

Medical Ethics and Law
Research Center

Faṣḥnāmah-i akhlāq-i pizishkī i.e., Quarterly Journal of Medical Ethics

2026; 20: e8

Shahid Beheshti
University of Medical Sciences

Applications and Ethical Challenges of Artificial Intelligence in Medical Sciences: A Narrative Review

Farzaneh Taghaee¹, Zahra Farsi^{2*}, Seyedeh Azam Sajadi³, Roohangiz Shirvani⁴

1. Pediatric Nursing Department, Nursing School, Aja University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2. Ph.D., MMedEdu, Cancer Epidemiology Research Center, Nursing Department, Nursing School, Aja University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

3. Trauma and Surgery Research Center, Department of Nursing Management, Nursing School, Aja University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

4. Ph.D., Nursing Department, Nursing School, Aja University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

ABSTRACT

Background and Aim: The emergence of artificial intelligence has the potential to change medical paradigms fundamentally; however, complex ethical and structural challenges accompany this transformation. This study aims to review the key applications of AI in medical sciences and critically analyze the associated ethical challenges arising from it.

Methods: This study was a narrative review conducted to identify, examine, and synthesize existing evidence about the applications and ethical challenges of artificial intelligence in medical sciences. A targeted search was conducted in PubMed, Scopus, SID, and Magiran databases and the Google Scholar search engine. All articles published up to March 20, 2026 (Esfand 30, 1404) were included.

Ethical Considerations: In this study, principles of scientific integrity, accurate citation of sources, and respect for intellectual property rights were observed throughout all stages of manuscript preparation.

Results: The findings of the present study classify the applications and ethical challenges of artificial intelligence in medical sciences into two main axes: 1. clinical applications and paradigm shifts and 2. structural and ethical challenges.

Conclusion: Artificial intelligence has the potential to revolutionize medicine, including precision medicine, smart surgery, and drug discovery. However, challenges such as algorithmic bias, privacy threats, legal liability, and diminishing human skills also exist. Therefore, effective use of this technology requires adherence to bioethics, enhanced cybersecurity, and a human-centered approach to ensure that AI is used as a complementary tool to improve health, rather than a factor in creating inequalities or medical errors.

Keywords: Artificial Intelligence; Medical Sciences; Bioethics; Precision Medicine; Ethical Challenges; Health Management

Corresponding Author: Zahra Farsi; **Email:** z.farsi@ajaums.ac.ir

Received: December 31, 2025; **Accepted:** July 29, 2026; **Published Online:** September 26, 2026

Please cite this article as:

Taghaee F, Farsi Z, Sajadi SA, Shirvani R. Applications and Ethical Challenges of Artificial Intelligence in Medical Sciences: A Narrative Review. *Faṣḥnāmah-i akhlāq-i pizishkī*, i.e., Quarterly Journal of Medical Ethics. 2026; 20: e8.



مجله اخلاق پزشکی

دوره بیستم، ۱۴۰۵



کاربردها و چالش‌های اخلاقی هوش مصنوعی در علوم پزشکی: یک مرور روایتی

فرزانه تقی^۱، زهرا فارسی^{۲*}، سیده اعظم سجادی^۳، روح‌انگیز شیروانی^۴

۱. گروه پرستاری کودکان، دانشکده پرستاری، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران.
۲. مرکز تحقیقات اپیدمیولوژی و پایش سرطان، گروه دکترای تخصصی پرستاری، دانشکده پرستاری، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران.
۳. مرکز تحقیقات جراحی و تروما، گروه مدیریت پرستاری، دانشکده پرستاری، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران.
۴. گروه دکترای پرستاری، دانشکده پرستاری، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: ظهور هوش مصنوعی پتانسیل تغییر بنیادین در پارادایم‌های پزشکی را دارد، اما این تحول با چالش‌های اخلاقی و ساختاری پیچیده‌ای همراه است. این مطالعه با هدف بررسی کاربردهای کلیدی هوش مصنوعی در علوم پزشکی و تحلیل چالش‌های اخلاقی ناشی از آن انجام شد.

روش: مطالعه حاضر مروری روایتی به منظور شناسایی، بررسی و ترکیب شواهد موجود در مورد کاربردها و چالش‌های اخلاقی هوش مصنوعی در علوم پزشکی انجام شد. جستجوی هدفمند در پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Scopus، SID، Magiran و موتور جستجوی Google Scholar انجام شد. تمامی مقالات منتشر شده تا تاریخ ۳۰ اسفند ۱۴۰۴ (۲۰ مارس ۲۰۲۶ م.) مورد بررسی قرار گرفتند.

ملاحظات اخلاقی: در این مطالعه، اصول امانتداری علمی، استناد دقیق به منابع و رعایت حقوق مالکیت فکری در تمامی مراحل نگارش رعایت شد.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش حاضر، کاربردها و چالش‌های اخلاقی هوش مصنوعی در علوم پزشکی را در دو محور اصلی طبقه‌بندی می‌کند: ۱- کاربردهای بالینی و تحولات پارادایمی؛ ۲- چالش‌های ساختاری و اخلاقی.

نتیجه‌گیری: هوش مصنوعی می‌تواند تحول چشم‌گیری در پزشکی، از جمله پزشکی دقیق، جراحی هوشمند و کشف دارو ایجاد کند. با این حال، چالش‌هایی مانند سوگیری الگوریتمی، تهدید حریم خصوصی، مسئولیت‌پذیری حقوقی و کاهش مهارت‌های انسانی نیز وجود دارد. بنابراین بهره‌گیری مؤثر از این فناوری مستلزم رعایت اصول اخلاق زیستی، تقویت امنیت سایبری و اتخاذ رویکرد انسان‌محور است تا هوش مصنوعی به عنوان ابزاری مکمل برای ارتقای سلامت، نه عاملی برای ایجاد نابرابری یا خطاهای پزشکی، به کار گرفته شود.

واژگان کلیدی: هوش مصنوعی؛ علوم پزشکی؛ اخلاق زیستی؛ پزشکی دقیق؛ چالش‌های اخلاقی؛ مدیریت سلامت

نویسنده مسئول: زهرا فارسی؛ پست الکترونیک: z.farsi@ajau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۰۷؛ تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۷/۰۴

خواهشمند است این مقاله به روش زیر مورد استناد قرار گیرد:

Taghaee F, Farsi Z, Sajadi SA, Shirvani R. Applications and Ethical Challenges of Artificial Intelligence in Medical Sciences: A Narrative Review. Faşlnāmah-i akhlāq-i pizishkī, i.e., Quarterly Journal of Medical Ethics. 2026; 20: e8.

