

A Framework for Simulation-Based Medical Education: Analysis of Global Trends and the Delphi Method

Amir Torab-Miandoab¹ , Mansour Ghafourifard¹ , Saeideh Ghaffarifar¹ , Sogand Habibi-Chenaran^{2*} 

¹ Medical Education Research Center, Health Management and Safety Promotion Research Institute, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

² Department of Health Information Technology, School of Management and Medical Informatics, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

ARTICLE INFO

Article Type:

Original Article

Article History:

Received: 26 Oct 2025

Revised: 16 Feb 2026

Accepted: 11 Apr 2026

ePublished: xxxx

Keywords:

Framework,
Medical Education,
Simulation

Abstract

Background. Simulation-based education, one of the most effective approaches to teaching in the medical sciences, has grown remarkably in recent years. However, rapid technological advances and generational shifts among learners call for a framework-oriented approach to development and policymaking in this field. This study aimed to design a framework for simulation-based medical education by analyzing global trends through the Delphi method.

Methods. This mixed-methods study was conducted in two phases. In the first phase, a systematic search of PubMed, Scopus, Web of Science, Embase, and Google Scholar identified articles published between 2015 and 2025. Of the 2,416 articles initially retrieved, 81 studies met the inclusion criteria and were included in the final analysis after removing duplicates. Eligible studies addressed global trends, emerging technologies, and the future outlook of simulation-based education in the medical sciences. Data were analyzed thematically and scientometrically using Excel 2019. In the second phase, a three-round Delphi study with a panel of 25 subject-matter experts was conducted to validate the identified trends and construct the framework. In each round, panelists rated the importance, likelihood of occurrence, and potential impact of each trend. Consensus was assessed using the Content Validity Ratio (CVR), mean ranking, and a conventional qualitative content analysis approach, supported by SPSS 26 and NVivo 12 software; trends that failed to reach consensus were excluded.

Results. Integrating findings from both phases, a three-layer framework was developed. The first layer comprises global trends and driving forces, including technological transformation (artificial intelligence, mixed reality, and the Metaverse), data-driven approaches, evolving roles of instructors and learners, personalized learning, emerging ethical and legal requirements in simulation, and the expansion of interprofessional and team-based education. The second layer includes organizational response and adaptation strategies, such as infrastructure development, faculty retraining, and curriculum revision. The third layer captures future-oriented educational outcomes, including enhanced educational effectiveness, improved clinical readiness, reduced medical errors, and greater agility within the educational system.

Conclusion. Effective planning for simulation-based education in the medical sciences requires identifying emerging trends and developing flexible frameworks. The framework proposed here can serve as a roadmap for universities, simulation centers, and medical education policymakers, offering a strategic tool for policy design, resource allocation, and aligning educational systems with ongoing global transformations.

Torab-Miandoab A, Ghafourifard M, Ghaffarifar S, Habibi-Chenaran S. A Framework for Simulation-Based Medical Education: Analysis of Global Trends and the Delphi Method. *Depiction of Health*. 2026; 17(3): xxx-xxx.
doi: . (Persian)

* Corresponding author; Sogand Habibi-Chenaran, E-mail: sogandhabibi36@gmail.com

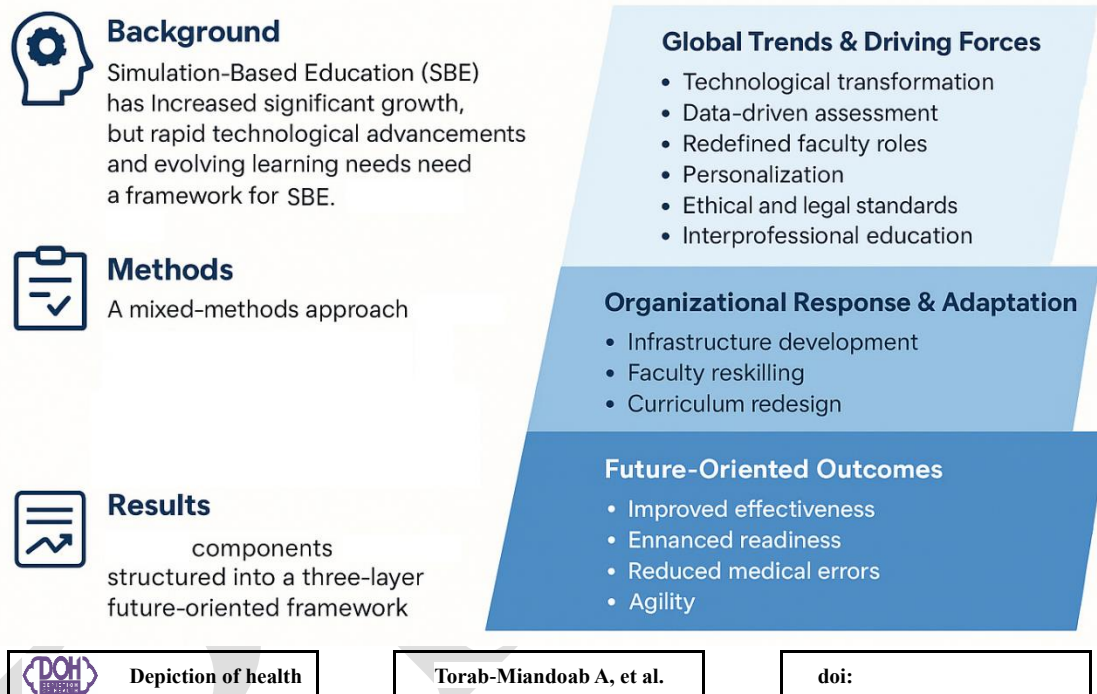


Research Insight

- Simulation-based education has become a cornerstone of medical education; however, the rapid advancement of emerging technologies and generational shifts among learners have made the transition from ad hoc approaches to forward-looking frameworks essential.
- Previous studies have primarily focused on short-term educational outcomes and have lacked a comprehensive framework that simultaneously integrates global trends, organizational adaptation strategies, and long-term outcomes. This gap has led to fragmented policymaking and inefficient investment.
- By integrating a systematic scoping review with a three-round Delphi process, this study developed and validated a three-layer framework encompassing global trends and drivers, organizational adaptation strategies, and future-oriented educational outcomes. Using “leverage potential” and “implementation impact” as key criteria, the framework moves beyond description toward strategic design.
- Based on strong expert consensus, a practical roadmap was developed for universities and policymakers. However, the gap has not been fully addressed because the framework has yet to undergo empirical testing and cost-effectiveness evaluation in practice.

Graphical Abstract

A Framework for Simulation-Based Medical Education: Analysis of Global Trends and the Delphi method



Extended Abstract

Background

Simulation-based education (SBE) has emerged as one of the most innovative and effective approaches in medical and health professions education, enabling learners to practice complex clinical and decision-making skills in safe, controlled environments. Despite its proven educational impact, the rapid pace of technological innovation, the emergence of digital learning ecosystems, and the evolving expectations of new learner generations call for a framework-oriented approach to the development and governance of SBE. This study aimed to design a framework for simulation-based medical education by integrating global trend analysis with expert consensus obtained through the Delphi method.

Methods

This mixed-methods study was conducted in two complementary phases. In Phase I, systematic searches of PubMed, Scopus, Web of Science, Embase, and Google Scholar identified articles published between 2015 and 2025 addressing global trends, emerging technologies, and future directions in simulation-based medical education. Eligible sources included original research, reviews, and policy reports addressing foresight, innovation, or technological evolution in SBE. Data were extracted and thematically analyzed to identify key global drivers and trends.

In Phase II, a three-round Delphi study was conducted to validate and prioritize the trends identified in Phase I and to develop a conceptual framework. A purposive sample of 25 national experts in medical

education, health informatics, and educational technology participated. In each round, experts rated the importance, likelihood, and impact of the identified trends on a five-point Likert scale. Consensus was determined using the Content Validity Ratio (CVR) and mean ratings; items that did not meet the predefined thresholds (CVR > 0.37 and mean > 3.5) were excluded.

Results

The scoping review identified 81 relevant studies and policy documents, which were categorized into thematic clusters. Thematic synthesis revealed six major global drivers shaping the future of SBE:

1. Technological transformation (artificial intelligence, mixed reality, Metaverse)
2. Data-driven education and learning analytics
3. Changing roles of faculty and learners
4. Personalized and adaptive learning
5. Ethical and legal imperatives in simulation
6. Expansion of interprofessional and team-based education

7. Delphi consensus confirmed thirteen core components, organized into a three-layer future-oriented framework:

- Layer 1: Global Trends and Driving Forces: This layer encompasses (1) technological transformation, including artificial intelligence (AI), virtual reality (VR), augmented reality (AR), mixed reality (MR), and the metaverse; (2) data-driven education and assessment; (3) changing roles of faculty and learners; and (4) ethical and legal requirements. Evidence from the literature suggests that these driving forces are among the most likely to profoundly influence the structures and approaches of teaching and learning over the coming decade.

- Layer 2: Organizational Response and Adaptation Strategies:

This layer comprises (1) development of technological infrastructure; (2) faculty reskilling, retraining, and capacity building; (3) curriculum revision and the design of personalized learning pathways; and (4) data-driven educational assessment. It defines the operational and managerial measures required to effectively respond to and capitalize on the driving forces identified in Layer 1.

- Layer 3: Future-Oriented Educational Outcomes: The anticipated outcomes include (1) increased

educational effectiveness; (2) improved learners' clinical readiness; (3) reduced clinical errors in practice; (4) promotion of lifelong learning; and (5) greater adaptability and resilience of the educational system to rapid technological change.

The Delphi process achieved strong expert agreement across all final dimensions (mean importance ≥ 3.7 ; CVR range: 0.64–0.84).

Conclusion

These findings suggest that the future of simulation-based medical education will be shaped by synergistic interactions among technology, data, and human capacity development. While technological innovation is a key driver, sustainable progress requires parallel investment in faculty development, curricular innovation, and ethical governance. The proposed framework aligns with global foresight studies, underscoring the need for strategic readiness and adaptability within educational systems. Ethical and legal considerations surrounding AI integration, data transparency, and learner privacy emerged as critical future challenges.

This study offers a validated, evidence-informed three-layer foresight framework for the future of simulation-based education in the medical sciences. By combining systematic trend analysis with Delphi-based expert consensus, it provides universities, simulation centers, and policymakers with a practical basis for anticipating emerging shifts, designing flexible strategies, and aligning educational infrastructure with technological and societal change. The model also lays groundwork for future foresight research, predictive modeling, and policy design in medical education.

