Davodi Y, et al. *Depiction of Health*. 2026; 17(2): 188-208.
doi: 10.34172/doh.2026.15
https://doh.tbzmed.ac.ir

Interdisciplinary AI Research Linking Medical and Engineering Sciences: An Analysis of Barriers, Governance Mechanisms, and Policy Recommendations

Yaser Davodi[1], **Armita Pak**[1], **Ali Najafi**[1], **Moein Rahmani**[1], **Omid Gheisavandi**[1*]
[1] Students' Scientific Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Article Type:
Policy Brief

Article History:
Received:27 Dec 2025
Revised: 16 Feb 2026
Accepted: 22 Jun 2026
ePublished: 24 Jun 2026

Keywords:
Interdisciplinary Research, Artificial Intelligence, Medical Science, Engineering Sciences, Policy Recommendations, Challenges

Abstract

Background. Rapid advancements in Artificial Intelligence (AI) hold transformative potential for health systems, yet the complexity of medical problems requires a deeply integrated, interdisciplinary approach. Currently, structural disconnects and the absence of common language between the engineering and medical fields hinder the translation of technical concepts into effective clinical solutions. This policy brief identifies structural challenges and provides operational recommendations to strengthen joint research and bridge the translation gap.

Methods. This study employed a mixed-methods design in two phases. Phase one was a structured brainstorming workshop held on November 6, 2025, with 20 participants: 15 talented students (10 from medical sciences, 5 from engineering) and 5 faculty members from medical sciences and computer engineering at Tehran University of Medical Sciences and Sharif University of Technology. Workshop discussions were recorded, transcribed, and analyzed using qualitative content analysis to identify key themes. Phase two consisted of a targeted review of international best practices and relevant literature to complement the findings and formulate policy options.

Results. The analysis identified six primary domains of challenges: (1) Inadequate infrastructure for interdisciplinary research; (2) Deficiencies in the educational environment and student empowerment; (3) Difficulty establishing a common conceptual framework for AI-related problems; (4) Knowledge translation gap; (5) Procedural barriers to collaboration; and (6) Weaknesses in policy and institutional governance. Key policy recommendations include establishing joint research centers and utilizing Edge AI, implementing skills-based training for physicians, creating an overarching governance body to standardize education and ethics, fostering industry-academia partnerships through reformed administrative mechanisms, and developing a transparent legal framework to support innovation.

Conclusion. The primary barrier in AI health research is not a deficit in technical knowledge but the absence of an integrated ecosystem. For the medical domain, active involvement in model design and validation is essential, while for engineering, targeted access to real-world clinical data and understanding clinical requirements are crucial. Policymakers are advised to facilitate the transition from isolated research to convergent innovation by adopting a phased approach to educational integration, actively supporting inter-professional education, and establishing secure legal and ethical foundations to foster trust and collaboration.

Davodi Y, Pak A, Najafi A, Rahmani M, Gheisavandi O. Interdisciplinary AI Research Linking Medical and Engineering Sciences: An Analysis of Barriers, Governance Mechanisms, and Policy Recommendations. Depiction of Health. 2026; 17(2): 188-208. doi: 10.34172/doh.2026.15. (Persian)

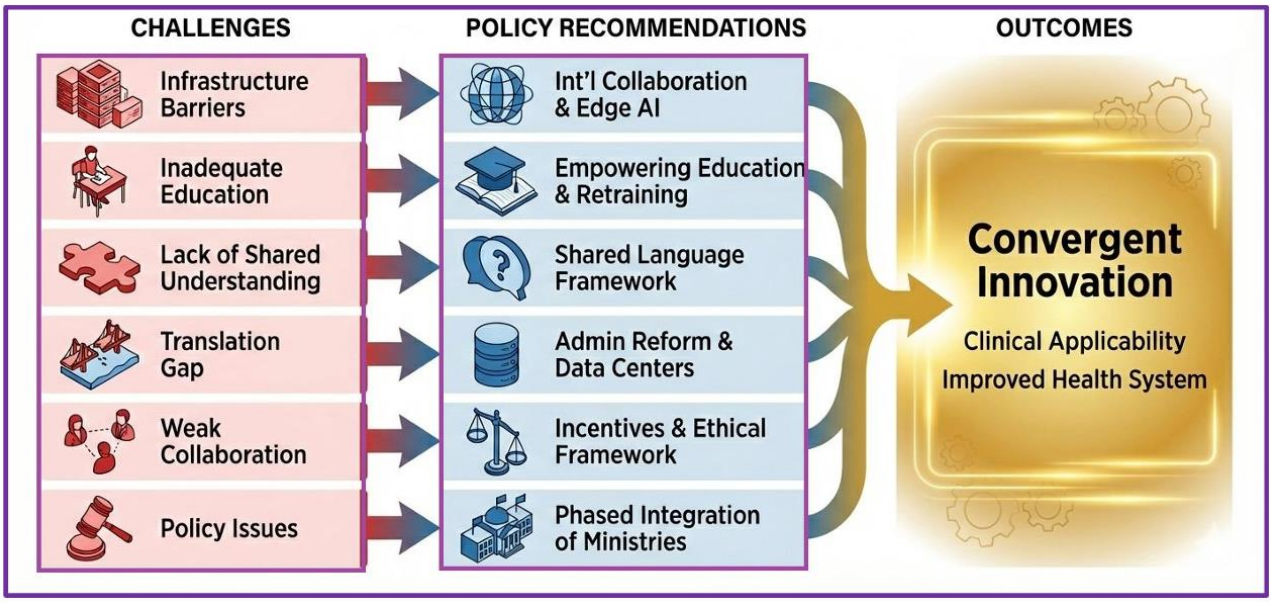
* Corresponding author; Omid Gheisavandi, E-mail: Omid.Gheisavandi@gmail.com

© 2026 This work is published by Depiction of Health as an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

Research Insight

- The advancement of Artificial Intelligence in healthcare is primarily dependent on the authentic convergence of medicine and engineering and the establishment of a shared conceptual framework, rather than purely technological progression.
- Fragmented data infrastructure, a lack of sustained collaboration, and deficient research governance are the primary drivers of the gap between interdisciplinary knowledge production and clinical implementation.
- Current educational models lack problem-oriented approaches and structured interdisciplinary pathways, leading to the suboptimal mobilization of human capital in addressing complex healthcare challenges.
- Weak linkages between academia, industry, and the clinical sector create a translational bottleneck, leaving a significant portion of AI innovations stalled in the development or validation phases without reaching clinical deployment.
- This policy brief shows that problem solving requires a systemic reconfiguration of the nexus between knowledge generation, professional education, and health service delivery, shifting the focus from a singular reliance on technology to structural reform.

Interdisciplinary AI Research Linking Medical and Engineering Sciences:
An Analysis of Barriers, Governance Mechanisms, and Policy Recommendations



Depiction of health | Davodi Y, et al. | doi: 10.34172/doh.2026.15

Extended Abstract

Background

In the modern era, complex health challenges increasingly demand interdisciplinary solutions that transcend traditional disciplinary boundaries. Artificial Intelligence (AI) offers a transformative force in healthcare, with unprecedented capabilities for analyzing large-scale datasets and supporting evidence-based clinical decision-making. Despite AI's potential to enhance healthcare quality, safety, and accessibility, the formation of effective interdisciplinary teams comprising medical and engineering professionals faces significant structural, educational, and policy-related barriers.

Many AI-in-medicine initiatives fail to bridge the critical translation gap, from algorithm to clinical implementation, due to fundamental communication barriers between engineers and physicians, compounded by institutional fragmentation between health and science ministries. This disconnects leads to technically sophisticated models that lack clinical relevance and clinically important problems that remain unsolved due to inadequate technical engagement.

This policy brief systematically identifies these structural challenges and proposes evidence-based interventions to foster meaningful collaboration, ensuring

that technological innovations address authentic clinical needs and improve patient outcomes.

Methods

This policy brief employed a mixed-methods strategic analysis combining stakeholder engagement with evidence synthesis. Primary data were gathered through a workshop conducted on November 6, 2025, convening key stakeholders including faculty and graduate students from Tehran University of Medical Sciences (TUMS) and Sharif University of Technology. The session was designed to facilitate open dialogue around two central questions: (1) What structural challenges impede the formation of successful AI-medicine research teams? (2) How can the conceptual and linguistic divide between these disciplines be effectively bridged? Qualitative data from the session underwent thematic analysis and were triangulated with findings from a systematic review of international best practices and relevant literature. Identified challenges were systematically categorized into six thematic domains, and corresponding policy options were evaluated using criteria including feasibility, potential impact, resource requirements, and implementation complexity to develop an actionable policy roadmap.

Results

The analysis identified critical challenges across six interconnected domains, each accompanied by specific, with corresponding policy recommendations:

1. Infrastructure Deficits

Hardware limitations and international sanctions constrain computational capacity. Recommendations: establishing international collaborative partnerships for knowledge and technology transfer; implementing Edge AI and model compression techniques to enable algorithm deployment on existing medical devices; and creating joint interdisciplinary research centers to reduce physical and institutional distance between engineering and medical faculties.

2. Educational Gaps

Current medical and engineering curricula lack adequate cross-disciplinary training. Recommendations: develop short-term continuing education programs in AI literacy for clinicians; establishing an overarching governance body to standardize competencies across institutions, and implementing longitudinal curriculum integration embedding AI principles throughout medical training rather than as isolated modules.

3. Communication Barriers

Disciplinary silos hinder mutual understanding. Recommendations: creating convergent work environments through reciprocal internships allowing engineers to observe clinical workflows and physicians to engage in algorithm development; developing shared conceptual frameworks including unified glossaries and ontologies; and organizing annual interdisciplinary competitions with diverse expert and public judging panels to foster mutual appreciation.

4. The Translation Gap

Research often remains disconnected from clinical implementation. Recommendations: reform administrative processes to facilitate engineer integration into hospital settings; establishing a comprehensive and ethically governed health data infrastructure; and ensuring physician co-design from project inception to validate models against clinically meaningful endpoints and workflows.

5. Collaboration Impediments

Lack of institutional support undermines team formation and sustainability. Recommendation: institutionalizing Inter-Professional Education (IPE) in both medical and engineering training; Aligning incentive structures to reward interdisciplinary publications and innovations; and developing legal and ethical frameworks clarifying liability, data governance, and intellectual property rights in collaborative projects.

6. Policy and Organizational Fragmentation

Separation between health and science ministries creates systemic barriers. Recommendations: implementing phased educational integration between health and science ministries to harmonize academic calendars, funding mechanisms, and accreditation standards; and convening regular multi-stakeholder policy forums ensuring sustained engagement between government, academia, and healthcare delivery organizations.

Conclusion

The integration of AI into healthcare systems represents both an imperative and an opportunity for transforming patient care. However, this analysis reveals that the principal obstacles are not a a lack of expertise but rather structural fragmentation and the absence of a collaborative ecosystem. The institutional separation of educational, research, and clinical care has created isolated domains of excellence that fail to synergize effectively.

Successful implementation of the recommended policies requires a fundamental paradigm shift from siloed research toward convergent innovation. By establishing robust legal and ethical frameworks, fostering integrated professional education, and creating shared physical and intellectual infrastructure, policymakers can substantially reduce coordination costs and unlock the full potential of interdisciplinary research.

The proposed roadmap emphasizes phased implementation, beginning with pilot programs at

engaged institutions, systematic evaluation of outcomes, and iterative refinement based on evidence. Success requires sustained commitment from government agencies, academic institutions, and healthcare organizations, along with mechanisms for ongoing stakeholder engagement and adaptive policy-making.

Ultimately, bridging the divide between engineering innovation and medical practice will ensure that AI evolves from a promising technology into a reliable, safe, and effective instrument for improving population health and advancing precision medicine. The transformation of healthcare through AI is not merely a technical challenge but a systems-level imperative requiring coordinated action across multiple sectors and sustained investment in human capital, institutional capacity, and collaborative infrastructure.

Practical Implications of Research

The key practical implications include strengthening health data infrastructure and governance to enable AI research while protecting patient privacy. Equipping clinicians with AI literacy through redesigned, competency-based curricula will foster effective collaboration with engineers. Establishing interdisciplinary centres and shared pilot projects with clinically meaningful benchmarks can bridge the translation gap. Finally, reforming administrative procedures and developing clear ethical-legal frameworks will facilitate trusted industry-hospital partnerships and responsible deployment of AI in healthcare.

یاسر داودی و همکاران. *مجله تصویر سلامت*. ۱۴۰۵؛ ۱۷(۲): ۱۸۸- ۲۰۸.
doi: 10.34172/doh.2026.15
https://doh.tbzmed.ac.ir

بررسی پژوهش‌های میان‌رشته‌ای هوش مصنوعی علوم پزشکی و مهندسی: چالش‌ها، سازوکارهای حکمرانی، و پیشنهادهای اجرایی برای سیاست‌گذاران

یاسر داودی[۱]، آرمیتا پاک[۱]، علی نجفی[۱]، معین رحمانی[۱]، امید قیسوندی[*۱]
[۱] مرکز پژوهش‌های علمی دانشجویان، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
خلاصه سیاستی

سابقه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۰۶
اصلاح نهایی: ۱۴۰۴/۱۱/۲۷
پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱
انتشار برخط: ۱۴۰۵/۰۴/۰۳

کلیدواژه‌ها:
پژوهش‌های میان‌رشته‌ای، هوش مصنوعی، علوم پزشکی، علوم مهندسی، توصیه‌های سیاستی، چالش‌ها

چکیده

زمینه. پیشرفت‌های سریع هوش مصنوعی پتانسیل تحول‌آفرینی در نظام سلامت را دارد، اما پیچیدگی مسائل پزشکی نیازمند رویکردی میان‌رشته‌ای است. در حال حاضر، گسست‌های ساختاری و نبود زبان مشترک میان حوزه‌های مهندسی و پزشکی، مانع از تبدیل ایده‌های فنی به راهکارهای بالینی مؤثر شده است. این خلاصه سیاستی با هدف شناسایی چالش‌های ساختاری، آموزشی و سیاستی و ارائه راهکارهای عملیاتی برای تقویت پژوهش‌های مشترک و کاهش شکاف ترجمانی تدوین شده است.