مقدمه

هوش مصنوعی (AI: Artificial Intelligence) به عنوان شاخه‌ای از علوم رایانه، به سیستم‌های محاسباتی امکان می‌دهد تا برخی قابلیت‌های شناختی انسان مانند یادگیری، استدلال و حل مسئله را در حوزه‌های مختلف شبیه‌سازی کنند (۱، ۲). این مفهوم نخستین بار توسط John McCarthy در سال ۱۹۵۶ به عنوان «علم و مهندسی ساخت ماشین‌های هوشمند» مطرح شد (۳). در سال‌های اخیر، پیشرفت در توان پردازشی، دسترسی به داده‌های حجیم و توسعه الگوریتم‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، موجب گسترش کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه سلامت و پزشکی شده است (۴). امروزه این فناوری در زمینه‌هایی مانند تحلیل تصاویر پزشکی، تشخیص بیماری‌ها، پیش‌بینی پیامدهای درمانی، مدیریت کلان‌داده‌های سلامت و توسعه رویکردهای پزشکی شخصی‌سازی شده کاربرد گسترده‌ای یافته است (۵، ۶). مطالعات پیشین عمدتاً بر عملکرد فنی و بالینی هوش مصنوعی تمرکز داشته‌اند. برای مثال، برخی پژوهش‌ها توانایی الگوریتم‌های یادگیری عمیق را در افزایش دقت تشخیص بیماری‌ها، تحلیل تصاویر پزشکی و بهبود فرآیند تصمیم‌گیری بالینی بررسی کرده‌اند (۷، ۸). با این حال، شواهد موجود نشان می‌دهد که ارزیابی کاربرد هوش مصنوعی در نظام سلامت تنها با بررسی عملکرد فنی آن کامل نیست، زیرا استفاده از این فناوری با مجموعه‌ای از مسائل اخلاقی، حقوقی و اجتماعی همراه است. چالش‌هایی مانند سوگیری الگوریتمی، شفافیت محدود فرآیند تصمیم‌گیری (Black Box)، حفاظت از حریم خصوصی داده‌های بیماران و تعیین مسئولیت در صورت بروز خطا، از مهم‌ترین موضوعاتی هستند که بر پذیرش و استقرار ایمن هوش مصنوعی در مراقبت‌های سلامت تأثیر می‌گذارند (۹، ۱۰).

بررسی ادبیات نشان می‌دهد که مطالعات موجود در بسیاری از موارد به صورت مجزا بر یک حوزه خاص تمرکز داشته‌اند؛ برخی پژوهش‌ها کاربردهای تشخیصی و درمانی هوش مصنوعی را بررسی کرده‌اند، در حالی که گروه دیگری بر پیامدهای اخلاقی یا الزامات حکمرانی داده تمرکز داشته‌اند

(۱، ۱۱). همچنین بخش قابل توجهی از مطالعات در حوزه‌های تخصصی محدود، مانند تصویربرداری پزشکی، سرطان یا سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری انجام شده‌اند و کمتر به بررسی هم‌زمان کاربردهای بالینی متنوع، چالش‌های اخلاقی و الزامات پیاده‌سازی در یک چارچوب یکپارچه پرداخته‌اند. علاوه بر این، تفاوت در زیرساخت‌های فناوری، قوانین حفاظت از داده و شرایط نظام‌های سلامت، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، موجب شده است که تعمیم نتایج مطالعات موجود با محدودیت‌هایی همراه باشد (۱۲، ۱۳).

اگرچه هوش مصنوعی ظرفیت قابل توجهی برای کاهش خطاهای پزشکی، افزایش دسترسی به خدمات سلامت و حمایت از تصمیم‌گیری بالینی دارد، استفاده مسئولانه از آن نیازمند توجه هم‌زمان به اصول اخلاق پزشکی، شفافیت الگوریتم‌ها، عدالت در دسترسی و حفظ نقش متخصصان سلامت در فرآیند تصمیم‌گیری است (۹، ۱۲، ۱۳).

با توجه به تداوم چالش‌های اخلاقی مذکور و عدم کفایت مطالعات جامع برای ارائه چارچوبی اخلاقی در کنار کاربردهای فنی، انجام این مطالعه ضروری به نظر می‌رسد، لذا مقاله حاضر با هدف «تبیین کاربردها و تحلیل چالش‌های اخلاقی هوش مصنوعی در علوم پزشکی» انجام شده است.

روش

این مطالعه به صورت مرور روایتی با هدف شناسایی، بررسی و تحلیل شواهد موجود درباره کاربردها و چالش‌های اخلاقی هوش مصنوعی در علوم پزشکی انجام شد. طراحی، جستجو، انتخاب و گزارش مطالعات بر اساس اصول راهنمای PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) انجام گردیده تا شفافیت، قابلیت بازتولید و جامعیت فرآیند مرور تضمین شود.

جستجوی هدفمند در پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Google Scholar، Magiran، SID و موتور جستجوی Google Scholar انجام شد. تمامی مقالات منتشرشده تا تاریخ ۳۰ اسفند ۱۴۰۴ (۲۰ مارس ۲۰۲۶ م.) مورد بررسی قرار گرفتند.

به جنبه‌های فنی هوش مصنوعی پرداخته و ارتباطی با مسائل اخلاقی یا حوزه پزشکی نداشتند.