Practical Implications of Research

This framework offers universities, simulation centers, and educational policymakers a structured basis for developing technological infrastructure, retraining faculty, revising curricula, and aligning educational systems with global developments. It may further inform national policy on simulation-based education and strengthen institutional preparedness for future technological transformation.

چارچوب آموزش در علوم پزشکی مبتنی بر شبیه‌سازی: تحلیل روندهای جهانی و روش دلفی

امیر تراب میاندوآب^۱، منصور غفوری فرد^۱، سعیده غفاری فرد^۱، سوگند حبیبی چناران^{۲*}

۱ مرکز تحقیقات آموزش علوم پزشکی، پژوهشکده مدیریت سلامت و ارتقاء ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
۲ گروه فناوری اطلاعات سلامت، دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

چکیده

زمینه. آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی به‌عنوان یکی از مؤثرترین رویکردهای آموزش در علوم پزشکی، در سال‌های اخیر رشد چشمگیری یافته است. با این حال، تحولات سریع فناوری و نیز تغییرات در نسل یادگیرندگان، نیازمند نگاهی چارچوب محور به توسعه و سیاست‌گذاری در این حوزه است. هدف از این مطالعه، طراحی یک چارچوب برای آموزش علوم پزشکی مبتنی بر شبیه‌سازی با استفاده از تحلیل روندهای جهانی و روش دلفی بود.

روش کار. پژوهش حاضر یک مطالعه ترکیبی (Mixed-methods) بود که در دو فاز طراحی و اجرا شد. در فاز اول، جستجوی سیستماتیک در پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Scopus، Web of Science، Embase و موتور جستجوی Google Scholar برای شناسایی مقالات منتشر شده در فاصله بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵ میلادی انجام شد. در مجموع ۲۴۱۶ مقاله شناسایی شد که پس از حذف موارد تکراری و اعمال معیارهای ورود و خروج، ۸۱ مطالعه وارد تحلیل نهایی شدند. مطالعاتی وارد تحلیل شدند که به روندهای جهانی، فناوری‌های نوظهور و چشم‌انداز آینده آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی در علوم پزشکی پرداخته بودند. داده‌ها با استفاده از روش تحلیل موضوعی و تحلیل علم‌سنجی، با بهره‌گیری از Excel 2019، تجزیه و تحلیل شدند. در فاز دوم، جهت اعتبارسنجی روندهای استخراج‌شده و توسعه چارچوب، از روش دلفی سه‌مرحله‌ای (با حضور ۲۵ نفر از خبرگان مرتبط) استفاده شد. در هر مرحله، شرکت‌کنندگان میزان اهمیت، احتمال وقوع و تأثیر روندهای شناسایی‌شده را ارزیابی کردند. شاخص نسبت اعتبار محتوا (CVR)، میانگین رتبه‌بندی برای تحلیل میزان توافق و رویکرد تحلیل محتوای کیفی متعارف و نرم‌افزارهای SPSS 26 و NVivo 12 استفاده شد و مؤلفه‌هایی که به اجماع نرسیدند حذف شدند.

یافته‌ها. بر اساس ترکیب نتایج حاصل شده از دو فاز مطالعه، یک چارچوب سه‌لایه‌ای طراحی گردید: (۱) روندها و پیش‌ران‌های جهانی (نظیر تحول فناوری (هوش مصنوعی، واقعیت ترکیبی، متاورس)، داده‌محوری، تغییر نقش اساتید و یادگیرندگان، یادگیری شخصی‌سازی‌شده، الزامات اخلاقی و قانونی نوین در شبیه‌سازی و گسترش آموزش بین‌حرفه‌ای و تیم محور)، (۲) راهبردهای پاسخ و انطباق سازمانی (از جمله توسعه زیرساخت‌ها، بازآموزی هیئت علمی، بازنگری در برنامه درسی) و (۳) پیامدهای آینده‌نگر آموزشی (مانند افزایش اثربخشی آموزشی، بهبود آمادگی بالینی، کاهش خطاهای پزشکی و چابکی سیستم آموزشی).

نتیجه‌گیری. برنامه‌ریزی در آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی در حوزه علوم پزشکی مستلزم شناخت روندهای نوظهور و تدوین چارچوب‌های انعطاف‌پذیر است. چارچوب ارائه‌شده در این مطالعه می‌تواند به عنوان نقشه راهی برای دانشگاه‌ها، مراکز شبیه‌سازی و سیاست‌گذاران حوزه آموزش پزشکی در مسیر آینده و همچنین ابزار راهبردی برای طراحی سیاست‌ها، توسعه منابع و انطباق نظام آموزشی با تحولات جهانی باشد.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

سابقه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۰۴
اصلاح نهایی: ۱۴۰۴/۱۱/۲۷
پذیرش: ۱۴۰۵/۰۱/۲۲
انتشار برخط: XXXX

کلیدواژه‌ها:

چارچوب،
آموزش علوم پزشکی،
شبیه‌سازی

پیام مقاله

- آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی به رکن اصلی آموزش علوم پزشکی تبدیل شده، اما شتاب فناوری‌های نوظهور و تغییر نسل فراگیران، ضرورت گذار از رویکردهای مودری به چارچوب‌های آینده‌نگر را حیاتی ساخته است.

* پدیدآور رابط: سوگند حبیبی چناران، آدرس ایمیل: sogandhabibi36@gmail.com

- پژوهش‌های پیشین عمدتاً بر پیامدهای کوتاه‌مدت آموزشی متمرکز بوده و فاقد چارچوبی جامع‌اند که روندهای جهانی، راهبردهای سازگاری سازمانی و پیامدهای بلندمدت را هم‌زمان پیوند دهد؛ این خلأ به پراکندگی سیاست‌گذاری و سرمایه‌گذاری ناکارآمد منجر شده است.
- با تلفیق مرور دامنه‌ای نظام‌مند و دلفی سه مرحله‌ای، چارچوبی سه‌لایه و اعتبارسنجی‌شده (روندها و پیشران‌های جهانی، راهبردهای انطباق سازمانی، پیامدهای آینده‌نگر آموزشی) با معیارهای «اهرم‌بودن» و «تأثیرگذاری اجرایی» ارائه شد که از سطح توصیف فراتر رفته و به طراحی راهبردی می‌رسد.
- با اجماع قوی خبرگان، نقشه راهی عملی برای دانشگاه‌ها و سیاست‌گذاران فراهم شد؛ اما شکاف به‌طور کامل پر نشده، چون چارچوب هنوز در عمل آزمون تجربی و ارزیابی هزینه-اثربخشی نشده است.

چکیده تصویری

A Framework for Simulation-Based Medical Education: Analysis of Global Trends and the Delphi method



زمینه و پیشینه

آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی (SBE) با رشد قابل توجهی مواجه بوده است، اما پیشرفت‌های فناوری و نیازهای یادگیری در حال تحول، ضرورت یک چارچوب برای SBE را بیش از پیش آشکار کرده‌اند.



روش‌ها

رویکردی ترکیبی از روش‌های تحقیق



نتایج

مؤلفه‌ها به‌صورت یک چارچوب آینده‌نگر سه‌لایه ساختارمند شدند.

روندها و پیشران‌های جهانی

- تحول فناوری
- ارزیابی مبتنی بر داده
- نقش‌های بازتعریف‌شده اعضای هیئت علمی
- شخصی‌سازی
- استانداردهای اخلاقی و حقوقی
- آموزش بین‌حرفه‌ای

پاسخ سازمانی و سازگاری

- توسعه زیرساخت‌ها
- بازآموزی اعضای هیئت علمی
- بازطراحی برنامه درسی

پیامدهای آینده‌نگر

- اثربخشی بهبود یافته
- آمادگی بیشتر
- کاهش خطاهای پزشکی
- چابکی



Depiction of health

Torab-Miandoab A, et al.

doi:

مقدمه

به‌عنوان یک مؤلفه راهبردی در تضمین کیفیت آموزش حرفه‌های سلامت شناخته شود.

شواهد حاصل از مطالعات تجربی، مرورهای نظام‌مند و متاآنالیزها اثربخشی آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی در ارتقای پیامدهای یادگیری را تایید کرده‌اند. این پیامدها شامل بهبود عملکرد بالینی، تقویت مهارت‌های ارتباطی و کار تیمی، افزایش اعتمادبه‌نفس فراگیران و کاهش خطاهای پزشکی است.^{۱،۶-۷} برای نمونه، متاآنالیز چرنیکووا (Chernikova) و همکاران با تحلیل ۴۹ مطالعه نشان داد که

در دهه‌های اخیر، آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی به‌عنوان یکی از راهبردهای تحول‌آفرین در آموزش علوم پزشکی شناخته شده و امروزه جایگاهی تثبیت‌شده در برنامه‌های آموزشی پیش‌بالینی و بالینی پیدا کرده است.^{۱،۲} این رویکرد با فراهم‌سازی محیطی ایمن، کنترل‌شده و قابل تکرار، امکان تمرین مهارت‌های بالینی پیچیده، تصمیم‌گیری در شرایط بحرانی و تجربه خطا بدون به خطر انداختن ایمنی بیمار را فراهم می‌آورد.^{۳،۴} چنین ظرفیتی موجب شده است که شبیه‌سازی نه‌تنها به‌عنوان یک ابزار آموزشی مکمل، بلکه

شبیه‌سازی در آموزش عالی تأثیر معناداری بر یادگیری مهارت‌محور دارد.^۵ همچنین، بررسی نظام‌مند عبدالحسین (Abdullhussain) و همکاران بر ۲۸ مطالعه تأکید کرد که استفاده از شبیه‌سازی در آموزش حرفه‌های سلامت می‌تواند کیفیت مراقبت‌های بالینی را ارتقا دهد.^۶ با وجود این شواهد قوی، بخش عمده‌ای از پژوهش‌های پیشین بر سنجش اثربخشی کوتاه‌مدت یا میان‌مدت تمرکز داشته و کمتر به تحلیل روندهای کلان‌جهانی، تحولات فناورانه و الزامات راهبردی آینده پرداخته‌اند.

