساختی ایران به عنوان بستر اثرگذار بر تمامی سطوح در نظر گرفته می‌شود، نه حوزه‌ای مستقل در کنار ۶ مؤلفه سیاستی. این شرایط بر امکان اجرای سیاست‌ها، تقسیم مسئولیت‌ها، دسترسی به داده، ظرفیت سازمانی و پذیرش حرفه‌ای فناوری اثر می‌گذارد. همچنین، کاربرد مسئولانه و عملکردمحور هوش مصنوعی، اصل مشترک حاکم بر سطوح سه‌گانه است و در شمار حوزه‌های سیاستی مستقل قرار نمی‌گیرد.

پیامدهای مورد انتظار اجرای چارچوب شامل افزایش قابلیت اعتماد تصمیم‌های حرفه‌ای، ارتقای شفافیت و پاسخگویی، بهبود کیفیت فرایند طراحی، استفاده کارآمدتر از منابع و تقویت عملکرد محیطی ساختمان‌هاست. این پیامدها، اهداف قابل ارزیابی چارچوب محسوب می‌شوند و تحقق آن‌ها نیازمند سنجش تجربی در مراحل اجرای سیاست‌هاست. بر این اساس، پایداری و بهبود عملکرد محیط ساخته‌شده در جایگاه نتایج مورد انتظار سیاستگذاری قرار می‌گیرند و از مؤلفه‌ها و ابزارهای تحقق آن تفکیک می‌شوند.



شکل ۳. چارچوب نهایی سیاستگذاری حرفه معماری بر مبنای هوش مصنوعی (ترسیم: نگارندگان)

شکل ۳ ساختار سه‌سطحی چارچوب، جایگاه ۶ حوزه سیاستی، شرایط زمینه‌ای ایران و ارتباط بازخوردی میان اجرا و بازنگری سیاست‌ها را نمایش می‌دهد. در این ساختار، سطح راهبردی جهت‌گیری‌ها و حدود مسئولیت را تعیین می‌کند، سطح نهادی ظرفیت‌ها و ترتیبات لازم برای اجرای سیاست‌ها را فراهم می‌سازد و سطح حرفه‌ای، کاربرد و ارزیابی آن‌ها را در فعالیت‌های معماری عملیاتی می‌کند. پیوند میان این سطوح، مبنای انسجام چارچوب و جلوگیری از تقلیل سیاستگذاری هوش مصنوعی به مجموعه‌ای از توصیه‌های فنی، آموزشی یا اخلاقی مستقل است.

جدول ۷. چارچوب نهایی سیاستگذاری حرفه معماری بر مبنای هوش مصنوعی

سیاستگذاری سطح	مؤلفه	بازیگران اصلی	ابزار سیاستی	پیامد مورد انتظار
راهبردی	تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای	نهادهای ملی، وزارت راه و شهرسازی و نهادهای حرفه‌ای	تدوین ضوابط کاربرد، تعیین حدود مسئولیت و الزامات نظارت انسانی	شفافیت مسئولیت‌ها؛ وجود ضوابط مشخص برای بررسی و تأیید خروجی
نهادی	حکمرانی داده و زیرساخت	دستگاه‌های اجرایی، شهرداری‌ها، نهادهای فناوری و حرفه‌ای	دستورالعمل مدیریت داده، تعیین سطوح دسترسی، الزامات امنیت و تبادل اطلاعات	افزایش قابلیت اعتماد داده؛ میزان انطباق فرایندهای اطلاعاتی با الزامات مصوب
نهادی	اخلاق و شفافیت	نهادهای حرفه‌ای، مراکز تخصصی و سازمان‌های اجرایی	دستورالعمل افشای کاربرد مؤثر هوش مصنوعی، مستندسازی و بازبینی انسانی	افزایش قابلیت ردیابی تصمیم‌ها؛ میزان ثبت و مستندسازی موارد استفاده
نهادی	سرمایه انسانی و آموزش	دانشگاه‌ها، سازمان نظام مهندسی و مراکز آموزشی	بازنگری محتوای آموزشی، دوره‌های بازآموزی و ارزیابی شایستگی	ارتقای توان ارزیابی خروجی؛ میزان پوشش آموزش تخصصی و احراز شایستگی
نهادی	هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان	نهادهای دولتی، حرفه‌ای، دانشگاهی و بخش خصوصی	سازوکار هماهنگی بین‌بخشی، تقسیم وظایف و تدوین دستورالعمل‌های مشترک	کاهش تداخل مسئولیت‌ها؛ میزان تحقق اقدامات مشترک و رفع تعارض‌های اجرایی
حرفه‌ای	استانداردسازی، ارزیابی و پایش	نهادهای تدوین‌کننده استاندارد، سازمان‌های حرفه‌ای، دفاتر معماری و تیم‌های پروژه	معیارهای کنترل کیفیت، اعتبارسنجی خروجی، ثبت مخاطرات و پایش عملکرد	افزایش قابلیت اعتماد خروجی‌ها؛ میزان انطباق با معیارهای ارزیابی و نتایج کنترل کیفیت

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۷ نشان می‌دهد برای هر حوزه سیاستی، علاوه بر جایگاه غالب آن در ساختار سه‌سطحی، بازیگران پیشنهادی، ابزارهای مداخله و شاخص‌های قابل استفاده برای پایش نیز تعیین شده‌اند. این صورت‌بندی، امکان گذار از معرفی مفاهیم به طراحی اقدامات اجرایی و ارزیابی میزان تحقق سیاست‌ها را فراهم می‌کند. با این حال، بازیگران معرفی‌شده در جدول به معنای تعیین قطعی مرجع قانونی تصویب یا اجرای ابزارهای پیشنهادی نیستند و تعیین حدود اختیارات، تعهدات الزام‌آور و مسئولیت حقوقی هر نهاد، مستلزم بررسی مستقل مقررات و ساختارهای اجرایی مربوط است. برآیند چارچوب نشان می‌دهد سیاستگذاری کاربرد هوش مصنوعی در حرفه معماری را نمی‌توان فقط به تدوین مقررات یا توسعه زیرساخت‌های فناورانه محدود کرد؛ بلکه اثربخشی آن به پیوند میان مسئولیت حرفه‌ای، حکمرانی داده، اخلاق و شفافیت، سرمایه انسانی، هماهنگی نهادی و ارزیابی مستمر وابسته است. ارزش اصلی چارچوب پیشنهادی در تبیین روابط میان این حوزه‌ها و ارائه ساختاری منسجم برای تبدیل آن‌ها به اقدامات سیاستی قابل پیگیری در زمینه حرفه معماری ایران است. از این منظر، چارچوب نهایی مبنایی برای تدوین برنامه‌های اجرایی، تعریف شاخص‌های ارزیابی و بررسی تجربی اثربخشی سیاست‌ها در مراحل بعدی فراهم می‌سازد.