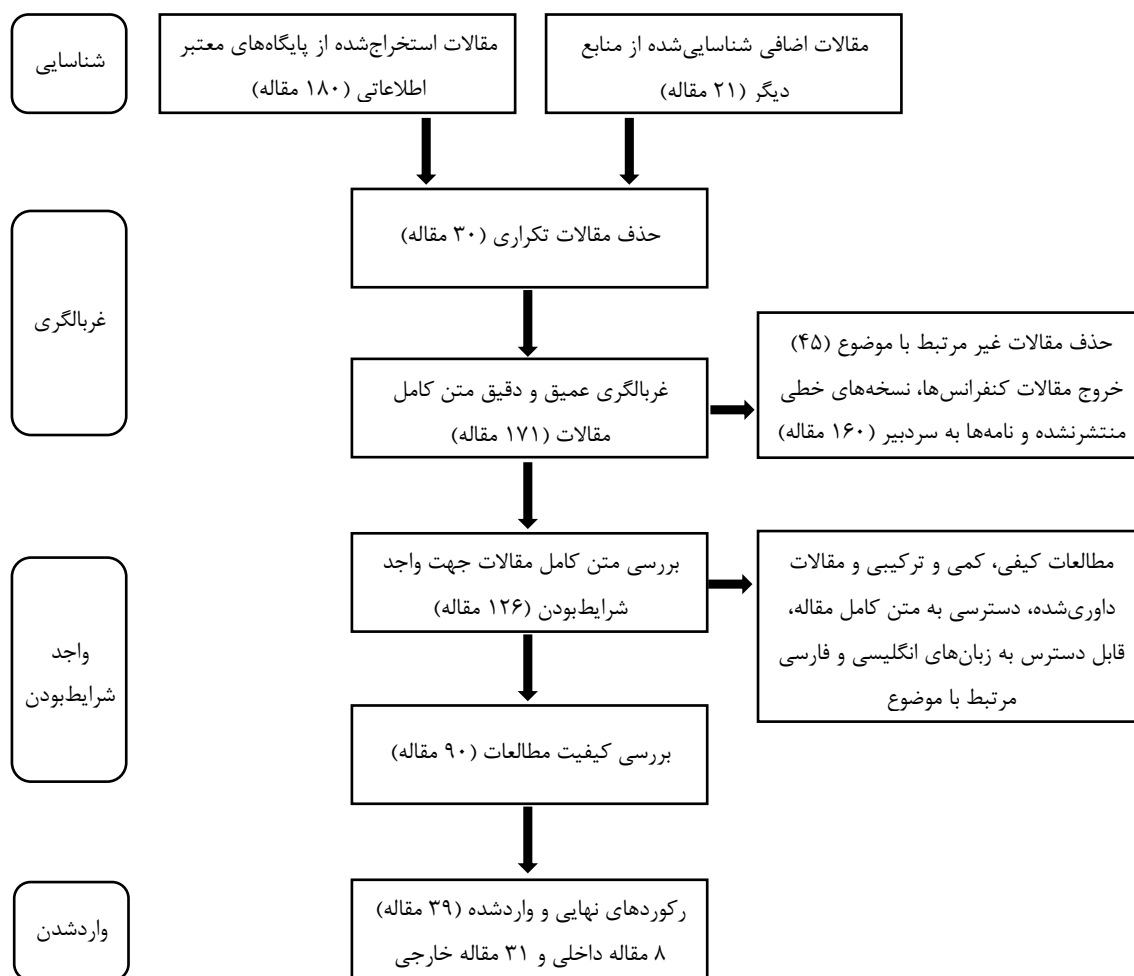
۲. ارزیابی کیفیت مطالعات: کیفیت روش‌شناختی مطالعات منتخب با استفاده از چک‌لیست‌های استاندارد ارزیابی کیفیت، متناسب با نوع مطالعه (از جمله CASP, PRISMA برای مطالعات پژوهشی)، بررسی شد. علاوه بر این، وجود اجزای اصلی یک مقاله علمی شامل روش‌شناسی شفاف، یافته‌های مستند و بحث مبتنی بر شواهد نیز ارزیابی گردید تا از اعتبار و قابلیت استناد داده‌های استخراج‌شده اطمینان حاصل شود. پس از انتخاب نهایی، داده‌های مورد نیاز شامل اطلاعات کتاب‌شناختی، نوع مطالعه، حوزه کاربرد هوش مصنوعی، مهم‌ترین ملاحظات اخلاقی، چالش‌های گزارش‌شده و راهکارهای پیشنهادی استخراج و تحلیل شدند.

راهبرد جستجو با استفاده از واژگان کلیدی کنترل‌شده (MeSH Terms) در پایگاه‌های انگلیسی و واژگان کلیدی آزاد، با بهره‌گیری از عملگرهای منطقی (AND و OR)، به شرح زیر تدوین شد:

(Artificial Intelligence OR Machine Learning OR Deep Learning) AND (Medical Sciences OR Healthcare) AND (Ethical Challenges OR Ethics OR Privacy OR Bias).

۱. انتخاب مطالعات و معیارهای ورود و خروج: فرآیند انتخاب مطالعات در سه مرحله شامل غربالگری عناوین و چکیده‌ها، بررسی متن کامل مقالات و انتخاب نهایی انجام شد. معیارهای ورود شامل مقالات پژوهشی اصیل (Original Articles) و مقالات مروری (Review Articles) منتشرشده به زبان فارسی یا انگلیسی بود که به طور مستقیم به کاربردهای هوش مصنوعی در علوم پزشکی و چالش‌های اخلاقی مرتبط با آن پرداخته بودند.

معیارهای خروج شامل نامه به سردبیر، گزارش‌های موردی (Case Reports)، مقالات ارائه‌شده در کنگره‌ها، مطالعات فاقد دسترسی به متن کامل و همچنین مقالاتی بود که صرفاً



نمودار ۱: فرآیند غربالگری مقالات بر اساس PRISMA

ملاحظات اخلاقی

در پژوهش حاضر جنبه‌های اخلاقی مطالعه کتابخانه‌ای شامل اصالت متون، صداقت و امانتداری رعایت شده است.

یافته‌ها

با توجه به هدف پژوهش، یافته‌های حاصل از مرور ادبیات در دو طبقه اصلی «کاربردهای بالینی و تحولات پارادایمی» و «چالش‌های ساختاری و اخلاقی» طبقه‌بندی شدند (جدول ۱).

جدول ۱: کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف علوم پزشکی

حوزه کاربرد / موضوع	نویسندگان / سال	خلاصه یافته‌ها و نکات کلیدی	محدودیت‌ها و چالش‌های کلیدی
مدیریت و زیرساخت بیمارستان هوشمند	حاجی پورطالبی و همکاران (۱۰) Rasouliau و همکاران (۱۴) گل‌پیرا و همکاران (۱۵)	نیاز به زیرساخت‌های دیجیتال (G5)، فیبر نوری) برای ایجاد محیط‌های پویا، کاهش مداخله انسانی و چالش‌های پیاده‌سازی سیستم‌های هوشمند.	چالش‌های پیاده‌سازی، هزینه‌های زیرساختی و خطرات امنیت سایبری در اتصال دستگاه‌ها.
مدیریت داده‌ها و کلان‌داده‌ها	Jiang و همکاران (۱۳) Phan و همکاران (۱۶) Haleem و همکاران (۱۷)	استفاده از مدیریت دانش مبتنی بر هوش مصنوعی برای سازماندهی کلان‌داده‌های پزشکی و بهبود جریان اطلاعات در سیستم سلامت.	چالش حریم خصوصی، مالکیت داده‌ها و دشواری در حفظ شفافیت در جریان اطلاعات حساس.
پشتیبانی تصمیم‌گیری و ایمنی بالینی	Kaul و همکاران (۳) Hajieslam و Javanmard (۱۸)	نقش سیستم‌های CDSS در کاهش خطاهای پزشکی و بررسی تاریخچه و تکامل هوش مصنوعی در کمک به تصمیمات درمانی.	عدم اعتماد پزشکان به تصمیمات بدون منطق شفاف.
پزشکی دقیق و شخصی‌سازی درمان	Liao و همکاران (۷) Sahu و همکاران (۱۲) Kather و Unger (۱۹)	گذار به سمت پزشکی دقیق با استفاده از داده‌های ژنومی، هیستوپاتولوژی و یادگیری عمیق برای درمان اختصاصی سرطان و بیماری‌های پیچیده.	پیچیدگی تعاملات بیولوژیکی و دشواری در پیش‌بینی پاسخ‌های فردی به درمان‌های محاسباتی.
تشخیص مبتنی بر تصویربرداری	گلشن و همکاران (۱۱) شاه‌حسینی و همکاران (۹)	دقت بالای الگوریتم‌های یادگیری عمیق در تشخیص رتینوپاتی دیابتی و کاربرد هوش مصنوعی در تشخیص بیماری کبد چرب غیر الکلی.	خطر سوگیری الگوریتمی (Bias) در داده‌های آموزشی و احتمال خطای تشخیص در موارد غیر معمول.
تشخیص و مدیریت سرطان	GHajarieh و Pourshams (۲۰)	استفاده از هوش مصنوعی در تمامی مراحل سرطان کولورکتال (غربالگری، تشخیص، درمان و پیش‌آگهی).	مثبت کاذب/ منفی کاذب: خطر تشخیص اشتباه منجر به درمان‌های تهاجمی غیر ضروری و از دست رفتن فرصت درمان.
کشف و توسعه دارو	Jalali و همکاران (۲۱) Tang (۲۲)	کاربرد یادگیری ماشین در شناسایی کاندیداهای دارویی، پیش‌بینی سمیت، ژنومیک و تسریع فرآیند توسعه داروهای نوین.	تنوع بیولوژیک: دشواری در تعمیم‌پذیری الگوریتم به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی و بیولوژیکی تومورها در گروه‌های مختلف انسانی. تفسیرپذیری: نیاز حیاتی پزشک به دانستن «چرایی» تشخیص سرطان توسط هوش مصنوعی برای تأیید نهایی در پروتکل‌های درمانی.