هم‌زمان با گسترش آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی، تحولات شتابان فناوری‌های دیجیتال، چشم‌انداز این حوزه را به‌طور بنیادین دگرگون کرده است. فناوری‌هایی نظیر واقعیت مجازی، واقعیت افزوده، واقعیت ترکیبی، هوش مصنوعی، کلان‌داده‌ها و متاورس ظرفیت‌های نوینی برای طراحی محیط‌های یادگیری تعاملی، بازخورد هوشمند، ارزیابی مبتنی بر داده و مسیرهای یادگیری تطبیقی فراهم ساخته‌اند.^{۳،۷} مطالعه سان (Sun) و همکاران روند تکامل شبیه‌سازی از مدل‌های سنتی به محیط‌های مجازی را تحلیل کرده و نشان داده است که ادغام هوش مصنوعی با واقعیت مجازی می‌تواند دقت و واقع‌نمایی شبیه‌سازی را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد.^۲ همچنین، هررا-آلیاگا و استرادا (Herrera-Aliaga & Estrada) بر نقش کلان‌داده‌ها در تحلیل عملکرد فراگیران و بهینه‌سازی برنامه‌های آموزشی در قرن بیست‌ویکم تأکید کرده‌اند.^۳ این تحولات، آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی را از یک ابزار آموزشی منفرد به یک اکوسیستم یادگیری دیجیتال و راهبردی ارتقا داده‌اند.

افزون بر تحولات فناورانه، تغییرات نسلی در میان فراگیران نیز ضرورت بازاندیشی در طراحی برنامه‌های آموزشی را تقویت کرده است. نسل‌های جدید، به‌ویژه نسل Alpha و Z، با فناوری‌های دیجیتال رشد یافته‌اند و ترجیح بیشتری به یادگیری تعاملی، شخصی‌سازی‌شده و مبتنی بر فناوری دارند.^۴ مائستره (Maestre) و همکاران در تحلیل انتقادی آینده شبیه‌سازی در مراقبت‌های سلامت بیان کرده‌اند که عدم انطباق نظام‌های آموزشی با انتظارات این نسل‌ها می‌تواند منجر به کاهش انگیزه، مشارکت و آمادگی حرفه‌ای شود.^۴ در نتیجه، آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی ناگزیر از هم‌راستایی با تحولات فناورانه و تغییرات نسلی است.

با وجود این پیشرفت‌ها، چالش‌های ساختاری و مفهومی همچنان پابرجاست. بسیاری از مرورهای نظام‌مند، از جمله مطالعه ابدالا جارلنپه و ایدریس ساجیرون (Abdalla Jarelnape & Idris Sagiron)، عمدتاً بر پیامدهای کوتاه‌مدت آموزشی تمرکز داشته و کمتر به روندهای نوظهوری مانند ادغام متاورس، هوش مصنوعی تطبیقی و یادگیری داده‌محور پرداخته‌اند.^۲ افزون بر این، فقدان چارچوب‌های جامع و آینده‌نگر موجب پراکندگی سیاست‌ها، سرمایه‌گذاری‌های غیرهدفمند و ناکارآمدی در توسعه زیرساخت‌ها شده است. سو (So) و همکاران تأکید کرده‌اند که بدون چارچوب‌های راهبردی منسجم، توسعه آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی نمی‌تواند به‌صورت پایدار و اثربخش تحقق یابد.^۸ این وضعیت نشان‌دهنده شکاف دانشی مهمی است؛ به‌ویژه آن‌که پژوهش‌های موجود غالباً گذشته‌نگر بوده و فاقد رویکرد نظام‌مند برای شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های آینده هستند.^{۷-۵}

نبود چارچوب‌های جامع می‌تواند پیامدهای عملی قابل توجهی از جمله تخصیص نامناسب منابع، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های منسوخ، کاهش کیفیت آموزش و در نهایت افزایش خطاهای بالینی ناشی از آمادگی ناکافی فراگیران در پی داشته باشد. به‌عنوان مثال، ادغام هوش مصنوعی در شبیه‌سازی بدون راهبرد مشخص می‌تواند منجر به استفاده غیربهره‌مند از ظرفیت‌های یادگیری شخصی‌سازی‌شده شود.^۹ از این‌رو، تحلیل نظام‌مند روندهای جهانی و طراحی چارچوبی یکپارچه برای هدایت سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی آموزشی و سرمایه‌گذاری فناورانه ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است.

بر این اساس، چارچوب پیشنهادی این مطالعه با هدف شناسایی پیشران‌های کلیدی، تحلیل روندهای جهانی و تبیین پیامدهای آموزشی آینده‌نگر طراحی شده است. این چارچوب افزون بر شناسایی عوامل اثرگذار، راهبردهای پاسخ و انطباق سازمانی را نیز مشخص می‌کند تا بتواند مبنایی برای سیاست‌گذاری، بازنگری برنامه‌های درسی و توسعه زیرساخت‌های آموزشی فراهم آورد. چارچوب حاضر با رویکردی جهانی طراحی شده و در عین حال قابلیت بومی‌سازی در زمینه‌های مختلف، از جمله نظام آموزش پزشکی ایران، را دارد. از این‌رو، مطالعه حاضر با بهره‌گیری از مرور روندهای جهانی و اجماع خبرگان از طریق روش دلفی، به طراحی یک چارچوب آینده‌نگر و شواهدمحور برای آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی در علوم پزشکی می‌پردازد.

روش کار طراحی مطالعه

این پژوهش به صورت یک مطالعه ترکیبی در دو فاز مجزا انجام شد (۱): مطالعه مرور دامنهای (Scoping Review) و تحلیل روندهای جهانی به منظور شناسایی الگوها و پیشرانهای جهانی در آموزش علوم پزشکی مبتنی بر شبیه سازی و (۲) مطالعه دلفی برای اعتبارسنجی یافته ها و توسعه چارچوب پیشنهادی. انتخاب این رویکرد به دلیل ماهیت چارچوب محور پژوهش و ضرورت ترکیب شواهد موجود با اجماع خبرگان صورت گرفت.

فاز اول: تحلیل روندهای جهانی

این بخش بر اساس دستورالعمل PRISMA-ScR انجام شد. جستجوی نظام مند در پایگاه های اطلاعاتی PubMed، Embase، Web of Science، Scopus و موتور

جستجوی Google Scholar در بازه زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵ میلادی انجام گرفت. علاوه بر این، جستجوی منابع خاکستری (Gray Literature) شامل گزارش های سیاستی سازمان های بین المللی (مانند WHO و World Federation for Medical Education) و مرور منابع فهرست منابع مقالات منتخب نیز انجام شد. کلیدواژه های جستجو از مطالعه منابع اطلاعاتی مرتبط و نظر متخصصین آموزش علوم پزشکی استخراج شد. راهبرد جستجو با استفاده از ترکیب اصطلاحات کنترل شده (MeSH و Emtree) و کلیدواژه های آزاد استخراج شده تدوین گردید و از عملگرهای بولی (AND، OR، NOT) برای ترکیب واژه ها استفاده شد. یک متخصص حوزه کتابداری و اطلاع رسانی پزشکی نیز استراتژی جستجوی را تایید نمود. استراتژی جستجو در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. استراتژی جستجو در پایگاه های اطلاعاتی

فیلترها / محدودیت ها	بازه زمانی	راهبرد جستجو	پایگاه اطلاعاتی
Humans; English; Article/Review	2015–2025	("Education, Medical"[MeSH] OR "Simulation Training"[MeSH] OR "Patient Simulation"[MeSH] OR "simulation-based education"[Title/Abstract] OR "medical simulation"[Title/Abstract] OR "clinical simulation"[Title/Abstract]) AND ("Education, Professional"[MeSH] OR "Health Occupations Education"[MeSH] OR "medical education"[Title/Abstract] OR "health professions education"[Title/Abstract] OR training[Title/Abstract]) AND ("Forecasting"[MeSH] OR innovation[Title/Abstract] OR "future trends"[Title/Abstract] OR "emerging technologies"[Title/Abstract] OR foresight[Title/Abstract])	PubMed
Document type: Article, Review; Subject area: Medicine, Health	2015–2025	TITLE-ABS-KEY (("simulation-based education" OR "medical simulation" OR "clinical simulation") AND ("medical education" OR "health professions education" OR training) AND ("future trends" OR "emerging technologies" OR foresight OR innovation))	Scopus
Document types: Article, Review	2015–2025	TS= (("simulation-based education" OR "medical simulation" OR "clinical simulation") AND ("medical education" OR "health professions education" OR training) AND ("future trends" OR "emerging technologies" OR foresight OR innovation))	Web of Science (Core Collection)
Humans; Article, Review; English	2015–2025	('simulation training'/exp OR 'patient simulation'/exp OR 'simulation-based education':ti,ab OR 'medical simulation':ti,ab OR 'clinical simulation':ti,ab) AND ('medical education'/exp OR 'health care education'/exp OR training:ti,ab) AND ('forecasting'/exp OR 'innovation'/exp OR 'emerging technology'/exp OR 'future trends':ti,ab OR foresight:ti,ab)	Embase
Custom date range	2015–2025	("simulation-based education" OR "medical simulation" OR "clinical simulation") AND ("medical education" OR "health professions education") AND ("future trends" OR "emerging technologies" OR foresight OR innovation)	Google Scholar

اطلاعات سلامت که با چالش های ناشی از تحولات سریع فناوری (مانند هوش مصنوعی، واقعیت توسعه یافته و متاورس)، تغییرات نسلی یادگیرندگان و فقدان

PICO

P (Population / Problem): نظام های آموزش علوم پزشکی، مراکز شبیه سازی، سیاست گذاران آموزشی، اعضای هیئت علمی و متخصصان حوزه آموزش پزشکی و فناوری

داده‌های استخراج‌شده شامل مشخصات مطالعه (نویسنده، سال، کشور)، حوزه کاربرد، فناوری یا روند مورد اشاره، و پیامدهای آموزشی گزارش‌شده بودند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel ویرایش ۲۰۱۹ و با روش‌های آماری علم سنجی به صورت موضوعی تجزیه و تحلیل شدند و مجموعه‌ای از روندها و پیشران‌های کلیدی استخراج گردیدند.

فاز دوم: مطالعه دلفی نمونه و شرکت‌کنندگان

در این فاز از روش دلفی کلاسیک سه‌مرحله‌ای استفاده شد تا اجماع ساخت یافته و بدون سوگیری حاصل شود. شرکت‌کنندگان شامل ۲۵ نفر از خبرگان دانشگاهی، سیاست‌گذاران آموزشی، متخصصان انفورماتیک پزشکی، فناوری اطلاعات سلامت و آموزش پزشکی بودند که بر اساس معیارهای دقیق و هدفمند انتخاب شدند تا پوشش مناسب تخصص‌ها و تنوع دیدگاه‌ها تامین گردد. دارا بودن حداقل ۵ سال سابقه فعالیت در یکی از حوزه‌های مرتبط و داشتن حداقل سه مقاله یا پروژه معتبر در زمینه آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی در حوزه علوم پزشکی از معیارهای انتخاب شرکت‌کنندگان بودند.

