

Article Type:
Review Article

Article History:

Received: 2024/3/8
Revised: 2025/7/27
Accepted: 2025/8/9
Published: 2025/9/23

How to Cite:

Nahardani SZ, Rahimian N, Beheshtifar M. The role of artificial intelligence in the diagnosis and treatment of infectious diseases: A narrative review. *EBNESINA* 2025;27(3):111-126.
DOI: [10.22034/27.3.111](https://doi.org/10.22034/27.3.111)

1. Center for Educational Research in Medical Sciences (CERMS), Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Department of Internal Medicine, School of Medicine, Firoozgar General Hospital. Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

✉ Corresponding Author:

Neda Rahimian

Address: Department of Internal Medicine, School of Medicine, Firoozgar General Hospital. Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Tel: +98 (21) 82141000

E-mail: rahimian.n@iums.ac.ir



Aja University of Medical Sciences

EBNESINA

journal homepage: <https://ebnesina.ajau.ac.ir>

ISSN: 1735-9503
eISSN: 4653-2645



The role of artificial intelligence in the diagnosis and treatment of infectious diseases: A narrative review

Seyedeh Zahra Nahardani¹, Neda Rahimian^{2✉}, Maryam Beheshtifar¹

Abstract

Background and aims: Artificial intelligence (AI) holds significant potential for predicting, controlling, and managing infectious diseases. By utilizing machine learning, neural networks, and large-scale data analysis, AI enables faster pathogen identification, reduced disease transmission, and accelerated discovery of effective treatments. This narrative review aimed to examine AI applications that enhance global health systems in addressing threats posed by infectious agents.

Methods: This narrative review was conducted by searching reputable scientific databases using relevant keywords to identify articles published between 2018 and 2024.

Results: The findings demonstrated AI's broad utility across multiple domains, including the prevention, diagnosis, control, and treatment of infectious diseases.

Conclusion: Through advanced data analysis and precise modeling, AI has played a crucial role in diagnosing infectious diseases, detecting antimicrobial resistance, identifying optimal treatment regimens, and accelerating vaccine development. This technology has contributed significantly to curbing transmission, reducing healthcare costs, and improving patient quality of life. AI offers promising opportunities for combating infectious diseases, particularly in resource-limited settings. The integration of AI with clinical expertise holds considerable potential for advancing global healthcare outcomes.

Keywords: artificial intelligence, infectious diseases, therapeutics, diagnosis

EBNESINA - IRIAF Health Administration

(Vol. 27, No. 3, Serial 92)



Copyright© 2025. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms. Downloaded from: <http://www.ebnesina.ajau.ac.ir>

Introduction

Infectious diseases are caused by pathogenic microorganisms that multiply after entering the body and can disrupt an individual's health [1]. The transmission routes of these diseases are highly diverse, including direct contact with an infected person or animal, consumption of contaminated food or water, and transmission by vectors such as insects [2]. These diseases remain a major challenge for healthcare systems worldwide, and according to the World Health Organization, infectious diseases impose additional costs on healthcare systems and the global economy [3]. In recent years, significant advances have been made in vaccine development and the eradication of infectious diseases. Digital technologies such as artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) have been able to impact all aspects of human life and medical science [4]. These tools provide the ability to directly and dynamically monitor pathogen load during the course of a disease and can play an effective role in assessing disease progression and measuring treatment efficacy [5]. In addition to clinical data, sensor technology and medical devices enable the collection of additional data streams and real-time monitoring of patients, which can lead to faster and more accurate responses in clinical management [6]. Given the importance of this issue, the aim of the present review was to explain the role of artificial intelligence in the diagnosis and treatment of infectious diseases [7].

Methods

The present study is a narrative review article that comprehensively examines domestic and international studies published between 2018 and 2024. The search was conducted in English (PubMed and ScienceDirect) and Persian (SID, IranDoc, and Civilica) databases, as well as Google Scholar. The search strategy included a combination of terms related to infectious diseases, artificial intelligence, and their clinical and epidemiological applications. Inclusion

criteria consisted of articles published in Persian or English from January 2018 to December 2024. Articles lacking full text, conference abstracts, case reports, letters, or those irrelevant to the research objective were excluded from the review. Ultimately, out of 195 identified articles, 43 articles were included in the present review after screening and quality assessment.

Results

Artificial intelligence represents the most advanced analytical tools capable of processing and analyzing vast volumes of heterogeneous and complex data, including clinical, laboratory, microbiological, genomic, and epidemiological information [8]. Through ML methods, it is possible to extract hidden patterns related to infectious diseases, which improves prediction accuracy [9].

ML strategies are broadly divided into two main categories: "supervised learning" and "unsupervised learning" [10]. In the field of infectious diseases, these approaches have found widespread application in infection diagnosis, disease severity prediction, and treatment response evaluation [11].

Feature selection is a fundamental step in developing machine learning models; since using all variables can lead to increased computational complexity and noise, employing feature selection methods to identify key factors affecting the occurrence and outcomes of infectious diseases is essential [12].

Evidence from health data-based studies shows that optimal feature selection can significantly improve the performance of ML algorithms in early diagnosis and disease severity prediction [13]. Furthermore, combining feature selection techniques with ML algorithms has been able to identify hidden patterns in demographic and environmental data, providing more accurate predictions in disease monitoring [14]. Hospital data-based studies have shown that using feature selection methods in predicting healthcare-

associated infections increases model stability and improves performance metrics [15]. A systematic review of AI applications in infectious diseases indicates that feature engineering and selection is a determining factor in increasing the accuracy of prediction models, particularly in early diagnosis and patient risk assessment [16].

In the context of pandemic control, analyzing big data from various sources can help predict and identify infectious disease trends [17].

In recent years, AI has played an effective role in controlling the COVID-19 pandemic and predicting influenza outbreaks in different geographical regions [18]. Additionally, by analyzing social media and the potential spread of diseases, preventive and counteractive measures can be presented to authorities [19].

In the epidemiology of infectious diseases, spatiotemporal data analysis enables the identification of disease transmission trends [20]. ML and deep learning algorithms, alongside classical epidemiological methods, have increased prediction accuracy and improved the performance of surveillance systems [21].

To predict infectious disease trends, models such as ARIMA, as well as its combination with ML (such as random forest and artificial neural networks), have been able to improve prediction accuracy in areas with high population density and extensive mobility [22].

Recent studies in the field of zoonoses have shown that using ML algorithms can be highly effective in identifying and modeling environmental and demographic risk factors [23].

Moreover, analyzing qualitative and quantitative data based on individual and socio-economic characteristics is necessary to provide precise solutions [24].

In the analysis of infectious diseases, AI helps health specialists better understand pathogen characteristics and identify sensitive points in the disease transmission chain [26].

Regarding antimicrobial resistance, research has shown that ML algorithms can predict complex resistance patterns and play an effective role in managing this phenomenon [28]. Genomic

surveillance of molecular resistance mechanisms helps in designing effective therapeutic interventions [27]. Additionally, various models have been designed to predict treatment response and determine the optimal antimicrobial combination [29].

Computer simulation studies also have applications in identifying effective factors and drug compounds to improve medical treatments [31]. In the management of sepsis and infections, advanced models like FAST (Fuzzy Adaptive System Technique) can rapidly predict pathogens and play a role in the treatment decision-making process [33].

Antibodies are one of the key mechanisms of the immune system in combating viral infections and form the basis of many vaccines [34]. In HIV management, ML algorithms have been able to assist in identifying high-risk populations and predicting prevalence, thereby helping to design targeted prevention strategies [35].

Evaluating patient adherence to treatment through pharmacy records, as well as using automated recording devices and the Internet of Things (IoT) to monitor viral load decay, has yielded positive results in data trend analysis and viral load classification [38]. Furthermore, hybrid AI-based methods have been able to improve the classification accuracy of antiretroviral treatment response and CD4⁺ T cell counts [39].

Despite the high potential of AI in medicine, challenges such as model complexity, difficulty in interpretation (black box), and the lack of comprehensive and standardized data exist, which can lead to non-generalizable or biased results [40]. Moreover, clinical adoption of AI requires staff training and adaptation to clinical structures, and these tools must remain under human supervision [41].