حوزه کاربرد / موضوع	نویسندگان / سال	خلاصه یافته‌ها و نکات کلیدی	محدودیت‌ها و چالش‌های کلیدی
پرستاری و خدمات مراقبتی	عبداللهی شاه‌والی و همکاران (۸) Palmer و Stokes (۲۳)	بررسی نگرش پرستاران به هوش مصنوعی و بحث‌های اخلاقی در تقسیم وظایف میان انسان و ربات در مراقبت‌های پرستاری.	چالش‌های اخلاقی در تقسیم وظایف انسان و ربات و ریسک کاهش کیفیت تعامل انسانی - بیمار.
حوزه‌های تخصصی (جراحی، احیا، اورژانس)	فرچ‌پور و همکاران (۲) صارمی و همکاران (۵) MacRae و Reznick (۲۴)	کاربرد در پزشکی احیاکننده، تحول در مدیریت اورژانس و چالش‌های آموزش مهارت‌های جراحی در عصر تکنولوژی.	چالش آموزش مهارت‌های دستی و خطر «انفکاک مهارت (Skill Decoupling)» در پزشکان.
آموزش و اخلاق پزشکی	صرافزاده و ابوطالبی (۴) حیدرزاده و همکاران (۲۵)	اهمیت رعایت اصول اخلاقی در آموزش پزشکی مبتنی بر هوش مصنوعی و بررسی کدهای رفتاری حرفه‌ای.	ضرورت تدوین کدهای رفتاری حرفه‌ای و چالش‌های مربوط به مسئولیت‌پذیری حقوقی در آموزش.

۱. کاربردهای بالینی و تحولات پارادایمی: مطالعات

بررسی‌شده نشان می‌دهند که هوش مصنوعی در حال تغییر الگوی سنتی ارائه خدمات سلامت از یک رویکرد واکنشی به رویکردی مبتنی بر پیش‌بینی، شخصی‌سازی و تصمیم‌گیری داده‌محور است، اگرچه همه مطالعات بر نقش مؤثر هوش مصنوعی در ارتقای کیفیت مراقبت تأکید دارند، تفاوت آن‌ها بیشتر در میزان اتکاپذیری این فناوری و چالش‌های استقرار آن مشاهده می‌شود.

۱-۱. تشخیص، تصویربرداری و پزشکی دقیق: اغلب

مطالعات، هوش مصنوعی را ابزاری مؤثر برای افزایش دقت و سرعت تشخیص بیماری‌ها معرفی کرده‌اند. گلشن و همکاران (۱۱) عملکرد مطلوب الگوریتم‌های یادگیری عمیق را در تشخیص رتینوپاتی دیابتی، سکتة مغزی و سایر بیماری‌ها گزارش کرده‌اند. همچنین دقت ۹۴/۴ درصدی را در تشخیص سرطان ریه با استفاده از تصاویر سی‌تی‌اسکن نشان داده است (۲۶)، علاوه بر این، صارمی و همکاران (۵) بر نقش هوش مصنوعی در توسعه پزشکی از راه دور، بهبود برنامه‌ریزی درمان و افزایش دسترسی به خدمات تخصصی تأکید کرده‌اند. با وجود این همگرایی، مطالعات درباره قابلیت تعمیم نتایج هوش مصنوعی به همه بیماران اتفاق نظر ندارند، در حالی که مطالعات بر دقت بالای الگوریتم‌ها تأکید کرده‌اند، Liao و همکاران (۷) و صارمی و همکاران (۵) نشان داده‌اند که

عملکرد این سامانه‌ها به کیفیت و تنوع داده‌های آموزشی وابسته است و در موارد بالینی غیر معمول، احتمال کاهش دقت و بروز سوگیری الگوریتمی افزایش می‌یابد. بنابراین، اگرچه هوش مصنوعی می‌تواند دقت تشخیص را افزایش دهد، اعتبار بالینی آن همچنان وابسته به کیفیت داده‌ها و اعتبارسنجی در جمعیت‌های متنوع است.

مهم‌ترین چالش‌های گزارش‌شده شامل اعتبارسنجی الگوریتم‌ها در جمعیت‌های متنوع، خطر سوگیری الگوریتمی، کاهش دقت در مواجهه با موارد غیر معمول و ضرورت حفظ نقش قضاوت بالینی پزشک است (۵، ۷، ۲۷).

۱-۲. مدیریت هوشمند و بیمارستان‌های هوشمند: مفهوم

بیمارستان هوشمند فراتر از دیجیتالی‌سازی خدمات بوده و شامل یک اکوسیستم یکپارچه مبتنی بر هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و زیرساخت‌های ارتباطی پیشرفته است که با هدف ارتقای کیفیت مراقبت، افزایش ایمنی بیمار و بهبود بهره‌وری طراحی می‌شود. رسولیان و همکاران، بر نقش زیرساخت‌های ارتباطی مانند فیبر نوری، ارتباطات میکروویو و شبکه نسل پنجم (5G) به عنوان پیش‌نیاز اصلی تحقق بیمارستان هوشمند تأکید کرده‌اند (۱۴)، در حالی که گل‌پیرا و همکاران بیشتر بر اهمیت یکپارچه‌سازی سیستم‌های اطلاعاتی، مدیریت داده و دسترسی سریع و ایمن به اطلاعات بیماران تمرکز داشته‌اند (۱۵). این تفاوت در تأکید نشان

می‌دهد که توسعه بیمارستان هوشمند تنها یک مسأله فناورانه نیست، بلکه نیازمند هماهنگی میان زیرساخت فنی، مدیریت اطلاعات و سیاست‌گذاری سلامت است.

با وجود مزایای بالقوه بیمارستان‌های هوشمند، افزایش یکپارچه‌سازی دستگاه‌های پزشکی با شبکه‌های دیجیتال بیمارستان جهت تبادل لحظه‌ای داده‌های بیمار، آسیب‌پذیری سیستم‌های سلامت را در برابر تهدیدات سایبری دوچندان کرده است.