برای جلوگیری از اثر هالو، که می‌تواند منجر به سوگیری در ارزیابی بر اساس شهرت کلی افراد شود، از روش انتخاب ناشناس و چندمرحله‌ای استفاده گردید. ابتدا فهرستی از ۵۰ متخصص بالقوه از طریق جستجوی پایگاه‌های داده مانند PubMed، Scopus و Google Scholar شناسایی شد. سپس، با استفاده از روش نمونه‌گیری گلوله‌برفی، متخصصان اولیه پیشنهادهایی برای افراد دیگر ارائه دادند، اما انتخاب نهایی بر اساس ارزیابی مستقل رزومه‌ها توسط دو پژوهشگر مستقل انجام گرفت تا تمرکز بر تخصص خاص حوزه (نه شهرت عمومی) حفظ شود.

مراحل دلفی

در هر راند، پرسش‌نامه‌ها به صورت الکترونیکی (از طریق پلتفرم Google Doc) توزیع شدند و شرکت‌کنندگان به طور ناشناس به آن‌ها پاسخ دادند تا اثر سلطه کاهش یابد. علاوه بر ارزیابی اهمیت و احتمال وقوع، معیارهای تأثیر، اهرمی بودن و قابلیت تأثیرگذاری نیز برای شناسایی

چارچوب‌های آینده‌نگر و یکپارچه برای توسعه آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی مواجهه هستند.

I (Intervention): طراحی و اعتبارسنجی یک چارچوب سه‌لایه‌ای آینده‌نگر برای آموزش علوم پزشکی مبتنی بر شبیه‌سازی، از طریق ترکیب تحلیل نظام‌مند روندهای جهانی (مرور دامنه‌ای مقالات و اسناد ۲۰۱۵-۲۰۲۵) و اجماع خبرگان با روش دلفی سه‌مرحله‌ای (۲۵ خبره).

C (Comparison): رویکردهای موجود و پراکنده در آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی که عمدتاً بر ارزیابی اثربخشی کوتاه‌مدت یا میان‌مدت فناوری‌ها تمرکز دارند و فاقد چارچوب جامع، استراتژیک و آینده‌نگر برای هدایت سیاست‌گذاری، توسعه زیرساخت‌ها، بازآموزی هیئت علمی و بازنگری برنامه درسی هستند.

O (Outcome): توسعه یک چارچوب سه‌لایه‌ای معتبر (لایه روندها و پیشران‌های جهانی؛ لایه راهبردهای پاسخ و انطباق سازمانی؛ لایه پیامدهای آینده‌نگر آموزشی) که به عنوان نقشه راه عملی برای دانشگاه‌ها، مراکز شبیه‌سازی و سیاست‌گذاران عمل کند و منجر به افزایش اثربخشی آموزشی، بهبود آمادگی بالینی فراگیران، کاهش خطاهای پزشکی و ارتقای چابکی نظام آموزشی در برابر تحولات فناورانه شود.

معیارهای ورود و خروج

- معیارهای ورود: مقالات اصیل، مروری، و گزارش‌های سیاستی که به روندهای نوظهور، فناوری‌های جدید یا آینده‌پژوهی در آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی در حوزه علوم پزشکی پرداخته بودند.

- معیارهای خروج: مقالات بدون دسترسی به متن کامل، مقالات تکراری، و پژوهش‌هایی که به موضوعاتی به غیر از روندهای نوظهور، فناوری‌های جدید یا آینده‌پژوهی در آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی و در حوزه‌های به غیر از آموزش علوم پزشکی پرداخته بودند.

غربالگری و استخراج داده‌ها

مقالات استخراج شده وارد نرم‌افزار End Note گردیدند. بعد از حذف مقالات تکراری، سه پژوهشگر مستقل فرایند غربالگری عنوان و چکیده، و سپس متن کامل را انجام دادند. اختلاف‌نظرها با داوری پژوهشگر چهارم رفع شد.

پیشران‌های کلیدی گنجانده شد. این معیارها بر اساس مقیاس لیکرت ۵ درجه‌ای (۱=کمترین تا ۵=بیشترین) ارزیابی گردیدند تا ابعاد چندگانه پوشش داده شود.

• **راند اول:** فهرست اولیه روندها و پیشران‌های شناسایی‌شده از فاز اول مطالعه، در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گرفت. از آنان خواسته شد تا میزان اهمیت، احتمال وقوع، تأثیر، اهرمی بودن و قابلیت تأثیرگذاری هر عامل را ارزیابی کنند. همچنین، بخش کیفی باز برای پیشنهاد عوامل جدید یا توضیحات اضافی در نظر گرفته شد تا اطمینان حاصل شود که پرسشنامه محدودکننده نبوده و دیدگاه‌های جامع جمع‌آوری گردد.

• **راند دوم:** نتایج راند اول، شامل آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار و درصد توافق) برای هر معیار، به همراه بازخوردهای ناشناس کیفی، در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گرفت. آنان فرصت داشتند پاسخ‌های خود را بر اساس این اطلاعات اصلاح یا تکمیل کنند، که این مرحله برای دستیابی به اجماع اولیه طراحی شد.

• **راند سوم:** عوامل و روندهایی که در راند دوم به اجماع نرسیده بودند (یعنی انحراف معیار بیش از ۱ یا درصد توافق کمتر از ۷۰ درصد)، مجدداً ارزیابی شدند. در پایان، تنها مؤلفه‌هایی وارد چارچوب نهایی گردیدند که شاخص نسبت اعتبار محتوا (Content Validity Ratio; CVR) بالاتر از ۳/۵ و میانگین امتیاز بالاتر از ۳/۵ را در تمامی معیارها (اهمیت، احتمال، تأثیر، اهرمی بودن و قابلیت تأثیرگذاری) کسب کرده بودند. آستانه اجماع بر اساس معیارهای استاندارد دلفی (توافق حداقل ۷۰ درصدی) تعیین گردید.

تحلیل داده‌ها

داده‌های استخراج‌شده در مرحله مرور دامنه، پس از غربالگری به وسیله نرم افزار End Note 5، در نرم افزار Excel 2019 سازمان‌دهی شدند. تحلیل داده‌ها با رویکرد علم‌سنجی و تحلیل موضوعی انجام شد و مطالعات بر اساس ویژگی‌های کتاب‌شناختی، حوزه‌های کاربرد، فناوری‌ها و روندهای مورد بررسی و پیامدهای آموزشی طبقه‌بندی شدند. در نهایت، با بررسی فراوانی و الگوهای تکرارشونده میان مطالعات، موضوعات، روندها و پیشران‌های کلیدی در حوزه مورد مطالعه شناسایی و استخراج گردیدند.

داده‌های کمی حاصل از فرآیند دلفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ تجزیه و تحلیل شدند. آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار و درصد توافق) برای هر معیار محاسبه گردید و CVR برای ارزیابی اعتبار محتوایی به‌کار گرفته شد. برای شناسایی مولفه‌های کلیدی، از تحلیل اهرمی بودن و قابلیت تأثیرگذاری استفاده شد؛ به این ترتیب که عوامل با امتیاز میانگین بالای ۳/۵ در این معیارها به‌عنوان مولفه‌های محوری طبقه‌بندی گردیدند.

داده‌های کیفی (نظرات باز شرکت‌کنندگان) با استفاده از نرم‌افزار NVivo نسخه ۱۲ تحلیل گردیدند. تحلیل داده‌ها بر اساس رویکرد تحلیل محتوای کیفی متعارف (Conventional Content Analysis) انجام شد. فرآیند تحلیل شامل مراحل زیر بود:

۱. آماده‌سازی و آشنایی عمیق با داده‌ها از طریق خواندن مکرر متون و استخراج واحدهای معنایی؛
۲. کدگذاری اولیه با برچسب‌گذاری واحدهای معنایی مرتبط؛

۳. تجمیع کدهای مشابه و تشکیل مقوله‌های فرعی و اصلی بر اساس شباهت‌های مفهومی؛

۴. استخراج و یکپارچه‌سازی تم‌های نهایی به‌منظور تبیین الگوهای مفهومی و ادغام آن‌ها در چارچوب پیشنهادی پژوهش.

دو پژوهشگر به‌صورت مستقل فرآیند کدگذاری و دسته‌بندی داده‌ها را انجام دادند و اختلافات از طریق بحث و دستیابی به توافق حل شد. برای افزایش اعتبار و پایایی تحلیل، از راهبردهای اطمینان‌پذیری شامل مقایسه یافته‌های کیفی با نتایج کمی دلفی (روش مثلث‌سازی داده‌ها)، ارسال خلاصه تم‌ها به شرکت‌کنندگان جهت تأیید (Member Checking) و محاسبه ضریب توافق بین‌کدگذاران با استفاده از ضریب کاپا ($\kappa > 0.80$) نشان‌دهنده توافق قوی) استفاده گردید. همچنین، مستندسازی دقیق مراحل تحلیل به‌عنوان ممیزی پژوهش (Audit Trail) حفظ شد تا شفافیت و قابلیت بازبینی فرآیند تضمین شود.