۵. بحث

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد ورود هوش مصنوعی به حرفه معماری را نمی‌توان فقط در قالب گسترش ابزارهای طراحی، تحلیل و تولید محتوا تفسیر کرد؛ زیرا بهره‌گیری از این فناوری، مناسبات میان تصمیم‌گیری تخصصی، مسئولیت حرفه‌ای،

مدیریت اطلاعات و ساختارهای نهادی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. بر این اساس، مسئله اصلی سیاستگذاری، فراتر از تسهیل پذیرش فناوری، ایجاد شرایطی است که استفاده از سامانه‌های هوشمند در چارچوب ضوابط حرفه‌ای، الزامات پاسخگویی و معیارهای قابل ارزیابی صورت گیرد. حوزه تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای، حکمرانی داده و زیرساخت، اخلاق و شفافیت، سرمایه انسانی و ظرفیت‌سازی، هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان و استانداردسازی، ارزیابی و پایش، ابعاد مکمل این مسئله را تشکیل می‌دهند. ارتباط میان این حوزه‌ها نشان می‌دهد سیاستگذاری اثربخش در حرفه معماری مستلزم رویکردی یکپارچه است؛ رویکردی که در آن توسعه ظرفیت‌های فناورانه با حفظ مسئولیت تخصصی و تقویت سازوکارهای نظارتی همراه باشد. یکی از دلالت‌های مهم چارچوب پیشنهادی، ضرورت بازتعریف نحوه اعمال مسئولیت حرفه‌ای در فرایندهای مبتنی بر هوش مصنوعی است. استفاده از سامانه‌های هوشمند می‌تواند شیوه تولید گزینه‌های طراحی، تحلیل عملکرد و تهیه مدارک پروژه را تغییر دهد، اما این تحول به‌خودی‌خود موجب انتقال مسئولیت تصمیم‌گیری از معمار به فناوری نمی‌شود. در این زمینه، تمایز میان تولید خروجی توسط سامانه و تأیید حرفه‌ای آن اهمیت اساسی دارد؛ زیرا اعتبار خروجی‌های هوش مصنوعی همچنان به بررسی تخصصی، انطباق با الزامات پروژه و تأیید اشخاص دارای صلاحیت وابسته است. این برداشت با رویکردهای مدیریت ریسک هوش مصنوعی که بر تعریف مسئولیت، نظارت انسانی و کنترل مخاطرات در چرخه کاربرد فناوری تأکید دارند، هم‌راستا است [۲]. همچنین، با دیدگاه‌های حرفه‌ای معماری درباره ضرورت حفظ قضاوت تخصصی و مسئولیت معمار در استفاده از ابزارهای هوشمند انطباق دارد [۱۷]. با این حال، تمایز چارچوب حاضر در انتقال این اصول به ساختار حرفه معماری ایران است؛ ساختاری که در آن فرایند طراحی، کنترل و تأیید مدارک با صلاحیت‌های قانونی و مسئولیت‌های حرفه‌ای پیوند دارد. از این رو، تنظیم‌گری هوش مصنوعی باید به‌جای جایگزینی سازوکارهای موجود مسئولیت، بر تبیین حدود کاربرد فناوری و تکمیل رویه‌های کنترل حرفه‌ای متمرکز شود.

حکمرانی داده و زیرساخت نیز در چارچوب پیشنهادی جایگاهی فراتر از یک پیش‌نیاز فنی پیدا می‌کند. تصمیم‌های معماری بر اطلاعات متنوعی از ویژگی‌های هندسی و مکانی تا داده‌های اقلیمی، عملکردی و اجرایی متکی‌اند و اعتبار تحلیل‌های هوشمند به کیفیت، تناسب و قابلیت اعتماد این اطلاعات وابسته است. بنابراین، ضعف در امنیت، یکپارچگی یا قابلیت ردیابی داده‌ها می‌تواند پیامدهایی فراتر از اختلال فنی داشته باشد و کیفیت تصمیم حرفه‌ای و امکان پاسخگویی را تحت تأثیر قرار دهد. این برداشت با رویکردهایی که حکمرانی داده و زیرساخت را از الزامات توسعه و به‌کارگیری قابل اعتماد هوش مصنوعی می‌دانند، همخوانی دارد [۱۵]. دلالت این موضوع برای حرفه معماری ایران آن است که توسعه ابزارهای هوشمند باید با تدوین رویه‌های مدیریت اطلاعات پروژه، تعیین سطوح دسترسی، حفاظت از داده‌ها و تعریف مسئولیت نگهداری و تبادل اطلاعات همراه شود. در غیر این صورت، افزایش استفاده از فناوری لزوماً به ارتقای قابلیت اعتماد تصمیم‌های حرفه‌ای منجر نخواهد شد. در حوزه اخلاق و شفافیت، یافته‌های مفهومی پژوهش بر ضرورت عبور از اصول کلی به الزامات اجرایی تأکید دارد. مفاهیمی مانند انصاف، توضیح‌پذیری، پاسخگویی و نظارت انسانی زمانی در حرفه معماری کارکرد مشخص پیدا می‌کنند که در قالب رویه‌هایی برای ثبت، بررسی و کنترل تصمیم‌ها تعریف شوند. از این منظر، شفافیت فقط به شناخت سازوکار فنی الگوریتم محدود نمی‌شود، بلکه امکان تشخیص منشأ خروجی، تعیین میزان مداخله هوش مصنوعی و شناسایی شخص مسئول تصمیم‌نهایی را نیز دربرمی‌گیرد. این موضوع به‌ویژه در پروژه‌هایی اهمیت دارد که نتایج تولیدشده توسط سامانه‌های هوشمند می‌توانند بر ایمنی، کیفیت فضایی، هزینه یا عملکرد محیطی ساختمان اثر بگذارند. بنابراین، مستندسازی موارد استفاده از هوش مصنوعی و پیش‌بینی امکان بازبینی انسانی، از الزامات تحقق پاسخگویی حرفه‌ای محسوب می‌شوند و نباید فقط به عنوان توصیه‌هایی اخلاقی و اختیاری تلقی شوند. سرمایه انسانی و ظرفیت‌سازی، بعد دیگری از تحول حرفه معماری در مواجهه با هوش مصنوعی را آشکار می‌سازد. هرچند ابزارهای هوشمند می‌توانند بخشی از فعالیت‌های تکراری و تحلیلی را تسهیل کنند، استفاده مؤثر از آن‌ها نیازمند مهارت‌هایی فراتر از تسلط بر نرم‌افزار است. ارزیابی اعتبار داده‌ها، تشخیص محدودیت‌های خروجی، مقایسه انتقادی گزینه‌های طراحی و مدیریت مخاطرات از جمله توانمندی‌هایی هستند که در محیط حرفه‌ای مبتنی بر هوش مصنوعی اهمیت بیشتری می‌یابند. در نتیجه، شایستگی حرفه‌ای باید بر تلفیق دانش معماری، سواد داده، تفکر انتقادی و قضاوت مسئولانه استوار باشد. این برداشت،