در این زمینه، گل‌پیرا و همکاران امنیت سایبری، حریم خصوصی بیماران و ابهام در مالکیت داده‌ها را از مهم‌ترین موانع پذیرش گسترده این فناوری معرفی کرده‌اند (۱۵). بنابراین موفقیت بیمارستان‌های هوشمند علاوه بر توسعه زیرساخت‌های دیجیتال، نیازمند چارچوب‌های مشخص برای حکمرانی داده و حفاظت از اطلاعات بیماران است.

۳-۱. کشف دارو و پزشکی شخصی‌سازی‌شده: مطالعات نشان می‌دهند که هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های مولکولی، ژنتیکی و بالینی، موجب تغییر رویکرد سنتی در کشف دارو و حرکت به سمت پزشکی شخصی‌سازی شده است (۵). جلالی و همکاران (۲۱) کاربرد الگوریتم‌های هوش مصنوعی را در شناسایی ترکیبات دارویی، پیش‌بینی اثربخشی و کاهش زمان توسعه دارو مورد تأکید قرار داده‌اند. همچنین Tang (۲۲)، نشان داده است که مدل‌های یادگیری عمیق می‌توانند با تحلیل مجموعه‌داده‌های بزرگ شیمیایی و زیستی، فرآیند طراحی دارو و پیش‌بینی ویژگی‌های ترکیبات جدید را تسریع کنند.

با این حال، دیدگاه پژوهشگران در مطالعات نسبت به توانایی هوش مصنوعی در جایگزینی روش‌های سنتی متفاوت است، در حالی که Tang (۲۲) ظرفیت بالای یادگیری عمیق را در کاهش هزینه‌ها و بهبود فرآیند توسعه دارو برجسته کرده است، جلالی و همکاران (۲۱) محدودیت مدل‌ها در پیش‌بینی دقیق سمیت و رفتار ترکیبات در محیط پیچیده بدن انسان را مورد توجه قرار داده‌اند. همچنین مطالعات Liao و همکاران (۷) و Sahu و همکاران (۱۲) نشان داده‌اند که پزشکی

شخصی‌سازی‌شده مبتنی بر هوش مصنوعی با وجود ظرفیت بالا، همچنان به اعتبارسنجی گسترده داده‌های ژنومی و بالینی نیاز دارد.

مهم‌ترین چالش این حوزه، ناتوانی کامل مدل‌های محاسباتی در پیش‌بینی تعاملات پیچیده زیستی، سمیت داروها و پاسخ‌های فردی بیماران است که می‌تواند موجب بروز نتایج غیر قابل پیش‌بینی در مراحل بالینی شود (۵).

۴-۱. جراحی و پرستاری: مطالعات بررسی‌شده نشان می‌دهند که هوش مصنوعی در حوزه جراحی و پرستاری به عنوان ابزاری پشتیبان برای افزایش ایمنی بیمار، بهبود آموزش تخصصی و ارتقای کیفیت مراقبت مورد استفاده قرار گرفته است (۲۸، ۲۹). در حوزه جراحی، مطالعات مختلف بر نقش این فناوری در مراحل پیش از عمل، حین عمل و پس از آن تأکید کرده‌اند. Reznick و MacRae در مطالعه خود نشان داد که سیستم‌های شبیه‌سازی مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند محیطی ایمن برای آموزش و تمرین مهارت‌های جراحی فراهم کنند (۲۴)، در حالی که مطالعات بر قابلیت هوش مصنوعی در پایش لحظه‌ای وضعیت بیمار، ارائه هشدارهای پیشگیرانه و پیش‌بینی خطرات احتمالی قبل از عمل تأکید داشته‌اند (۲، ۱۲). همچنین Haleem و همکاران در مطالعه خود (۱۷) نقش تحلیل داده‌های جراحی را در تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد و افزایش ثبات عملکرد جراحان برجسته کرده‌اند.

در حوزه پرستاری نیز مطالعات نشان داده‌اند که هوش مصنوعی از طریق مدیریت پرونده‌های الکترونیک سلامت، پیش‌بینی عوارضی مانند سقوط و زخم بستر و پشتیبانی از تصمیم‌گیری بالینی می‌تواند موجب بهبود فرآیند مراقبت شود (۳۰، ۳۱). با این حال، مطالعات تأکید کرده‌اند که اثربخشی این فناوری تنها به توانایی فنی آن محدود نیست، بلکه پذیرش آن وابسته به حفظ ارزش‌های بنیادین حرفه پرستاری مانند همدلی، ارتباط انسانی، بیمارمحوری و احترام به کرامت بیمار است (۳۲، ۳۳).

چون نحوه تصمیم‌گیری هوش مصنوعی برای انسان قابل درک نیست، پزشکان و بیماران به راحتی به آن اعتماد نمی‌کنند (۶، ۱۷، ۳۵، ۳۶، ۳۷).

۳. دستورالعمل‌های اخلاقی و چارچوب‌های نظارتی در به کارگیری هوش مصنوعی: ادغام هوش مصنوعی در محیط‌های بالینی مستلزم فراتر رفتن از بحث‌های صرفاً تکنولوژیک و ورود به حوزه «اخلاق زیستی دیجیتال» است. این فرآیند نیازمند اعتبارسنجی دقیق، انطباق با پروتکل‌های قانونی و پاسخگویی به نگرانی‌های اخلاقی چندگانه است (۵). در سال‌های اخیر، نهادهای بین‌المللی برای ایجاد یک مرجع واحد، دستورالعمل‌های متعددی را تدوین کرده‌اند:

۱- چارچوب‌های جهانی و اصول بنیادین (رویکرد یونسکو): یکی از برجسته‌ترین گام‌ها در این مسیر، تصویب توصیه‌های یونسکو در نوامبر ۲۰۲۱ توسط ۱۹۳ کشور عضو بود. این دستورالعمل با هدف تضمین اینکه هوش مصنوعی در خدمت بشریت باشد و از آسیب‌های احتمالی جلوگیری کند، بر مجموعه‌ای از اصول کلیدی تأکید دارد (۳۸). این اصول را می‌توان در سه لایه زیر تبیین کرد:

- اصول حاکمیتی و پایداری: شامل ضرورت و اثربخشی، تطابق با اهداف توسعه پایدار و حاکمیت انطباقی که تضمین می‌کند فناوری با ساختارهای قانونی کشورها هم‌سو باشد.

- اصول ایمنی و حقوقی: تمرکز بر ایمنی، امنیت، حریم خصوصی و حفاظت از داده‌های حساس پزشکی؛ همچنین شفافیت (توضیح‌پذیری) به معنای گذار از ماهیت «جعبه سیاه» الگوریتم‌هاست. هدف از این گذار آن است که فرایند استنتاج مدل برای تیم درمان شفاف و قابل تفسیر باشد تا پزشک بتواند منطق حاکم بر تصمیمات سیستم را با شواهد بالینی انطباق داده، اعتبار آن را ارزیابی کند و بر اساس درک درست از خروجی‌های هوش مصنوعی، مسئولیت حقوقی و اخلاقی فرایند درمان را بر عهده بگیرد.