In the healthcare sector, IoT and AI models have been able to perform better than traditional statistical methods in the automatic detection of lung infections via ultrasound and in predicting the risk of *Clostridium difficile* infection leakage post-colectomy [44]. Additionally, integrating spatial and geographic data with patients' medical

history is effective in reducing infection transmission in healthcare settings [43]. The use of humanoid robots and IoT-based online monitoring systems also enables continuous evaluation of infection status and the identification of at-risk patients [45].

Discussion and Conclusion

The findings of this narrative review indicate that artificial intelligence represents the most powerful analytical tools, playing a very important role in improving the diagnosis and treatment of infectious diseases. Unlike traditional statistical methods that require strict and limiting assumptions, AI is capable of analyzing complex and diverse clinical and epidemiological data without needing these assumptions, significantly increasing prediction and classification accuracy. AI plays a key role in predicting the outbreak of infectious diseases, controlling pandemics, and aiding strategic public health decision-making, especially in critical conditions such as COVID-19. Furthermore, in improving treatments, predicting microbial resistance, and designing vaccines, it can lead to the optimization of therapeutic processes and cost reduction. However, remaining challenges, including input data quality and the complexity of interactions, require the combination of human expertise with AI models. Ultimately, the integration of novel technologies such as the Internet of Things and surveillance systems provides a bright outlook for the control and management of infectious diseases, making increased interdisciplinary

collaboration and the promotion of a culture of utilizing these technologies essential to fully exploit their capacities in the diagnosis and treatment of infectious diseases.

Ethical Considerations

As this study is a narrative review based exclusively on previously published literature, it did not involve human or animal participants. Therefore, formal ethical approval was not required.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

In this study, the first and third authors were responsible for data collection and initial manuscript drafting, while the second author led the conceptualization, data analysis, and manuscript editing. All authors contributed to the development and writing of the article. Each author reviewed and approved the final version of the manuscript.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank their colleagues for their constructive comments and scholarly support throughout the preparation of this narrative review.

نقش هوش مصنوعی در تشخیص و درمان بیماری‌های عفونی:

مرور روایتی

سیده زهرا نهاردانی^۱، ندا رحیمیان^۲✉، مریم بهشتی فر^۱

چکیده

زمینه و اهداف: هوش مصنوعی از ابزارهای نوین فناوری است که برای پیش‌بینی، کنترل و مدیریت بیماری‌های عفونی توانایی بالقوه‌ای دارد. با بهره‌گیری از یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی و تحلیل داده‌های گسترده، می‌توان به تشخیص سریع‌تر عوامل بیماری‌زا، کاهش شیوع آنها و کشف داروهای مؤثر دست یافت. این پژوهش به مرور کاربردهای هوش مصنوعی در بهبود سیستم‌های سلامت جهانی برای مقابله با تهدیدات ناشی از عوامل عفونی می‌پردازد.

روش بررسی: این مرور روایتی با جست‌وجوی کلیدواژه‌ها در پایگاه‌های معتبر اطلاعاتی به منظور بررسی مقالات مرتبط با موضوع، بین سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۴ انجام شده است.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این مطالعه نشان‌دهنده ظرفیت عظیم هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف شامل پیشگیری، تشخیص، کنترل و درمان بیماری‌های عفونی و مسائل مربوط به آنها است.

نتیجه‌گیری: هوش مصنوعی با تحلیل داده‌ها و مدل‌سازی دقیق، توانسته است نقش مهمی در تشخیص بیماری‌های عفونی، مقاومت دارویی، درمان‌های بهینه و تولید واکسن‌های مؤثر ایفا کند. این فناوری در کاهش انتقال عفونت‌ها، صرفه‌جویی در هزینه‌های درمانی و بهبود کیفیت زندگی بیماران، کاربرد گسترده‌ای داشته است. این فناوری امیدی نو برای مقابله با بیماری‌های عفونی فراهم کرده است؛ به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که منابع محدودتری دارند. ادغام هوش مصنوعی با دانش پزشکی، آینده‌ای روشن‌تر برای مراقبت‌های بهداشتی نوید می‌دهد.

کلمات کلیدی: هوش مصنوعی، بیماری‌های عفونی، درمان، تشخیص

۱. مرکز تحقیقات آموزش در علوم پزشکی (CERMS).

دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۲. گروه داخلی، دانشکده پزشکی، بیمارستان فیروزگر،

دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

✉ نویسنده مسئول: ندا رحیمیان

آدرس: گروه داخلی، دانشکده پزشکی، بیمارستان فیروزگر،

دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

تلفن: ۸۲۱۴۱۰۰۰ (۲۱) +۹۸

ایمیل: rahimian.n@iums.ac.ir

مقدمه

بیماری‌های عفونی که توسط پاتوژن‌های بیماری‌زا (ویروس، باکتری، قارچ و انگل) ایجاد می‌شوند، پس از ورود به بدن تکثیر پیدا می‌کنند و می‌توانند سلامت فرد را مختل کنند. این بیماری‌ها با نشانه‌ها و علائم بالینی متنوع همچنان از چالش‌های مهم سیستم‌های بهداشتی جهان محسوب می‌شوند؛ زیرا مسیرهای انتقال آنها بسیار متنوع است و شامل تماس مستقیم با فرد آلوده، مصرف آب یا غذای آلوده و توسط ناقل‌های مانند حشرات است. درک مسیرهای بیماری‌زایی و ویژگی‌های بالینی این بیماری‌ها برای تشخیص به موقع، درمان مناسب و پیشگیری مؤثر از اهمیت بالایی برخوردار است [۱]. عفونت‌های خفیف ممکن است به استراحت و درمان‌های خانگی پاسخ دهند، در حالی که بسیاری از عفونت‌های مهلک ممکن است نیاز به بستری در بیمارستان و درمان‌های شدید داشته باشند. افراد از دو راه به بیماری‌های عفونی مبتلا می‌شوند که آسان‌ترین آنها در اکثر موارد، برقراری تماس مستقیم با شخص یا حیوان مبتلا است. اما این بیماری‌ها از طریق تماس غیرمستقیم نیز منتقل می‌شوند [۲]. راه مستقیم می‌تواند عامل یک مرگ از هر چهار مرگ در سراسر جهان باشد. اکثر این مرگ و میرها در اوایل زندگی اتفاق می‌افتد که قابل پیشگیری هستند. با وجود پیشرفت‌های متعدد در پیشگیری و درمان بیماری‌های عفونی، همچنان آنها عامل اصلی مرگ و میر، ایجاد ناتوانی در زندگی و کاهش کیفیت زندگی در سراسر جهان شناخته می‌شود. علاوه بر این، طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت، بیماری‌های عفونی سبب هزینه‌های اضافی برای سیستم مراقبت‌های بهداشتی و اقتصاد جهان می‌شود [۳].

در سال‌های اخیر در کنار پیشرفت‌های چشمگیری که برای ساخت واکسن جهت ریشه‌کنی بیماری‌های عفونی رخ داده است، فناوری‌های دیجیتال مانند هوش مصنوعی (AI)^۱ و

یادگیری ماشین (ML)^۲ توانسته‌اند تمام ابعاد و شرایط انسان از جمله دانش پزشکی را تحت تأثیر خود قرار دهند [۴]. نوید فناوری‌های مبتنی بر تعیین توالی نسل جدید و پلتفرم‌های نیمه‌کمی پایش بار پاتوژن، افق‌های جدیدی در مدیریت بیماری‌های عفونی فراهم کرده است. این ابزارها امکان پایش مستقیم و پویا بار پاتوژن را در طول سیر بیماری فراهم می‌کنند و می‌توانند در ارزیابی پیشرفت بیماری و سنجش اثربخشی درمان نقش مؤثری ایفا کنند. استفاده از این فناوری‌ها مستلزم آن است که متخصصان بیماری‌های عفونی توانایی تحلیل داده‌های مولکولی پیچیده را داشته باشند و آنها را با یافته‌های بالینی تلفیق کنند. هم‌زمان، این ابزارها زمینه را برای ارائه درمان‌های دقیق‌تر و فردمحور فراهم می‌سازند که با انتظار بیماران برای خدمات سریع‌تر و هدفمندتر همسو است [۵].