ضرورت بازنگری در آموزش دانشگاهی و برنامه‌های توسعه حرفه‌ای را برجسته می‌کند؛ به گونه‌ای که هدف آموزش، فقط افزایش سرعت تولید خروجی نباشد، بلکه توانایی معمار در ارزیابی، اصلاح و استفاده آگاهانه از نتایج فناوری نیز تقویت شود. در میان حوزه‌های شش‌گانه، هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان از نظر تبدیل شدن به سازوکار اجرایی با پیچیدگی بیشتری همراه است. این پیچیدگی از ماهیت چندنهادی حرفه معماری ناشی می‌شود؛ زیرا تنظیم مقررات، آموزش تخصصی، مدیریت زیرساخت داده، نظارت بر خدمات و توسعه فناوری در حوزه مسئولیت یک سازمان واحد قرار ندارند. از این‌رو، حتی در صورت توافق بر ضرورت استفاده مسئولانه از هوش مصنوعی، فقدان تقسیم وظایف روشن می‌تواند موجب شکل‌گیری دستورالعمل‌های موازی، تعارض رویه‌ها و ابهام در پاسخگویی شود. در زمینه ایران، این مسئله ضرورت هماهنگی میان نهادهای سیاستگذار، دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌های حرفه‌ای، دانشگاه‌ها و فعالان بخش خصوصی را برجسته می‌سازد. با این حال، مشارکت این بازیگران به معنای برخورداری آن‌ها از اختیارات قانونی یکسان نیست؛ بلکه تعیین مرجع تصمیم‌گیری، حدود صلاحیت و نحوه همکاری باید بر مبنای ساختار حقوقی و نهادی موجود صورت گیرد. بر همین اساس، هماهنگی نهادی را می‌توان یکی از شرط‌های اصلی قابلیت اجرای سایر حوزه‌های سیاستی دانست.

حوزه استانداردسازی، ارزیابی و پایش نیز نقش تعیین‌کننده‌ای در تبدیل سیاست‌های پیشنهادی به رویه‌های قابل سنجش دارد. یکی از محدودیت‌های رویکردهای صرفاً اصول‌محور آن است که الزامات در سطح توصیه‌های عمومی باقی می‌مانند و معیار مشخصی برای ارزیابی میزان رعایت آن‌ها در فعالیت حرفه‌ای وجود ندارد. در مقابل، تدوین شاخص‌های کنترل کیفیت، اعتبارسنجی خروجی‌ها، ثبت موارد استفاده و پایش مخاطرات می‌تواند امکان بررسی انطباق فعالیت‌های مبتنی بر هوش مصنوعی با الزامات حرفه‌ای را فراهم سازد. در این رویکرد، ارزیابی نباید فقط به دقت محاسباتی یا سرعت تولید خروجی محدود شود، بلکه باید تناسب نتایج با مسئله طراحی، اعتبار داده‌های ورودی، امکان کنترل انسانی و پیامدهای تصمیم‌نهایی را نیز دربرگیرد. به این ترتیب، استانداردسازی و پایش به حلقه اتصال میان سیاستگذاری، عملکرد حرفه‌ای و بازنگری مستمر تبدیل می‌شود. از مهم‌ترین وجوه تمایز چارچوب حاضر، تفکیک حوزه‌های سیاستی از سطوح مداخله است. ۶ حوزه شناسایی شده، موضوعات اصلی سیاستگذاری را مشخص می‌کنند، در حالی که سطوح راهبردی، نهادی و حرفه‌ای، جایگاه غالب تصمیم‌گیری و اجرای آن‌ها را نشان می‌دهند. این تفکیک از یک سو به روشن شدن نقش بازیگران و ابزارهای سیاستی کمک می‌کند و از سوی دیگر، مانع از آن می‌شود که مؤلفه‌ها به صورت موضوعاتی مستقل و فاقد ارتباط اجرایی تفسیر شوند. برای مثال، تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای اگرچه در سطح راهبردی قرار می‌گیرد، تحقق آن در دفاتر معماری مستلزم استقرار رویه‌های بررسی و تأیید خروجی است. به همین ترتیب، حکمرانی داده و زیرساخت با وجود جایگاه نهادی، در سطح پروژه نیز به قواعد مشخص دسترسی، نگهداری و استفاده از اطلاعات وابسته است. بنابراین، ساختار سه‌سطحی چارچوب بیانگر توزیع نقش‌ها در یک نظام سیاستی به هم پیوسته است و نباید به عنوان تقسیم‌بندی کاملاً منفک حوزه‌های مسئولیت تلقی شود.