روش کار. این مطالعه با رویکرد ترکیبی در دو فاز انجام شد. فاز نخست، یک نشست ساختاریافته بارش افکار در تاریخ ۱۵ آبان ۱۴۰۴ با حضور ۲۰ نفر (۱۵ دانشجوی استعداد درخشان شامل ۱۰ نفر از علوم پزشکی و ۵ نفر از علوم مهندسی، و ۵ استاد از علوم پزشکی و مهندسی کامپیوتر) از دانشگاه علوم پزشکی تهران و دانشگاه صنعتی شریف بود. گفتگوها ضبط، پیاده‌سازی و با روش تحلیل محتوای کیفی تم‌بندی شد. فاز دوم، مرور هدفمند (غیرنظام‌مند) متون و تجارب جهانی برای تکمیل و اعتباربخشی به یافته‌ها و تدوین گزینه‌های سیاستی بود.

یافته‌ها. چالش‌های اصلی در شش محور شامل: فقدان زیرساخت‌ها و پیش‌نیازهای پژوهش‌های میان‌رشته‌ای، توانمندسازی ناکافی دانشجویان و نارسایی‌های محیط آموزشی، چالش‌های شکل‌گیری درک مشترک از مسائل حوزه هوش مصنوعی، شکاف ترجمانی دانش، چالش‌های همکاری‌های میان‌رشته‌ای و چالش‌های سیاستی و سازمانی اثرگذار بر پژوهش‌های میان‌رشته‌ای شناسایی شدند. برخی گزینه‌های سیاستی پیشنهادی شامل توسعه همکاری‌های بین‌المللی و استفاده از هوش مصنوعی لبه‌ای، تأسیس مراکز تحقیقاتی مشترک، بازآموزی مهارت‌محور پزشکان، ایجاد نهاد فرادستگاهی برای استانداردسازی آموزش، برگزاری رقابت‌های سالانه، اصلاح سازوکارهای اداری برای تعامل صنعت و بیمارستان و تدوین چارچوب‌های حقوقی و اخلاقی شفاف است.

نتیجه‌گیری. مانع اصلی در پژوهش‌های هوش مصنوعی سلامت، کمبود دانش فنی نیست، بلکه فقدان اکوسیستم یکپارچه است. برای حوزه پزشکی، مشارکت فعال در طراحی و اعتبارسنجی مدل‌ها و برای حوزه مهندسی، دسترسی هدفمند به داده‌های واقعی و درک الزامات بالینی مورد نیاز است. پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران با اتخاذ رویکرد ادغام آموزشی مرحله‌ای، حمایت از آموزش‌های بین‌حرفه‌ای و ایجاد بسترهای قانونی امن، زمینه را برای گذار از پژوهش‌های جزیره‌ای به نوآوری‌های همگرا فراهم کنند.

پیام مقاله

- توسعه هوش مصنوعی در نظام سلامت، بیش از آنکه یک چالش فناورانه باشد، به همگرایی واقعی میان علوم پزشکی و مهندسی و شکل‌گیری زبان مشترک برای تعریف و ارزیابی راه‌حل‌ها وابسته است.
- محدودیت در زیرساخت‌های داده سلامت، نبود همکاری پایدار و ضعف در حکمرانی پژوهش، مهم‌ترین عوامل گسست میان تولید دانش و کاربرد بالینی در پروژه‌های میان‌رشته‌ای هستند.
- آموزش‌های غیرمسئله‌محور و نبود مسیرهای نظام‌مند یادگیری بین‌رشته‌ای، باعث شده ظرفیت نیروی انسانی در حل مسائل پیچیده سلامت کمتر از حد بالقوه به‌کار گرفته شود.

* پدیدآور رابط: امید قیسوندی، آدرس ایمیل: Omid.Gheisavandi@gmail.com

حقوق برای مؤلف(ان) محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد در تصویر سلامت تحت مجوز کریتیو کامنز CC-BY-NC (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده غیر تجاری تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

• بخش قابل توجهی از ظرفیت‌های هوش مصنوعی در سلامت، به‌دلیل ضعف ارتباط میان دانشگاه، صنعت و نظام درمان، در مرحله توسعه یا اعتبارسنجی باقی می‌ماند و به کاربرد بالینی نمی‌رسد.
• این خلاصه سیاستی نشان می‌دهد که حل مسئله فقط در افزایش فناوری نیست، بلکه در بازطراحی رابطه میان دانش، آموزش و نظام ارائه خدمات سلامت نهفته است.

بررسی پژوهش‌های میان‌رشته‌ای هوش مصنوعی علوم پزشکی و مهندسی: چالش‌ها، سازوکارهای حکمرانی، و پیشنهادهای اجرایی برای سیاست‌گذاران

مجله تصویر سلامت | داودی و همکاران. | doi: 10.34172/doh.2026.15

خلاصه اجرایی

با توجه به شتاب پیشرفت فنّاوری، پژوهش‌های میان‌رشته‌ای با هدف بهره‌گیری از دانش‌های بنیادین، روشی اثربخش برای بررسی چالش‌ها و ارائه راهکارهایی برای مسائل مشترک است. همکاری رشته‌های علوم پزشکی با رشته‌های مهندسی، با هدف گسترش دانش در زمینه هوش مصنوعی، زمینه پیشرفت پژوهش‌ها را فراهم کرده و امکان بهره‌گیری از ظرفیت‌های فناورانه برای بهبود روند حل مسائل نظام سلامت را فراهم می‌آورد. این پژوهش بر پایه رویکردی تحلیلی- راهبردی و مشارکتی تدوین شده است. هسته اصلی سند، یافته‌های حاصل از یک نشست هم‌اندیشی با روش‌شناسی بارش افکار است. نبود زیرساخت‌های اثربخش برای همکاری‌های میان‌رشته‌ای و نیز ضرورت همکاری با رشته‌های مهندسی مشهود است. فقدان زبان مشترک میان متخصصان حوزه‌های پزشکی و مهندسی، گسترش همکاری‌های این دو حوزه اثرگذار در درمان را با دشواری مواجه کرده است. برای تقویت پژوهش‌های میان‌رشته‌ای در زمینه هوش مصنوعی، لازم است زیرساخت‌ها، همکاری‌های بین‌المللی، مراکز میان‌رشته‌ای و راهکارهای کاهش محدودیت‌ها ایجاد و تقویت شوند. ایجاد زبان مشترک میان پزشکان و مهندسان از طریق هم‌نشینی در محیط‌های واقعی، آموزش کاربردی و واژه‌نامه مشترک، شکاف‌های ارتباطی را کاهش می‌دهد. در نهایت، با اصلاح ساختارهای اداری، ایجاد مراکز نوآوری مشترک، استفاده از داده‌های سلامت و مشارکت فعال پزشکان در طراحی و اعتبارسنجی مدل‌ها، می‌توان شکاف موجود را کاهش داد. در عصر حاضر، پیچیدگی مسائل حوزه سلامت از مرزهای علمی رشته‌های علوم پزشکی فراتر رفته است. ارتقای نظام سلامت و برطرف کردن چالش‌های این حوزه، نیازمند رویکرد میان‌رشته‌ای با همکاری علوم پزشکی و مهندسی است. برای عبور از این

چالش‌ها، ایجاد یک نظام جامع برای مدیریت پژوهش‌های میان‌رشته‌ای با موضوع هوش مصنوعی، امکان گسترش همکاری‌ها را فراهم می‌کند.

مقدمه

پژوهش را می‌توان فرایندی نظام‌مند برای تولید دانش جدید دانست که با بهره‌گیری از روش‌های علمی، تحلیلی و تجربی، به حل مسائل پیچیده کمک می‌کند.[1] این فرایند، زیربنای پیشرفت علمی و فنّاوری است. در عصر حاضر، با شتاب گرفتن پیشرفت علم و فنّاوری، با مسائلی روبه‌رو هستیم که از مرزهای یک رشته فراتر می‌روند و پاسخ‌گویی به آن‌ها مستلزم پژوهش‌های میان‌رشته‌ای است. تحقق این امر، نیازمند تعامل علمی میان حوزه‌هایی مانند مهندسی، پزشکی و سیاست‌گذاری است تا با هم‌افزایی ظرفیت‌ها، راهکارهای نو و کارآمد برای پیشرفت علم و صنعت فراهم شود. پژوهش‌های مشترک میان چند رشته، معمولاً مسئله را از زاویه‌ای تازه بازتعریف می‌کنند و مسیرهای جدیدی برای حل آن پیشنهاد می‌دهند.

امروزه در حوزه‌هایی مانند پزشکی و مهندسی، پیچیدگی و حجم داده‌ها به‌گونه‌ای است که روش‌های سنتی، پاسخ‌گوی نیازهای فعلی نیستند. در این میان، هوش مصنوعی به‌عنوان یک حوزه میان‌رشته‌ای اثرگذار پدیدار شده است؛ حوزه‌ای از علوم رایانه که بر تحلیل و حل مسائل پیچیده تمرکز دارد.[2] هوش مصنوعی امکان تحلیل سریع و دقیق داده‌های حجیم، یادگیری از تجربه و ارائه پیشنهادهای کاربردی در زمان کوتاه را فراهم می‌کند.[3] با توجه به شتاب تحولات فنّاورانه، بهره‌گیری از ابزارهای هوش مصنوعی- به‌ویژه در پژوهش- رو به گسترش است و در بسیاری از حوزه‌ها به ضرورتی عملی تبدیل شده است.[4] از این منظر، هوش مصنوعی صرفاً یک ابزار جانبی نیست، بلکه به یکی از پایه‌های پژوهش‌های میان‌رشته‌ای در مرز پزشکی و مهندسی بدل شده است؛ زیرا امکان ادغام دانش مهندسی و پزشکی را برای حل مسائل پیچیده فراهم می‌آورد.[5,6] افزون بر این، در محیط‌های میان‌رشته‌ای، هوش مصنوعی می‌تواند نقش زبان مشترک را ایفا کند؛ برای نمونه، با پیوند دادن داده‌های ناهمگون و تسهیل تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد ترکیبی، شکاف‌های دانشی و ارتباطی را کاهش می‌دهد.[7]

تجربه کشورهای پیشرو نشان می‌دهد موفقیت در این مسیر مستلزم اتخاذ رویکردهای کلان در حکمرانی داده، سرمایه‌گذاری هدفمند و ایجاد زیرساخت‌های حمایتی برای همکاری‌های میان‌رشته‌ای است. چنین رویکردی، الگویی برای کشورهایی است که به دنبال شتاب‌بخشی به پیشرفت‌های علمی و پژوهشی‌اند و بر اهمیت سیاست‌گذاری یکپارچه، حمایت نهادی و توسعه نظام‌های رقمی تأکید می‌کند.[8] در ایران نیز گام‌هایی در این مسیر برداشته شده است؛ برای مثال، گروه هوش مصنوعی در علوم پزشکیِ دانشکده فنّاوری‌های نوین پزشکیِ دانشگاه علوم پزشکی تهران از جمله مراکز فعال میان‌رشته‌ای است که مهندسان، پزشکان و پژوهشگران را گرد هم آورده است.[9] با این حال، هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از فنّاوری‌های تحول‌آفرین، پیامدهای عمیقی برای جامعه و نظام‌های حکمرانی دارد[10] و در حوزه سیاست‌گذاری نیز چالش‌هایی مانند نظارت قانونی، حفظ حریم خصوصی داده‌ها و نبود زبان مشترک میان مهندسان و پزشکان گزارش شده است. همچنین تعامل ساختاری میان سیاست‌گذار، دانشگاه و صنعت به اندازه کافی نیرومند نیست؛ زیرساخت داده‌های سلامت محدود است و برخی چالش‌های اخلاقی و فنی به‌کارگیری هوش مصنوعی در محیط‌های بالینی هنوز به‌صورت نظام‌مند مدیریت نشده‌اند[11,12]

با وجود گسترش ظرفیت‌های هوش مصنوعی برای ارتقای کیفیت، ایمنی و کارآمدی خدمات سلامت، شکل‌گیری و استمرار تیم‌های میان‌رشته‌ای پزشکی و مهندسی که بتوانند از مرحله ایده تا طراحی، اعتبارسنجی و به‌کارگیری بالینی راه‌حل‌ها را پیش ببرند، در عمل با دشواری‌های جدی مواجه است.[13,14] در نتیجه، بسیاری از پروژه‌ها یا در مرحله تعریف مسئله و داده متوقف می‌شوند، یا پس از تولید مدل اولیه به دلیل نبود مسیر اجرای بالینی و الزامات سازمانی، به خروجی قابل استفاده در محیط واقعی تبدیل نمی‌گردند.[14] این مسئله به اتلاف منابع، کاهش اعتماد به نوآوری‌های فناورانه و عقب‌ماندن از فرصت‌های رقابتی در نوسازی نظام سلامت می‌انجامد.[15]

اهمیت این چالش از آن‌روست که مسائل پیچیده سلامت، از تشخیص و پیش‌آگهی تا مدیریت منابع و ابزارهای پشتیبان تصمیم‌گیری بالینی، فراتر از مرزهای یک

رشته‌اند و حل آن‌ها به همکاری نظام‌مند میان تخصص‌های بالینی، داده و مهندسی نیاز دارد. در سطح ساختاری، نبود زیرساخت‌های پایدار داده و فناوری و چارچوب‌های روشن حکمرانی داده، فقدان سازوکارهای نهادی برای همکاری مستمر دانشگاه، بیمارستان و صنعت، محدودیت‌های اداری و حقوقی در دسترسی به داده و اجرای پایلوت، و همچنین نبود مسیرهای آموزش کاربردی و تجربه مشترک در محیط‌های واقعی، همگی باعث افزایش هزینه هماهنگی و کاهش امکان‌پذیری پروژه‌های میان‌رشته‌ای می‌شوند. بنابراین مشکل سیاستی، نبود یک نظام جامع برای مدیریت و تسهیل پژوهش‌های میان‌رشته‌ای هوش مصنوعی در نظام سلامت است؛ نظامی که بتواند هم‌زمان مسئله‌محوری، دسترسی مسئولانه به داده، سازوکار همکاری، و مسیر استقرار بالینی را به‌صورت یکپارچه پشتیبانی کند.