پزشکان در مواجهه با حجم گسترده‌ای از داده‌های بالینی قرار دارند که تحلیل آنها نیازمند روش‌های پیچیده و پیشرفته است. هوش مصنوعی می‌تواند با به‌کارگیری الگوریتم‌های یادگیری ماشین، این داده‌ها را پردازش کرده و به پیش‌بینی نتایج بالینی، از جمله شناسایی بیماران در معرض خطر عفونت محل جراحی کمک کند. چنین سامانه‌هایی نه تنها روند تصمیم‌گیری بالینی را بهبود می‌بخشند، بلکه امکان شخصی‌سازی درمان و افزایش کارایی ارائه خدمات را فراهم می‌آورند. علاوه بر داده‌های بالینی موجود، فناوری حسگرهای همراه و دستگاه‌های پزشکی امکان جمع‌آوری جریان‌های اضافی داده و پایش بلادرنگ بیماران را فراهم می‌کند که می‌تواند به واکنش سریع‌تر و دقیق‌تر در مدیریت بالینی منجر شود [۶].

در سال‌های اخیر فناوری تحول‌آفرین AI در مدیریت بیماری‌های عفونی به کار گرفته شده و نقش مهمی در بهبود فرآیندهای تشخیص و درمان ایفا می‌کند. مدل‌های مبتنی بر آن، از جمله الگوریتم‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق،

1. Artificial intelligence

2. Machine learning

اپیدمیولوژیک آن انجام شد. راهبرد اصلی جست‌وجو شامل ترکیب این عبارت‌ها بود:

“infectious disease” OR “pathogen” OR “epidemic”) AND (“artificial intelligence” OR “machine learning” OR “deep learning” OR “neural network”) AND (“diagnosis” OR “prediction” OR “control” OR “treatment”)

به منظور افزایش پوشش مطالعات، جست‌وجوی تکمیلی از اصطلاحات اختصاصی‌تر مرتبط با بیماری‌های عفونی، از جمله “antimicrobial resistance”، “sepsis” و “healthcare-associated infection” نیز استفاده شد.

جست‌وجو در پایگاه‌های داده معتبر انگلیسی (پابمد و ساینس دایرکت)^۱، فارسی (اس‌آی‌دی، مگیران و ایرانداک)^۲ و نیز گوگل اسکالر انجام شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل مقالات منتشر شده به زبان فارسی یا انگلیسی از ژانویه ۲۰۱۸ تا دسامبر ۲۰۲۴ بود که با روش‌های کمی، کیفی یا مروری درباره کاربرد AI در بیماری‌های عفونی نوشته شده بودند. گزارش‌های موردی، نامه به سردبیر، چکیده‌های همایش بدون متن کامل و مقالاتی که با هدف پژوهش مرتبط نبودند در این مرور قرار نگرفتند.

یافته‌ها

در جست‌وجوی اولیه پایگاه‌های اطلاعاتی بین‌المللی و ملی مجموعاً ۱۹۵ مقاله شناسایی شد. پس از حذف ۸۰ مقاله تکراری، ۱۱۵ مقاله باقی‌مانده از نظر عنوان و چکیده غربالگری شدند که از این میان ۷۰ مقاله به دلیل عدم ارتباط موضوعی یا عدم انطباق با معیارهای ورود کنار گذاشته شدند. متن کامل ۴۵ مقاله باقی‌مانده مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت پس از حذف ۲ مقاله به دلایل روش‌شناختی، ۴۳ مقاله واجد شرایط برای تحلیل کیفی انتخاب و در مرور حاضر گنجانده شدند (شکل ۱).

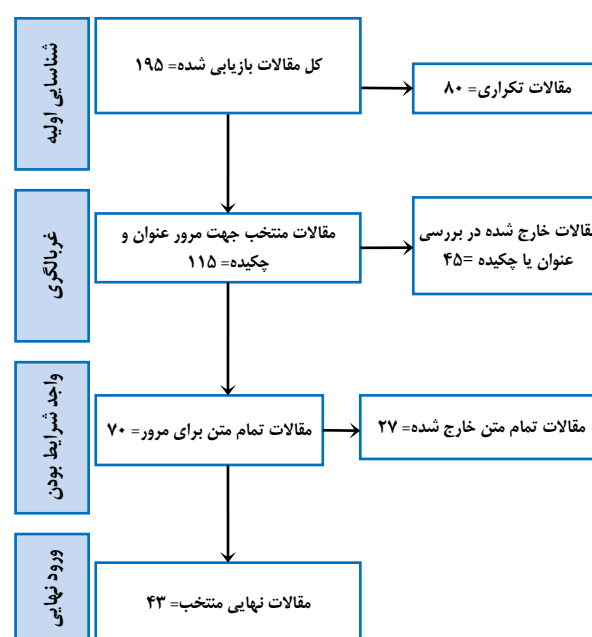
1. PubMed, ScienceDirect
2. SID, Magiran, Irandoc

قادرند داده‌های متنوع بالینی، آزمایشگاهی، تصویربرداری و ژنومی را تحلیل کنند تا دقت تشخیص بیماری افزایش یابد، زمان شناسایی پاتوژن‌ها کاهش پیدا کند و تصمیم‌گیری بالینی بهبود یابد. این فناوری‌ها همچنین امکان پیش‌بینی سیر بیماری و نتایج بالینی بیماران، شخصی‌سازی درمان و تسهیل کشف داروهای جدید را فراهم می‌آورند. به علاوه، کاربردهای AI در پایش و پیش‌بینی شیوع بیماری، می‌تواند پاسخ‌های بهداشت عمومی را تقویت و کیفیت کلی مراقبت‌های بهداشتی را ارتقا دهد [۷]. با توجه به اهمیت این موضوع، هدف ما از این پژوهش تبیین نقش AI در تشخیص و درمان بیماری‌های عفونی بود.

روش بررسی

پژوهش حاضر یک مقاله مروری از نوع روایتی است که به بررسی جامع مطالعات داخلی و خارجی منتشر شده بین سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۴ می‌پردازد. جست‌وجوی منابع با استفاده از کلیدواژه‌های فارسی و انگلیسی انجام شد تا پوشش کاملی از مقالات مرتبط فراهم شود.

راهبرد جست‌وجو با استفاده از ترکیبی از اصطلاحات مرتبط با بیماری‌های عفونی، هوش مصنوعی و کاربردهای بالینی و



شکل ۱- شناسایی، غربالگری و انتخاب مقالات بررسی شده در پژوهش

نقش AI در حیطه بیماری‌های عفونی

AI از پیشرفته‌ترین ابزارهای تحلیلی است که قابلیت پردازش و تحلیل حجم وسیعی از داده‌های پیچیده و ناهمگون را فراهم می‌کند. در حوزه بیماری‌های عفونی، داده‌ها شامل اطلاعات بالینی، آزمایشگاهی، میکروبیولوژیک، ژنومیک و اپیدمیولوژیک هستند که اغلب دارای روابط غیرخطی و چندعاملی‌اند. مطالعات مروری نشان داده‌اند که الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند در تشخیص زودهنگام عفونت‌ها، پیش‌بینی سیر بیماری، پایش همه‌گیری‌ها و مدیریت مقاومت‌های میکروبی نقش مؤثری ایفا کنند [۸]. از سوی دیگر، تحلیل کلان‌داده‌های مرتبط با بیماری‌های عفونی از طریق روش‌های یادگیری ماشین امکان استخراج الگوهای پنهان و بهبود دقت پیش‌بینی را فراهم می‌سازد [۹].

راهبردهای یادگیری ماشین در بیماری‌های عفونی

راهبردهای یادگیری ماشین به‌طور کلی به دو دسته اصلی شامل «یادگیری با نظارت»^۱ و «یادگیری بدون نظارت»^۲ تقسیم می‌شوند [۱۰]. در یادگیری با نظارت، مدل با استفاده از داده‌های برچسب‌دار آموزش می‌بیند و هدف آن پیش‌بینی یک پیامد مشخص مانند تشخیص بیماری یا پیش‌بینی سیر بالینی است. این رویکرد شامل روش‌هایی نظیر طبقه‌بندی و رگرسیون بوده و در حوزه بیماری‌های عفونی برای تشخیص عفونت، پیش‌بینی شدت بیماری و ارزیابی پاسخ به درمان کاربرد گسترده‌ای یافته است [۱۱]. در مقابل، یادگیری بدون نظارت بر داده‌های فاقد برچسب اعمال می‌شود و با هدف کشف ساختارهای پنهان، خوشه‌بندی بیماران و شناسایی الگوهای اپیدمیولوژیک به کار می‌رود. این روش می‌تواند در شناسایی فنوتیپ‌های بالینی جدید، تحلیل الگوهای انتقال بیماری و پایش شیوع عفونت‌ها نقش مهمی ایفا کند [۱۱].