نحوه تلفیق یافته‌های کمی و کیفی بر اساس رویکرد روش‌های ترکیبی از نوع ادغام انجام گرفت. ابتدا داده‌های کمی برای اولویت‌بندی مولفه‌ها استفاده شد، سپس داده‌های کیفی برای غنی‌سازی و توضیح این اولویت‌ها ادغام گردیدند. برای مثال، تم‌های کیفی با امتیازهای کمی

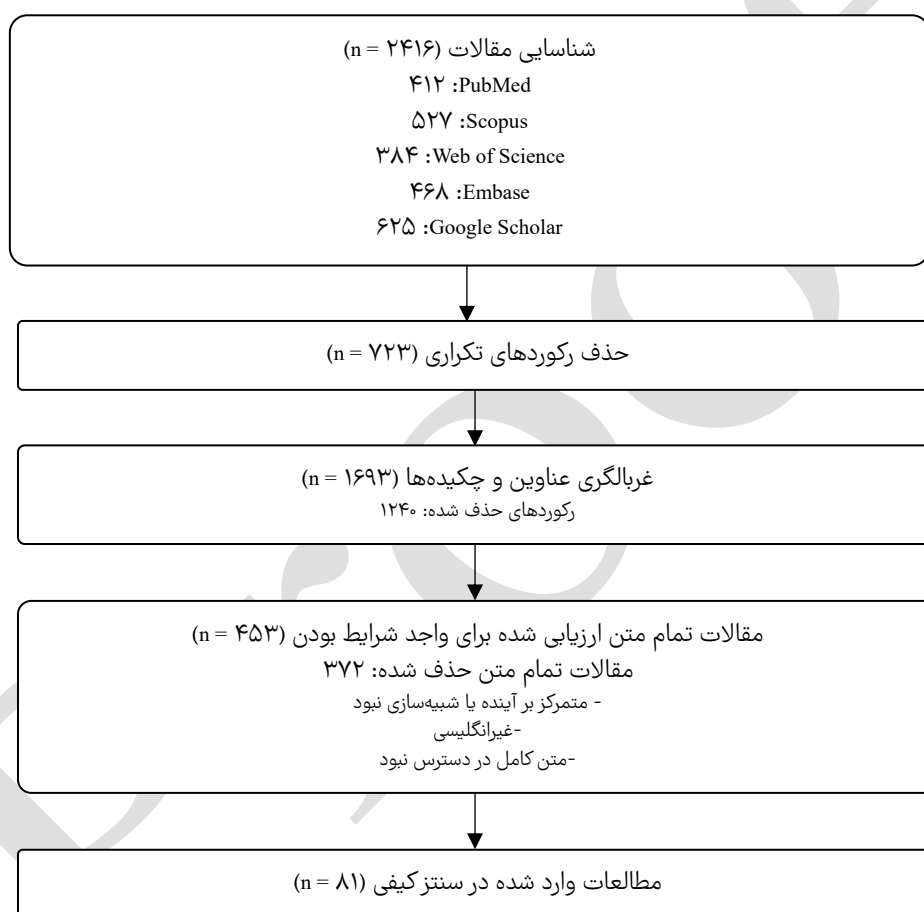
ترکیب شدند تا لایه‌های چارچوب مفهومی شکل گیرد. در نهایت، این ادغام منجر به طراحی چارچوب مفهومی سه‌لایه‌ای برای آموزش در علوم پزشکی مبتنی بر شبیه‌سازی گردید.

یافته‌ها

تحلیل روندهای جهانی

در مرحله جستجو، مجموعاً ۲۴۱۶ مقاله شناسایی شد. پس از حذف ۷۲۳ مورد تکراری، تعداد ۱۶۹۳ مقاله برای

غربالگری عنوان و چکیده باقی ماند. در این مرحله، ۱۲۴۰ مقاله به دلیل عدم ارتباط موضوعی کنار گذاشته شد و ۴۵۳ مقاله برای بررسی متن کامل انتخاب شدند. در غربالگری متن کامل، ۳۷۲ مقاله به دلیل عدم تطابق با معیارهای ورود حذف شد. در نهایت، ۸۱ مقاله وارد مرحله استخراج داده‌ها و تحلیل موضوعی شدند (شکل ۱). این ۸۱ مقاله شامل ۵۲ مقاله پژوهشی اصلی، ۱۸ مرور روایتی یا نظام‌مند، و ۱۱ گزارش سیاستی یا سند راهبردی از سازمان‌های بین‌المللی بودند.



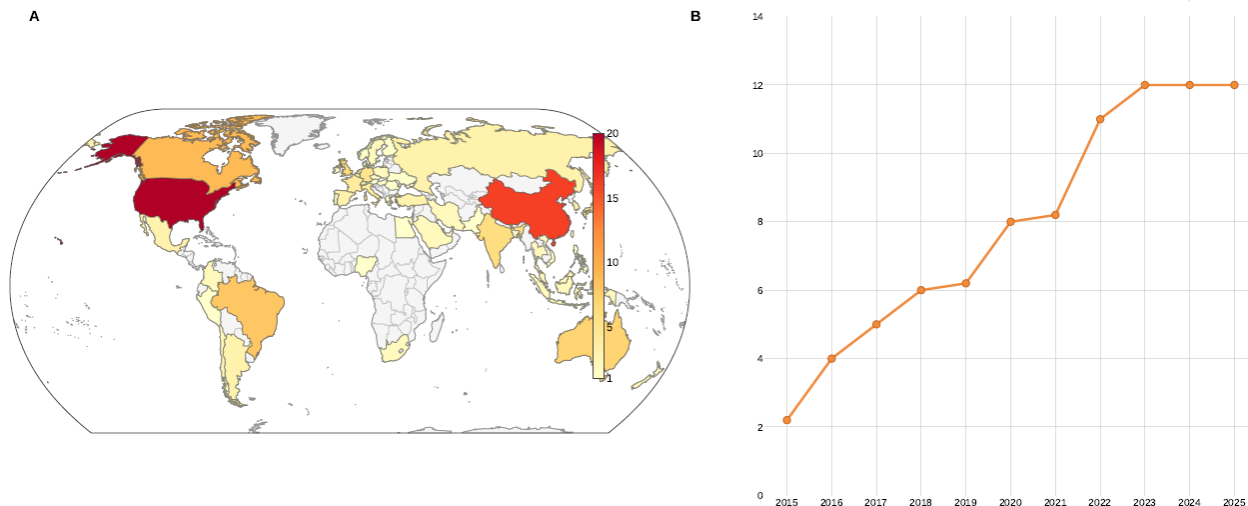
شکل ۱. نمودار PRISMA برای انتخاب مقالات

شکل ۲ نمایی ترکیبی از توزیع جغرافیایی و روند زمانی مقالات مرتبط با آموزش علوم پزشکی مبتنی بر شبیه‌سازی را ارائه می‌دهد. کشورهای ایالات متحده، چین و استرالیا بیشترین حجم تولیدات علمی را در زمینه آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی داشته‌اند. این الگو بیانگر تمرکز فعالیت‌های پژوهشی در کشورهایی با زیرساخت‌های پیشرفته آموزشی و پژوهشی است. همچنین، حضور کشورهای با درآمد

متوسط (کانادا، کره جنوبی، آلمان، هند، برزیل و ایران) در این نقشه نشان‌دهنده گسترش تدریجی این رویکرد آموزشی در سطح جهانی است. داده‌ها نشان‌دهنده افزایش پیوسته و معنادار در تعداد مقالات هستند، به‌ویژه در سال‌های ۲۰۱۷، ۲۰۱۹ و ۲۰۲۱ که جهش‌های قابل توجهی مشاهده می‌شود. از سال ۲۰۲۱ به بعد، این روند به حالت تثبیت‌شده رسیده و در سطح نسبتاً بالایی باقی مانده

آموزشی)، ۲۲ درصد مرورهای روایتی یا نظام‌مند، و ۱۴ درصد گزارش‌های سیاستی یا اسناد راهبردی سازمان‌های بین‌المللی (از جمله WHO و WFME) بودند.

است. از نظر نوع طراحی پژوهش‌ها، حدود ۶۴ درصد از مطالعات در قالب مقالات پژوهشی تجربی (شامل مطالعات مداخله‌ای، ارزیابی اثربخشی یا مدل‌سازی



شکل ۲. توزیع جهانی و روند زمانی مقالات در حوزه آموزش پزشکی مبتنی بر شبیه‌سازی از ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵

در زمینه تأثیر فناوری‌های فراگیر، مروری بر متون نشان داد که مطالعات تجربی و مروری متعدد گزارش داده‌اند که استفاده از واقعیت مجازی، واقعیت افزوده، و واقعیت ترکیبی در آموزش مهارت‌های فنی و عملی بالینی اغلب با بهبود نتایج مهارتی، تسریع یادگیری و افزایش اعتماد به نفس فراگیران همراه بوده است؛ با این حال، مقالات نیز بر وجود خلأهایی در زمینه تعیین معیارهای اقتصادی، استانداردهای طراحی آموزشی و شواهد بلندمدت اثربخشی تأکید کرده‌اند. نقش هوش مصنوعی در متون شناسایی شده به صورت رو به رشد گزارش شد؛ متون اخیر کاربردهای هوش مصنوعی را در طراحی سناریوهای پویا، شخصی‌سازی مسیر یادگیری، تحلیل رفتار یادگیرنده و خودکارسازی بازخورد گزارش کرده‌اند، در حالی که مطالعات یادآور شده‌اند که چارچوب‌های اخلاقی، شفافیت الگوریتمی و آموزش سواد مصنوعی برای هیأت علمی الزامی است.

همچنین نتایج نشان داد که بیشترین تکرار و اهتمام در ادبیات به «فناوری‌های نوظهور» و «ارزیابی مبتنی بر داده» اختصاص دارد (بیش از نیمی از مقالات مورد بررسی به صورت مستقیم به یکی از این دو محور پرداخته‌اند). «توسعه نیروی انسانی آموزشی»، «عدالت در دسترسی به فناوری»، «ملاحظات اخلاقی-قانونی» و «ادغام آموزش

تجزیه و تحلیل داده‌های استخراج‌شده نشان داد که ادبیات مربوط به آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی در حوزه علوم پزشکی عمدتاً حول چند خوشه محوری سازمان‌دهی شده است: (۱) فناوری‌های نوظهور شامل واقعیت مجازی، واقعیت افزوده، واقعیت ترکیبی، هوش مصنوعی و متاورس (۵۸ درصد، ۴۷ مقاله)، (۲) رویکردهای داده‌محور و ارزیابی مبتنی بر داده (۵۲ درصد، ۴۲ مقاله)، (۳) نیاز به توسعه توانمندی هیأت علمی و تحول برنامه‌های درسی (۳۸ درصد، ۳۱ مقاله)، (۴) یادگیری شخصی‌سازی شده و تطبیقی (۳۳ درصد، ۲۷ مقاله)، (۵) آموزش بین حرفه‌ای و تیم‌محور (۲۹ درصد، ۲۳ مقاله)، و (۶) مسائل اخلاقی، حقوقی و حاکمیتی (۲۵ درصد، ۲۰ مقاله) که استفاده از فناوری‌های نوین در آموزش را همراهی می‌کنند. این خوشه‌بندی با نتایج مرورها و تحلیل‌های اخیر در حوزه شبیه‌سازی و فناوری آموزشی سازگار است.

در بررسی روند زمانی، خوشه فناوری‌های نوظهور و رویکردهای داده‌محور بیشترین رشد را در سال‌های اخیر (۲۰۲۱ تا ۲۰۲۵) نشان دادند، به طوری که ۷۲ درصد از مقالات منتشرشده در این دوره به این دو خوشه اختصاص داشت، در حالی که خوشه‌های مسائل اخلاقی و آموزش بین حرفه‌ای عمدتاً در سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ برجسته بودند (۴۵ درصد از مقالات آن دوره).

بین حرفه‌ای» نیز به عنوان محورهای تکرارشونده در متون برجسته شدند. این نتایج همگام با تحلیل‌های سیستمی

آخر درباره جهت‌گیری پژوهش در شبیه‌سازی است (شکل ۳).