با توجه به این‌که از مهم‌ترین عرصه‌های همکاری پژوهشی در هوش مصنوعی، همکاری میان علوم پزشکی و مهندسی است. در این چارچوب، پرسش اصلی آن است که برای شکل‌گیری همکاری اثربخش و تحقق اهداف موردنظر، با چه چالش‌هایی روبه‌رو هستیم و با توجه به محدودیت‌های اجرایی، چه راهکارهایی می‌توان پیشنهاد کرد. این مقاله در پاسخ به این پرسش‌ها، نخست به شناسایی چالش‌های کلیدی می‌پردازد و سپس راهکارهای عملیاتی برای بهبود وضعیت ارائه می‌کند تا زمینه‌ساز اقدام‌های مؤثرتر در رفع موانع و ارتقای سطح علمی و پژوهشی کشور باشد.

روش کار

این خلاصه سیاستی بر اساس یک رویکرد تحلیلی-راهبردی و مشارکتی تدوین شده است. هسته اصلی این سند، یافته‌های حاصل از یک نشست هم‌اندیشی با روش‌شناسی بارش افکار است که در تاریخ ۱۵ آبان ۱۴۰۴ برگزار گردید. شرکت‌کنندگان این نشست مجموعاً ۲۰ نفر بودند: ۵ استاد (از رشته‌های علوم پزشکی و مهندسی کامپیوتر) و ۱۵ دانشجوی استعداد درخشان (شامل ۱۰ دانشجو از رشته‌های علوم پزشکی و ۵ دانشجو از رشته‌های علوم مهندسی) از دانشگاه علوم پزشکی تهران و دانشگاه صنعتی شریف. شیوه برگزاری نشست، با چیدمان دایره‌ای صندلی‌ها و در یک محیط پژوهش دانشجویی، فضایی برابر و مشارکتی را برای گفت‌وگو فراهم آورد. در این نشست، ابتدا اعضای برگزارکننده، تحلیلی جامع برگرفته از مرور هدفمند بهترین تجربیات و خط‌مشی‌های بین‌المللی در حوزه هوش مصنوعی سلامت ارائه دادند. سپس شرکت‌کنندگان (شامل استادان مدعو و دانشجویان) طی دو مرحله بارش فکری به دو پرسش اصلی پاسخ دادند و دیدگاه‌ها و راهکارهای خود را بیان کردند: ۱) از دیدگاه شما، بزرگ‌ترین چالش‌های ساختاری (در دانشگاه یا بیمارستان) برای تشکیل تیم‌های تحقیقاتی میان‌رشته‌ای هوش‌مصنوعی-پزشکی که خروجی موفقی داشته باشند، چیست؟ و ۲) چگونه می‌توان چالش زبان مشترک و شکاف دانش میان متخصصان و دانشجویان علوم مهندسی با متخصصان و دانشجویان علوم پزشکی را در طراحی و اجرای پروژه‌های مشترک هوش مصنوعی کاهش داد؟ (با تأکید بر سیاست‌های آموزشی و پژوهشی). این مطالعه در دو فاز انجام شد: فاز نخست، تحلیل محتوای کیفی گفت‌وگوهای نشست برای استخراج چالش‌ها و راهکارها؛ و فاز دوم، مرور هدفمند متون و تجارب بین‌المللی برای تکمیل یافته‌ها. بنابراین، یافته‌ها، راهکارها و اقدامات اجرایی مندرج در این سند، حاصل تلفیق تحلیل محتوای کیفی گفت‌وگوهای نشست، مرور هدفمند تجربیات بین‌المللی، و خرد جمعی یک اجتماع دانشگاهی است که به منظور ارائه یک نقشه راه واقع‌بینانه و مورد اجماع برای اقدام سیاستی تدوین شده است.

چالش‌ها: در این گزارش، با چالش‌هایی از جمله مشارکت کم دانشجویان در نشست هم‌اندیشی، محدودیت در تنوع جغرافیایی دانشگاه‌های مشارکت‌کنندگان از حوزه‌های علوم پزشکی و مهندسی (حضور دو دانشگاه استعداد درخشان شهر تهران)، ضرورت انطباق راهکارهای اجرایی با زیرساخت‌های موجود کشور و نیز تفاوت نحوه استخراج تم‌های کلی از درون متن به‌صورت جداگانه توسط هر یک از نویسندگان و تدوین گزینه‌های سیاستی مواجه بودیم. برای کاهش این چالش‌ها تا حد امکان، دانشجویان با روش‌های گوناگون به حضور در هم‌اندیشی ترغیب شدند؛ برای هم‌راستاسازی دیدگاه‌ها، نویسندگان با برگزاری جلسات تحلیلی مشترک، حول محورهای مورد اختلاف به اجماع رسیدند. همچنین در تدوین توصیه‌های سیاستی،

وضعیت فعلی کشور لحاظ شد و نگارش نهایی بر پایه دستاوردها و تجربه‌های موجود در متون و منابع انجام گرفت.

محدودیت‌ها: محدودیت‌های این گزارش شامل محدودیت تعداد دانشجویان شرکت‌کننده (با توجه به برگزاری حضوری نشست و فضای فیزیکی محدود)، دشواری دسترسی به برخی متون در پایگاه‌های داده و نیز برخی ملاحظات اخلاقی و حرفه‌ای بود.

مزایا: با بهره‌گیری از ظرفیت‌های همکاری مشترک، می‌توان انتظار اعتلای علمی کشور را داشت. افزایش تولید علمی و نیز حل مسائل نظام سلامت به شیوه‌ای نوآورانه، از دیگر مزایای این رویکرد است.

فرصت‌ها: از جمله فرصت‌ها در اجرای راهکارها می‌توان به بهره‌گیری از ظرفیت‌های نهفته دانشجویان و نیز فعال‌سازی مراکز مغفول‌مانده وابسته به دانشگاه برای تحقق همکاری‌ها اشاره کرد. پیشبرد پروژه‌ها و پیشگامی در حوزه‌های مشترک نیز از فرصت‌های مهم به شمار می‌آید. همچنین با توجه به فاصله میان وضعیت موجود و وضعیت مطلوب، حتی تغییرات کوچک نیز می‌تواند اثرگذاری قابل توجهی داشته باشد.

یافته‌ها

نشست هم‌اندیشی با حضور استادان و دانشجویان نخبه از دو دانشگاه برگزار شد تا با اتکا به تجربه میدانی و نگاه چندرشته‌ای، مشکلات واقعی شکل‌گیری همکاری و ارتباط میان‌رشته‌ای هوش مصنوعی- پزشکی شناسایی شود. در این نشست و در چارچوب روش بارش افکار، دانشجویان به این پرسش پاسخ دادند که «از دیدگاه شما، مهم‌ترین چالش‌های ساختاری در دانشگاه یا بیمارستان که مانع تشکیل تیم‌های تحقیقاتی میان‌رشته‌ای هوش مصنوعی و پزشکی با خروجی موفق می‌شود، چیست؟». تحلیل و تجمیع پاسخ‌ها، همراه با نکات تکمیلی مطرح‌شده در جلسه، نشان داد موانع موجود صرفاً فردی یا موردی نیستند، بلکه ریشه در سازوکارها و زیرساخت‌های نظام پژوهش و ارائه خدمت دارند. بر این اساس، چالش‌های شناسایی‌شده در شش محور اصلی قابل دسته‌بندی است که در ادامه، به تفکیک ارائه می‌شود.

۱. فقدان زیرساخت‌ها و پیش‌نیازهای پژوهش‌های میان‌رشته‌ای

• **محدودیت در توسعه و دسترسی به فنّاوری‌ها، تجهیزات و امکانات:** دانشجویان به دلیل برخی عوامل بیرونی، از جمله محدودیت‌های ناشی از تحریم‌های علمی، در بهره‌گیری از هوش مصنوعی با مانع روبه‌رو هستند. برای مثال، دسترسی به نسخه‌های پیشرفته‌تر مدل‌های هوش مصنوعی برای دانشجویان یا ممکن نیست یا مستلزم هزینه بالاست. محدودیت دسترسی به برخی پایگاه‌های داده و ابزارهای هوش مصنوعی، چالش‌های ارتباطی (مانند سرعت و پهنای باند اینترنت)، دشواری همکاری با افراد برجسته، کمبود نرم‌افزار و سخت‌افزار موردنیاز، و محدودیت استفاده از برخی خدمات اینترنتی، از مصادیق اصلی مشکلات مرتبط با بهره‌مندی از این فنّاوری به شمار می‌آید.

• **محدودیت دسترسی به داده‌های حجیم نظام سلامت و فقدان سامانه جامع ثبت و یکپارچه‌سازی داده‌ها:** داده، مهم‌ترین ورودی موردنیاز در پژوهش‌های هوش مصنوعی است و با افزایش حجم داده، دقت مدل‌ها بهبود می‌یابد. از این‌رو، نبود یک سامانه جامع برای ثبت و یکپارچه‌سازی داده‌ها در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی، چالشی کلیدی است که پیشبرد اهداف پژوهشی را کند می‌کند. پژوهشگران زمانی می‌توانند ایده‌های درمانی را با کمک هوش مصنوعی توسعه دهند که به مجموعه‌ای گسترده از داده‌های دقیق دسترسی داشته باشند؛ داده‌هایی که شرح‌حال، علائم بالینی، سیر بیماری، روند درمان و متغیرهای مهم سلامت را به‌صورت استاندارد ثبت کند. در نظام سلامت فعلی، چنین سامانه جامعی (با پوشش کامل موارد یا دشده) به‌طور مؤثر مستقر نیست. افزون بر این، حتی در صورت ایجاد زیرساخت لازم، انتقال و به‌اشتراک‌گذاری داده‌ها با چالش‌های حقوقی، از جمله رعایت محرمانگی و صیانت از حقوق بیماران، همراه خواهد بود.

• **فقدان مراکز همکاری مشترک و ساختارهای پشتیبان برای همکاری پایدار در حوزه هوش مصنوعی:** برای بهره‌گیری اثربخش از توانمندی دانشجویان و فراهم‌سازی بستری پایدار برای تبادل دانش، وجود مراکز کارآفرینی و نوآوری فعال و هدفمند در دانشگاه ضروری است. نبود چنین ساختاری موجب گردیده ارتباط میان علوم پزشکی و

مهندسی به‌جای شکل‌گیری همکاری‌های پایدار، بیشتر به تعاملات غیررسمی محدود بماند. همچنین فقدان مراکز پژوهشی مشترک که بتوانند نیازهای بالینی را به زبان قابل‌فهم برای متخصصان مهندسی صورت‌بندی کنند و در مقابل، ظرفیت‌های فنی را به زبان قابل‌کاربست در محیط بالینی ترجمه نمایند، شکاف موجود را عمیق‌تر کرده است. نوظهور بودن کاربرد هوش مصنوعی در سلامت نیز این وضعیت را تشدید می‌کند و گاه حتی بر سر تعریف مسئله، اجماع کافی شکل نمی‌گیرد. در چنین شرایطی، نبود ساختارهای حمایتی نه‌تنها سرعت رشد پروژه‌های مشترک هوش مصنوعی در سلامت را کاهش می‌دهد، بلکه فرصت تربیت نیروی انسانی میان‌رشته‌ای و تبدیل ایده‌های نوآورانه به محصول یا خدمت را نیز محدود می‌سازد.