انتخاب ویژگی^۳

انتخاب ویژگی یکی از مراحل اساسی در توسعه مدل‌های یادگیری ماشین برای پیش‌بینی و مدیریت بیماری‌های عفونی محسوب می‌شود. داده‌های مورد استفاده در این حوزه، به‌ویژه داده‌های استخراج‌شده از پرونده‌های الکترونیک سلامت و سامانه‌های مراقبت بهداشتی، شامل طیف گسترده‌ای از متغیرهای دموگرافیک، علائم بالینی، شاخص‌های آزمایشگاهی، سوابق دارویی و اطلاعات اپیدمیولوژیک هستند. استفاده همزمان از تمامی این متغیرها می‌تواند منجر به افزایش پیچیدگی محاسباتی، ورود نویز و کاهش قابلیت تعمیم مدل‌های پیش‌بینی شود؛ از این رو، به‌کارگیری روش‌های انتخاب ویژگی به منظور شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر بروز و پیامد بیماری‌های عفونی ضروری است [۱۲].

شواهد حاصل از مطالعات مبتنی بر داده‌های سلامت نشان می‌دهد که انتخاب بهینه ویژگی‌ها می‌تواند عملکرد الگوریتم‌های یادگیری ماشین را در تشخیص زودهنگام عفونت‌ها، پیش‌بینی شدت بیماری و برآورد پیامدهای بالینی به‌طور معناداری بهبود بخشد. حذف متغیرهای غیرمرتبط و تمرکز بر شاخص‌های باارزش پیش‌بینی، علاوه بر افزایش دقت طبقه‌بندی، موجب ارتقای تفسیرپذیری مدل‌ها برای کاربردهای بالینی می‌شود [۱۳]. در مدل‌سازی اپیدمیولوژیک و پیش‌بینی روند شیوع بیماری‌های عفونی نیز ترکیب تکنیک‌های انتخاب ویژگی با الگوریتم‌های یادگیری ماشین توانسته است الگوهای پنهان در داده‌های جمعیتی، محیطی و مراقبتی را شناسایی کرده و پیش‌بینی‌های دقیق‌تری ارائه دهد. این موضوع در پایش بلادرنگ بیماری‌ها و برنامه‌ریزی منابع نظام سلامت اهمیت ویژه‌ای دارد [۱۴]. همچنین مطالعات مبتنی بر داده‌های بیمارستانی نشان داده‌اند که استفاده از روش‌های انتخاب ویژگی در پیش‌بینی عفونت‌های مرتبط با مراقبت سلامت و پیامدهای نامطلوب، موجب کاهش بیش‌برازش، افزایش

1. Supervised Learning
2. Unsupervised Learning

3. Feature Selection

اپیدمیولوژی بیماری‌های عفونی

شناخت الگوهای بروز، توزیع، عوامل خطر و پیامدهای بیماری در سطح جمعیت، نقش اساسی در پیش‌بینی و کنترل همه‌گیری‌ها ایفا می‌کند. مطالعات طولی و تحلیل داده‌های فضایی-زمانی امکان شناسایی روند انتقال بیماری‌ها و برآورد گسترش آنها را فراهم می‌سازد. شاخص‌هایی مانند میزان سرایت، شدت علائم و مرگ‌ومیر از عوامل کلیدی در ارزیابی خطر و برنامه‌ریزی مداخلات بهداشت عمومی محسوب می‌شوند. در سال‌های اخیر، استفاده از AI در کنار روش‌های کلاسیک اپیدمیولوژی موجب افزایش دقت پیش‌بینی و بهبود عملکرد سیستم‌های پایش بیماری‌های عفونی شده است. الگوریتم‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق با تحلیل داده‌های اپیدمیولوژیک، بالینی و محیطی قادرند الگوهای پیچیده فضایی-زمانی را شناسایی کرده و هشدارهای زودهنگام درباره بروز یا تشدید همه‌گیری ارائه دهند [۲۰].

با توجه به بروز همه‌گیری‌های گسترده و مرگ‌ومیر ناشی از آنها، مانند همه‌گیری ویروس کووید-۱۹، پیش‌بینی روند بیماری به یکی از موضوعات اساسی در مدیریت بحران‌های سلامت تبدیل شده است. این پیش‌بینی‌ها با بهره‌گیری از روش‌های مختلف AI و مدل‌های آماری انجام می‌شوند. از جمله این روش‌ها می‌توان به شبکه عصبی مصنوعی تک‌لایه^۱، رگرسیون لجستیک، درخت تصمیم و ماشین بردار پشتیبان^۲ اشاره کرد که قابلیت تحلیل داده‌های مربوط به کووید-۱۹ را داشته و می‌توانند الگوهای شیوع، میزان ابتلا و مرگ‌ومیر را برآورد کنند. یکی از چالش‌های اساسی در مدیریت همه‌گیری‌ها، نبود پاسخ سریع و همچنین کیفیت پایین یا ناقص بودن داده‌های ثبت‌شده در کانون اولیه شیوع است. این مسئله اهمیت زیادی دارد، زیرا دقت پیش‌بینی‌ها به‌طور مستقیم به اطلاعات مراحل اولیه انتقال بیماری وابسته است و هرگونه نقص در داده‌های اولیه می‌تواند بر نتایج مدل‌های پیش‌بینی

پایداری مدل و بهبود شاخص‌های عملکردی می‌شود [۱۵]. افزون بر این، مروری نظام‌مند بر کاربردهای AI در بیماری‌های عفونی نشان می‌دهد که مهندسی و انتخاب مناسب ویژگی‌ها یکی از عوامل تعیین‌کننده در افزایش دقت مدل‌های پیش‌بینی، به‌ویژه در تشخیص زودهنگام و ارزیابی خطر بیماران است [۱۶].

مهار پاندمی از طریق AI

بر اساس تجربه بیماری‌های عفونی در چند دهه اخیر، افزایش جمعیت و تحرک افراد یکی از عوامل اصلی شیوع بیماری‌های عفونی و احتمال بروز پاندمی است. ارتباط نزدیک با بیماران مبتلا و تراکم بالای افراد در محیط‌های محدود، می‌تواند خطر همه‌گیری را افزایش دهد [۱۷].

تعداد عوامل بیماری‌زا و سرعت انتشار آنها در مناطق جغرافیایی متفاوت، تحت تأثیر تراکم جمعیت، ویژگی‌های جمعیتی، شرایط محیطی و الگوهای رفتاری قرار دارد. AI با تحلیل داده‌های بزرگ از منابع مختلف، شامل سیستم‌های ملی پایش و گزارش‌دهی، پایگاه‌های ژنومی، بررسی طغیان‌ها، رسانه‌های اجتماعی، جست‌وجوهای اینترنتی و اطلاعات واکسیناسیون، می‌تواند به پیش‌بینی، شناسایی و تحلیل روند بیماری‌های عفونی کمک کند. همچنین با استخراج دانش از داده‌های موجود، الگوهای نهفته و روندهای بالقوه قابل شناسایی هستند [۱۸].

هدف استفاده از AI در شبیه‌سازی و پیش‌بینی بیماری‌های پاندمی، کمک به سیاست‌گذاران برای اتخاذ اقدامات مؤثرتر در حوزه سلامت است. در سال‌های اخیر، کاربردهای AI در کنترل پاندمی کووید-۱۹ و پیش‌بینی شیوع آنفلوآنزا در مناطق مختلف جغرافیایی از طریق برنامه‌های ردیابی و پایش نقش مؤثری ایفا کرده است. همچنین برنامه‌های کاربردی AI می‌توانند با تحلیل رسانه‌های اجتماعی، شیوع احتمالی بیماری‌های عفونی و اقدامات پیشگیرانه و مقابله‌ای لازم را به مسئولان ارائه دهند [۱۹].

1. Artificial Neural Network (ANN)

2. Support Vector Machine (SVM)

تأثیر بگذارد [۲۱].