شکل ۳. ابرکلمات: مفاهیم کلیدی در آموزش پزشکی مبتنی بر شبیه‌سازی

مطالعه دلفی

در فاز دلفی، ۲۵ نفر از خبرگان منتخب شرکت کردند که ویژگی‌های دموگرافیک آنان در جدول ۲ ارائه شده است. ترکیب متنوع خبرگان از نظر جنسیت، سابقه، تخصص،

مرتبه علمی و پیشینه حرفه‌ای، امکان دستیابی به دیدگاه‌های جامع و چندبُعدی را در فرآیند دلفی فراهم ساخت و اعتبار اجماع نهایی را تقویت کرد.

جدول ۲. ویژگی‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان در فاز دلفی

متغیر	طبقه‌بندی	درصد (%)	تعداد (n)
جنسیت	مرد	۶۰	۱۵
	زن	۴۰	۱۰
سن (سال)	انحراف معیار $\pm$ میانگین	—	۴۴/۲ $\pm$ ۶/۸
	دامنه	—	۳۲-۵۸
مرتبه علمی	دانشیار	۴۸	۱۲
	استادیار	۳۶	۹
	استاد تمام	۱۶	۴
	آموزش پزشکی	۳۲	۸
حوزه تخصصی			

متغیر	طبقه‌بندی	درصد (%)	تعداد (n)
سابقه فعالیت در حوزه شبیه‌سازی آموزشی (سال)	فناوری اطلاعات سلامت و انفورماتیک پزشکی	۲۸	۷
	پزشکی بالینی	۲۴	۶
	مدیریت و سیاست‌گذاری آموزشی	۱۶	۴
	انحراف معیار $\pm$ میانگین	—	10.7 ± 2.4
محل خدمت	دانشگاه‌های علوم پزشکی دولتی	۶۴	۱۶
	مراکز آموزشی و پژوهشی خصوصی	۲۴	۶
	نهادهای سیاست‌گذاری و سازمان‌های مرتبط	۱۲	۳

مؤلفه‌های کلیدی براساس میانگین امتیاز و CVR تعیین شد که در جدول ۳ ارائه شده است. مقایسه شواهد ادبیات با نظرات خبرگان در فاز دلفی نشان‌دهنده همخوانی قابل توجه بود و هیچ تناقض معناداری مشاهده نشد؛ برای مثال، هر دو منبع بر اولویت فناوری‌های نوظهور و داده‌محوری تأکید داشتند، با این تفاوت که خبرگان جنبه‌های عملیاتی (مانند پشتیبان اجرایی) را بیشتر برجسته کردند، که این مکمل بودن، اعتبار چارچوب نهایی را تقویت می‌کند.

تعداد شرکت کنندگان در هر راند ۲۵ نفر و نرخ پاسخ در سه راند به ترتیب ۱۰۰ درصد (راند ۱)، ۹۲ درصد (راند ۲) و ۸۸ درصد (راند ۳) بود. پس از سه راند دلفی و محاسبه شاخص نسبت اعتبار محتوا (CVR) بر مبنای روش Lawshe، آیت‌م‌هایی که معیار حداقلی CVR متناسب با اندازه پیل ($0.37 <$) و میانگین امتیاز بالاتر از $3/5$ را کسب کردند، برای ورود به چارچوب نهایی پذیرفته شدند؛ در نهایت اجماع بر ۹ مؤلفه کلیدی حاصل شد که پایه‌های چارچوب سه‌لایه نهایی را تشکیل دادند. اولویت و توالی

جدول ۳. نتایج کمی مطالعه دلفی (میانگین، انحراف معیار و CVR مؤلفه‌های پذیرفته‌شده)

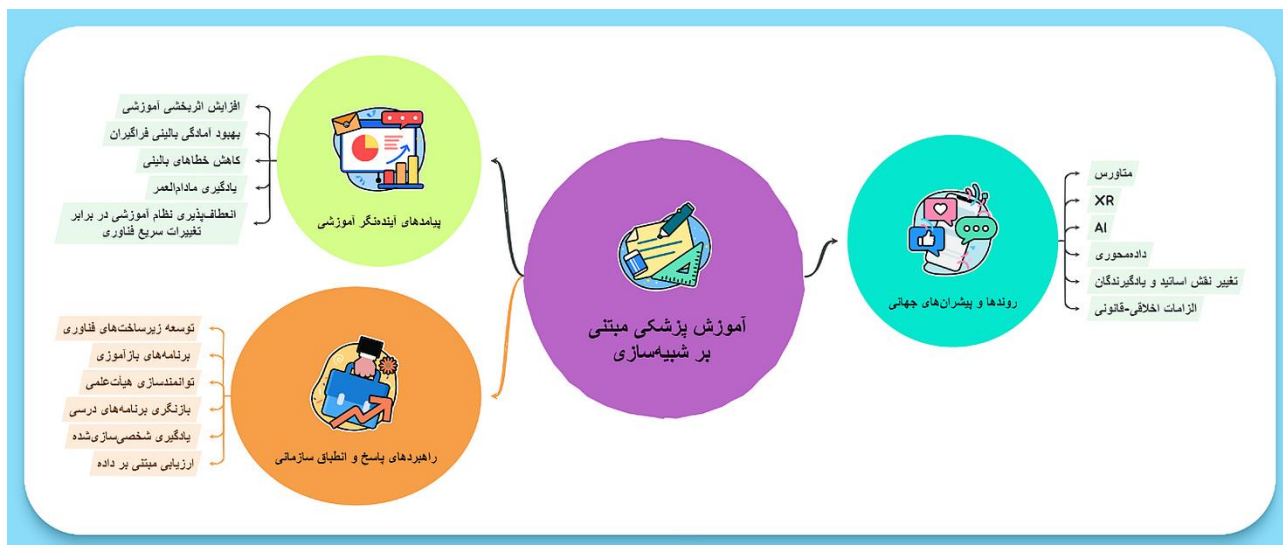
ردیف	مؤلفه کلیدی	وضعیت نهایی	CVR	درصد توافق (%)	انحراف معیار	میانگین امتیاز
۱	تحول فناوری (XR، AI، متاورس)	پذیرفته شد	۰/۸۴	۸۹/۳۲	۰/۴۲	۴/۶
۲	رویکرد داده‌محور و ارزیابی مبتنی بر داده	پذیرفته شد	۰/۸۰	۸۶/۶۵	۰/۴۷	۴/۵
۳	تغییر نقش هیأت‌علمی و توسعه مهارت‌های دیجیتال	پذیرفته شد	۰/۷۶	۸۱/۲۱	۰/۵۱	۴/۳
۴	یادگیری شخصی‌سازی‌شده و تطبیقی	پذیرفته شد	۰/۷۴	۸۲/۵۴	۰/۵۴	۴/۲
۵	الزامات اخلاقی و قانونی	پذیرفته شد	۰/۷۲	۸۳/۲۱	۰/۴۹	۴/۱
۶	گسترش آموزش بین‌حرفه‌ای و تیم‌محور	پذیرفته شد	۰/۷۰	۸۰/۲۳	۰/۵۷	۴/۰
۷	بازنگری برنامه درسی و ادغام شبیه‌سازی	پذیرفته شد	۰/۶۹	۷۹/۶۹	۰/۶۱	۳/۹
۸	توسعه زیرساخت‌ها و منابع فناورانه	پذیرفته شد	۰/۶۶	۷۹/۹۵	۰/۵۹	۳/۸
۹	شاخص‌های ارزیابی اثربخشی و آمادگی بالینی	پذیرفته شد	۰/۶۴	۸۰/۶۳	۰/۶۳	۳/۷

• **لایه ۲- راهبردهای پاسخ و انطباق سازمانی:** شامل (۱) توسعه زیرساخت‌های فناوری، (۲) برنامه‌های بازآموزی و توانمندسازی هیأت‌علمی، (۳) بازنگری برنامه‌های درسی و طراحی مسیرهای یادگیری شخصی‌سازی‌شده و (۴) ارزیابی مبتنی بر داده. این لایه تدابیر عملیاتی و مدیریتی لازم برای بهره‌گیری از پیشران‌های لایه اول را مشخص می‌سازد.

• **لایه ۳- پیامدهای آینده‌نگر آموزشی:** پیامدهای مورد انتظار شامل (۱) افزایش اثربخشی آموزشی، (۲) بهبود آمادگی بالینی فراگیران، (۳) کاهش خطاهای بالینی در عمل، (۴) تحقق یادگیری مادام‌العمر و (۵) انعطاف‌پذیری نظام آموزشی در برابر تغییرات سریع فناوری است.

با تلفیق یافته‌های فاز اول و دوم مطالعه، چارچوب سه‌لایه‌ای پیشنهادی طراحی شد که سه حوزه مجزا اما مرتبط را پوشش می‌دهد (شکل ۴):

• **لایه ۱- روندها و پیشران‌های جهانی:** شامل (۱) فناوری (هوش مصنوعی/ واقعیت مجازی، واقعیت افزوده، واقعیت ترکیبی/ متاورس)، (۲) داده‌محوری، (۳) تغییر نقش اساتید و یادگیرندگان، و (۴) الزامات اخلاقی- قانونی. شواهد ادبیات نشان می‌دهد این پیشران‌ها بیشترین شانس تأثیر عمیق بر ساختارها و روش‌های یاددهی- یادگیری در دهه آتی را دارند.



شکل ۴. چارچوب پیشنهادی آموزش در علوم پزشکی مبتنی بر شبیه‌سازی

یافته‌های این مطالعه، که بر پایه تحلیل نظام‌مند روندهای جهانی و اعتبارسنجی از طریق دلفی سه‌مرحله‌ای استوار است، نشان می‌دهد آینده آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی در علوم پزشکی تحت تأثیر مجموعه‌ای از پیش‌بینی‌های به هم پیوسته قرار دارد؛ از جمله فناوری‌های نوظهور، رویکردهای داده‌محور، تغییرات نسلی در نقش اساتید و یادگیرندگان، یادگیری شخصی‌سازی شده، الزامات اخلاقی- قانونی و گسترش آموزش بین‌حرفه‌ای. این پیش‌بینی‌ها از تحلیل ۸۱ منبع بین‌المللی استخراج و سپس با اجماع ۲۵ خبره در سه راند دلفی اولویت‌بندی شدند و در نهایت به طراحی یک چارچوب سه‌لایه‌ای انجامید که شامل: (۱) پیش‌بینی‌های جهانی، (۲) راهبردهای پاسخ و انطباق سازمانی، و (۳) پیامدهای آموزشی آینده‌نگر است. این ساختار سه‌سطحی، مطالعه حاضر را از پژوهش‌هایی که صرفاً بر اثربخشی فناوری‌ها تمرکز دارند متمایز می‌سازد و ابعاد انسانی و سازمانی را در کنار تحولات فناورانه ادغام می‌کند.