۲. توانمندسازی ناکافی دانشجویان و نارسایی‌های محیط آموزشی

- **نبود یا محدود بودن برنامه آموزشی جامع و کاربردی:** در حال حاضر، برنامه آموزشی جامع و کاربردی مصوب (در دانشگاه‌ها و مراکز معتبر) یا وجود ندارد یا بسیار محدود است. محتوای آموزشی غالباً به‌صورت نظری ارائه می‌شود و پیوند آن با کاربردهای عملی به‌قدر کافی تبیین نمی‌گردد. همچنین برنامه درسی مشترکی میان علوم مهندسی و علوم پزشکی برای آموزش هوش مصنوعی شکل نگرفته است. از سوی دیگر، تنوع و تعداد دوره‌ها و کلاس‌های مرتبط با هوش مصنوعی روزبه‌روز افزایش یافته و همین موضوع انتخاب را برای دانشجویان دشوار کرده است. اهداف، سطح‌بندی و خروجی بسیاری از این دوره‌ها روشن نیست و در عمل می‌تواند به سردرگمی دانشجویان بینجامد. جدایی دو وزارتخانه نیز این وضعیت را تشدید می‌کند؛ زیرا نیازسنجی مشترک انجام نمی‌شود و هر حوزه عمدتاً بر اساس نیازهای درون‌رشته‌ای خود برنامه‌ریزی می‌کند.
- **ناهمخوانی و فشردگی برنامه‌های آموزشی با نیازهای میان‌رشته‌ای هوش مصنوعی:** دوره‌های آموزشی برای ورود به عرصه گسترده هوش مصنوعی، در بسیاری موارد پیچیده، دارای مطالب کم‌اولویت و فاقد برنامه‌ریزی و آینده‌نگری‌اند. ساختار برنامه درسی در این رشته‌ها به‌گونه‌ای طراحی شده که تمرکز اصلی آن بر انتقال حجم زیادی از دانش تخصصی است. این فشردگی و دشواری دروس، عملاً فرصت لازم را برای آشنایی دانشجویان علوم پزشکی با مفاهیم پایه هوش مصنوعی کاهش می‌دهد. نتیجه آن است که دانشجویان علوم پزشکی با وجود توان علمی بالا کمتر می‌توانند زبان مشترکی با مهندسان پیدا کنند و در تیم‌های میان‌رشته‌ای، نقشی مؤثر، خلاق و هدایتگر بر عهده بگیرند.
- **افت کیفیت آموزش، کمبود استادان توانمند و نبود چارچوب روشن برای بهره‌گیری از هوش مصنوعی:** دانشجویان علوم پزشکی برای یادگیری مباحث مهندسی، به استادانی نیاز دارند که علاوه بر دانش فنی، توان ارائه محتوا را متناسب با نیازهای پزشکی داشته باشند؛ کمبود چنین استادانی در وضع موجود محسوس است. از سوی دیگر، بخشی از اعضای هیئت علمی هنوز با تحولات سریع و بنیادین هوش مصنوعی و داده‌های حجیم همگام نشده‌اند و بر روش‌های سنتی پژوهش تأکید می‌کنند. این نارسایی در به‌روزسازی دانش، سبب می‌شود نتوانند دانشجویان را در تعریف پروژه‌های مشترک نوآورانه و کاربردی به‌خوبی راهنمایی کنند؛ در نتیجه، ظرفیت دانشجویان به دلیل فقدان راهنمایی و سرپرستی علمی آگاه به رویکردهای نو، به‌طور کامل به‌کار گرفته نمی‌شود. توانمندسازی استادان نیز به دلایلی مانند مقاومت در برابر تغییر، نبود سازوکار مشخص برای آموزش مستمر و کم‌توجهی به شایستگی‌های موردنیاز، محدود مانده است. افزون بر این، برای بهره‌گیری از هوش مصنوعی در آموزش و پژوهش، باید حدود و الزامات روشن، ملاحظات اخلاقی و چارچوب اجرایی مشخص تدوین و اجرا شود.

۳. چالش‌های شکل‌گیری درک مشترک از مسائل حوزه هوش مصنوعی

- **تفاوت فضای کاری و فاصله از محیط واقعی میان علوم پزشکی و مهندسی:** مهندسان بدون مشاهده و تجربه محیط واقعی بیمارستان، اتاق عمل، آزمایشگاه و مسائل روزمره بیماران، به‌سختی می‌توانند راهکار یا محصولی طراحی کنند که اثرگذاری معناداری در حل مسائل داشته باشد. از سوی دیگر، دانشجویان علوم پزشکی نیز با حضور در آزمایشگاه‌های مهندسی، مراکز فنّاوری، کارگاه‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان، با محدودیت‌های طراحی و تولید آشنا می‌شوند. مرزهای ساختاری میان این دو حوزه، به

جدایی آن‌ها از یکدیگر و شکل‌گیری پیامدهای نامطلوب در همکاری‌های مشترک می‌انجامد.

• **نبود زبان مشترک و ضعف تبادل علمی میان مهندسی و پزشکی:** یکی از بنیادی‌ترین موانع شکل‌گیری پژوهش‌های موفق میان‌رشته‌ای، تفاوت در زبان تخصصی و چارچوب‌های مفهومی حاکم بر دو حوزه مهندسی و پزشکی است. در بسیاری موارد، هر یک از این دو حوزه توان کافی برای بیان مسئله به زبان دیگری یا در قالب زبانی مشترک را ندارند؛ زیرا آموزش پایه‌ای لازم برای همکاری میان‌رشته‌ای به‌صورت نظام‌مند فراهم نشده است. محروم ماندن از آموزش‌های میان‌رشته‌ای سبب می‌شود دو حوزه‌ای که نقاط تماس فراوان دارند، در عمل از یکدیگر فاصله بگیرند؛ به‌گونه‌ای که کادر سلامت بدون درک دقیق از فرایندهای فنی، و مهندسان بدون شناخت صحیح از نیازهای بالینی، وارد پروژه‌های مشترک می‌شوند. این وضعیت، افزون بر کاهش انگیزه و کارآمدی، می‌تواند به خروجی‌های کم‌کیفیت منجر شود. از منظر رویکرد علمی نیز اختلاف نگاه قابل توجه است: پژوهشگران مهندسی غالباً بر مفاهیم ریاضی، بهینه‌سازی الگوریتم‌ها و معیارهای کمّی تمرکز دارند و موفقیت مدل را عمدتاً با افزایش دقت سامانه و شاخص‌های عددی می‌سنجند؛ در حالی‌که در علوم پزشکی، دقت، معمولاً با شاخص‌هایی مانند حساسیت و ویژگی در تشخیص و درمان بیماران معنا می‌یابد. افزون بر این، برخی سامانه‌های هوش مصنوعی ماهیت غیرشفاف دارند. در مقابل، متخصصان علوم پزشکی با رویکرد مبتنی بر شواهد آموزش می‌بینند و در آن چراییِ تصمیم اهمیت بالایی دارد؛ بنابراین پذیرش یک تشخیص یا توصیه درمانی که توسط سامانه‌ای غیرشفاف ارائه می‌شود، می‌تواند دشوار و در برخی موقعیت‌ها از منظر اخلاق حرفه‌ای مسئله‌ساز باشد. در مجموع، این شکاف میان متخصصان مهندسی و پزشکی موجب می‌شود درک آن‌ها از صورت مسئله، راه‌حل مطلوب و معیارهای موفقیت، همسو نباشد.

۴. شکاف ترجمانی دانش

• **فاصله میان فضای صنعت و محیط درمانی و کم‌رنگ بودن کاربرد هوش مصنوعی در بالین:** با وجود برخی همکاری‌های مشترک محدود در سال‌های اخیر، کاربرد واضح و پایدار این دستاوردها در محیط واقعی ارائه خدمات سلامت هنوز تحقق نیافته است و در بسیاری از محیط‌های بالینی، نقش هوش مصنوعی کم‌رنگ است. از یک سو، صنایع مرتبط با سلامت (از جمله شرکت‌های تجهیزات پزشکی، زیست‌فنّاوری، داروسازی و بنگاه‌های نوپا) معمولاً با منطق تجاری و زبان مهندسی پیش می‌روند؛ از سوی دیگر، دانشگاه‌های علوم پزشکی عمدتاً بر درمان، آموزش و پژوهش تمرکز دارند. این ناهمسویی، همراه با محدودیت ارتباط نظام‌مند با صنعت، موجب می‌شود ظرفیت‌های بالینی کمتر به پروژه‌های هوش مصنوعی تبدیل شود. افزون بر این، در حالی‌که در حوزه‌های مهندسی معمولاً داده‌ها ساخت‌یافته‌تر و با تعریف روشن‌تر در دسترس‌اند، در محیط بالینی با حجم زیادی از داده‌های ناهمگون، سازمان‌نیافته و تفسیرنشده مواجه هستیم. دشواری ادغام صنعت با محیط بالینی به دلیل ساختارهای سخت‌گیرانه پیاده‌سازی و محدودیت انعطاف‌پذیری در حوزه سلامت به تداوم این فاصله دامن می‌زند. در نتیجه، پروژه‌های مشترک میان دو حوزه محدود می‌ماند و از ظرفیت دانشجویان در این زمینه به‌طور مؤثر بهره گرفته نمی‌شود.

• **ناهمخوانی پژوهش‌ها با نیازهای واقعی نظام سلامت و استمرار شکاف ترجمانی:** بخش قابل توجهی از پژوهش‌های دانشگاهی به‌ویژه در حوزه هوش مصنوعی به کاربرد عملی در نظام سلامت منجر نمی‌شوند؛ وضعیتی که از آن با عنوان شکاف ترجمانی (Translation Gap) یاد می‌شود. ضعف در نیازسنجی مسائل اولویت‌دار کشور و تعریف مسئله بر پایه نیازهای واقعی نظام سلامت، یکی از عوامل اصلی کاهش کاربردپذیری نتایج پژوهش‌هاست. همچنین نبود سازوکار منسجم برای تمرکز بر مسائل مشترک و هدایت پروژه‌ها به سمت خروجی‌های قابل‌اجرا، مانع دیگری در کاهش این شکاف به شمار می‌آید.

۵. چالش‌های همکاری‌های میان‌رشته‌ای

• **ضعف آموزش کارگروهی و مهارت‌های ارتباطی در همکاری‌های میان‌رشته‌ای:** ضعف در برقراری ارتباط میان اعضای گروه، درک نادرست از نقش‌ها و وظایف، ناتوانی در تبادل مؤثر اطلاعات و پذیرش بازخورد، از عواملی است که کارگروهی را با مشکل مواجه می‌کند. ریشه این مسئله تا

حد زیادی به نظام آموزشی بازمی‌گردد؛ زیرا نهادینه‌نشدن مهارت‌های نرم مانند ارتباط مؤثر و کار تیمی در فرایند تربیت متخصصان، به سوءبرداشت از نیازها و مسئولیت‌های متقابل و شکل‌گیری شکاف‌های ارتباطی می‌انجامد. در نتیجه، متخصصان علوم پزشکی گاه انتظاراتی غیرواقع‌بینانه از توان فنّاورانه دارند و در سوی مقابل، مهندسان نیز به دلیل شناخت ناکافی از محدودیت‌ها و الزامات محیط‌های درمانی، راهکارهایی نامتناسب پیشنهاد می‌کنند.

• **نگرانی از تضاد منافع، امنیت شغلی و فقدان چارچوب‌های اخلاقی اعتمادساز:** با توجه به طرح این تصور که پیشرفت‌های هوش مصنوعی می‌تواند جایگزینی بخشی از وظایف پزشکی را ممکن سازد، برخی از پزشکان و مدیران حوزه درمان نسبت به آینده شغلی خود نگران‌اند. این نگرانی می‌تواند با تصور پیامدهایی مانند تضعیف جایگاه حرفه‌ای و موقعیت اجتماعی، کاهش درآمد، مراجعه به سامانه‌های هوش مصنوعی به جای پزشک و کاهش ارزش اجتماعی نقش پزشک همراه شود؛ از این‌رو، در برخی موارد از همکاری نزدیک با تیم‌های فنی پرهیز می‌شود. افزون بر این، نبود آیین‌نامه‌ها و رهنمودهای اخلاقی روشن برای به‌کارگیری هوش مصنوعی و نیز توجه نظام‌مند به کرامت انسانی و حقوق بیماران، اعتماد به حدود و مسئولیت‌های هوش مصنوعی را دشوارتر می‌سازد.

٦. چالش‌های سیاستی و سازمانی اثرگذار بر پژوهش‌های میان‌رشته‌ای

• **مرزهای اداری، ساختاری و اجرایی میان علوم مهندسی و پزشکی:** تفکیک وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی از وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری، با شکل‌دادن به سازوکاری دوگانه و ناهمگن، چالش‌های جدی در مسیر پژوهش‌های مشترک ایجاد کرده است. این جدایی ساختاری موجب شده پژوهشگران حوزه مهندسی (وابسته به وزارت علوم) دسترسی پایدار و نظام‌مند به داده‌های باکیفیت و واقعی محیط‌های بیمارستانی (وابسته به وزارت بهداشت) نداشته باشند. افزون بر محدودیت دسترسی به داده، نبود یک نهاد واحد برای استانداردسازی و اعتبارسنجی ابزارهای هوش مصنوعی در پزشکی نیز از پیامدهای منفی این تفکیک است. همچنین فرهنگ اداری و سازوکارهای اجرایی موجود می‌تواند انگیزه و امکان همکاری میان‌رشته‌ای را کاهش دهد. در این میان، نبود رهبری مشترک و فقدان حمایت‌های ساختاری از پروژه‌های مشترک، به تداوم پراکندگی و کاهش اثربخشی همکاری‌ها منجر می‌گردد.