ارتباط دوسویه میان سطوح سه‌گانه نیز دلالت مهم دیگری برای سیاستگذاری حرفه معماری دارد. در این ساختار، جهت‌گیری‌های راهبردی از طریق ظرفیت‌ها و سازوکارهای نهادی به رویه‌های حرفه‌ای تبدیل می‌شوند و در مقابل، نتایج ارزیابی عملکرد، تجربه استفاده از فناوری و مخاطرات شناسایی شده در سطح پروژه می‌توانند مبنای اصلاح دستورالعمل‌ها و بازنگری سیاست‌ها قرار گیرند. چنین رابطه‌ای، چارچوب را از یک الگوی صرفاً سلسله‌مراتبی متمایز می‌کند و امکان یادگیری نهادی و اصلاح تدریجی سیاست‌ها را در آن پیش‌بینی می‌سازد. با این حال، این رابطه در پژوهش حاضر ماهیتی مفهومی و پیشنهادی دارد و میزان کارآمدی آن باید در فرایند اجرای آزمایشی و ارزیابی عملکرد بررسی شود. از منظر کاربرد در ایران، چارچوب پیشنهادی امکان تفکیک سه دسته اقدام را فراهم می‌کند: تعیین جهت‌گیری‌ها و حدود مسئولیت در سطح راهبردی، توسعه ظرفیت‌ها و سازوکارهای هماهنگی در سطح نهادی، و تبدیل الزامات به رویه‌های کنترل و ارزیابی در سطح حرفه‌ای. این صورت‌بندی می‌تواند مبنایی برای اولویت‌بندی مداخلات و تدوین برنامه‌های اجرایی قرار گیرد؛ با این حال، قابلیت تحقق آن به انطباق ابزارهای پیشنهادی با اختیارات قانونی نهادهای ظرفیت‌های سازمانی، زیرساخت‌های موجود و شرایط واقعی فعالیت دفاتر

معماری وابسته است. از این رو، چارچوب حاضر را باید مبنایی برای توسعه سیاست‌های اجرایی دانست، نه مجموعه‌ای از مقررات لازم‌الاجرا که صرف تدوین پژوهش موجب تحقق آن‌ها شده باشد.

رابطه سیاستگذاری هوش مصنوعی با پایداری و عملکرد محیط ساخته شده نیز نیازمند تفسیر دقیق است. سامانه‌های هوشمند می‌توانند در تحلیل مصرف انرژی، مقایسه گزینه‌های طراحی، ارزیابی عملکرد محیطی و مدیریت منابع نقش پشتیبان داشته باشند، اما برخورداری از این ظرفیت‌ها به معنای تحقق خودکار اهداف پایداری نیست. استفاده از هوش مصنوعی زمانی می‌تواند به بهبود عملکرد محیطی کمک کند که داده‌های مورد استفاده معتبر باشند، معیارهای ارزیابی متناسب با اهداف پروژه انتخاب شوند و نتایج تحت کنترل تخصصی قرار گیرند. بر این اساس، پایداری در چارچوب حاضر ۹ حوزه‌ای هفتم و ۹ سطحی مستقل از سیاستگذاری، بلکه یکی از پیامدهای مورد انتظار اجرای هماهنگ سیاست‌هاست. سنجش تحقق این پیامد نیز مستلزم مطالعات عملکردی و ارزیابی‌های تجربی مستقل خواهد بود. از منظر روش‌شناختی، تلفیق فراترکیب، زمینه‌مندسازی و الگوی ارزیابی خبرگان، مسیری برای حرکت از شناسایی مفاهیم عمومی به صورت‌بندی مؤلفه‌های متناسب با شرایط حرفه‌ای فراهم می‌کند. با این حال، میان اعتبار محتوایی چارچوب و اثربخشی اجرایی آن باید تمایز قائل شد. ارزیابی خبرگان می‌تواند ضرورت، تناسب و میزان توافق تخصصی درباره مؤلفه‌ها را بررسی کند، اما به‌تنهایی اثبات‌کننده تأثیر چارچوب بر کیفیت تصمیم‌های معماری، کاهش مخاطرات یا بهبود عملکرد پروژه‌ها نیست. همچنین، وابستگی فراترکیب به دامنه و کیفیت مطالعات منتخب، تأثیر ترکیب تخصصی پزل بر نتایج ارزیابی و تفاوت ظرفیت نهادی سازمان‌های مرتبط، از محدودیت‌هایی است که در تفسیر و تعمیم نتایج باید مورد توجه قرار گیرد. از این رو، اجرای آزمایشی چارچوب در محیط‌های حرفه‌ای، بررسی حقوقی ابزارهای پیشنهادی و سنجش شاخص‌های عملکردی می‌تواند مبنای ارزیابی و توسعه آن در پژوهش‌های بعدی قرار گیرد.

در مجموع، سهم مفهومی پژوهش در پیوند دادن سه بعد مسئولیت حرفه‌ای، ظرفیت نهادی و ارزیابی عملکرد در سیاستگذاری کاربرد هوش مصنوعی در معماری است. این پیوند نشان می‌دهد مواجهه حرفه معماری با هوش مصنوعی، نه فقط مسئله‌ای فناورانه است و نه تنها از طریق تدوین مقررات قابل مدیریت خواهد بود. چارچوب سه‌سطحی پژوهش، با سازمان‌دهی ۶ حوزه سیاستی و تبیین ارتباط میان تصمیم‌گیری راهبردی، ظرفیت‌سازی نهادی و اجرای حرفه‌ای، مبنایی برای تبدیل اصول عمومی حکمرانی هوش مصنوعی به اقدامات سیاستی متناسب با ساختار حرفه معماری ایران فراهم می‌کند. ارزش کاربردی این صورت‌بندی در روشن کردن مسیر تبدیل الزامات مفهومی به مسئولیت‌های مشخص، ابزارهای اجرایی و معیارهای قابل پایش است؛ مسیری که تحقق عملی و سنجش اثربخشی آن مستلزم بررسی حقوقی، اجرای آزمایشی و ارزیابی مستمر خواهد بود.