- اصول عدالت و مسئولیت: تأکید بر انصاف، عدم تبعیض (عدم سوگیری) و حاکمیت عزم انسانی که برتری تصمیم‌گیری انسان بر ماشین را تضمین می‌کند.

با مقایسه مطالعات، مشخص می‌شود که اگرچه پژوهش‌ها در مورد نقش حمایتی هوش مصنوعی در افزایش دقت و کاهش بار کاری متخصصان اتفاق نظر دارند، درباره میزان وابستگی به این فناوری نگرانی‌هایی مطرح شده است. در حالی که مطالعات (۳۱، ۳۲، ۳۳) بر مزایای هوش مصنوعی در کاهش خطاها و بهبود عملکرد متخصصان تأکید دارند، Phan و همکاران (۱۶) هشدار داده‌اند که استفاده بیش از حد از سامانه‌های هوشمند ممکن است موجب کاهش مشارکت فعال انسان در فرآیند تصمیم‌گیری و ایجاد پدیده «انفکاک مهارت (Skill Decoupling)» شود. این تفاوت دیدگاه نشان می‌دهد که هدف اصلی استقرار هوش مصنوعی در جراحی و پرستاری نباید جایگزینی مهارت انسانی باشد، بلکه باید تقویت توانایی متخصصان از طریق همکاری انسان و ماشین باشد (۱۶).

مهم‌ترین چالش گزارش‌شده در این حوزه، احتمال کاهش تدریجی مهارت‌های تصمیم‌گیری بالینی در اثر وابستگی بیش از حد به فناوری است. کاهش تمرین مهارت‌های دستی، کاهش توانایی تفسیر مستقل اطلاعات بالینی و اتکای بیش از اندازه به پیشنهادها الگوریتمی می‌تواند در شرایط بحرانی بر کیفیت تصمیم‌گیری انسانی اثر بگذارد (۱۶). بنابراین استفاده مؤثر از هوش مصنوعی در جراحی و پرستاری نیازمند طراحی مدل‌هایی است که نقش متخصصان انسانی را در مرکز فرآیند تصمیم‌گیری حفظ کند.

۲. چالش‌های ساختاری و اخلاقی: این دسته شامل موانع غیر فنی و اخلاقی است که مانع از پذیرش کامل هوش مصنوعی می‌شوند.

۱-۲. چالش‌های اخلاق زیستی و حریم خصوصی: یکی از چالش‌های اصلی، موضوع رضایت آگاهانه است، چراکه بیماران معمولاً نمی‌دانند داده‌های پزشکی آن‌ها چگونه برای آموزش هوش مصنوعی استفاده می‌شود یا در کدام سامانه‌های ذخیره‌سازی قرار می‌گیرد (۴، ۳۴، ۳۵).

۲-۲. مسئولیت‌پذیری حقوقی و شفافیت: اگر هوش مصنوعی دچار خطا شود، مشخص نیست که مقصر اصلی کیست: پزشک، برنامه‌نویس یا شرکت سازنده؟ علاوه بر این،

۲- اصول اخلاق زیستی در عصر دیجیتال (رویکرد اخلاق زیستی): علاوه بر دستورالعمل‌های عمومی، در حوزه پزشکی، چهار اصل کلاسیک اخلاق زیستی باید با هوش مصنوعی بازتعریف شوند:

استقلال بیمار: استفاده از هوش مصنوعی نباید منجر به سلب حق تصمیم‌گیری از بیمار شود، بلکه بیمار باید از نقش هوش مصنوعی در مسیر درمان خود آگاه باشد.

عدالت: تضمین دسترسی برابر به ابزارهای هوشمند و جلوگیری از شکاف دیجیتال بین مناطق توسعه‌یافته و محروم. عمل خیر و عدم آسیب: الگوریتم‌ها باید صرفاً برای بهبود سلامت طراحی شوند و از خطاهای ناشی از داده‌های سوگیرانه که منجر به آسیب به گروه‌های خاص می‌شود، جلوگیری کنند.

۳- چالش شفافیت و مسئولیت‌پذیری: یکی از مباحث کلیدی در دستورالعمل‌های جدید، مقابله با پدیده «جعبه سیاه» است. سازمان‌های نظارتی مانند WHO تأکید دارند که سیستم‌های هوش مصنوعی نباید فاقد قابلیت ردیابی باشند. مسئولیت‌پذیری به این معناست که در صورت بروز خطا در تشخیص یا درمان، سلسله‌مراتب مسئولیت باید به وضوح تعریف شده باشد تا اعتماد عمومی حفظ گردد.

۴- سواد دیجیتال و نظارت انسانی: دستورالعمل‌های نوین بر ضرورت مدل «Human-in-the-Loop» تأکید دارند؛ به این معنا که هوش مصنوعی نباید به عنوان یک عامل مستقل عمل کند، بلکه باید به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری زیر نظر مستقیم متخصصان سلامت قرار گیرد. این امر نیازمند ارتقای «سواد هوش مصنوعی» در میان کادر درمان است تا بتوانند خروجی‌های سیستم را به درستی نقد و ارزیابی کنند (۳۹).

بحث

اگرچه اغلب مطالعات بر نقش هوش مصنوعی در افزایش دقت تشخیص، شخصی‌سازی درمان و بهبود تصمیم‌گیری بالینی تأکید کرده‌اند، همه آن‌ها دیدگاه یکسانی درباره میزان

استقلال این فناوری در فرآیند درمان ندارند. مطالعات Liao و همکاران (۷)، Sahu و همکاران (۱۲) و Unger و Kather (۱۹) ظرفیت بالای هوش مصنوعی را در توسعه پزشکی دقیق و انتخاب درمان‌های اختصاصی نشان داده‌اند، در حالی که Kaul و همکاران (۳) و حاجی اسلامی و جوانمرد (۱۸) تأکید می‌کنند که سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری بالینی باید در کنار قضاوت پزشک به کار گرفته شوند، زیرا نبود شفافیت در منطق تصمیم‌گیری الگوریتم‌ها می‌تواند اعتماد پزشکان را کاهش دهد. همچنین Reznick و MacRae (۲۴) و فرج‌پور و همکاران هشدار داده‌اند که وابستگی بیش از حد به فناوری ممکن است به تضعیف مهارت‌های عملی و قضاوت بالینی منجر شود (۲). این تفاوت دیدگاه‌ها نشان می‌دهد که نقش آینده هوش مصنوعی نه به عنوان جایگزین پزشک، بلکه به عنوان ابزاری برای تقویت تصمیم‌گیری انسانی قابل تبیین است.