• **کم‌توجهی سیاست‌گذاران به پژوهش‌های میان‌رشته‌ای و فقدان درک کافی از ضرورت سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی:** در سطوح کلان، بخشی از قانون‌گذاران و مدیران آشنایی کافی با تحولات هوش مصنوعی ندارند. بی‌اطلاعی از مفاهیم علوم داده، ناآگاهی از شتاب پیشرفت جهانی و کم‌توجهی به دیدگاه مشاوران متخصص، می‌تواند به برداشت‌های نادرست در تصمیم‌گیری بینجامد و توجیه لازم برای تخصیص بودجه و اجرای طرح‌های کلان را تضعیف کند. در چنین شرایطی، سرمایه‌گذاری در این حوزه گاه غیرضروری تلقی می‌شود یا انتظار نتایج کوتاه‌مدت و ملموس بر تصمیم‌ها غلبه می‌کند؛ در حالی‌که اهمیت راهبردی سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی عمدتاً در افق میان‌مدت و بلندمدت آشکار می‌شود. بر این اساس، این حوزه در ابعاد گوناگون از سطح لازم حمایت‌های کلان و پایدار برخوردار نیست.

در ادامه نشست هم‌اندیشی و پس از زمان استراحت و تبادل اطلاعات، سوال دوم در قالب بخش دوم بارش افکار مطرح گردید: «چگونه می‌توان چالش زبان مشترک و شکاف دانش میان متخصصان/ دانشجویان علوم مهندسی و متخصصان/ دانشجویان علوم پزشکی را در طراحی و اجرای پروژه‌های مشترک هوش مصنوعی کاهش داد؟ (با تأکید بر سیاست‌های آموزشی و پژوهشی)». در ادامه، ضمن دریافت نظرات شرکت‌کنندگان در جلسه، به نگارش راهکارهایی اجرایی که حاصل ترکیبی از خروجی‌های جلسه و مطالعات انجام‌شده است، پرداخته شد. این راهکارها نیز در ٦ بخش گنجانده شدند.

بر پایه جمع‌بندی موارد مطرح‌شده در نشست و نیز مرور متون موجود، مجموعه‌ای از راهکارها برای پاسخ به چالش‌های شناسایی‌شده پیشنهاد می‌شود. این توصیه‌ها با هدف تسهیل تحقق پژوهش‌های میان‌رشته‌ای با محوریت هوش مصنوعی برای دانشجویان علوم پزشکی و مهندسی در ادامه ارائه شده‌اند.

گزینه‌های سیاستی پیشنهادی

پس از پایان بخش نخست نشست هم‌اندیشی و در پی یک وقفه کوتاه برای استراحت و تبادل تجربه‌ها، مرحله

دوم بارش افکار با تمرکز بر راه‌حل‌های سیاستی آغاز شد: «چگونه می‌توان چالش زبان مشترک و شکاف دانش میان متخصصان و دانشجویان علوم مهندسی با متخصصان و دانشجویان علوم پزشکی را در طراحی و اجرای پروژه‌های مشترک هوش مصنوعی کاهش داد؟ (با تأکید بر سیاست‌های آموزشی و پژوهشی)». دیدگاه‌های شرکت‌کنندگان گردآوری و تحلیل شد و سپس، بر پایه ترکیب نظام‌مند خروجی‌های جلسه با شواهد و مطالعات مرتبط، مجموعه‌ای از راهکارهای عملیاتی تدوین گردید. این گزینه‌های سیاستی با هدف افزایش امکان‌پذیری اجرا، کاهش هزینه‌های هماهنگی میان‌رشته‌ای و تسهیل مسیر تبدیل ایده به کاربرد، در شش محور در جدول ۱ سازمان‌دهی و در ادامه ارائه شده‌اند.

جدول ۱. گزینه‌های سیاستی پژوهش‌های میان‌رشته‌ای با محوریت هوش مصنوعی

محور اصلی	گزینه‌های سیاستی پیشنهادی	مزایا	معایب/ چالش‌ها	الزامات اجرایی
۱. زیرساخت‌ها و پیش نیازهای پژوهش‌های بین‌رشته‌ای	توسعه همکاری‌های هدفمند بین‌المللی	انتقال دانش روز، جبران محدودیت‌های تحریمی، بومی‌سازی تجارب موفق	وابستگی به روابط سیاسی، چالش‌های امنیتی داده‌ها، هزینه بالای اعزام یا دعوت	امضای تفاهم‌نامه با مراکز علمی هدف
	به‌کارگیری راهکارهای فنی برای کاهش وابستگی به سخت‌افزارهای پرتوان	کاهش هزینه سخت‌افزار، افزایش سرعت پردازش، قابلیت اجرا در مناطق محروم	کاهش احتمالی دقت مدل‌ها نسبت به سرورهای مستقل و قدرتمند، پیچیدگی‌های فنی پیاده‌سازی	تشکیل تیم متخصص، توسعه دستگاه‌های مرتبط با این فناوری
	تأسیس مراکز میان‌رشته‌ای هوش مصنوعی و سلامت هوشمند	هم‌افزایی مستقیم، کاهش شکاف فیزیکی و زبانی، تمرکز منابع	موانع اداری برای تأسیس، هزینه‌های بالای مراکز پژوهشی	ابلاغ شیوه‌نامه مشترک برای وزارت‌های مرتبط، اختصاص فضای فیزیکی و همچنین تخصیص بودجه
	استانداردسازی داده‌های نظام سلامت و تاسیس مراکز داده جامع	ارتقای کیفیت پژوهش، امکان تحلیل دقیق داده‌های هوش مصنوعی	مشکلات پذیرش روش‌های نوین ثبت داده، نگرانی‌های اخلاقی، هزینه زیرساخت‌های فنی	تدوین پروتکل‌های ثبت داده، آموزش کادر درمان، زیرساخت‌های فنی مطمئن
	توسعه سامانه‌هایی برای تسهیل دسترسی قانونی به ابزارهای هوش مصنوعی	تسهیل دسترسی، کاهش خطرات امنیتی بسترهای غیررسمی، کاهش هزینه فردی	هزینه بالای نگهداری و اشتراک مدل‌ها، نیاز به پشتیبانی فنی مداوم	خرید اشتراک‌های سازمانی، تیم پشتیبانی فنی و ایجاد دسترسی برای پژوهشگران
۲. توانمندسازی دانشجویان و ارتقای محیط آموزشی	طراحی و اجرای برنامه‌های بازآموزی کوتاه‌مدت برای پزشکان شاغل	کاربردی بودن، بازدهی سریع، افزایش پذیرش تکنولوژی در بالین	کمبود وقت و حوصله پزشکان، دشواری هماهنگی، مقاومت در برابر یادگیری جدید	تخصیص امتیاز بازآموزی، طراحی محتوای فشرده و ضروری
	ایجاد نهاد فرادستگاهی برای راهبری آموزش هوش مصنوعی و استانداردسازی مسیرهای یادگیری	یکپارچگی سیاست‌ها، جلوگیری از اتلاف منابع، استانداردسازی مسیر یادگیری	اضافه شدن لایه مدیریتی جدید، کندی در تصمیم‌گیری مشارکتی، تضاد منافع	حمایت قانونی فرادستگاهی، تخصیص بودجه، حضور نمایندگان هرگروه از ذینفعان شامل سیاست‌گذاران، پژوهشگران و سازمان‌های مردم‌نهاد
	بازنگری برنامه‌های آموزشی و ادغام طولی آموزش هوش مصنوعی در برنامه درسی	یادگیری عمیق و تدریجی، عدم افزایش سنوات تحصیلی، تغییر نگرش اساسی	نیاز به بازنگری برنامه درسی حاضر، مقاومت اعضای هیئت علمی، نیاز به اساتید متخصص حوزه	حمایت ساختاری، تربیت استادان میان‌رشته‌ای، بازنگری برنامه‌های درسی
	توانمندسازی استادان و بازنگری سازوکارهای جذب و ارتقا	انگیزش اساتید برای ورود به حوزه فناوری، به‌روزرسانی روش‌های تدریس	دشواری سنجش فعالیت‌های فناورانه، مقاومت در برابر تغییر معیارهای پیشین	اصلاح آیین‌نامه ارتقای اعضای هیئت علمی، برگزاری کارگاه‌های الزامی ضمن خدمت

محور اصلی	گزینه‌های سیاستی پیشنهادی	مزایا	معایب/ چالش‌ها	الزامات اجرایی
۳. تقویت درک مشترک از مسائل حوزه هوش مصنوعی	همگرا کردن تجربه محیط کاری در علوم پزشکی و مهندسی	درک چالش‌های واقعی در عمل، ایجاد ارتباط موثر، شناسایی نیازهای واقعی	چالش‌های راهبردی و مخاطرات سلامت، تداخل با فرآیندهای درمانی یا تولیدی	تفاهم‌نامه با بیمارستان و صنعت، دستورالعمل حضور متخصصان علوم مهندسی در بالین
	تدوین چارچوب زبانی مشترک و یکپارچه‌سازی مستندات ارتباطی	کاهش مشکلات برقراری ارتباط، افزایش سرعت تعاملات تیمی، شفافیت در تعاریف	زمان‌بر بودن تدوین این چارچوب زبانی، نیاز به به‌روزرسانی مداوم با پیشرفت علم	تشکیل کارگروه تخصصی، انتشار عمومی مستندات و الزامات اجرایی برای گروه هدف
	برگزاری رقابت‌های سالانه هوش مصنوعی در پزشکی با ارزیابی تخصصی و عمومی	کشف استعدادها، حل مسائل واقعی، جذب سرمایه‌گذار	عدم پیگیری خروجی‌ها پس از رویداد، هزینه اجرایی	تدوین رویداد و اطلاع‌رسانی گسترده، جوایز ارزنده، حمایت شتاب‌دهنده‌ها
	تعریف و اجرای پروژه‌های آزمایشی مشترک با اهداف واقعی و قابل سنجش	نتایج ملموس، ایجاد اعتماد برای پروژه‌های بزرگ، حل مسائل نظام سلامت	دشواری تعمیم نتایج، محدودیت منابع برای طرح‌های متعدد	تعریف دقیق شاخص‌های عملکردی طرح‌ها، بودجه متناسب، تیم نظارت مشترک
٤. رفع شکاف ترجمانی	اصلاح سازوکارهای اداری و تسهیل پیوند صنعت با بیمارستان‌ها	تسریع در اجرا، تسهیل حضور تیم فنی، شفافیت مالی	پیچیدگی‌های حقوقی و اداری بیمارستان‌ها، زمان‌بر بودن تغییر قوانین	دستورالعمل‌های حقوقی شفاف، تغییر فرهنگ سازمانی بسته
	بهره‌گیری نظام‌مند از مرکز داده جامع سلامت	افزایش کاربردپذیری، کاهش خطا، اعتماد به خروجی مدل	هزینه زمانی برای پزشکان، تفاوت زبان فنی و بالینی در جلسات	در نظر گرفتن امتیاز پژوهشی برای پزشکان مشاور و تشکیل تیم‌های تخصصی پایش کیفیت و توسعه
	تضمین مشارکت فعال پزشکان در طراحی، توسعه و اعتبارسنجی مدل‌ها	تضمین کارایی در دنیای واقعی، حفظ ایمنی بیمار، انتقال دانش و کاربردپذیری	دشواری کمی‌سازی برخی شاخص‌های کیفی بالینی	تدوین دستورالعمل اعتبارسنجی بالینی
۵. همکاری‌های میان‌رشته‌ای	نهادینه‌سازی آموزش‌های بین‌حرفه‌ای و میان‌رشته‌ای	یادگیری کار تیمی، احترام متقابل حرفه‌ای، شبکه‌سازی دانشجویی	دشواری هماهنگی تقویم آموزشی دو دانشگاه متفاوت، نیاز به فضای فیزیکی مشترک	تدوین برنامه درسی مشترک، آموزش اساتید بین‌حرفه‌ای
	انعقاد تفاهم‌نامه‌های همکاری و پیوند دادن مشوق‌ها به خروجی‌های مشترک	هدایت منابع به سمت اولویت‌ها، تضمین همکاری واقعی	احتمال سندسازی برای دریافت بودجه، وابستگی شدید به منابع مالی دولتی	سیستم نظارت بر پیشرفت پروژه، شفافیت در تخصیص منابع
	تدوین چارچوب حقوقی و اخلاقی برای به‌کارگیری هوش مصنوعی در سلامت	رفع نگرانی پزشکان از جایگزینی، شفافیت در قصور پزشکی احتمالی	کندی فرآیند قانون‌گذاری نسبت به سرعت رشد تکنولوژی	کمیته‌های اخلاق در پژوهش زیستی، مشاوران حقوقی فناوری و ملاحظات اخلاقی
	راه‌اندازی سامانه «پرش علمی» برای تسهیل شبکه‌سازی علمی و حرفه‌ای	تسهیل تیم‌سازی، شفافیت توانمندی‌ها، دسترسی عادلانه به فرصت‌ها	نیاز به جذب کاربر، رقابت با پلتفرم‌های عمومی موجود	توسعه نرم‌افزاری کاربرپسند، تبلیغات و فرهنگ‌سازی دانشگاهی
۶. سیاست های اثرگذار بر پژوهش‌های میان‌رشته‌ای	ادغام آموزشی مرحله‌ای و ایجاد سازوکارهای پایدار برای تعامل دو وزارتخانه بهداشت و علوم	کاهش هزینه‌های موازی‌کاری، افزایش تعاملات اجتماعی دانشجویان دو حوزه	مقاومت ساختاری دانشگاه‌ها، تفاوت‌های فرهنگی محیط‌های آموزشی	توافق‌نامه سطح وزارتین، یکسان‌سازی تقویم آموزشی و همکاری‌های مشترک
	برگزاری نشست‌های هم‌اندیشی هدفمند با محور نیازسنجی و تصمیم‌سازی مشارکتی	تصمیم‌گیری مبتنی بر واقعیت، افزایش اعتماد و امید، شناسایی موانع پنهان	خطر تبدیل شدن به جلسات فرمایشی بدون خروجی عملی	دبیرخانه مسئول، پیگیری مصوبات، مستندسازی بازخوردها و گزارش عمومی رسانه‌ای

پیاده‌سازی گزینه‌های سیاستی این خلاصه سیاستی مستلزم یک رویکرد مرحله‌ای و مبتنی بر ظرفیت‌های موجود است. یافته‌ها نشان می‌دهد موانع همکاری میان‌رشته‌ای هوش مصنوعی و پزشکی عمدتاً ساختاری‌اند؛ از جمله ضعف زیرساخت داده و فناوری، نبود سازوکارهای پایدار برای هم‌افزایی دانشگاه–بیمارستان–صنعت، شکاف زبانی و مفهومی میان متخصصان و پیچیدگی‌های اداری–حقوقی و اخلاقی. بنابراین، توصیه‌های سیاستی باید به‌گونه‌ای طراحی شود که هم‌زمان هزینه هماهنگی میان‌رشته‌ای را کاهش و قابلیت اجرا در محیط واقعی را افزایش دهد.