۵-۱. تبیین منطق عملکرد چارچوب و دلالت‌های سیاستی آن

چارچوب تدوین شده در پژوهش حاضر، سیاستگذاری حرفه معماری در مواجهه با هوش مصنوعی را فرایندی چندسطحی و مبتنی بر تعامل میان الزامات حقوقی، ظرفیت‌های نهادی و رویه‌های حرفه‌ای تبیین می‌کند. اهمیت این چارچوب فقط در شناسایی حوزه‌های سیاستگذاری نیست، بلکه در تشریح چگونگی تبدیل جهت‌گیری‌های کلان به اقدامات اجرایی و نحوه بازگشت نتایج عملکردی به فرایند تصمیم‌گیری سیاستی قرار دارد. از این منظر، هوش مصنوعی با ایجاد تحول در تولید اطلاعات، تحلیل گزینه‌ها و پشتیبانی از تصمیم‌های معماری، ضرورت بازنگری در سازوکارهای تنظیم‌گری و نظارت حرفه‌ای را مطرح می‌سازد؛ با این حال، دامنه و پیامدهای این تحول به شرایط حقوقی، نهادی و تخصصی حاکم بر کاربرد فناوری وابسته است. منطلق تبیینی مدل بر تمایز میان عامل تحول، شرایط زمینه‌ای، سازوکارهای سیاستی و پیامدهای مورد انتظار استوار است. در این ساختار، هوش مصنوعی عامل تحول فناورانه و حرفه معماری بستر اصلی مواجهه با آن محسوب می‌شود. شرایط حقوقی، نهادی، آموزشی و زیرساختی ایران نیز بر نحوه شکل‌گیری و اجرای پاسخ‌های سیاستی اثر می‌گذارد. بنابراین، زمینه ملی فقط محیط بیرونی مدل نیست، بلکه مجموعه‌ای از شرایط اثرگذار بر قابلیت اجرا، توزیع مسئولیت و ظرفیت پاسخگویی بازیگران حرفه‌ای و سازمانی را دربرمی‌گیرد.

در سطح راهبردی، تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای با تعیین حدود کاربرد هوش مصنوعی، مسئولیت تصمیم‌های مبتنی بر فناوری و الزامات نظارت انسانی، مبنای هنجاری و حقوقی چارچوب را فراهم می‌کند. با این حال، تدوین ضوابط به‌تنهایی برای

تغییر رویه‌های حرفه‌ای کافی نیست؛ زیرا اجرای آن‌ها به وجود ظرفیت نهادی برای مدیریت اطلاعات، توسعه شایستگی‌ها، تدوین دستورالعمل‌های اجرایی و هماهنگی میان بازیگران وابسته است. از این‌رو، سطح نهادی با در بر گرفتن چهار حوزه حکمرانی داده و زیرساخت، اخلاق و شفافیت، سرمایه انسانی و ظرفیت‌سازی، و هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان، نقش واسط میان جهت‌گیری‌های راهبردی و اجرای حرفه‌ای را به عهده دارد. کارآمدی این سطح می‌تواند بر میزان انطباق میان اهداف سیاستگذاری و رویه‌های واقعی استفاده از فناوری اثرگذار باشد. سطح حرفه‌ای، محل تبدیل الزامات راهبردی و ظرفیت‌های نهادی به رویه‌های عملیاتی است. در این سطح، استانداردسازی، ارزیابی و پایش با تدوین معیارهای کنترل کیفیت، اعتبارسنجی خروجی‌ها، ثبت موارد استفاده و ارزیابی مخاطرات، امکان بررسی عملکرد سامانه‌های هوشمند در فرایندهای معماری را فراهم می‌کند. بر این اساس، قابلیت اعتماد کاربرد هوش مصنوعی فقط تابع توان محاسباتی سامانه نیست، بلکه به کیفیت داده‌های ورودی، تناسب خروجی با مسئله طراحی، شایستگی فرد ارزیاب و امکان پاسخگویی در برابر تصمیم نهایی وابسته است. این رابطه نشان می‌دهد میان توسعه ظرفیت فناورانه و ارتقای کیفیت حرفه‌ای، رابطه‌ای خودکار وجود ندارد و سازوکارهای سیاستی، نهادی و نظارتی در تحقق پیامدهای مطلوب نقش واسط ایفا می‌کنند.

یکی از روابط اساسی مدل، وابستگی متقابل حوزه‌های ۶گانه سیاستگذاری است. تعیین مسئولیت حرفه‌ای بدون امکان مستندسازی فرایند استفاده از هوش مصنوعی، قابلیت ردیابی و بررسی تصمیم‌ها را محدود می‌کند؛ همان‌گونه که تدوین معیارهای ارزیابی بدون دسترسی به داده‌های معتبر یا نیروی انسانی برخوردار از شایستگی تخصصی، لزوماً به کنترل مؤثر کیفیت منجر نمی‌شود. همچنین، فقدان هماهنگی نهادی می‌تواند اجرای ضوابط مشترک، مدیریت داده و توسعه برنامه‌های آموزشی را با تعارض یا موازی کاری مواجه سازد. از این‌رو، کارآمدی چارچوب به حضور منفرد مؤلفه‌ها محدود نیست، بلکه به نحوه پیوند آن‌ها در یک نظام اجرایی منسجم وابسته است. ویژگی دیگر مدل، پیش‌بینی سازوکار بازخورد و یادگیری سیاستی است. نتایج حاصل از ارزیابی پروژه‌ها، شناسایی خطاها، تجربه استفاده از سامانه‌های هوشمند و تغییر قابلیت‌ها و مخاطرات فناوری می‌تواند مبنای اصلاح رویه‌های حرفه‌ای، بازنگری دستورالعمل‌های نهادی و به‌روزرسانی جهت‌گیری‌های راهبردی قرار گیرند. به این ترتیب، ارتباط میان سطوح سه‌گانه ماهیتی دوسویه دارد و چارچوب پیشنهادی به‌عنوان ساختاری انطباق‌پذیر و قابل بازنگری تفسیر می‌شود. این ویژگی به‌ویژه در مواجهه با تحول سریع فناوری اهمیت دارد؛ زیرا سیاست‌هایی که فاقد سازوکار پایش و اصلاح باشند، ممکن است در گذر زمان تناسب خود را با شرایط حرفه‌ای و مخاطرات نوظهور از دست بدهند. از منظر دلالت‌های سیاستی، مدل ضرورت تفکیک میان مرجع تعیین قواعد، نهادهای فراهم‌کننده ظرفیت اجرا و اشخاص مسئول کاربرد حرفه‌ای را برجسته می‌سازد. در سطح راهبردی، اولویت با روشن کردن حدود مسئولیت، الزامات پایه و شرایط مجاز استفاده از فناوری است. در سطح نهادی، توسعه سازوکارهای هماهنگی، مدیریت داده، شفافیت و ارتقای شایستگی‌های تخصصی اهمیت می‌یابد. در سطح حرفه‌ای نیز استقرار رویه‌های کنترل کیفیت، مستندسازی و ارزیابی مستمر ضرورت پیدا می‌کند. این تفکیک به معنای استقلال کامل سطوح نیست، بلکه بیانگر توزیع وظایف در فرایندی مشترک است که تعیین دقیق اختیارات و مسئولیت‌های قانونی بازیگران آن باید با ساختار حقوقی موجود انطباق داشته باشد.