از سوی دیگر، یافته‌های این مرور نشان داد که مهم‌ترین مانع گسترش کاربرد هوش مصنوعی، محدودیت‌های فنی نیست، بلکه چالش‌های اخلاقی، حقوقی و اجتماعی است. تقریباً تمامی مطالعات مرور شده به اشکال مختلف به موضوعاتی مانند حفظ حریم خصوصی داده‌ها، امنیت اطلاعات، سوگیری الگوریتمی، تفسیرپذیری و مسئولیت‌پذیری اشاره کرده‌اند. برای مثال، Jiang و همکاران (۱۳)، Phan و همکاران (۱۶) و Haleem و همکاران (۱۷) چالش‌های مرتبط با مدیریت کلان‌داده‌های پزشکی، مالکیت داده‌ها و حفاظت از اطلاعات بیماران را از مهم‌ترین موانع استقرار هوش مصنوعی دانسته‌اند. در حوزه تشخیص مبتنی بر تصویربرداری نیز گلشن و همکاران (۱۱) شاه‌حسینی و همکاران (۹) ضمن تأیید دقت بالای الگوریتم‌های یادگیری عمیق، نسبت به خطر سوگیری داده‌های آموزشی و کاهش عملکرد سامانه‌ها در جمعیت‌های کمتر نماینده هشدار داده‌اند. همچنین پورشمس و همکاران (۲۰) نشان دادند که در تشخیص سرطان، احتمال مثبت یا منفی کاذب و دشواری تفسیر تصمیم‌های الگوریتمی همچنان از چالش‌های اساسی است.

چالش‌های بنیادین اخلاقی و ساختاری نظیر سوگیری الگوریتمی، تهدید حریم خصوصی، مسئولیت‌پذیری حقوقی و کاهش مهارت‌های انسانی رو به رو هستند. برای بهره‌مندی از مزایای هوش مصنوعی در علوم پزشکی، نباید صرفاً بر جنبه‌های فنی متمرکز بود، بلکه باید با تدوین دستورالعمل‌های اخلاق زیستی شفاف، تقویت امنیت سایبری و تکیه بر رویکرد (Human-Centric)، اطمینان حاصل کرد که این فناوری به عنوان یک مکمل برای ارتقای سلامت انسان عمل می‌کند، نه عاملی برای ایجاد عدم عدالت یا خطای پزشکی غیر قابل کنترل.

مشارکت نویسندگان

فرزانه تقنی و زهرا فارسی: ارائه ایده، جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها، نگارش و اصلاحات مقاله.
سیده‌اعظم سجادی: نگارش و اصلاحات مقاله.
روح‌انگیز شیروانی: ارائه ایده، نگارش و اصلاحات متن مقاله.
نویسندگان نسخه نهایی را مطالعه و تأیید نموده و مسئولیت پاسخگویی در قبال پژوهش را پذیرفته‌اند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب سپاسگزاری خود را از اساتید محترم دانشکده پرستاری دانشگاه علوم پزشکی آجا به واسطه راهنمایی‌های ارزشمند، دقت نظر علمی و حمایت‌های مستمرشان در طول انجام این پژوهش اعلام می‌دارند.

تضاد منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تضاد منافع احتمالی را در رابطه با تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله اعلام نکرده‌اند.

تأمین مالی

نویسندگان اظهار می‌نمایند که هیچ‌گونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده‌اند.

در سطح سازمانی نیز مطالعات حاجی پورطالبی و همکاران (۱۰)، رسولیان و همکاران (۱۴) و گل‌پیرا و همکاران (۱۵) نشان دادند که توسعه بیمارستان‌های هوشمند مستلزم زیرساخت‌های دیجیتال، امنیت سایبری و حکمرانی داده است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که موفقیت هوش مصنوعی تنها به پیشرفت الگوریتم‌ها وابسته نیست، بلکه نیازمند فراهم‌بودن زیرساخت‌های فنی، چارچوب‌های قانونی و پذیرش سازمانی است (۱۰، ۱۴، ۱۵). بنابراین می‌توان استدلال کرد که کندی استقرار هوش مصنوعی در برخی نظام‌های سلامت بیش از آنکه ناشی از ضعف فناوری باشد، نتیجه تفاوت در آمادگی زیرساختی، قوانین و سیاست‌های حاکم بر نظام سلامت است. بر اساس یافته‌های این مطالعه، یک مدل مفهومی سه‌بعدی برای استقرار مسئولانه هوش مصنوعی در علوم پزشکی قابل پیشنهاد است. در این مدل، توانمندی فناوری (دقت الگوریتم، کیفیت داده و قابلیت تحلیل)، حاکمیت اخلاقی و حقوقی (حفظ حریم خصوصی، عدالت، شفافیت و مسئولیت‌پذیری) و نظارت انسانی (Human-in-the-Loop) سه رکن وابسته به یکدیگر هستند (۱۱، ۵، ۳۸، ۳۹): نتایج نشان می‌دهد که افزایش دقت الگوریتم‌ها بدون تقویت حاکمیت اخلاقی و حفظ نقش نظارتی پزشک، لزوماً به افزایش کیفیت مراقبت یا اعتماد کاربران منجر نخواهد شد.

در مجموع، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که آینده هوش مصنوعی در علوم پزشکی نه بر پایه جایگزینی پزشک، بلکه بر پایه همکاری میان انسان و ماشین شکل خواهد گرفت. موفقیت این فناوری وابسته به ایجاد تعادل میان نوآوری فناوریانه، اصول اخلاق پزشکی و حکمرانی مؤثر است؛ تعادلی که می‌تواند ضمن افزایش کیفیت خدمات درمانی، از حقوق بیماران و اعتماد عمومی نیز حفاظت کند.

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که هوش مصنوعی پتانسیل مناسبی در تحول پارادایم‌های درمانی، از جمله پزشکی دقیق، جراحی هوشمند و کشف دارو دارد. با این حال، این کاربردها با

بیانیه هوش مصنوعی

هیچ‌گونه بخش علمی، تحلیل داده‌ها و نتیجه‌گیری تحقیق به هوش مصنوعی واگذار نگردیده و تمامی مطالب علمی، محصول کار و پژوهش مستقیم محققان می‌باشد. از ابزارهای هوش مصنوعی صرفاً جهت ترجمه متن، بازنویسی کردن جملات و ویرایش ساختار نگارشی مقاله استفاده گردیده تا کیفیت و روانی متن بهبود یابد.