توصیه‌های سیاستی

۱. زیرساخت‌ها و پیش نیازهای پژوهش‌های بین‌رشته‌ای

• **توسعه همکاری‌های هدفمند بین المللی:** برقراری روابط علمی و پژوهشی متقابل با دانشگاه‌ها، مراکز علمی و گروه‌های فعال در حوزه هوش مصنوعی به‌ویژه در کشورهایی با روابط دوستانه با ایران می‌توانند به تحقق اهداف این سند کمک کند. این همکاری‌ها باید بر مبنای تعامل دوطرفه، انتقال تجربه‌های موفق و آموزش علمی و حرفه‌ای پژوهشگران طراحی شود تا امکان بهره‌گیری از دانش و تجربه مراکز معتبر فراهم گردد و در صورت نیاز، با اعمال تغییرات لازم، بومی‌سازی انجام شود. این رویکرد می‌تواند بخشی از محدودیت‌های ناشی از تحریم‌های بیرونی را جبران کند و شناخت دقیق‌تری از مسیرهای پیشبرد فنّاوری هوش مصنوعی را در سایر کشورها ارائه دهد.

• **به‌کارگیری راهکارهای فنی برای کاهش وابستگی به سخت‌افزارهای پرتوان: برای** بهره‌گیری اثربخش از هوش مصنوعی در مراکز درمانی و پژوهشی، حتی بدون دسترسی به سخت‌افزارهای بسیار پرقدرت می‌توان از راهکارهای فنی کاهش‌دهنده هزینه و نیازمندی‌های محاسباتی استفاده کرد، از جمله:

○ **فشرده‌سازی مدل:** کاهش اندازه مدل تا حدی که روی سخت‌افزارهای متعارف نیز قابل اجرا باشد و در عین حال، دقت آن در سطح قابل قبول باقی بماند. این رویکرد مجموعه‌ای از روش‌ها را دربر می‌گیرد و می‌توان از ظرفیت متخصصان فنی کشور برای پیاده‌سازی آن بهره برد.

○ **هوش مصنوعی لبه‌ای (Edge AI):** استقرار مدل‌های هوش مصنوعی بر روی دستگاه‌های محل استفاده (به‌جای تکیه بر کارسازهای بیرونی). برای نمونه، می‌توان برخی مدل‌ها را روی دستگاه‌های بیمارستانی مانند سونوگرافی، پایشگر نوار قلب، اندوسکوپ هوشمند و مانند آن نصب کرد. از مزایای این رویکرد می‌توان به کاهش زمان تفسیر داده‌ها، کاهش هزینه‌ها و امکان اجرا در مناطق کم‌برخوردار اشاره کرد.

این راهکارها و موارد مشابه باید به شکل اصولی در شبکه نظام سلامت گسترش یابند تا کارآمدی و کیفیت سیستم بهبود یابد.

• **تأسیس مراکز میان‌رشته‌ای هوش مصنوعی و سلامت هوشمند:** تأسیس پژوهشگاه‌ها و مراکز پژوهشی میان‌رشته‌ای با حضور متخصصان و دانشجویان علوم پزشکی و مهندسی، با نظارت چندجانبه نهادهای مرتبط و با ایجاد ارتباط مستقیم میان رشته‌ها ضروری است. این مراکز باید با همکاری نهادهای ذی‌ربط ایجاد شوند و تا حد امکان از پیچیدگی‌های اداری و ابهام‌های قانونی دور بمانند. همچنین لازم است شیوه‌نامه‌ای مشترک و شفاف و اجرایی به واحدهای اداری ابلاغ شود. این مراکز با تأکید بر پروژه‌های گروهی، کارآموزی متقابل و آشنایی هر گروه با محیط علمی رشته دیگر طراحی شوند. اقداماتی مانند تأسیس سکوی ملی هوش مصنوعی، امضای سند همکاری مشترک میان دانشکده‌ها/ دانشگاه‌ها، شتاب‌دهنده‌های فنّاوری با تمرکز بر هوش مصنوعی در پزشکی، انجمن‌های دانشجویی میان‌رشته‌ای و آزمایشگاه بالینی نوآوری می‌تواند در سطوح مختلف پیگیری شود.

• **استانداردسازی داده‌های نظام سلامت و تاسیس مراکز داده جامع:** لازم است متناسب با استانداردهای بین‌المللی، راهبردی برای گردآوری داده‌های بیمارستانی تدوین شود. تعریف قالب‌های الزامی برای داده‌ها، استقرار یک سامانه جامع ثبت داده در بیمارستان‌ها (برای ثبت کامل اطلاعات بیمار) و تدوین قواعد شفاف برای صیانت از حقوق بیمار در کنار فراهم‌سازی دسترسی پژوهشی کنترل‌شده، برای اجرای عملی این راهکار ضروری است. همچنین با تعریف دستورالعمل مشخص، کادر درمان باید با حفظ محرمانگی هویت بیمار و اطلاعات پژوهشی، ثبت جزئیات بیماری، فرایند درمان و علائم را به‌صورت استاندارد انجام دهد. در

گام بعد، تحلیل این داده‌ها با هوش مصنوعی می‌تواند به تولید نتایجی مانند سنجش کارآمدی یک دارو یا روش درمانی، بررسی روند پیشرفت بیماری و تحلیل‌های همه‌گیرشناختی و مانند آن کمک کند.

• **توسعه سامانه‌هایی برای تسهیل دسترسی قانونی به ابزارهای هوش مصنوعی:** توسعه یک یا چند سامانه دسترسی می‌تواند دسترسی مراکز علمی و پژوهشگران را به ابزارهای هوش مصنوعی تسهیل کند و نیاز به بسترهای غیررسمی و پرخطر را کاهش دهد. این سامانه باید دسترسی نسبتاً کامل و پایدار در اختیار پژوهشگران بگذارد و نیازهای پایه پژوهش و ارتباط علمی را پوشش دهد. همچنین می‌تواند با ارائه پشتیبانی‌ها و تسهیلاتی مانند تأمین اشتراک مدل‌های هوش مصنوعی، اشتراک خدمات آموزشی، کمک‌هزینه شرکت در دوره‌های معتبر آموزش هوش مصنوعی، و پشتیبانی برای تهیه ملزومات و سخت‌افزارهای موردنیاز، در ارتقای آگاهی و توان استفاده از ابزارهای نوین فنّاوری نقش مؤثری ایفا کند.

۲. توانمندسازی دانشجویان و ارتقای محیط آموزشی

• **طراحی و اجرای برنامه‌های بازآموزی کوتاه‌مدت برای پزشکان شاغل:** برای پزشکان می‌توان دوره‌های کوتاه‌مدتِ مهارت‌محور تعریف کرد که بر کاربردهای عملی و اثرگذار هوش مصنوعی در محیط بالینی تمرکز داشته باشد؛ مانند تحلیل تصویرهای رادیولوژی، تفسیر نوار قلب و پشتیبانی در تصمیم‌گیری دارویی. برای افزایش اثربخشی، محتوای دوره‌ها بهتر است ترکیبی از آموزش مفهومی و کارگاه عملی با داده‌های بالینی باشد تا شرکت‌کنندگان با قابلیت‌ها، محدودیت‌ها و شیوه استفاده درست از این ابزارها آشنا شوند. همچنین اختصاص امتیاز بازآموزی یا در نظر گرفتن مشوق‌های آموزشی/ حرفه‌ای در مسیر ارتقای مرتبه دانشگاهی، می‌تواند مشارکت را افزایش دهد.

• **ایجاد نهاد فرادستگاهی برای راهبری آموزش هوش مصنوعی و استانداردسازی مسیرهای یادگیری:** برای پایان دادن به پراکندگی برنامه‌ها و همسو کردن آموزش با نیازهای واقعی نظام سلامت، تشکیل یک نهاد فرادستگاهی با مأموریت راهبری آموزش هوش مصنوعی پیشنهاد می‌شود (برای مثال با عنوانی مانند «سازمان همگرایی علوم در پژوهش هوش مصنوعی»). محور کار این نهاد، تدوین سند ملی شایستگی‌های هوش مصنوعی و طراحی دوره‌های کاربردی و مهارت‌محور است. همچنین لازم است چارچوبی مبتنی بر پودمان‌های شناور تدوین شود تا دانشجویان علوم پزشکی و مهندسی بتوانند واحدهای مشترک و مکمل را به‌صورت هدفمند بگذرانند. برای کاهش سردرگمی و افزایش اثربخشی، مسیرهای یادگیری باید بر پایه نیازسنجی نظام سلامت، با سطح‌بندی دقیق و خروجی‌های قابل سنجش تعریف شود تا همکاری‌های میان‌رشته‌ای در قالب ساختاری رسمی و متصل به مسئله‌های واقعی دنبال گردد.

• **بازنگری برنامه‌های آموزشی و ادغام طولی آموزش هوش مصنوعی در برنامه درسی:** با توجه به تراکم دروس در رشته‌های علوم پزشکی، افزودن واحدهای جدید به‌عنوان راه‌حل اصلی، معمولاً نتیجه‌بخش نیست. راهکار مناسب‌تر، بازنگری برنامه‌های آموزشی و ادغام طولی مفاهیم مرتبط با هوش مصنوعی در طول دوره است. این بازنگری باید با نیازسنجی علمی و مشارکت ذی‌نفعان انجام شود و از الگوهای جهانی آموزش مبتنی بر شایستگی بهره بگیرد. در این مسیر، محتوای آموزشی بهتر است از مباحث بسیار پیچیده به سمت سواد هوش مصنوعی سوق یابد؛ با تمرکز بر توانمندی‌هایی مانند شناخت محدودیت‌های مدل‌ها، فهم منطق کلی الگوریتم‌ها، ارزیابی و تفسیر خروجی‌ها و تشخیص موقعیت‌های خطاپذیر. این رویکرد، هم آموزش را کاربردی‌تر می‌کند و هم بدون تحمیل بار آموزشی اضافی، زمینه شکل‌گیری زبان مشترک با متخصصان مهندسی را تقویت می‌نماید. همچنین گسترش آموزش‌های بین‌حرفه‌ای و میان‌رشته‌ای می‌تواند همکاری‌های مشترک را تسهیل کند.

• **توانمندسازی استادان و بازنگری سازوکارهای جذب و ارتقا:** آشنایی اعضای هیئت علمی با ابزارهای نوین هوش مصنوعی و به‌روزرسانی روش‌های پژوهشی و آموزشی باید از طریق دوره‌های منظم و ترجیحاً الزامی پیگیری شود. با این حال، صرف برگزاری کارگاه به‌تنهایی کافی نیست؛ لازم است ارزشیابی و سنجش دوره‌ای شایستگی‌ها نیز طراحی شود و در آیین‌نامه‌های جذب و ارتقا بازنگری صورت گیرد. برای نمونه، افزودن شاخص‌هایی مانند مهارت‌های فنّاورانه و داده‌محور، مشارکت در پروژه‌های میان‌رشته‌ای با استادان سایر رشته‌ها، حرکت از پژوهش صرفاً مقاله‌محور به سمت حل مسائل واقعی نظام سلامت، و بهره‌گیری مسئولانه از ابزارهای هوش مصنوعی در تدریس و ارزیابی آموزشی

می‌تواند در قالب معیارهای روشن و امتیازدهی مشخص گنجانده شود.

۳. تقویت درک مشترک از مسائل حوزه هوش مصنوعی

• **همگرا کردن تجربه محیط کاری در علوم پزشکی و مهندسی:** ایجاد فرصت‌های هدفمند مانند بازدیدهای آموزشی، اردوهای فنّاورانه و دوره‌های کارآموزی در صنعت برای دانشجویان علوم پزشکی به‌ویژه در پارک‌های علم و فنّاوری و شرکت‌های دانش‌بنیان، می‌تواند شناخت آنان از چرخه طراحی، تولید و پیاده‌سازی را افزایش دهد. هم‌نشینی و تعامل مستقیم دانشجویان دو حوزه در محیط‌های کاری یکدیگر، به شکل‌گیری درک متقابل از ظرفیت‌ها و محدودیت‌ها کمک می‌کند و زمینه را برای همکاری‌های منسجم‌تر در طراحی راهکارهای متناسب با نیازهای واقعی محیط‌های بالینی فراهم می‌سازد. در کنار این اقدام، ایجاد بسترهای پایدار همکاری (مانند مراکز مشترک) می‌تواند این تعامل را از سطح تجربه‌های مقطعی به همکاری‌های مستمر ارتقا دهد.

