چکیده مبسوط

عنوان: کارکردهای هوش مصنوعی در سنجش، ارزیابی و سیاست‌گذاری علم و فناوری: یک مرور نظام‌مند و تحلیل مضمونی

نویسندگان: مهدی رحمانی؛ استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران؛ M.rahmani@edu.ui.ac.ir

مقدمه: نظام علم، فناوری و نوآوری برای شناخت وضعیت موجود، ارزیابی عملکرد و تدوین سیاست‌های اثربخش به شواهد معتبر نیاز دارد. هوش مصنوعی با توسعه قابلیت‌های تحلیل داده، پیش‌بینی و مدل‌سازی، فرصت‌های تازه‌ای برای تولید و استفاده از این شواهد فراهم کرده است. بااین‌حال، پژوهش‌های مرتبط با این موضوع در حوزه‌های مختلف پراکنده‌اند و همواره میان کاربرد هوش مصنوعی در سنجش و سیاست‌گذاری علم و فناوری و سیاست‌گذاری و حکمرانی خودِ این فناوری تمایز روشنی برقرار نشده است. پژوهش حاضر با هدف شناسایی و تحلیل نظام‌مند کارکردهای هوش مصنوعی در سنجش، ارزیابی و سیاست‌گذاری علم و فناوری و بررسی ظرفیت‌ها، چالش‌ها و ملاحظات اخلاقی و حکمرانی آن انجام شد.

روش‌شناسی: این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، مروری نظام‌مند با رویکرد تحلیل مضمون انعکاسی بود. فرایند جستجو، غربالگری و گزارش‌دهی بر اساس دستورالعمل پریزما ۲۰۲۰ انجام شد. جستجوی منابع فارسی و انگلیسی منتشرشده از سال ۲۰۱۸ تا مه ۲۰۲۶ در پایگاه‌های اسکوپوس و گوگل اسکولار انجام گرفت. پس از حذف منابع تکراری و بررسی عنوان، چکیده و متن کامل، ۹۸ منبع برای تحلیل انتخاب شد. داده‌ها با استفاده از روش تحلیل مضمون انعکاسی براون و کلارک بررسی شدند و بیش از ۲۸۰ کد اولیه در قالب ۴۰ مؤلفه و هفت مضمون سازمان یافتند. سپس، فراوانی استناد به مضامین به‌صورت توصیفی بررسی شد و روابط میان مؤلفه‌ها برای تدوین مدل مفهومی تحلیل شدند. با توجه به ماهیت انعکاسی روش، توافق بین‌کدگذاران محاسبه نشد و شفافیت فرایند کدگذاری و تحلیل مبنای گزارش‌دهی روش‌شناختی قرار گرفت.

یافته‌های اصلی: تحلیل منابع به شناسایی هفت مضمون انجامید که شش مضمون نخست به کارکردهای هوش مصنوعی و مضمون هفتم به چالش‌ها و ملاحظات اخلاقی و حکمرانی اختصاص داشت. شش مضمون کارکردی شامل تحلیل و نقشه‌نگاری علم و فناوری، ارزیابی پژوهش و سنجش اثرگذاری، پشتیبانی از تصمیم‌گیری و تخصیص منابع، مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیاست، نظارت و پایش، و تسهیل ارتباط علم و جامعه بودند. از مجموع ۱۳۵ مورد فراوانی استناد به مضامین، ۶۹ مورد (۵۱٫۱ درصد) به شش مضمون کارکردی و ۶۶ مورد (۴۸٫۹ درصد) به مضمون چالش‌ها و حکمرانی اختصاص داشتند. در میان موارد دسته دوم، ۲۲ مورد به مخاطرات اخلاقی و معرفتی، از جمله سوگیری الگوریتمی، کدربودن مدل‌ها، بی‌عدالتی معرفتی و تضعیف مسئولیت انسانی، و ۴۴ مورد به موضوعات حکمرانی هوش مصنوعی، از جمله راهبردهای ملی، تحلیل تطبیقی سیاست‌ها، مقررات‌گذاری، اعتماد عمومی و زیرساخت داده، مربوط بودند. از مجموع ۹۸ منبع بررسی‌شده، تنها ۳۹ منبع به‌طور مستقیم کارکردهای هوش مصنوعی را در سنجش و سیاست‌گذاری علم و فناوری بررسی کرده بودند. همچنین، شبیه‌سازی سیاست با ۱۱ مورد استناد، کمترین میزان توجه را در میان لایه‌های تصمیم‌گیری به خود