References

1. Bhattad PB, Jain V. Artificial intelligence in modern medicine-the evolving necessity of the present and role in transforming the future of medical care. *Cureus*. 2020;12(5):e8041.
2. Farajpour H, Banimohamad-Shotorbani B, Rafiei-Baharloo M, Lotfi H. Application of Artificial Intelligence in Regenerative Medicine. *The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam*. 2023;11(4):94-107. [Persian]
3. Kaul V, Enslin S, Gross SA. History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointestinal Endoscopy*. 2020;92(4):807-12.
4. Sarrafzadeh SH, Aboutaleb E. The Importance of Ethics in Using of Artificial Intelligence in Medical Education. *Research in Medical Education*. 2023;15(2):1-4. [Persian]
5. Saremi A, Abbasi B, Karimi E, Abad M, Ashourian Y. Revolutionizing Emergency Medicine: A Comprehensive Review of Artificial Intelligence Applications and Their Impact. *Sarem Journal of Medical Research*. 2023;8(3):145-56. [Persian]
6. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*. 2019;25(1):44-56.
7. Liao J, Li X, Gan Y, Han S, Rong P, Wang W, et al. Artificial intelligence assists precision medicine in cancer treatment. *Frontiers in Oncology*. 2023;12:998222.
8. Abdolahi Shahvali E, Arizavi Z, Hemmatipour A, Jahaghirimehr A. Investigating the Level of Knowledge, Attitude and Performance Students Regarding the Applications of Artificial Intelligence in Nursing. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2024;23(2):134-42. [Persian]
9. Shahhosseini F, Zarooj Hosseini K, Golabpour A. Advances and Challenges of Artificial Intelligence in Diagnosing Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Systematic Review. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2025;24(1):1-24 [Persian]
10. Haji Pour Talebi A, Sadeghi M, Mehrabi N, Gholamhoseini L, Gol Mohammadi M. Explaining the Challenges and Solutions for Implementing Smart Systems in the Health System. *Paramedical Sciences and Military Health*. 2019;14(1):69-74. [Persian]
11. Gulshan V, Peng L, Coram M, Stumpe MC, Wu D, Narayanaswamy A, et al. Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus photographs. *JAMA*. 2016;316(22):2402-10.
12. Sahu M, Gupta R, Ambasta RK, Kumar P. Artificial intelligence and machine learning in precision medicine: A paradigm shift in big data analysis. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*. 2022;190(1):57-100.
13. Jiang F, Jiang Y, Zhi H, Dong Y, Li H, Ma S, et al. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke and Vascular Neurology*. 2017;2(4):230-43.
14. Rasoulilian Kasrineh M, Sharifzadeh N, Tabatabaei SM. Smart hospitals worldwide: a systematic review. *Physiology and Pharmacology*. 2023;27(3):234-43.
15. Golpira R, Tara SM, Raeesi A. Prerequisites of Implementing Smart Hospitals in Iran. *Iranian Journal of Culture and Health Promotion*. 2023;7(2):185-95. [Persian]
16. Phan AC, Phan TC, Trieu TN. A systematic approach to healthcare knowledge management systems in the era of big data and artificial intelligence. *Applied Sciences*. 2022;12(9):4455.
17. Haleem A, Javaid M, Khan IH. Current status and applications of Artificial Intelligence (AI) in medical field: An overview. *Current Medicine Research and Practice*. 2019;9(6):231-7.
18. Hajieslam F, Javanmard Z. Investigating the Role of Clinical Decision Support Systems in Reducing Medical Errors. *Journal of Health and Biomedical Informatics*. 2023;10(1):82-90. [Persian]
19. Unger M, Kather JN. A systematic analysis of deep learning in genomics and histopathology for precision oncology. *BMC Medical Genomics*. 2024;17(1):48.
20. Pourshams A, GHajarieh Sepan S. Application of artificial intelligence in screening, diagnosis, treatment and prognosis prediction of colorectal cancer. *Govaresh*. 2024;29(2):63-89. [Persian]
21. Jalali SN, Mohebbi S, Ghanbari M. Application of artificial intelligence and machine learning in medicine, drug discovery, genomics and biosensors. *Medical Science Journal of Islamic Azad University*. 2024;34(3):207-26. [Persian]
22. Tang Y. Deep learning in drug discovery: applications and limitations. *Frontiers in Computing and Intelligent Systems*. 2023;3(2):118-23.
23. Stokes F, Palmer A. Artificial intelligence and robotics in nursing: ethics of caring as a guide to dividing tasks between AI and humans. *Nursing Philosophy*. 2020;21(4):e12306.

24. Reznick RK, MacRae H. Teaching surgical skills-changes in the wind. *New England Journal of Medicine*. 2006;355(25):2664-9.
25. Heidarzadeh A, Panje Ali Beik S. Twelve Key Points in Codes of Ethics and Professional Conduct of Using Artificial Intelligence in Medical Sciences Education: A Systematic Review. *Medicine And Spiritual Cultivation*. 2022;31(1):21-36. [Persian]
26. Ardila D, Kiraly AP, Bharadwaj S, Choi B, Reicher JJ, Peng L, et al. End-to-end lung cancer screening with three-dimensional deep learning on low-dose chest computed tomography. *Nature Medicine*. 2019;25(6):954-61.
27. Chen C, Qin C, Qiu H, Tarroni G, Duan J, Bai W, et al. Deep learning for cardiac image segmentation: a review. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2020;7:25.
28. Tene T, Valverde Aguirre PE, Parreño Urquiza ÁF and Vique López DF (2026) Artificial intelligence applications in surgical education and training: a systematic review. *Frontiers in Artificial Intelligence*. 2026;9:1815315.
29. De Fauw J, Ledsam JR, Romera-Paredes B, Nikolov S, Tomasev N, Blackwell S, et al. Clinically applicable deep learning for diagnosis and referral in retinal disease. *Nature Medicine*. 2018;24(9):1342-50.
30. Hashimoto DA, Witkowski E, Gao L, Meireles O, Rosman G. Artificial intelligence in anesthesiology: current techniques, clinical applications, and limitations. *Anesthesiology*. 2020;132(2):379.
31. Cheng M, Li X, Xu J. Promoting Healthcare Workers' Adoption Intention of Artificial-Intelligence-Assisted Diagnosis and Treatment: The Chain Mediation of Social Influence and Human-Computer Trust. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(20):13311.
32. Hemmatipour A, Arizavi Z, Jahangirimehr A, Salehi Kambo M. Investigating the level of nurses' attitude towards artificial intelligence applications in hospitals under the supervision of Abadan University of Medical Sciences in 2023. *Journal of Nursing Development in Health*. 2024;15(1):35-44. [Persian]
33. Secinaro S, Calandra D, Secinaro A, Muthurangu V, Biancone P. The role of artificial intelligence in healthcare: a structured literature review. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. 2021;21(1):125.
34. Lee D, Yoon SN. Application of artificial intelligence-based technologies in the healthcare industry: Opportunities and challenges. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(1):271.
35. Mittelstadt BD, Allo P, Taddeo M, Wachter S, Floridi L. The ethics of algorithms: Mapping the debate. *Big Data & Society*. 2016;3(2):2053951716679679.
36. Obermeyer Z, Powers B, Vogeli C, Mullainathan S. Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. *Science*. 2019;366(6464):447-53.
37. Price WN, Cohen IG. Privacy in the age of medical big data. *Nature Medicine*. 2019;25(1):37-43.
38. Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL. Artificial intelligence in radiology. *Nature Reviews Cancer*. 2018;18(8):500-10.
39. World Health Organization. Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2021 [cited 2026 Apr 24]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>