• **تدوین چارچوب زبانی مشترک و یکپارچه‌سازی مستندات ارتباطی:** تهیه مجموعه‌ای از مستندات کاربردی از جمله دستورالعمل‌ها، پروتکل‌ها و واژه‌نامه مشترک که اصطلاحات کلیدی هر دو حوزه را توضیح دهد و با نمونه‌های عملی همراه باشد، می‌تواند یادگیری و همکاری را تسهیل کند. آشنایی مهندسان با مفاهیم و اصطلاحات پزشکی، سردرگمی را کاهش داده و مسیر تعریف مسئله و پیاده‌سازی را هموارتر می‌کند؛ متقابلاً، آشنایی متخصصان علوم پزشکی با مفاهیم فنی ضروری، امکان گفت‌وگوی دقیق‌تر و تصمیم‌گیری مشترک را افزایش می‌دهد. افزون بر این، لازم است بخشی از انتقال دانش در قالب ارتباط علم با جامعه به زبان ساده و قابل‌فهم ارائه شود تا ذی‌نفعان عمومی نیز بتوانند تصویری روشن از کارکردها، محدودیت‌ها و ملاحظات اخلاقی هوش مصنوعی داشته باشند.

• **برگزاری رقابت‌های سالانه هوش مصنوعی در پزشکی با ارزیابی تخصصی و عمومی:** برگزاری رقابت‌های سالانه با محور هوش مصنوعی در پزشکی در قالب پنل‌های موضوعی می‌تواند به ارائه دستاوردها، جذب سرمایه، تبادل تجربه و تقویت درک مشترک کمک کند. پیشنهاد می‌شود ارزیابی رقابت در دو مسیر انجام شود: داوری تخصصی و داوری عمومی. در بخش داوری عمومی، حضور داوران غیرمتخصص (به‌عنوان نمایندگان ذی‌نفعان نهایی) سبب می‌شود ارائه‌دهندگان پروژه را تا حد ممکن روشن، ساده و پاسخ‌گو ارائه کنند و نسبت به پیامدهای اجتماعی و کاربردپذیری آن حساس‌تر باشند. همچنین اعطای حمایت مالی و اعتباری به طرح‌های برگزیده و تأکید بر تشکیل تیم‌های مشترک علوم پزشکی و مهندسی، می‌تواند اثرگذاری این رویداد را افزایش دهد. برای پایداری و مشروعیت اجرایی، برگزاری این رقابت‌ها با همکاری هر دو وزارتخانه پیشنهاد می‌شود.

• **تعریف و اجرای پروژه‌های آزمایشی مشترک با اهداف واقعی و قابل سنجش:** اجرای پروژه‌های آزمایشی مشترک با اهداف و شاخص‌های قابل اندازه‌گیری، می‌تواند تجربه واقعی تعامل میان‌رشته‌ای و حل مسئله مشترک را برای اعضای تیم فراهم کند. در این چارچوب، لازم است ابتدا مسئله‌ها و پروژه‌های دارای ظرفیت همکاری میان‌رشته‌ای شناسایی و اولویت‌بندی شوند؛ سپس در گروه‌های مشترک علوم پزشکی و مهندسی، ابعاد مسئله، داده‌های لازم، الزامات محیط بالینی و معیارهای موفقیت مشخص گردد و در نهایت برنامه‌ریزی و اجرا با مشارکت رشته‌های مرتبط انجام شود. این پروژه‌ها می‌توانند در قالب یک برنامه متمرکز و هدفمند (با عنوان‌هایی مانند «ره‌آورد مشترک») طراحی شود تا ضمن بهره‌گیری از ظرفیت نخبگانی، خروجی‌های قابل انتقال به محیط واقعی ایجاد کند..

٤. رفع شکاف ترجمانی

• **اصلاح سازوکارهای اداری و تسهیل پیوند صنعت با بیمارستان‌ها:** بازنگری در سازوکارهای اداری و تسهیل ارتباط میان صنعت و بیمارستان‌ها از پیش‌نیازهای کلیدی برای کاهش شکاف ترجمانی و تقویت همکاری‌های میان‌رشته‌ای است. ساده‌سازی مقررات، قاعده‌مند کردن قراردادهای پژوهشی و صنعتی، و تعریف مجوزهای بی‌ابهام برای حضور مهندسان و متخصصان فنّاوری در بیمارستان‌ها می‌تواند روند همکاری را شتاب دهد. این اصلاحات علاوه بر تسهیل تعامل میان شرکت‌ها و کادر درمان، فرصت‌های بیشتری برای انتقال فنّاوری، اجرای پروژه‌های مشترک و بهره‌گیری از ظرفیت‌های واقعی محیط بالینی ایجاد می‌کند. در نتیجه،

با کاهش مانع‌های اداری و تعریف مسیرهای مشخص همکاری، زمینه برای شکل‌گیری نوآوری مشترک و تبدیل ایده‌های پژوهشی به محصول یا خدمت قابل‌کاربست در بالین فراهم می‌شود.

• **بهره‌گیری نظام‌مند از مرکز داده جامع سلامت:** در شرایط کنونی، گردآوری و سامان‌دهی داده‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا تحلیل داده‌های پیشین می‌تواند به بهبود روندها و ارتقای سامانه‌ها کمک کند. اجرای پروژه‌های هدفمند برای جمع‌آوری داده‌های بیمارستان‌ها و مراکز درمانی با مشارکت متخصصان و دانشجویان، و سپس تحلیل آن‌ها با همکاری گروه‌های فنی، ضمن ارائه تصویری دقیق‌تر از وضعیت موجود، امکان اصلاح و بهبود سامانه‌ها و مدل‌های مورد استفاده را متناسب با نیازها و کاستی‌ها فراهم می‌سازد. داده‌های گردآوری‌شده در این مرکز باید در آماده‌سازی و آموزش مدل‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق برای کاربردهای تشخیصی و درمانی به‌کار گرفته شود.

• **تضمین مشارکت فعال پزشکان در طراحی، توسعه و اعتبارسنجی مدل‌ها:** به‌کارگیری مدل‌های هوش مصنوعی در درمان با وجود توان بالا بدون مشارکت مؤثر متخصصان علوم پزشکی، می‌تواند به جهت‌گیری نامناسب یا کاهش امکان بهره‌برداری منجر شود. از این‌رو، لازم است پزشکان و مهندسان در مراحل طراحی، توسعه و اعتبارسنجی مدل‌ها همکاری نزدیک داشته باشند تا کارایی نهایی افزایش یابد. حضور متخصصان بالینی سبب می‌شود معیارهای ارزیابی بر پایه شاخص‌های کاربردی و قابل اجرا در بیمارستان تعریف شود و از توسعه مدل‌هایی که صرفاً از نظر آماری مطلوب‌اند اما در عمل ارزش بالینی محدودی دارند، پیشگیری شود.

• **تعریف شاخص‌های سنجش موفقیت و همسوسازی توسعه با جریان کار درمانی:** معیارهای موفقیت در محیط بالینی با محیط‌های فنی یا پژوهشی تفاوت دارد؛ بنابراین برای توسعه و به‌کارگیری هر مدل یا ابزار، تعریف شاخص‌های سنجش مناسب ضروری است تا مسیر توسعه بر اساس همان شاخص‌ها هدایت شود. برای افزایش کارآمدی، باید شاخص‌های مورد نظر متخصصان بالینی به‌طور دقیق استخراج و در فرایند طراحی لحاظ شود. در بیمارستان، ارزیابی تنها به دقت آماری محدود نیست؛ عواملی مانند سرعت، ایمنی، قابلیت اعتماد، تبیین‌پذیری و سازگاری با جریان کار بالینی نیز اهمیت دارد. بر این اساس، توسعه باید همسو با این شاخص‌ها پیش برود تا خروجی‌ها علاوه بر مطلوبیت آماری، در محیط درمانی نیز قابل اجرا و پذیرش، قابل‌اعتماد و پایا باشند.

۵. همکاری‌های میان‌رشته‌ای

• **نهادینه‌سازی آموزش‌های بین‌حرفه‌ای و میان‌رشته‌ای:** برای تقویت همکاری‌های میان‌رشته‌ای، گسترش آموزش‌های بین‌حرفه‌ای و میان‌رشته‌ای ضروری است. در این چارچوب، دانشگاه‌های دو حوزه می‌توانند با همکاری رسمی، واحدها و دوره‌های مشترکی طراحی کنند که دانشجویان علوم پزشکی و مهندسی را در حل مسئله‌های واقعی درگیر کند. یادگیری مشترک، اعتماد متقابل را افزایش می‌دهد و به دانشجویان کمک می‌کند برداشت همسویی از مسئله و زبان تخصصی مرتبط پیدا کنند. در آموزش بین‌حرفه‌ای، هدف تنها، یادگیری کنار هم نیست، بلکه یادگیری از یکدیگر و درباره یکدیگر نیز هست. از این‌رو، طراحی این واحدها باید دقیق و مسئله‌محور باشد تا نیازهای مشترک دو حوزه را پوشش دهد و به شکل‌گیری همکاری‌های مؤثر در پژوهش‌های هوش مصنوعی منجر شود.

• **انعقاد تفاهم‌نامه‌های همکاری و پیوند دادن مشوق‌ها به خروجی‌های مشترک:** برای تقویت همگرایی میان نظام‌های آموزشی و پژوهشی علوم پزشکی و مهندسی، وجود چارچوب‌های رسمی و پایدار (با حمایت سیاست‌گذاران) اهمیت دارد. انعقاد تفاهم‌نامه‌های همکاری در پژوهش‌های هوش مصنوعی، می‌تواند مسیر استفاده از ظرفیت‌های هر حوزه را هموار کند و سطح همکاری میان دانشجویان و استادان را ارتقا دهد. این تفاهم‌نامه‌ها بهتر است در سطوحی مانند مراکز نوآوری، شرکت‌های مهندسی و دانش‌بنیان، و بیمارستان‌های آموزشی و درمانی به‌صورت مستمر و نتیجه‌محور پیش برود. همچنین اطلاع‌رسانی هدفمند و مشروط کردن بخشی از تسهیلات و حمایت‌ها به مشارکت‌های میان‌رشته‌ای واقعی، می‌تواند انگیزه و تداوم همکاری را افزایش دهد.

• **تدوین چارچوب حقوقی و اخلاقی برای به‌کارگیری هوش مصنوعی در سلامت:** نگرانی‌هایی در میان بخشی از متخصصان علوم پزشکی درباره اثر هوش مصنوعی بر

نقش‌ها و آینده شغلی وجود دارد. برای صیانت از حقوق افراد، افزایش اعتماد و کاهش مقاومت در برابر نوآوری، لازم است چارچوبی حقوقی و اخلاقی برای حدود، مسئولیت‌ها و نحوه به‌کارگیری هوش مصنوعی تدوین شود. این چارچوب باید سناریوهای محتمل دگرگونی نقش‌های حرفه‌ای را بررسی کند و سازوکارهای حمایتی و نهادی را برای مدیریت پیامدها پیشنهاد دهد. هدف این چارچوب، محدودسازی هوش مصنوعی نیست؛ بلکه هدایت آن به سمت نقش ابزار یاری‌رسان و کاهش خطا، در کنار حفظ نقش تصمیم‌گیر انسانی و کرامت بیمار است.

• **راه‌اندازی سامانه «پرش علمی» برای تسهیل شبکه‌سازی علمی و حرفه‌ای:** ایجاد یک سامانه شبکه‌سازی علمی بومی با کارکردی مشابه شبکه‌های حرفه‌ای شناخته‌شده می‌تواند بستری برای تعامل علمی، حرفه‌ای و پروژه‌محور فراهم کند. در این فضا، افراد (به‌ویژه دانشجویان) با معرفی توانمندی‌ها و علایق خود، امکان ارتباط‌گیری هدفمند و تشکیل تیم‌های میان‌رشته‌ای را به دست می‌آورند. همچنین با تعریف پروژه‌ها و اعلام نیازهای تخصصی، استفاده از ظرفیت رشته‌های دیگر و بهره‌گیری از تجربه‌های متقابل تسهیل می‌شود. چنین سامانه‌ای، علاوه بر تقویت ارتباطات، می‌تواند به رشد علمی و شکل‌گیری همکاری‌های پایدار کمک کند.

۶. سیاست های اثرگذار بر پژوهش‌های میان‌رشته‌ای

• **ادغام آموزشی مرحله‌ای و ایجاد سازوکارهای پایدار برای تعامل دو وزارتخانه بهداشت و علوم:** با توجه به شرایط ساختاری موجود، ادغام کامل بخش آموزشی وزارت بهداشت با وزارت علوم در کوتاه‌مدت دشوار است. با این حال، برای همگرایی بیشتر میان علوم پزشکی و مهندسی، می‌توان ادغام آموزشی مرحله‌ای را از طریق ایجاد مسیرهای رسمی ارتباط دوسویه در ساختارهای موجود دنبال کرد. برای نمونه، بازطراحی بخشی از آموزش‌های پایه نظری و هم‌افزایی آن با دانشکده‌های علوم پایه در قالب دوره‌ها و واحدهای مشترک می‌تواند ضمن کاهش هزینه‌های ساختاری، تماس علمی و آموزشی دانشجویان دو حوزه را افزایش دهد. این رویکرد همچنین امکان برگزاری مشترک برخی فعالیت‌های آموزشی، پژوهشی و فنّاورانه و طراحی واحدهای مکمل را تقویت می‌کند. در مجموع، چنین همگرایی ساختاری می‌تواند فرصت‌های جدیدی برای همکاری‌های میان‌رشته‌ای از جمله در پژوهش‌های هوش مصنوعی فراهم آورد.