در بسیاری از کشورها برای پیش‌بینی روند بیماری‌های عفونی از مدل ARIMA^۱ استفاده می‌شود. این مدل که در اصل در حوزه اقتصاد توسعه یافته است، توانایی تحلیل داده‌های سری زمانی را دارد و می‌تواند با حذف نوسانات کوتاه‌مدت و نویزهای با فرکانس بالا، روند اصلی وابستگی خطی در داده‌ها را شناسایی کند. به دلیل ماهیت دوره‌ای و زمانی برخی بیماری‌های عفونی، ARIMA در این حوزه نیز کاربرد یافته است. این مدل با به‌روزرسانی مستمر بر اساس جدیدترین داده‌ها، امکان ارائه پیش‌بینی‌های پویا را فراهم می‌کند. علاوه بر ARIMA، سایر مدل‌های پیش‌بینی نیز می‌توانند علاوه بر برآورد تعداد موارد، سطح خطر و احتمال گسترش بیماری عفونی را تحلیل و گزارش کنند [۲۲].

مطالعات جدید در حوزه بیماری‌های عفونی منتقله بین حیوان و انسان نشان داده‌اند که استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌تواند در شناسایی و مدل‌سازی عوامل خطر محیطی و جمعیتی بسیار مؤثر باشد. در یک پژوهش مبتنی بر مدل‌های پیش‌بینی فضایی-زمانی، با به‌کارگیری روش‌های یادگیری ماشین و داده‌های اقلیمی، کاربری اراضی و تراکم دام، مشخص شد که متغیرهایی نظیر دما، میزان بارش، پوشش گیاهی و تراکم جمعیت دامی از مهمترین عوامل تعیین‌کننده خطر بروز و گسترش بیماری‌های ویروسی مشترک بین انسان و حیوان هستند [۲۳].

همچنین در مطالعات مقایسه‌ای مربوط به پیش‌بینی همه‌گیری‌های تنفسی، از جمله کووید-۱۹ و آنفلوانزا، نشان داده شده است که الگوریتم‌های یادگیری ماشین مانند «جنگل تصادفی^۲» و شبکه‌های عصبی مصنوعی در بسیاری از موارد عملکرد دقیق‌تری نسبت به مدل‌های کلاسیک سری زمانی نظیر ARIMA دارند، به‌ویژه زمانی که روابط بین متغیرها غیرخطی و چندعاملی باشد. علاوه بر این، مدل‌های

ترکیبی که روش‌های آماری و یادگیری ماشین را ادغام می‌کنند، توانسته‌اند دقت پیش‌بینی بروز بیماری را در مناطق با تراکم جمعیت بالا و جابه‌جایی گسترده بهبود بخشند [۲۴].

ذکر این نکته حائز اهمیت است که معمولاً کیفیت داده‌های ورودی - نه کمیت آنها - سبب دقت بیشتر مدل پیش‌بینی می‌گردد. انتقال ویروس دنگی از طریق پشه‌ها در ۷٪ موارد سبب بروز تب خونریزی‌دهنده می‌شود. متخصصین با استفاده از ماشین بردار پشتیبانی توانستند میزان بروز بیماری را پیش‌بینی کنند و اقدامات ضروری جهت پیشگیری از آن را ارائه دهند. در این بررسی دقت مدل بسته به شدت آلودگی پشه‌های منتقل کننده ویروس دنگ بود نه دیگر شرایط جغرافیایی. در قدم بعدی باید مناسب‌ترین روند برقراری ارتباط و یافتن دسته‌بندی‌ها بر اساس ویژگی‌های مختلف فردی از قبیل سن، جنس، تفاوت‌های اقتصادی و اجتماعی تعیین شود که هوش مصنوعی باید توانایی رویکرد تحلیلی و ادغام این مسیرهای موازی را برای ارائه راهکارها داشته باشد. همچنین، این روند مستلزم این است که داده‌های موجود در پایگاه‌های مختلف دقت مناسبی داشته باشند [۲۵].

AI برای تحلیل بیماری‌های عفونی

AI در تحلیل بیماری‌های عفونی به متخصصان بهداشت کمک می‌کند تا ویژگی‌ها و عوامل پیچیده بیماری‌ها را بهتر درک و مدل‌سازی کنند. این مدل‌ها می‌توانند نقش کلیدی در پیش‌بینی روند شیوع و شناسایی نقاط حساس زنجیره انتقال بیماری داشته باشند. یکی از مهمترین راهکارها برای کاهش شدت شیوع بیماری‌های فراگیر، کنترل ناقلین است، زیرا ویروس‌ها برای انتقال و انتشار عفونت به چرخه تکثیر ویروسی وابسته‌اند و مهار این چرخه می‌تواند انتقال ویروس را محدود کند [۲۶].

درمان‌ها و مقاومت دارویی ضد میکروبی

در سال‌های اخیر، مقاومت دارویی در بیماری‌های عفونی به یکی از چالش‌های مهم سلامت جهانی تبدیل شده است،

1. Autoregressive Integrated Moving Average
2. Random Forest

به طوری که بسیاری از پاتوژن‌ها مانند انگل پلاسمودیوم فالسیپاروم نسبت به داروهای استاندارد درمانی از جمله ترکیبات مبتنی بر آرتمیسینین واکنش کمتری نشان می‌دهند. این روند کنترل و حذف بیماری را دشوارتر می‌کند. مقاومت جزئی به آرتمیسینین در پلاسمودیوم فالسیپاروم به‌طور گسترده در جنوب شرق آسیا گزارش شده و اکنون در برخی مناطق آفریقا نیز مشاهده می‌شود که تهدیدی جدی برای راهبردهای کنترل مالاریا به شمار می‌آید. نظارت ژنومی و درک مکانیزم‌های مولکولی مقاومت دارویی اهمیت زیادی دارد زیرا به طراحی مداخلات درمانی مؤثر کمک می‌کند [۲۷].

در زمینه مقابله با مقاومت ضد میکروبی به‌طور کلی، پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که به‌کارگیری AI و الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌تواند الگوهای پیچیده مقاومت را پیش‌بینی کرده و در مدیریت این پدیده نقش مؤثری داشته باشد. مدل‌های مختلف مانند درخت تصمیم، ماشین بردار پشتیبان، جنگل تصادفی و شبکه عصبی مصنوعی در تحلیل داده‌های گسترده مقاومت دارویی، شناسایی فنوتیپ‌های مقاوم و بهینه‌سازی استفاده از داروها کاربرد یافته‌اند، هرچند چالش‌هایی مانند کمبود داده‌های با کیفیت و شفافیت الگوریتم‌ها همچنان باقی است [۲۸].

پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که AI می‌تواند در بررسی ظرفیت ضد میکروبی ترکیبات مورد استفاده برای آنتی‌بیوتیک‌ها نقش مهمی ایفا کند. در یک مطالعه حیوانی برای پیش‌بینی پاسخ به بیماری سل، از مدل‌های مختلف طبقه‌بندی AI مانند لاپلاس-بایس ساده اصلاح‌شده^۱ و ماشین بردار پشتیبان استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که مدل بایس نسبت به داده‌های آزمایشگاهی ارزش پیش‌بینی بالاتری دارد و می‌تواند در تعیین بهترین ترکیب ضد میکروبی مورد استفاده قرار گیرد [۲۹]. علاوه بر آن، مدل‌های بایس ساده، جنگل تصادفی و C4.5(J48) برای افزایش سرعت تحلیل و کاهش هزینه‌های

آزمایشگاهی به کار گرفته می‌شوند [۳۰].

همچنین پژوهش‌ها نشان داده‌اند که AI در تأیید صحت مطالعات شبیه‌سازی رایانه‌ای سامانه‌های زیستی^۲ عملکرد بسیار دقیقی دارد. این روش‌ها با جداسازی و تحلیل داده‌های زیستی، عوامل مؤثر ضد عفونی و ترکیبات دارویی را شناسایی می‌کنند و می‌توانند به‌طور مستقیم در توسعه و بهبود درمان‌های پزشکی مورد استفاده قرار گیرند [۳۱].

در مطالعه چن^۳ و همکاران، مدلی برای تشخیص بهترین آنتی‌بیوتیک مناسب بر اساس شرایط بالینی بیمار ارائه شده است. این مدل با در نظر گرفتن عواملی مانند دمای بدن، نوع عفونت، علائم بیماری، مصرف دارو، موارد منع مصرف و تداخلات دارویی طراحی شده است. داده‌های این مدل شامل روش‌های درمانی مناطق جغرافیایی مختلف، شایع‌ترین عفونت‌ها و علائم آنها، مقاومت‌های میکروبی، انواع باکتری‌ها و واکنش‌های متقابل بین آنتی‌بیوتیک‌ها و باکتری‌ها است [۳۲].