در مدل پیشنهادی، افزایش قابلیت اعتماد تصمیم‌های معماری، ارتقای پاسخگویی حرفه‌ای و بهبود کیفیت فرایند طراحی، پیامدهای نزدیک‌تر اجرای هماهنگ سیاست‌ها محسوب می‌شوند. در مقابل، افزایش بهره‌وری منابع، کاهش آثار محیطی و ارتقای عملکرد محیط ساخته‌شده، پیامدهای گسترده‌تری هستند که تحقق آن‌ها علاوه بر شرایط سیاستی و حرفه‌ای، به ویژگی‌های پروژه، اعتبار داده‌ها، کیفیت تحلیل‌ها و نتایج ارزیابی عملکردی وابسته است. از این‌رو، توسعه شهری پایدار در این مدل به‌عنوان جهت‌گیری و پیامد مطلوب سیاستگذاری مطرح می‌شود، نه نتیجه‌ای که صرف کاربرد هوش مصنوعی یا تأیید محتوایی چارچوب بتواند تحقق آن را اثبات کند. شکل ۴ منطق مفهومی روابط میان عامل تحول فناورانه، شرایط زمینه‌ای ایران، سطوح سیاستگذاری، سازوکارهای اجرای حرفه‌ای و پیامدهای مورد انتظار را تبیین می‌کند. در این صورت‌بندی، مسیر دستیابی به پیامدهای حرفه‌ای و محیطی از طریق الزامات راهبردی، ظرفیت‌های نهادی و رویه‌های قابل ارزیابی حرفه‌ای ترسیم شده و بازخورد حاصل از عملکرد، امکان اصلاح مستمر سیاست‌ها را فراهم می‌سازد. روابط نمایش داده‌شده در مدل، روابط مفهومی

پیشنهادی پژوهش هستند و به معنای اثبات تجربی روابط علی میان متغیرها نیستند. در مجموع، منطق عملکرد چارچوب نشان می‌دهد سیاستگذاری حرفه معماری در مواجهه با هوش مصنوعی، بیش از آنکه به میزان پذیرش فناوری وابسته باشد، به توانایی نظام حرفه‌ای در تنظیم رابطه میان نوآوری، مسئولیت، ظرفیت نهادی و ارزیابی عملکرد بستگی دارد. دلالت اصلی مدل، ضرورت گذار از سیاستگذاری ابزارمحور به سیاستگذاری مبتنی بر مسئولیت حرفه‌ای، قابلیت اجرا، پایش عملکرد و یادگیری مستمر است. این صورت‌بندی می‌تواند مبنایی برای تدوین اقدامات مرحله‌ای، تعیین اولویت‌های اجرایی و ارزیابی تجربی کارآمدی سیاست‌های پیشنهادی در ساختار حرفه معماری ایران فراهم سازد.



شکل ۴. مدل مفهومی روابط میان هوش مصنوعی، سطوح سیاستگذاری و پیامدهای حرفه‌ای و محیطی در زمینه ایران (ترسیم: نگارندگان)

۶. نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تبیین چارچوب سیاستگذاری حرفه معماری بر مبنای هوش مصنوعی در ایران انجام شد. برآیند تحلیل‌ها نشان می‌دهد ورود هوش مصنوعی به حرفه معماری، فراتر از تحول در ابزارهای طراحی و تحلیل، ضرورت بازاندیشی در مناسبات میان تصمیم‌گیری تخصصی، مسئولیت حرفه‌ای، مدیریت داده و سازوکارهای نهادی و نظارتی را مطرح می‌سازد. از این‌رو، مسئله اصلی سیاستگذاری فقط گسترش کاربرد فناوری نیست، بلکه فراهم کردن شرایطی است که استفاده از هوش مصنوعی در فرایندهای معماری با الزامات حرفه‌ای، قابلیت اعتماد، شفافیت و پاسخگویی همراه باشد. در چارچوب پژوهش، حوزه سیاستی شامل تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای، حکمرانی داده و زیرساخت، اخلاق و شفافیت، سرمایه انسانی و ظرفیت‌سازی، همانگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان، و استانداردسازی، ارزیابی و پایش صورت‌بندی شدند. اهمیت این حوزه‌ها نه فقط در نقش مستقل هر یک، بلکه در ارتباط متقابل آن‌ها برای تبدیل ظرفیت‌های فناورانه به کاربردهای حرفه‌ای قابل کنترل و ارزیابی است. بر این اساس، تنظیم‌گری بدون ظرفیت نهادی و معیارهای اجرایی و توسعه فناوری بدون مسئولیت‌پذیری و نظارت تخصصی، نمی‌تواند به‌تنهایی مبنای سیاستگذاری منسجم قرار گیرد. زمینه‌مندسازی چارچوب با توجه به ساختار حقوقی، نهادی و حرفه‌ای ایران نشان داد به‌کارگیری اصول عمومی حکمرانی هوش مصنوعی در حرفه معماری، مستلزم تعیین دقیق حدود مسئولیت، نقش بازیگران و سازوکارهای اجرایی است. حفظ مسئولیت اشخاص دارای صلاحیت در بررسی و تأیید خروجی‌های هوشمند، مستندسازی کاربرد فناوری، تعیین الزامات مدیریت اطلاعات و پیش‌بینی معیارهای کنترل کیفیت از مهم‌ترین ملاحظات این صورت‌بندی به شمار می‌روند. در این رویکرد، هوش مصنوعی ابزار پشتیبان قضاوت تخصصی معمار است و