اختصاص داد و منابع مرتبط، محدودیت‌های داده‌ای و محاسباتی را از چالش‌های اصلی این حوزه معرفی کردند. مقایسه مؤلفه‌ها نیز چهار نتیجه اصلی به دست داد که شامل گذار از شاخص‌های ایستا به شواهد پویا، پیوند شواهد با تصمیم‌گیری و آزمون سیاست، نقش حکمرانی در مشروعیت‌بخشی به کاربردهای هوش مصنوعی و عدم‌توازن میان حوزه‌های پژوهشی بودند.

بحث و نتیجه‌گیری: یافته‌ها نشان دادند که هوش مصنوعی در نظام علم، فناوری و نوآوری صرفاً یک ابزار فنی نیست، بلکه زیرساختی برای تولید شواهد، پشتیبانی از تصمیم‌گیری و تدوین سیاست‌های علمی به شمار می‌رود و درعین‌حال، خود به موضوع سیاست‌گذاری و حکمرانی تبدیل شده است. سهم بالای مباحث اخلاقی و حکمرانی در منابع بررسی‌شده لزوماً نشان‌دهنده گسترش کاربردهای عملیاتی هوش مصنوعی نیست، بلکه بیشتر از توجه گسترده پژوهشگران به حکمرانی این فناوری حکایت دارد. از سوی دیگر، استفاده از هوش مصنوعی برای ارزیابی چندبعدی پژوهش و پیش‌بینی استناد، در صورت اتکای بیش از حد به خروجی‌های الگوریتمی، ممکن است با اصول مانیفست لایدن و بیانیه دورا ناسازگار شود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود هوش مصنوعی در ارزیابی پژوهش نقش پشتیبان و مشورتی داشته باشد و استفاده از آن با داوری انسانی، تنوع معیارهای ارزیابی، شفافیت فرایندها و دسترسی‌پذیری داده‌ها همراه شود. همچنین، برای تقویت استفاده مسئولانه از این فناوری در ایران، تدوین راهنمای ملی ارزیابی پژوهش با کمک هوش مصنوعی، اجرای آزمایشی داشبوردهای رصد افق، الزام به افشای استفاده از هوش مصنوعی در فرایندهای ارزیابی، ممیزی سوگیری الگوریتمی و تقویت حاکمیت داده پیشنهاد می‌شود. محدودبودن جستجو به دو پایگاه، محدودیت زبانی منابع و نبود اعتبارسنجی پیشنهادهای نهادی با مشارکت ذی‌نفعان از محدودیت‌های این پژوهش بودند. بر همین اساس، ارزیابی تجربی ابزارهای هوش مصنوعی در نهادهای ایرانی، بررسی سوگیری مدل‌های زبانی در ارزیابی پژوهش‌های فارسی‌زبان و اعتبارسنجی مشارکتی مدل مفهومی می‌توانند در پژوهش‌های آینده مورد توجه قرار گیرند.