در حوزه فناوری‌های نوین، مطالعات لطیف (Lateef)، کوک (Cook) و همکاران، و آلینیر (Alinier) نشان داده‌اند که به‌کارگیری فناوری‌هایی نظیر واقعیت مجازی و افزوده موجب ارتقای مهارت‌های فنی، افزایش اعتماد به نفس و بهبود یادگیری تعاملی می‌شود.^{۱۰-۱۲} با این حال، یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که تمرکز صرف بر فناوری، بدون ادغام آن در یک اکوسیستم داده‌محور و بدون بازآموزی نظام‌مند اعضای هیأت علمی، می‌تواند منجر به

تحلیل ثانویه پیش‌بینی‌های کلیدی شناسایی شده (مانند فناوری‌های نوظهور، داده‌محوری، تغییر نقش اساتید و یادگیرندگان، و الزامات اخلاقی- قانونی در لایه اول) نشان داد که این پیش‌بینی‌ها نه تنها بر اساس شواهد ادبیات (با تکرار بالا در بیش از ۵۰ درصد مقالات) حمایت می‌شوند، بلکه پشتوانه اجرایی قوی دارند. برای نمونه، پیش‌بینی فناوری‌های نوظهور با پشتوانه اجرایی مانند سرمایه‌گذاری‌های سازمانی (برای نمونه برنامه‌های WHO برای ادغام واقعیت مجازی در آموزش پزشکی) و ابزارهای عملی مانند پلتفرم‌های منبع باز هوش مصنوعی (برای نمونه مدل‌های TensorFlow برای شبیه‌سازی) پشتیبانی می‌شود، که امکان پیاده‌سازی در مقیاس جهانی را فراهم می‌آورد. پیش‌بینی داده‌محوری از طریق سیستم‌های ارزیابی مبتنی بر داده‌های بزرگ (مانند ابزارهای Learning Analytics در دانشگاه‌های پیشرو مانند هاروارد) پشتوانه اجرایی دارد، که مطالعات تجربی نشان‌دهنده کاهش ۲۰-۳۰ درصدی خطاهای آموزشی با استفاده از آن‌ها است. تغییر نقش اساتید با برنامه‌های بازآموزی مداوم (مانند گواهینامه‌های دیجیتال از WFME) و الزامات اخلاقی با چارچوب‌های حقوقی مانند GDPR در اتحادیه اروپا حمایت می‌شوند، که این پشتوانه‌ها بر اساس تحلیل محتوای ۸۱ مقاله و اجماع دلفی (با میانگین CVR بالای ۷۵٪ برای این پیش‌بینی‌ها) تأیید گردیده و ریسک عدم اجرا را به حداقل می‌رسانند.

پیامدهای ناپایدار شود. بسیاری از مطالعات پیشین عمدتاً بر پیامدهای کوتاه‌مدت مهارتی تأکید کرده‌اند، در حالی که چارچوب پیشنهادی ما با برجسته‌سازی یادگیری شخصی‌سازی‌شده و تحلیل داده‌های عملکردی، ظرفیت بالقوه کاهش خطاهای بلندمدت بالینی را مطرح می‌کند. این رویکرد تحلیلی، از سطح توصیف اثربخشی فراتر رفته و به سطح طراحی راهبردی مداخله ارتقا می‌یابد.

نقش فزاینده هوش مصنوعی و تحلیل داده‌ها در آموزش شبیه‌سازی‌شده نیز در ادبیات مورد توجه قرار گرفته است. مطالعات حمودی (Hamoudi) و وو (Wu) و همکاران بر اهمیت طراحی سناریوهای پویا و تحلیل داده‌های یادگیرندگان با استفاده از هوش مصنوعی تأکید کرده‌اند.^{۱۳} یافته‌های مطالعه حاضر با این شواهد همسو است، اما در عین حال بر خلأ مهمی انگشت می‌گذارد: فقدان چارچوب‌های اخلاقی و حاکمیتی می‌تواند به بروز سوگیری الگوریتمی، کاهش شفافیت در ارزیابی عملکرد و خدشه‌دار شدن اعتماد ذی‌نفعان منجر شود. این بُعد انتقادی در بسیاری از مطالعات پیشین کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در چارچوب پیشنهادی، الزامات اخلاقی و قانونی نه به‌عنوان ملاحظات جانبی، بلکه به‌عنوان یکی از پیشران‌های بنیادین آینده آموزش شبیه‌سازی لحاظ شده‌اند.

از منظر روش‌شناختی، ترکیب تحلیل روندهای جهانی با دلفی سه‌مرحله‌ای، به تقویت اعتبار بیرونی و کاربردی‌پذیری چارچوب کمک کرده است. مطالعات هومفری-مورتو و دویت (Humphrey-Murto & De Wit) و سابلاتزکی (Sablatzky) نشان داده‌اند که ادغام شواهد پژوهشی با اجماع خبرگان می‌تواند در طراحی مدل‌های سیاستی و راهبردی، اثربخشی بیشتری ایجاد کند.^{۱۶، ۱۵} مطالعه حاضر با افزودن معیارهایی نظیر «اهرم‌بودن» و «قابلیت تأثیرگذاری اجرایی» به فرآیند اولویت‌بندی دلفی، از رویکردهای کلاسیک فراتر رفته و تحلیلی چندبعدی ارائه داده است. به‌طور مشخص، نشان داده شد که پیشران‌هایی مانند داده‌محوری، در صورت برخورداری از زیرساخت‌های تحلیل یادگیری (Learning Analytics)، می‌توانند احتمال موفقیت اجرا را افزایش داده و ریسک شکست مداخلات فناورانه را کاهش دهند. این سطح از تحلیل، محدودیت رویکردهای مبتنی بر اجماع ساده را تا حدی برطرف می‌کند.

چارچوب سه‌لایه طراحی‌شده با برخی مدل‌های توسعه آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی در کشورهای پیشرفته، از جمله

مطالعه مونشی (Munshi) و همکاران، همخوانی دارد.^{۱۷} با این حال، تحلیل تطبیقی نشان می‌دهد که بسیاری از چارچوب‌های پیشین فاقد لایه‌ای مستقل برای پیامدهای آینده‌نگر بوده‌اند. در مطالعه حاضر، لایه سوم به پیامدهایی مانند ارتقای آمادگی بالینی، افزایش انعطاف‌پذیری نظام آموزشی و بهبود اثربخشی بلندمدت اختصاص یافته است. این پیامدها با شواهد ارائه‌شده توسط مک‌گای (McGaghie) و همکاران و نیز موتولا (Motola) و همکاران درباره تأثیر شبیه‌سازی بر عملکرد بالینی و کاهش خطاهای پزشکی همسو است.^{۱۸، ۱۹} با این وجود، چارچوب حاضر امکان ارزیابی نظام‌مند و بلندمدت این پیامدها را در پیوند با راهبردهای سازمانی فراهم می‌سازد.

یکی از یافته‌های کلیدی مطالعه حاضر، تأکید بر هم‌افزایی میان فناوری، داده‌محوری و عامل انسانی است. در حالی که برخی مطالعات مانند مارتین (Martin) و همکاران بیشتر بر اثربخشی فناوری تمرکز داشته‌اند.^{۲۰} یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که بدون تحول سازمانی، بازآموزی هیأت علمی و بازنگری برنامه‌های درسی، بهره‌برداری کامل از ظرفیت شبیه‌سازی محقق نخواهد شد. این نتیجه با دیدگاه کوپر (Cooper) درباره طراحی آینده‌نگر آموزش پزشکی هم‌راستا است.^{۲۱} افزون بر این، توجه به تغییرات نسلی - به‌ویژه گرایش نسل‌های جدید به یادگیری دیجیتال و تعاملی - در چارچوب حاضر به‌عنوان یک پیشران مستقل لحاظ شده است؛ موضوعی که در ادبیات پیشین کمتر به‌صورت نظام‌مند تحلیل گردیده است.

در حوزه اخلاق و قانون‌گذاری، یافته‌های ما با نگرانی‌های مطرح‌شده در مطالعات تیلالا (Tilala) و همکاران و ویلت (Wilt) همخوانی دارد.^{۲۲، ۲۳} با این حال، چارچوب حاضر با ارتقای این الزامات به سطح راهبردی نشان می‌دهد که چارچوب‌های اخلاقی می‌توانند نقش اهرمی در افزایش اعتماد عمومی، پذیرش فناوری و مشروعیت نهادی ایفا کنند. این رویکرد از نگاه صرفاً حقوقی فراتر رفته و اخلاق را به‌عنوان یک مؤلفه راهبردی در حکمرانی آموزشی مطرح می‌کند.

از منظر نقاط قوت، این مطالعه از چند ویژگی برجسته برخوردار است: (۱) ادغام تحلیل روندهای جهانی با اجماع خبرگان، (۲) طراحی چارچوب سه‌لایه‌ای جامع که پیشران‌ها، راهبردها و پیامدها را به‌صورت یکپارچه ترکیب می‌کند، (۳) تبعیت از استاندارد PRISMA-ScR در مرحله

مرور، و (۴) نرخ پاسخ بالای دلفی (بیش از ۸۸ درصد در راند نهایی) که پایداری اجماع را تقویت می‌کند. این ویژگی‌ها چارچوب را به ابزاری عملی برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی راهبردی تبدیل می‌کند. با این حال، محدودیت‌هایی نیز در مطالعه حاضر وجود داشت. تمرکز پنل دلفی بر خبرگان دانشگاهی ممکن است دیدگاه‌های اجرایی بخش‌های بالینی یا مدیریتی را به‌طور کامل منعکس نکرده باشد. بازه زمانی مرور (۲۰۱۵-۲۰۲۵) احتمالاً برخی روندهای بسیار نوظهور را پوشش نداده است. اندازه پنل (۲۵ نفر)، هر چند مطابق استانداردهای مطالعات دلفی است، ممکن است تنوع جغرافیایی یا بین‌رشته‌ای گسترده‌تری را شامل نشده باشد. همچنین، چارچوب پیشنهادی در محیط‌های واقعی به‌صورت تجربی آزمون نشده و ارزیابی هزینه-اثربخشی اجرای آن انجام نشده است.