• **برگزاری نشست‌های هم‌اندیشی هدفمند با محور نیازسنجی و تصمیم‌سازی مشارکتی:** برای نزدیک شدن سیاست‌ها به واقعیت‌های آموزشی و پژوهشی، پیشنهاد می‌شود نشست‌های مشترک میان سیاست‌گذاران دو حوزه و نمایندگان دانشجویان (از هر دو رشته) به‌صورت منظم برگزار شود تا نیازسنجی به‌صورت مستقیم انجام گیرد و مسائل و موانع پژوهش‌های هوش مصنوعی بدون واسطه شنیده شود. این نشست‌ها می‌توانند در قالب‌هایی مانند انتقال تجربه، طرح مسئله و ارائه پیشنهادهای دانشجویی برگزار شود. استمرار چنین جلساتی، علاوه بر افزایش اعتماد دانشجویان به سطوح تصمیم‌گیری، آنان را به مشارکت فعال‌تر و مطالبه‌گری مسئولانه تشویق می‌کند. برای اثربخشی، لازم است جلسه‌ها با دستورکار مشخص، مدیریت زمان، و فضای گفت‌وگوی آرام و محترمانه اداره شوند. همچنین حضور کارشناسان می‌تواند به هدایت بحث، صورت‌بندی دقیق‌تر مسائل و جمع‌بندی خروجی‌های قابل پیگیری کمک کند؛ به‌گونه‌ای که هم فرایند بارش افکار پربارتر شود و هم دانشجویان از بینش‌های تخصصی بهره‌مند گردند.

نتیجه‌گیری

پیچیدگی روزافزون مسائل سلامت، فراتر از توان پاسخ‌گویی یک‌رشته‌ای است و ارتقای نظام سلامت در گرو رویکرد میان‌رشته‌ای با همکاری علوم پزشکی و مهندسی است. در این میان، هوش مصنوعی به‌عنوان یک فناوری تسهیل‌گر می‌تواند نقشی حیاتی را برای یکپارچه‌سازی دانش مهندسی و پزشکی جهت پاسخگویی به چالش‌ها ایفا کند. با این حال، یافته‌های حاصل از هم‌اندیشی و بررسی‌های انجام‌شده در این مطالعه حاکی از آن است که چالش اصلی در مسیر ارتقای کیفیت درمان و پژوهش، صرفاً کمبود دانش فنی یا استعداد نیروی انسانی نیست؛ بلکه گسست‌های ساختاری و نبود زبان مشترک میان دو حوزه پزشکی و مهندسی است که می‌تواند مانع از تبدیل ایده‌ها به محصولات بالینی اثرگذار شود.

بر اساس یافته‌های این پژوهش، موانع موجود عمدتا ریشه در فقدان سیاست‌گذاری یکپارچه دارند و کاهش شکاف ترجمانی، فراتر از تأمین صرف سخت‌افزار یا برگزاری

دوره‌های آموزشی پراکنده است. به نظر می‌رسد این موضوع نیازمند بازنگری در رویکردهای سیاست‌گذاری، تقویت آموزش‌های بین‌حرفه‌ای، و فراهم‌سازی بسترهای حقوقی و اجرایی شفاف برای همکاری‌های پایدار باشد.

توصیه‌های سیاستی ارائه‌شده در این سند، در قالب یک نقشه راه واقع‌بینانه برای گذار از پژوهش‌های پراکنده به نوآوری‌های همگرا تدوین شده است. به نظر می‌رسد پیاده‌سازی این راهکارها نیازمند همکاری مشترک سیاست‌گذاران، دانشگاهیان و صنعتگران باشد و می‌تواند به کاهش هزینه‌های خطا و آزمون در مسیر توسعه ابزارهای هوش مصنوعی بالینی کمک کند. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران با سرمایه‌گذاری بر ظرفیت‌های داخلی و اصلاح فرآیندهای ساختاری، زمینه را برای به‌کارگیری مؤثر هوش مصنوعی به‌عنوان یک ابزار کمکی در خدمت سلامت جامعه فراهم آورند.

پیامدهای عملی پژوهش

مهم‌ترین پیامدهای عملی این پژوهش عبارتند از: نخست، تقویت زیرساخت‌ها و حکمرانی داده از طریق همسان‌سازی و یکپارچه‌سازی داده‌های سلامت، تسهیل دسترسی پژوهشی کنترل‌شده با رعایت حقوق بیمار و استقرار سازوکارهای ارزیابی و اعتبارسنجی. دوم، توانمندسازی منابع انسانی با بازطراحی آموزش هوش مصنوعی به‌صورت مهارت‌محور و ادغام تدریجی آن در برنامه‌های درسی، توسعه آموزش‌های بین‌حرفه‌ای و ایجاد مسیرهای بازآموزی برای پزشکان شاغل. سوم، ایجاد بسترهای پایدار همکاری از طریق مراکز میان‌رشته‌ای، پروژه‌های آزمایشی مشترک با هدف‌های قابل سنجش و شاخص‌های بالینی و ابزارهای شبکه‌سازی علمی برای تشکیل تیم‌های مشترک. و چهارم، اصلاح سازوکارهای نهادی و قواعد حقوقی- اخلاقی با کاهش مانع‌های اداری، قاعده‌مند کردن روابط صنعت و بیمارستان، و تدوین چارچوب‌های حقوقی و اخلاقی برای به‌کارگیری مسئولانه هوش مصنوعی در سلامت.

در نهایت، دستیابی به خروجی‌های مؤثر در هوش مصنوعی سلامت، بیش از آنکه به افزایش صرف دقت عددی مدل‌ها وابسته باشد، به همسویی با شاخص‌های بالینی، اجراپذیری در محیط واقعی، پذیرش‌پذیری حرفه‌ای و اعتمادپذیری وابسته است. تحقق این امر با مشارکت فعال پزشکان در تعریف مسئله، طراحی و اعتبارسنجی و با پشتیبانی نهادی و سیاستی امکان‌پذیر می‌شود. اتخاذ چنین رویکردی می‌تواند به شکل‌گیری همکاری‌های پایدار میان علوم پزشکی و مهندسی، کاهش شکاف ترجمانی، و در نهایت بهبود کارآمدی و تاب‌آوری نظام سلامت در افق میان‌مدت و بلندمدت منجر شود.

قدردانی‌ها

تدوین این خلاصه سیاستی، که حاصل تلاشی جمعی و مبتنی بر خرد گروهی است، بدون هم‌اندیشی و مشارکت ارزشمند اعضای دغدغه‌مند جامعه دانشگاهی علوم پزشکی تهران و صنعتی شریف میسر نمی‌گردید. نویسندگان وظیفه خود می‌دانند از تمامی شرکت‌کنندگان در نشست هم‌اندیشی تخصصی مورخ ۱۵ آبان ۱۴۰۴، شامل مسئولین محترم دانشگاه، اساتید ارجمند و دانشجویان عزیزی که با حضور فعال و دلسوزانه و ارائه نظرات کاربردی خود، داده‌های مهم این سند را فراهم کردند، صمیمانه سپاسگزاری نمایند.

مشارکت پدیدآوران

یاسر داودی در گردآوری داده، تحلیل داده، مدیریت داده، نگارش پیش‌نویس، بررسی و ویرایش، مدیریت پروژه؛ آرمیتا پاک در گردآوری داده، تحلیل داده، نگارش پیش‌نویس، بررسی و ویرایش؛ علی نجفی و معین رحمانی در تحلیل داده، نگارش پیش‌نویس، بررسی و ویرایش و امید قیسوندی در مفهوم‌سازی و طراحی مطالعه، گردآوری داده، روش‌شناسی، مدیریت داده، سرپرستی مطالعه، مدیریت پروژه، تایید نهایی مشارکت داشتند. همچنین همه نویسندگان در طراحی و تدوین محتوا، جمع‌بندی یافته‌ها و بازنگری متن مشارکت داشته‌اند و نسخه نهایی را تأیید کرده‌اند.

منابع مالی

این مطالعه بدون حمایت مالی مستقیم از سوی نهاد خاصی انجام شده‌است.

ملاحظات اخلاقی

این سند در قالب یک خلاصه سیاستی مبتنی بر مرور شواهد و برگزاری یک نشست هم‌اندیشی تدوین شده است

و در دسته پژوهش‌های مداخله‌ای یا مطالعات دارای گردآوری داده‌های فردی قرار نمی‌گیرد. مشارکت‌کنندگان به‌صورت داوطلبانه در نشست حضور یافتند و رضایت آگاهانه برای مشارکت در بحث‌ها اخذ شد. هیچ‌گونه اطلاعات فردی قابل شناسایی گردآوری یا گزارش نشده و یافته‌ها به‌صورت تجمیعی ارائه شده‌اند؛ بنابراین این فعالیت مشمول اخذ کد اخلاق پژوهشی نبوده است.

استفاده از هوش مصنوعی

اعلام می‌گردد که از ابزار هوش مصنوعی ChatGPT, OpenAI به‌منظور جست‌وجو و شناسایی اولیه منابع مرتبط با موضوع پژوهش، کنترل نگارشی چکیده مقاله به انگلیسی و ویرایش متن استفاده شده است. کلیه مراحل ارزیابی علمی منابع و نگارش نهایی متن توسط نویسندگان انجام شده و مسئولیت علمی پژوهش بر عهده ایشان می‌باشد.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تعارض منافع مالی یا غیرمالی مرتبط با موضوع این مطالعه ندارند.

References

1. Webster's Third New International Dictionary of the English Language, Unabridged. Vol 1. Merriam-Webster, 1981.
2. EBSCO. Webster’s Third New International Dictionary | Research Starters | EBSCO Research. 2025. www.ebsco.com
3. Ramezani M, Takian A, Bakhtiari A, Rabiee HR, Ghazanfari S, Sazgarnejad S. Research agenda for using artificial intelligence in health governance: interpretive scoping review and framework. *BioData Min*. 2023; 16(1): 1-18. doi: 10.1186/s13040-023-00346-w
4. Ali M, Naeem F, Tariq M, Kaddoum G. Federated Learning for Privacy Preservation in Smart Healthcare Systems: A Comprehensive Survey. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics.* 2023; 27(2): 778- 789. doi: 10.1109/JBHI.2022.3181823
5. da Silva RGL. The advancement of artificial intelligence in biomedical research and health innovation: challenges and opportunities in emerging economies. *Global Health*. 2024; 20(1): 1-19. doi: 10.1186/s12992-024-01049-5
6. Hashemi Fotemi SG, Mannuru NR, Kumar Bevara RV, Mannuru A. A Systematic Review of the Integration of Information Science, Artificial Intelligence, and Medical Engineering in Healthcare: Current Trends and Future Directions. *InfoScience Trends*. 2024; 1(2): 29–42. doi: 10.61186/ist.202401.01.12
7. Foster KR, Koprowski R, Skufca JD. Machine learning, medical diagnosis, and biomedical engineering research- commentary. *BioMed Eng OnLine*. 2014; 13(1): 1-9. doi: 10.1186/1475-925X-13-94
8. Ardón P, Pairet È, Petrick R, Ramamoorthy S, Lohan K. Reasoning on Grasp-Action Affordances. In: Towards Autonomous Robotic Systems. 2019; 3-15. doi: 10.1007/978-3-030-23807-0_1
9. Baki Hashemi MM. Analyzing the Policy Dimensions of Using Artificial Intelligence in Iran's Health System. *Public Organizations Management*. 2024; 12(2): 181-204. doi: 10.30473/ipom.2024.71179.4977. (Persian)
10. Behzadifar M, Azari S, Sajedimehr N, Aalipour A, Nematkhah M, Teli BD, et al. Challenges of using artificial intelligence in Iran's health system: a qualitative study. *J Prev Med Hyg*. 2025; 66(3): E331-E340. doi: 10.15167/2421-4248/jpmh2025.66.3.3698
11. Bourai NEH, Merouani HF, Djebbar A. Deep learning-assisted medical image compression challenges and opportunities: systematic review. *Neural Comput & Applic.* 2024; 36: 10067–10108. doi: 10.1007/s00521-024-09660-8
12. Vyas S, Upadhyaya A, Bhargava D, Kumar Shukla N. Edge- AI in Healthcare: Trends and future Perspectives. Boca Raton; 2023. doi: 10.1201/9781003244592
13. Cummins G, Cox BF, Walker JD, Cochran S, Desmulliez MPY. Challenges in developing collaborative interdisciplinary research between gastroenterologists and engineers. *J Med Eng Technol*. 2018; 42(6): 435-442. doi: 10.1080/03091902.2018.1543466
14. Kusters R, Misevic D, Berry H, Cully A, Le Cunff Y, Dandoy L, et al. Interdisciplinary Research in Artificial Intelligence: Challenges and Opportunities. *Front Big Data*. 2020; 3: 1-7. doi: 10.3389/fdata.2020.577974
15. Chang JA, Chilcott JB, Latimer NR. Challenges and Opportunities in Interdisciplinary Research and Real-World Data for Treatment Sequences in Health Technology Assessments. *Pharmacoeconomics*. 2024; 42(5):487-506. doi: 10.1007/s40273-024-01363-1