استفاده از آن نباید موجب ابهام یا تضعیف مسئولیت حرفه‌ای شود. دستاورد مفهومی اصلی پژوهش، سازمان‌دهی ۶ حوزه سیاستی در سه سطح مرتبط راهبردی، نهادی و حرفه‌ای است. در سطح راهبردی، تنظیم‌گری و مسئولیت حرفه‌ای مبنای تعیین قواعد و حدود کاربرد فناوری را فراهم می‌کند. سطح نهادی با در بر گرفتن حکمرانی داده و زیرساخت، اخلاق و شفافیت، سرمایه انسانی و ظرفیت‌سازی، و هماهنگی نهادی و مشارکت ذی‌نفعان، شرایط سازمانی و تخصصی اجرای سیاست‌ها را شکل می‌دهد. در سطح حرفه‌ای نیز استانداردسازی، ارزیابی و پایش، الزامات سیاستی را به رویه‌های قابل اجرا و سنجش در فعالیت‌های معماری تبدیل می‌کند. ارتباط دوسویه میان این سطوح، امکان بهره‌گیری از نتایج ارزیابی عملکرد و تجربه حرفه‌ای برای اصلاح دستورالعمل‌ها و بازنگری سیاست‌ها را پیش‌بینی می‌کند. به این ترتیب، چارچوب پیشنهادی ماهیتی چندسطحی، بازخوردپذیر و انطباق‌پذیر دارد. از منظر کاربردی، چارچوب می‌تواند مبنایی برای اولویت‌بندی و تدوین تدریجی اقدامات سیاستی در حرفه معماری ایران فراهم سازد. در گام نخست، روشن کردن حدود کاربرد هوش مصنوعی و مسئولیت بررسی و تأیید خروجی‌ها در چارچوب صلاحیت‌ها و مقررات موجود ضرورت دارد. در ادامه، تدوین دستورالعمل‌های مدیریت داده و مستندسازی، توسعه آموزش‌های تخصصی، ایجاد سازوکارهای هماهنگی میان نهادهای مرتبط و تعریف معیارهای کنترل کیفیت و پایش می‌تواند زمینه اجرای منسجم سیاست‌ها را فراهم کند. تحقق این اقدامات مستلزم توجه به اختیارات قانونی بازیگران، ظرفیت اجرایی نهادها و ارزیابی آزمایشی ابزارهای پیشنهادی پیش از تعمیم آن‌هاست.

در ارتباط با پایداری، چارچوب پیشنهادی بر این اصل استوار است که بهره‌گیری از ظرفیت‌های هوش مصنوعی در تحلیل عملکرد ساختمان، بهینه‌سازی مصرف انرژی و مدیریت منابع، به اعتبار داده‌ها، تناسب معیارهای ارزیابی و نظارت تخصصی وابسته است. بنابراین، بهبود عملکرد محیطی ساختمان‌ها و کمک به توسعه شهری پایدار، پیامدهای بالقوه اجرای هماهنگ سیاست‌ها محسوب می‌شوند و در شمار حوزه‌های مستقل چارچوب قرار نمی‌گیرند. تحقق این پیامدها باید از طریق شاخص‌های عملکردی و مطالعات تجربی بررسی شود و نمی‌توان آن را فقط از صورت‌بندی مفهومی یا ارزیابی محتوایی مؤلفه‌ها نتیجه گرفت. دامنه اعتبار چارچوب با محدودیت‌هایی همراه است. نخست، صورت‌بندی پیشنهادی بر تحلیل مطالعات منتخب و بررسی الزامات متناسب با زمینه حرفه معماری ایران استوار است و اثربخشی آن در پروژه‌های واقعی و ساختار اجرایی نهادهای حرفه‌ای هنوز ب تجربه آزمودن نشده است. دوم، ارزیابی محتوایی و توافق خبرگان، در صورت اجرای کامل و دستیابی به شاخص‌های قابل قبول، به‌تنهایی نمی‌تواند اثربخشی اجرایی سیاست‌ها را اثبات کند. افزون بر این، تفاوت ظرفیت سازمانی نهادها و تحول سریع فناوری‌های هوش مصنوعی، ضرورت بازنگری دوره‌ای در ضوابط، شایستگی‌های حرفه‌ای و معیارهای ارزیابی را افزایش می‌دهد. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده بر اجرای آزمایشی چارچوب در دفاتر معماری و نهادهای حرفه‌ای منتخب متمرکز شوند و شاخص‌هایی برای سنجش کیفیت تصمیم‌گیری، قابلیت ردیابی خروجی‌ها، میزان رعایت الزامات نظارت انسانی، کارآمدی مدیریت داده و اثربخشی هماهنگی نهادی توسعه دهند. همچنین، بررسی تطبیقی تجربه کشورهای مختلف در تنظیم‌گری کاربرد هوش مصنوعی در خدمات معماری و مطالعه حقوقی اختیارات نهادهای مسئول در ایران می‌تواند به تعیین دقیق‌تر ابزارهای سیاستی و اولویت‌های اجرایی کمک کند. در مجموع، سیاستگذاری کاربرد هوش مصنوعی در حرفه معماری ایران مستلزم پیوند منسجم میان نوآوری فناورانه، مسئولیت حرفه‌ای، ظرفیت نهادی و ارزیابی مستمر است. چارچوب پیشنهادی با سازمان‌دهی این پیوند در سه سطح راهبردی، نهادی و حرفه‌ای، مبنایی برای گذار از رویکرد صرفاً فناوری‌محور به سیاستگذاری مسئولانه، زمینه‌مند و قابل پایش فراهم می‌سازد؛ رویکردی که در آن هوش مصنوعی در خدمت ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری معماری قرار می‌گیرد و نتایج حاصل از اجرا و ارزیابی نیز زمینه اصلاح مستمر سیاست‌ها را فراهم می‌کند.