بر این اساس، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی بر ارزیابی تجربی چارچوب در محیط‌های واقعی آموزشی، انجام مطالعات طولی برای بررسی تأثیر آن بر کاهش خطاهای بالینی، و تحلیل هزینه-فایده پیاده‌سازی آن در زمینه‌های با منابع محدود تمرکز کنند. همچنین، گسترش پنل‌های بین‌المللی چندرشته‌ای در مطالعات آتی می‌تواند اعتبار بین‌فرهنگی چارچوب را تقویت نماید.

در مجموع، مطالعه حاضر با ارائه چارچوبی آینده‌نگر، چندلایه و مبتنی بر شواهد، گامی فراتر از رویکردهای تک‌بعدی پیشین برداشته و می‌تواند مبنایی راهبردی برای هدایت تحول آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی در علوم پزشکی در سطح ملی و بین‌المللی فراهم آورد.

نتیجه‌گیری

این مطالعه با طراحی چارچوب سه‌لایه‌ای برای آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی در علوم پزشکی، نشان می‌دهد که آینده این رویکرد نیازمند ادغام سیستماتیک فناوری‌های نوظهور، رویکردهای داده‌محور، تغییرات انسانی و الزامات اخلاقی است. این چارچوب نه تنها پیشران‌های جهانی را شناسایی و اولویت‌بندی می‌کند، بلکه راهبردهای سازمانی برای انطباق و پیامدهای آموزشی آینده‌نگر را مشخص می‌سازد، و می‌تواند به عنوان نقشه راهی برای سیاست‌گذاران، دانشگاه‌ها و مراکز شبیه‌سازی عمل کند.

با تأکید بر یادگیری شخصی‌سازی‌شده و آموزش بین‌حرفه‌ای، این مدل قابلیت پاسخگویی به چالش‌های نظام سلامت مانند کمبود منابع و تغییرات نسلی را فراهم می‌آورد و پایه‌ای برای سیاست‌گذاری مبتنی بر شواهد و تحقیقات آینده‌پژوهی می‌شود. در نهایت، پیاده‌سازی این چارچوب می‌تواند به بهبود کیفیت آموزش، کاهش خطاهای بالینی و تقویت آمادگی حرفه‌ای فراگیران منجر شود، و نظام آموزشی را در برابر تحولات سریع فناوری مقاوم سازد.

پیامدهای عملی پژوهش

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که آینده آموزش علوم پزشکی مبتنی بر شبیه‌سازی نیازمند رویکردی نظام‌مند، آینده‌نگر و فناورانه است. چارچوب سه‌لایه ارائه‌شده می‌تواند به عنوان راهنمایی عملی برای دانشگاه‌ها، مراکز شبیه‌سازی و سیاست‌گذاران آموزشی در جهت توسعه زیرساخت‌های فناورانه، بازآموزی هیئت‌علمی، بازنگری برنامه‌های درسی و انطباق نظام آموزشی با تحولات جهانی مورد استفاده قرار گیرد. این چارچوب همچنین می‌تواند مبنایی برای تدوین سیاست‌های ملی آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی و ارتقای آمادگی نظام آموزشی در برابر تغییرات فناورانه آینده باشد.

قدردانی‌ها

نویسندگان از تمامی پژوهشگرانی که آثار علمی و مطالعات منتشرشده آنان در شکل‌گیری شواهد مورد بررسی و سنتز شده در این مطالعه نقش داشته است، و صاحب‌نظران و خبرگانی که با مشارکت ارزشمند خود در فرآیند دلفی، دیدگاه‌ها، تجربیات و تخصص علمی خود را در اختیار پژوهشگران قرار دادند و در غنای علمی و اعتباربخشی به یافته‌های این مطالعه مشارکت کردند کمال تشکر و قدردانی را دارند.

مشارکت پدیدآوران

امیر تراب میاندوآب در ایده‌پردازی و طراحی پژوهش، اجرای مطالعه، تحلیل داده‌ها، نگارش پیش‌نویس اولیه مقاله؛ منصور غفوری‌فرد در مشارکت در طراحی مطالعه، تحلیل و تفسیر داده‌ها، و بازنگری انتقادی نسخه‌های اولیه مقاله؛ سعیده غفاری‌فر در راهنمایی علمی در تمامی مراحل

استفاده از هوش مصنوعی

در تهیه و ویرایش این مقاله، از ابزار هوش مصنوعی ChatGPT (OpenAI) صرفاً برای ویرایش زبانی، بهبود نگارش و روان‌سازی متن استفاده شده است. محتوای علمی، تحلیل داده‌ها، تفسیر یافته‌ها و نتیجه‌گیری‌های مقاله توسط نویسندگان انجام شده و کلیه مطالب و پیشنهادهای ارائه‌شده توسط ابزار هوش مصنوعی، پیش از استفاده، توسط نویسندگان بررسی، راستی‌آزمایی و تأیید نهایی شده‌اند. نویسندگان مسئولیت کامل محتوای علمی و نهایی مقاله را بر عهده دارند.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

پژوهش، نظارت بر فرآیند تحلیل و تفسیر داده‌ها، و ویراستاری نهایی مقاله و سؤگند حبیبی چناران در مشارکت در جستجوی نظام‌مند، غربالگری مقالات، و تدوین بخش مرور نقشه‌ای مشارکت داشته‌اند. تمام نویسندگان نسخه نهایی مقاله را مطالعه و تأیید کرده و مسئولیت صحت و اصالت محتوای علمی آن را بر عهده می‌گیرند.

منابع مالی

پژوهش حاضر حامی مالی نداشت.

ملاحظات اخلاقی

مشارکت خبرگان در مطالعه دلفی داوطلبانه بود و رضایت آگاهانه کتبی از تمام شرکت‌کنندگان اخذ گردید. اطلاعات افراد به‌صورت محرمانه و بدون ذکر نام در نتایج گزارش شد.

References

1. Elendu C, Amaechi DC, Okatta AU, Amaechi EC, Elendu TC, Ezech CP, et al. The impact of simulation-based training in medical education: A review. *Medicine (Baltimore)*. 2024; 103(27): 1-14. doi: 10.1097/MD.00000000000038813
2. Sun W, Jiang X, Dong X, Yu G, Feng Z, Shuai L. The evolution of simulation-based medical education research: from traditional to virtual simulations. *Heliyon*. 2024; 10(15): 1-14. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e35627
3. Herrera-Aliaga E, Estrada LD. Trends and innovations of simulation for twenty first century medical education. *Front Public Health*. 2022;10: 1-7. doi: 10.3389/fpubh.2022.619769
4. Maestre JM, Rojo E, Del Moral I. Future directions for simulation in healthcare: a critical review. *J Healthc Qual Res*. 2024;39(2):120-125. doi: 10.1016/j.jhqr.2023.12.003
5. Chernikova O, Heitzmann N, Stadler M, Holzberger D, Seidel T, Fischer F. Simulation-based learning in higher education: A meta-analysis. *Rev Educ Res*. 2020; 90(4): 499-541. doi: 10.3102/0034654320933544
6. Abdhussain Y, Ghelani H, Henderson H, Sudhir M, Mascarenhas S, Radhakrishnan R, et al. The use and effectiveness of high-fidelity simulation in health professions education: current update. *Simulation*. 2022;98(12):1085-1095. doi: 10.1177/00375497221101066
7. Abdalla Jarelnape A, Idris Sagiron E. Evaluation of the effectiveness of Simulation-based teaching on nursing education: a systematic review. *Egyptian Journal of Health Care*. 2023;14(3):302-311. doi: 10.21608/EJHC.2023.316222
8. So HY, Chen PP, Wong GK, Chan TT. Simulation in medical education. *J R Coll Physicians Edinb*. 2019;49(1):52-57. doi: 10.4997/JRCPE.2019.112
9. Ab Latif R, Dahlan A, Abdul Mulud Z, Mat Nor MZ. The Delphi technique as a method to obtain consensus in health care education research. *Education in Medicine Journal*. 2017;9(3): 89-102. doi: 10.21315/eimj2017.9.3.10
10. Lateef F. Simulation-based learning: Just like the real thing. *J Emerg Trauma Shock*. 2010;3(4):348-352. doi: 10.4103/0974-2700.70743
11. Cook DA, Hatala R, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, et al. Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2011;306(9):978-988. doi: 10.1001/jama.2011.1234
12. Alinier G. Developing high-fidelity health care simulation scenarios: A guide for educators and professionals. *Simulation & Gaming*. 2011;42(1):9-26. doi: 10.1177/1046878109355683
13. Hamoudi RA. Artificial intelligence in medicine and medical education. *Advances in Biomedical and Health Sciences*. 2023;2(1):1-3. doi: 10.4103/abhs.abhs_69_22

14. Wu Q, Wang Y, Lu L, Chen Y, Long H, Wang J. Virtual simulation in undergraduate medical education: a scoping review of recent practice. *Front Med (Lausanne)*. 2022;9:1-12. doi: 10.3389/fmed.2022.855403
15. Humphrey-Murto S, De Wit M. The Delphi method—more research please. *J Clin Epidemiol*. 2019; 106: 136-139. doi: 10.1016/j.jclinepi.2018.10.011
16. Sablatzky T. The delphi method. *Hypothesis: Research Journal for Health Information Professionals*. 2022;34(1): 1-6. doi: 10.18060/26224
17. Munshi F, Lababidi H, Alyousef S. Low-versus high-fidelity simulations in teaching and assessing clinical skills. *Journal of Taibah University Medical Sciences*. 2015; 10(1): 12-15. doi: 10.1016/J.JTUMED.2015.01.008
18. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. Revisiting 'A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009'. *Med Educ*. 2016;50(10): 986- 991. doi: 10.1111/medu.12795
19. Motola I, Devine LA, Chung HS, Sullivan JE, Issenberg SB. Simulation in healthcare education: a best evidence practical guide. AMEE Guide No. 82. *Med Teach*. 2013;35(10):e1511-e1530. doi: 10.3109/0142159X.2013.818632
20. Martin A, Cross S, Attoe C. The use of in situ simulation in healthcare education: current perspectives. *Adv Med Educ Pract*. 2020; 11:893-903. doi: 10.2147/AMEP.S188258
21. Cooper S. Simulation versus lecture? Measuring educational impact: considerations for best practice. *Evid Based Nurs*. 2016; 19(2): 55. doi: 10.1136/eb-2015-102221
22. Tilala MH, Chenchala PK, Choppadandi A, Kaur J, Naguri S, Saoji R, et al. Ethical considerations in the use of artificial intelligence and machine learning in health care: a comprehensive review. *Cureus*. 2024;16(6): 1-8. doi: 10.7759/cureus.62443
23. Wilt KE. Simulation-based learning in healthcare ethics education. Duquesne University; 2012.