مطالعه‌ای دیگر نشان داده است که سندرم پاسخ التهابی سیستمیک^۴ در نوزادان می‌تواند با استفاده از شاخص‌های عفونی شامل حضور باکتری‌ها، ویروس‌ها یا عوامل غیر عفونی، از طریق آزمایش‌های تشخیصی مرتبط و در زمان مناسب شناسایی شود. همچنین، مدل‌های پیشرفته‌ای مانند مدل FAST^۵ قادرند عوامل بیماری‌زا را به سرعت و با دقت بالا پیش‌بینی کنند که این موضوع در بهبود روند تشخیص و تصمیم‌گیری‌های درمانی نقش مهمی ایفا می‌کند [۳۳].

آنتی‌بادی‌ها یکی از سازوکارهای کلیدی سیستم ایمنی در مقابله با عفونت‌های ویروسی هستند و پایه اصلی ساخت بسیاری از واکسن‌ها را تشکیل می‌دهند. این مولکول‌ها می‌توانند ویروس‌ها را خنثی کرده و از ورود آنها به سلول‌های میزبان جلوگیری کنند، همچنین حافظه ایمنی بلندمدت ایجاد می‌کنند تا در مواجهه‌های بعدی پاسخ ایمنی سریع و مؤثرتر

2. in silico

3. Chen

4. Systemic Inflammatory Response Syndrome, SIRS

5. Fuzzy Adaptive System Technique

1. Laplace-corrected Naive Bayes

ویروس ارائه کرد. این روش به‌طور موفقیت‌آمیز امکان طبقه‌بندی تخریب ویروسی را در میان ۱۷۰۰ بیمار فراهم ساخت و نتایج مثبتی در صحت داده‌ها و تحلیل روندهای ویروسی به دست آمد [۳۸].

روش‌های ترکیبی مبتنی بر AI، با تحلیل داده‌های استاندارد مرتبط با ویروس HIV مانند تعداد سلول‌های $CD4^+ T$ و پاسخ به درمان ضد رتروویروس، توانسته‌اند دقت طبقه‌بندی بیماری را نسبت به سیستم‌های سنتی نظارت الکترونیکی بهبود دهند. استفاده از این ابزارها علاوه بر افزایش دقت تشخیص، منجر به صرفه‌جویی در منابع مراقبت‌های بهداشتی، کاهش هزینه و زمان، مدیریت بهتر بیماری‌های عفونی و در نهایت ارتقای کیفیت زندگی بیماران می‌شود. با این وجود، هنوز چالش‌هایی در زمینه کاهش بار ویروس‌های فصلی، کنترل عوامل بیماری‌زا و بررسی دقیق‌تر روابط بین پاتوژن‌ها و میزبان انسانی وجود دارد که امید می‌رود با مطالعات آینده، این شکاف‌ها برطرف شوند [۳۹].

مشکلات به‌کارگیری AI در پزشکی

AI در پزشکی اگرچه پتانسیل زیادی برای بهبود تشخیص، پیش‌بینی و تصمیم‌گیری بالینی دارد، هنوز بیشتر در مرحله تحقیقاتی قرار دارد و بسیاری از مدل‌ها به‌طور کامل در محیط بالینی قابل اعتماد نیستند. یکی از چالش‌های اصلی، پیچیدگی مدل‌ها و سختی تفسیر عملکرد آنها است؛ بسیاری از الگوریتم‌های پیشرفته به گونه‌ای عمل می‌کنند که پزشکان قادر به درک سازوکار تصمیم‌گیری آنها نیستند، که می‌تواند اعتماد بالینی را محدود کند. علاوه بر این، کیفیت و جامعیت داده‌های آموزش نقش حیاتی دارند و فقدان داده‌های دقیق، نماینده و استاندارد می‌تواند باعث نتایج کم‌دقت، غیرعمومی یا سوگیرانه شود. به‌علاوه نبود چارچوب‌ها و استانداردهای مشخص برای اعتبارسنجی و ارزیابی مدل‌ها در عمل بالینی، پذیرش گسترده AI را محدود کرده است [۴۰]. یکی از مشکلات مهم، نبود آمادگی کامل سیستم‌های سلامت برای

باشد [۳۴]. علاوه بر ایمنی طبیعی، استفاده از AI در پیشگیری و مدیریت بیماری‌ها، مانند HIV، نقش مهمی ایفا می‌کند. الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌توانند روند همه‌گیری و رفتار جمعیتی را تحلیل کرده و به طراحی راهبردهای پیشگیری هدفمند و مؤثر کمک کنند. این رویکردها توانسته‌اند در شناسایی جمعیت‌های پرخطر و پیش‌بینی شیوع HIV به بهبود دقت تصمیم‌گیری و تخصیص منابع کمک کنند [۳۵].

پژوهش‌های مختلف بررسی کرده‌اند که استفاده از AI توانایی تشخیص مناسب‌ترین درمان را دارد. جهت بررسی میزان پیشرفت بیماری AIDS باید RNA ویروس را در خون اندازه‌گیری کرد که برای اقدامات درمانی ضروری است. اما مشکل اساسی مقرون به صرفه نبودن این روش است. درمان این بیماری به اثرات داروهای ضد رتروویروسی وابسته است. بررسی اینکه آیا ویروس به درمان پاسخ می‌دهد یا خیر اهمیت دارد. بنابراین، ارائه یک مدل دقیق برای شناسایی افراد مبتلا که به درمان پاسخ نمی‌دهند می‌تواند به بهبودی وضعیت بیماران، کاهش هزینه‌های درمان و آگاهی بخشی در مورد بیماری کمک کند [۳۶].

یکی از مهمترین روش‌ها برای بررسی پیروی بیماران از داروها، تحلیل داده‌های ثبت‌شده توسط داروخانه‌ها است. بررسی این داده‌ها نشان داد که میزان گزارش‌شده از رعایت نکردن دستور دارویی در داروخانه‌ها به‌طور قابل توجهی بیشتر از داده‌های خودگزارش‌دهی بیماران بود، زیرا داده‌های خودگزارش‌دهی معمولاً از دقت و صحت کمتری برخوردارند. این روش امکان پایش واقعی‌تر رفتار بیماران در مصرف دارو و شناسایی نقاط ضعف در رعایت درمان را فراهم می‌کند [۳۷]. برای بررسی میزان تخریب ویروسی، در این مطالعه از یک دستگاه ثبت خودکار استفاده شد که روی جعبه‌های دارو قرار می‌گیرد و زمان و تاریخ هر بار استفاده را ذخیره می‌کند. داده‌های جمع‌آوری‌شده توسط این دستگاه با یک الگوریتم تطبیق داده و اعتبارسنجی شد تا دقت و صحت اطلاعات افزایش یابد و بتوان راهکارهای مؤثر برای کنترل و کاهش بار

پذیرش فناوری‌های AI است که شامل آموزش کارکنان، تغییر فرآیندها و تطبیق با ساختارهای بالینی موجود می‌شود. همچنین نگرانی‌هایی درباره قابلیت اطمینان و اثربخشی نتایج AI وجود دارد و این ابزارها هنوز نمی‌توانند جایگزین کامل تصمیم‌گیری پزشکان شوند؛ بلکه باید تحت نظارت انسان به کار روند. این مقاله هشدار می‌دهد که انتظار بیش از حد از AI می‌تواند منجر به اعتماد نادرست یا سوءتفسیر نتایج شود و برای کاربرد موفق AI در پزشکی، ترکیبی از فناوری پیشرفته و نظارت انسانی ضروری است [۴۱].

کاربرد مدل‌های AI در حوزه مراقبت‌های بهداشتی

اینترنت اشیا^۱ میلیاردها دستگاه فیزیکی در سراسر جهان هستند که به اینترنت متصلند و اطلاعات را جمع‌آوری می‌کنند و با کاربر و سایر دستگاه‌های متصل به اشتراک می‌گذارند. هر چند استفاده از مدل‌های AI در حوزه مراقبت‌های بهداشتی هنوز جای پیشرفت دارد اما از مزایای اینترنت اشیا به شدت سود می‌برد [۴۲].