منابع

1. Sourek M. AI in architecture and engineering from misconceptions to game-changing prospects. *Architectural Intelligence*. 2024;3:4. doi:10.1007/s44223-023-00046-9.
2. Tabassi E. Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0). Gaithersburg (MD): National Institute of Standards and Technology; 2023. NIST AI 100-1. doi:10.6028/NIST.AI.100-1.
3. OECD. Governing with Artificial Intelligence: Are Governments Ready? OECD Artificial Intelligence Papers. No. 20. Paris: OECD Publishing; 2024. doi:10.1787/26324bc2-en.
4. Mäntymäki M, Minkkinen M, Birkstedt T, Viljanen M. Defining organizational AI governance. *AI Ethics*. 2022;2:603-609. doi:10.1007/s43681-022-00143-x.
5. Bullock JB, Chen YC, Himmelreich J, Hudson VM, Korinek A, Young MM, et al., editors. *The Oxford Handbook of AI Governance*. New York: Oxford University Press; 2024. doi:10.1093/oxfordhb/9780197579329.001.0001.
6. Islamic Consultative Assembly. Engineering System and Building Control Law. Tehran: Official Gazette of the Islamic Republic of Iran, 1995.
7. Supreme Council of the Cultural Revolution. National Artificial Intelligence Document of the Islamic Republic of Iran. Tehran: Supreme Council of the Cultural Revolution, 2024.
8. Płoszaj-Mazurek M, Ryńska E. Artificial intelligence and digital tools for assisting low-carbon architectural design: merging the use of machine learning, large language models, and building information modeling for life cycle assessment tool development. *Energies*. 2024;17(12):2997. doi:10.3390/en17122997.
9. Thomas J, Harden A. Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *BMC Med Res Methodol*. 2008;8:45. doi:10.1186/1471-2288-8-45.
10. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372. doi:10.1136/bmj.n71.
11. Albukhari IN. The role of artificial intelligence (AI) in architectural design: a systematic review of emerging technologies and applications. *J Umm Al-Qura Univ Eng Archit*. 2025;16:1457-1476. doi:10.1007/s43995-025-00186-1.
12. Kampelopoulos D, Tsanousa A, Vrochidis S, Kompatsiaris I. A review of LLMs and their applications in the architecture, engineering and construction industry. *Artif Intell Rev*. 2025;58:250. doi:10.1007/s10462-025-11241-7.
13. International Organization for Standardization; International Electrotechnical Commission. ISO/IEC 42001:2023 Information technology—Artificial intelligence—Management system. Geneva: ISO; 2023.
14. OECD. Recommendation of the Council on Artificial Intelligence (OECD/LEGAL/0449). Paris: OECD; 2024.
15. OECD. Governing with Artificial Intelligence: The State of Play and Way Forward in Core Government Functions. Paris: OECD Publishing; 2025. doi:10.1787/795de142-en.
16. European Parliament; Council of the European Union. Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence and amending Regulations and Directives (Artificial Intelligence Act). *Official Journal of the European Union*. 2024;L 2024/1689.
17. National Council of Architectural Registration Boards. NCARB's Position on the Use of Artificial Intelligence in the Architectural Profession. Washington (DC): NCARB; 2026.
18. American Institute of Architects. Guidance for the Responsible Use of AI by Architecture and Design Firms. Washington (DC): AIA; 2025.
19. International Union of Architects. 2025 Annual Report by the President and Secretary General. Paris: UIA; 2025.
20. Gunasinghalge LUE, Alazab A, Talukder MA. Artificial intelligence for energy optimization in smart buildings: a systematic review and meta-analysis. *Energy Inform*. 2025;8:135. doi:10.1186/s42162-025-00592-8.

21. Manmatharasan P, Bitsuamlak G, Grolinger K. AI-driven design optimization for sustainable buildings: a systematic review. *Energy Build.* 2025;332:115440. doi:10.1016/j.enbuild.2025.115440.
22. Hua J, Wang R, Hu Y, Chen Z, Chen L, Osman AI, et al. Artificial intelligence for calculating and predicting building carbon emissions: a review. *Environ Chem Lett.* 2025;23:783-816. doi:10.1007/s10311-024-01799-z.
23. Zhang B, Chen J, Song Y, Zhong L, Chen L, Zhang Y. AI-driven surrogate modeling for performance-oriented parametric optimization in sustainable building design: a systematic review. *Energy Build.* 2026;358:117238. doi:10.1016/j.enbuild.2026.117238.
24. Shen P, Gao X, Lu S, Zhang Y, Zheng X, Santamouris M. How AI shapes the future landscape of sustainable building design with climate change challenges? *Adv Sci (Weinh).* 2026;13(13). doi:10.1002/advs.202523238.
25. Lawshe CH. A quantitative approach to content validity. *Pers Psychol.* 1975;28(4):563-575. doi:10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x.
26. Polit DF, Beck CT, Owen SV. Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Res Nurs Health.* 2007;30(4):459-467. doi:10.1002/nur.20199.
27. Hohmann E, Beaufils P, Beiderbeck D, Chahla J, Geeslin A, Hasan S, et al. Guidelines for designing and conducting Delphi consensus studies: an expert consensus Delphi study. *Arthroscopy.* 2025;41(10):4208-4224.e10. doi:10.1016/j.arthro.2025.03.038.
28. Hong QN, Fàbregues S, Bartlett G, Boardman F, Cargo M, Dagenais P, et al. The Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT) version 2018 for information professionals and researchers. *Educ Inf.* 2018;34(4):285-291. doi:10.3233/EFI-180221.