کلیدواژه‌ها: *هوش مصنوعی، سنجش علم، ارزیابی پژوهش، سیاست‌گذاری علم و فناوری، حکمرانی هوش مصنوعی، هوش مصنوعی مسئولانه*

Title: AI Applications in Science and Technology Assessment, Evaluation, and Policymaking: A Systematic Review and Thematic Analysis

Names of Authors: Mahdi Rahmani; Assistant Professor, Department of Knowledge and Information Science, University of Isfahan, Isfahan, Iran; M.rahmani@edu.ui.ac.ir

Introduction: Science, technology, and innovation systems need credible evidence to measure progress, assess impact, and design policy, and artificial intelligence (AI) offers new capacities for producing that evidence. However, studies in this field are scattered across separate domains such as scientometrics, research evaluation, and policymaking, and the governance of AI itself is sometimes mistaken for its applications in assessment. This study treats science and technology assessment, evaluation, and policymaking as a single cycle. It asks what functions AI performs in this cycle, what operational possibilities it offers for policymaking, and what methodological, ethical, and governance challenges it raises. The aim is to identify and analyze these functions systematically.

Methodology: The study was applied in purpose and used a systematic review with reflexive thematic synthesis. Searching, screening, and reporting followed the PRISMA 2020 guidelines. The research population comprised all Persian and English sources published between 2018 and May 2026, either peer-reviewed articles or reports of official bodies, that examined the use of AI in science and technology assessment, evaluation, or policymaking, or its governance. Scopus and Google Scholar were searched with a string built from five conceptual blocks (AI, scientometrics, research evaluation, technology mapping, and science and technology policy). After duplicate removal and title and abstract screening, the full texts were assessed, and each source was scored out of five on its title, abstract, introduction, method, and findings; sources scoring below three were excluded. Ninety-eight sources were finally analyzed. Their full texts were examined through Braun and Clarke's reflexive thematic analysis: more than 280 initial codes were extracted and organized into 40 components and seven themes, and the frequency of references to themes was reported descriptively only. The components were then compared across themes to build a conceptual model. Because the analysis was reflexive, inter-coder agreement was not calculated, and the transparency of the coding trail served as the criterion of rigor.

Main findings: The analysis yielded seven themes and 40 components. The first six themes described AI functions: science and technology analysis and mapping, research evaluation and impact assessment, decision support and resource allocation, policy modeling and simulation, monitoring and process automation, and science–society communication. The seventh theme covered ethical and governance challenges. Of 135 coded references, 69 (51.1%) belonged to themes one to six and 66 (48.9%) to theme seven. Of these 66, 22 addressed the ethical and epistemic risks of using AI, such as algorithmic bias, model opacity, epistemic injustice, and the erosion of human accountability, while 44 addressed the governance of AI itself, including national strategies, comparative policy analysis, regulation, public trust, and data infrastructure. Only 39 of the 98 sources dealt with AI functions in science and technology assessment and policymaking.

Policy simulation was the least-cited decision layer, with 11 references, and its sources stressed data and computational challenges. Comparing components across themes produced four synthesized propositions: a shift from static indicators to dynamic evidence, the linking of evidence to decisions and policy testing, legitimation through governance, and an asymmetry in the literature.

Discussion and conclusions: In science and technology systems, AI is less an independent technical tool than an evidence infrastructure that is at once an instrument of policymaking and an object of policy, so the validity of its functions depends on governance conditions. The high share of the ethics and governance theme does not signal field maturity; it mainly reflects the literature's attention to governing AI itself. Multidimensional evaluation and citation prediction are potentially in tension with the principles of the Leiden Manifesto and DORA. AI should therefore act as an advisory layer in evaluation, with its outputs accompanied by expert judgment, diverse criteria, and open data, and it should not be used to assess individuals. By viewing the cycle from assessment to policymaking within one framework, separating AI as a tool from AI as a policy object, and proposing a bidirectional conceptual model, this study contributes to existing knowledge. For Iran, it suggests a national guideline for responsible AI use in research evaluation, limited pilots of horizon-scanning dashboards, mandatory disclosure of AI use and bias audits in evaluation, and stronger data sovereignty. Limitations include searching only two databases, restricting sources to two languages, and not validating the institutional recommendations with stakeholders. Future research should empirically evaluate AI tools in Iranian institutions, examine language-model bias in Persian-language research evaluation, and validate the model participatorily with stakeholders.

Keywords: *Artificial intelligence, science assessment, research evaluation, science and technology policymaking, AI governance, responsible artificial intelligence*