اولین گام ایجاد یک مدل پیشرفته جهت ارزیابی داده‌ها است. با وجود اینکه در اکثر مراکز درمانی این مدل‌ها هستند اما غالباً با انواع داده‌های امروزی مطابقت ندارند. در بررسی‌های دائم بیماری عفونی مراکز درمانی باید راهبردهایی مناسب جهت پیش بینی بروز بیماری عفونی ایجاد کنند که نیازمند افزایش مهارت و فرهنگ پیرامون AI، ایجاد تلاش گروهی در ریاضی‌دانان، زیست‌شناسان و متخصصین پزشکی است [۴۳]. پژوهش‌ها نتایج مثبتی از ادغام راهبردهای AI در زمینه تشخیص بهتر گزارش کرده‌اند. به عنوان نمونه گزارش شده است که برای تشخیص پنومونی سونوگرافی ابزاری سودمند است که به مهارت اپراتور و سوگیری متخصص در زمان تفسیر آن وابسته است. همچنین برای درجه‌بندی خودکار عفونت ریه از بررسی تصویر استفاده شده است. شبکه عصبی مصنوعی،

عفونت ریه را به طرز صحیحی شناسایی کرده است. داده‌های مکانی (جغرافیایی) مربوط به بیماری‌های عفونی نیز باید با تاریخچه پزشکی بیماران تطابق داشته باشد. بررسی ارتباط بین موقعیت و دیگر مشخصات بیمار مبتلا به عفونت از قبیل فعالیت‌های حرفه‌ای، محیط خانواده، نوع مسکن، تماس با حیوانات مهم است. در مجموع، به کارگیری سامانه‌های پایش برخط مبتنی بر اینترنت اشیا و تحلیل داده‌های بالینی توسط الگوریتم‌های هوش مصنوعی، به مراکز درمانی امکان می‌دهد تا ضمن شناسایی بیماران در معرض خطر و ارزیابی مستمر وضعیت عفونت، گام‌های مؤثری در جهت کاهش انتقال و بهبود مدیریت بالینی بردارند [۴۴].

هم اکنون مراکز مراقبت‌های بهداشتی تعدادی از مدل‌های AI برای جمع‌آوری داده‌ها به کار گرفته می‌شود اما برای استفاده بیشتر از داده‌ها نیاز به پیشرفت در این زمینه وجود دارد. در حال حاضر شرکت کاتالیا هلت^۲ از رباتی انسان گونه برای مراقب بهداشت فردی در مبتلایان به بیماری‌های قلبی عروقی تولید کرده است که در کنار بررسی مصرف داروها، درباره سلامتی بیمار نیز با او صحبت می‌کند. این گونه پیگیری در کنار متخصصین مراکز درمانی سبب کاهش انتقال عفونت می‌گردد [۴۵].

در یک مطالعه بزرگ مبتنی بر یادگیری ماشین با تحلیل داده‌های ۴۶۷۳۵ بیمار (کولکتومی شده) نشان داده شد که عفونت با کلستریدوم دیفیسیل به‌طور معناداری خطر نشت آناستوموز را افزایش می‌دهد. مدل‌های یادگیری ماشین با در نظر گرفتن تماس‌های فیزیکی احتمالی بین بیماران و سایر عوامل خطر بالینی، توانستند ارتباط این عفونت بیمارستانی با عوارض جراحی را با دقت بالاتری نسبت به روش‌های آماری سنتی پیش‌بینی کنند و به شناسایی بیماران در معرض خطر کمک نمایند [۴۶].

2. Catalia Health

1 Internet of Things (IOT)

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این مرور روایتی نشان می‌دهد که AI از قدرتمندترین ابزارهای تحلیلی است که نقش بسیار مهمی در بهبود تشخیص و درمان بیماری‌های عفونی ایفا می‌کند. برخلاف روش‌های آماری سنتی که نیازمند فرضیات سخت‌گیرانه و محدودکننده هستند، الگوریتم‌های AI با انعطاف‌پذیری بالا و بدون نیاز به این فرضیات قادر به تحلیل داده‌های پیچیده و متنوع بالینی و اپیدمیولوژیک هستند و دقت پیش‌بینی و دسته‌بندی را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهند. استفاده از راهبردهای یادگیری ماشینی، اعم از یادگیری با سرپرست و بدون سرپرست، امکان کشف الگوهای پنهان و پیش‌بینی دقیق‌تر وضعیت بیماران را فراهم می‌آورد. انتخاب ویژگی‌های مناسب از داده‌های گسترده و پیچیده الکترونیکی سلامت، از چالش‌های مهم این حوزه است که AI با توانمندی در تحلیل تعاملات پیچیده میان متغیرها، این محدودیت‌ها را کاهش داده است.

AI در پیش‌بینی شیوع بیماری‌های عفونی، کنترل پاندمی‌ها و کمک به تصمیم‌گیری‌های استراتژیک سلامت عمومی نقش کلیدی دارد. به‌ویژه در شرایط بحرانی مانند همه‌گیری کووید-۱۹، این فناوری توانسته است با تحلیل داده‌های بزرگ از منابع متنوع، روندهای نهفته را شناسایی و به سیاست‌گذاران در اتخاذ اقدامات مؤثر کمک کند.

همچنین AI در بهبود درمان‌های ضد میکروبی، پیش‌بینی مقاومت دارویی، طراحی واکسن‌های مؤثر و بهینه‌سازی روندهای درمانی نقش مهمی دارد که می‌تواند به کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت زندگی بیماران منجر شود. با این حال، کیفیت داده‌های ورودی، پیچیدگی تعاملات دارویی و نیاز به ترکیب دانش تخصصی انسانی با مدل‌های AI از جمله چالش‌های باقی‌مانده است.

در نهایت، ادغام AI با فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیا و سیستم‌های نظارتی، چشم‌انداز روشنی برای کنترل و مدیریت بیماری‌های عفونی فراهم می‌آورد. توسعه مدل‌های هوشمند و

قابل اعتماد، افزایش همکاری‌های بین‌رشته‌ای و ارتقاء فرهنگ استفاده از AI در مراکز درمانی، از ضرورت‌های اساسی برای بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌های این فناوری در حوزه تشخیص و درمان بیماری‌های عفونی است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از همکاران خود به دلیل حمایت علمی و ارائه دیدگاه‌های تخصصی در طول فرآیند نگارش این مقاله مرور روایتی، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که در این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

سهم نویسندگان

در این مطالعه، نویسنده اول و سوم مسئول گردآوری داده‌ها و نگارش اولیه مقاله بودند و نویسنده دوم مسئول طراحی مفهومی، تحلیل داده‌ها و ویرایش نهایی مقاله بود. تمامی نویسندگان در تدوین و نگارش مقاله مشارکت داشته و نسخه نهایی را تأیید می‌کنند.

منابع مالی

در این پژوهش از هیچ سازمانی کمک مالی دریافت نشد.

References

1. Waheed Y. Clinical Aspects of Infectious Diseases. *Journal of Clinical Medicine*. 2024;13(16). doi:10.3390/jcm13164853
2. Abdulla A, Wang B, Qian F, Kee T, Blasiak A, Ong YH, et al. Project IDentif.AI: Harnessing artificial intelligence to rapidly optimize combination therapy development for infectious disease intervention. *Advanced Therapeutics*. 2020;3(7):2000034. doi:10.1002/adtp.202000034
3. Fitzpatrick F, Doherty A, Lacey G. Using artificial intelligence in infection prevention. *Current Treatment Options in Infectious Diseases*. 2020;12(2):135-144. doi:10.1007/s40506-020-00216-7
4. Burger D, Dayer J-M. High-density lipoprotein-associated apolipoprotein A-I: The missing link between infection and chronic inflammation? *Autoimmunity Reviews*. 2002;1:111-117. doi:10.1016/S1568-9972(01)00018-0
5. Ai JW, Zhang HC, Cui P, Xu B, Gao Y, Cheng Q, et al. Dynamic and direct pathogen load surveillance to monitor disease progression and therapeutic efficacy in central nervous system infection using a novel semi-quantitative sequencing platform. *The Journal of Infection*. 2018;76(3):307-310. doi:10.1016/j.jinf.2017.11.002
6. Hopkins BS, Mazmudar A, Driscoll C, Svet M, Goergen J, Kelsten M, et al. Using artificial intelligence (AI) to predict postoperative surgical site infection: A retrospective cohort of 4046 posterior spinal fusions. *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2020;192:105718. doi:10.1016/j.clineuro.2020.105718
7. Srivastava V, Kumar R, Wani MY, Robinson K, Ahmad A. Role of artificial intelligence in early diagnosis and treatment of infectious diseases. *Infectious diseases (London, England)*. 2025;57(1):1-26. doi:10.1080/23744235.2024.2425712
8. Agrebi S, Larbi A. Chapter 18 - Use of artificial intelligence in infectious diseases. In: Barh D, ed. *Artificial Intelligence in Precision Health: Academic Press*; 2020:415-438. doi:10.1016/B978-0-12-817133-2.00018-5
9. Wong ZSY, Zhou J, Zhang Q. Artificial Intelligence for infectious disease Big Data Analytics. *Infection, Disease & Health*. 2019;24(1):44-48. doi:10.1016/j.idh.2018.10.002
10. Rajkomar A, Dean J, Kohane I. Machine Learning in Medicine. *New England Journal of Medicine*. 2019;380(14):1347-1358. doi:10.1056/NEJMr1814259
11. Smith KP, Kirby JE. Image analysis and artificial intelligence in infectious disease diagnostics. *Clinical Microbiology and Infection*. 2020;26(10):1318-1323. doi:10.1016/j.cmi.2020.03.012
12. Shillan D, Sterne JAC, Champneys A, Gibbison B. Use of machine learning to analyse routinely collected intensive care unit data: A systematic review. *Critical Care*. 2019;23(1):284. doi:10.1186/s13054-019-2564-9
13. Wiens J, Saria S, Sendak M, Ghassemi M, Liu VX, Doshi-Velez F, et al. Do no harm: a roadmap for responsible machine learning for health care. *Nature Medicine*. 2019;25(9):1337-1340. doi:10.1038/s41591-019-0548-6
14. Brinati D, Campagner A, Ferrari D, Locatelli M, Banfi G, Cabitza F. Detection of COVID-19 infection from routine blood exams with machine learning: A feasibility study. *Journal of Medical Systems*. 2020;44(8):135. doi:10.1007/s10916-020-01597-4
15. Peiffer-Smadja N, Dellièrè S, Rodriguez C, Birgand G, Lescure FX, Fourati S, Ruppé E. Machine learning in the clinical microbiology laboratory: has the time come for routine practice? *Clinical Microbiology and Infection*. 2020;26(10):1300-1309. doi:10.1016/j.cmi.2020.02.006
16. Schrodt CA, Hart AM, Calanan RM, McLees AW, Perz JF, Perkins KM. Health equity: The missing data elements in healthcare outbreak response. *Infection Control & Hospital Epidemiology*. 2023;44(5):849-850. doi:10.1017/ice.2023.49
17. Kaur I, Behl T, Aleya L, Rahman H, Kumar A, Arora S, Bulbul IJ. Artificial intelligence as a fundamental tool in management of infectious diseases and its current implementation in COVID-19 pandemic. *Environmental Science and Pollution Research International*. 2021;28(30):40515-40532. doi:10.1007/s11356-021-13823-8
18. Vaishya R, Javaid M, Khan IH, Haleem A. Artificial Intelligence (AI) applications for COVID-19 pandemic. *Diabetes and metabolic syndrome*. 2020;14(4):337-339. doi:10.1016/j.dsx.2020.04.012
19. Shamman AH, Hadi AA, Ramul AR, Abdul Zahra MM, Gheni HM. The artificial intelligence (AI) role for tackling against COVID-19 pandemic. *Materials Today. Proceedings*. 2023;80:3663-3667. doi:10.1016/j.matpr.2021.07.357
20. Villanueva-Miranda I, Xiao G, Xie Y. Artificial intelligence in early warning systems for infectious disease surveillance: a systematic review. *Frontiers in Public Health*. 2025;Volume 13 - 2025. doi:10.3389/fpubh.2025.1609615
21. Wynants L, Van Calster B, Collins GS, Riley RD, Heinze G, Schuit E, et al. Prediction models for diagnosis and prognosis of covid-19: systematic review and critical appraisal. *BMJ*. 2020;369:m1328. doi:10.1136/bmj.m1328
22. Huppert A, Katriel G. Mathematical modelling and prediction in infectious disease epidemiology. *Clinical Microbiology and Infection*. 2013;19(11):999-1005. doi:10.1111/1469-0691.12308
23. Carlson CJ, Alberty GF, Merow C, Trisos CH, Zipfel CM, Eskew EA, et al. Climate change increases cross-species viral transmission risk. *Nature*. 2022;607(7919):555-562. doi:10.1038/s41586-022-04788-w
24. Khandaker G, Dierig A, Rashid H, King C, Heron L, Booy R. Systematic review of clinical and epidemiological features of the pandemic influenza A (H1N1) 2009. *Influenza and Other Respiratory Viruses*. 2011;5(3):148-156. doi:10.1111/j.1750-2659.2011.00199.x
25. Li Y, Kakinami C, Li Q, Yang B, Li H. Human apolipoprotein A-I is associated with dengue virus and enhances virus infection through SR-BI. *PLoS One*. 2013;8(7):e70390. doi:10.1371/journal.pone.0070390

26. Meyling A, Jensen AM. Transmission of bovine virus diarrhoea virus (BVDV) by artificial insemination (AI) with semen from a persistently-infected bull. *Veterinary Microbiology*. 1988;17(2):97-105. doi:10.1016/0378-1135(88)90001-6
27. White NJ, Chotivanich K. Artemisinin-resistant malaria. *Clinical Microbiology Reviews*. 2024;37(4):e0010924. doi:10.1128/cmr.00109-24
28. Elalouf A, Elalouf H, Rosenfeld A, Maoz H. Artificial intelligence in drug resistance management. *3 Biotech*. 2025;15(5):126. doi:10.1007/s13205-025-04282-w
29. Yao X, Gordon EM, Figueroa DM, Barochia AV, Levine SJ. Emerging roles of apolipoprotein E and apolipoprotein A-I in the pathogenesis and treatment of lung disease. *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*. 2016;55(2):159-169. doi:10.1165/rcmb.2016-0060TR
30. Gordon EM, Figueroa DM, Barochia AV, Yao X, Levine SJ. High-density lipoproteins and apolipoprotein A-I: Potential new players in the prevention and treatment of lung disease. *Frontiers in Pharmacology*. 2016;7:323. doi:10.3389/fphar.2016.00323
31. Zhu J, Shen B, Abbasi A, Hoshmand-Kochi M, Li H, Duong TQ. Deep transfer learning artificial intelligence accurately stages COVID-19 lung disease severity on portable chest radiographs. *PLoS One*. 2020;15(7):e0236621. doi:10.1371/journal.pone.0236621
32. Chen JH, Asch SM. Machine learning and prediction in medicine - beyond the peak of inflated expectations. *The New England Journal of Medicine*. 2017;376(26):2507-2509. doi:10.1056/NEJMp1702071
33. Nomura O, Morikawa Y, Mori T, Hagiwara Y, Sakakibara H, Horikoshi Y, Inoue N. Limited utility of SIRS criteria for identifying serious infections in febrile young infants. *Children*. 2021;8(11). doi:10.3390/children8111003
34. Salazar G, Zhang N, Fu TM, An Z. Antibody therapies for the prevention and treatment of viral infections. *NPJ Vaccines*. 2017;2:19. doi:10.1038/s41541-017-0019-3
35. Marcus JL, Sewell WC, Balzer LB, Krakower DS. Artificial intelligence and machine learning for HIV prevention: Emerging approaches to ending the epidemic. *Current HIV/AIDS Reports*. 2020;17(3):171-179. doi:10.1007/s11904-020-00490-6
36. Baggaley RF, White RG, Boily MC. HIV transmission risk through anal intercourse: systematic review, meta-analysis and implications for HIV prevention. *International Journal of Epidemiology*. 2010;39(4):1048-1063. doi:10.1093/ije/dyq057
37. Ugwu FE. AI in healthcare system (hospital pharmacy). *European Journal Pharmaceutical and Medical Research*. 2024;Volume 11:181-186.
38. Shen Y, Liu T, Chen J, Li X, Liu L, Shen J, et al. Harnessing artificial intelligence to optimize long-term maintenance dosing for antiretroviral-naïve adults with HIV-1 infection. *Advanced Therapeutics*. 2020;3(4):1900114. doi:10.1002/adtp.201900114
39. Xiang Y, Du J, Fujimoto K, Li F, Schneider J, Tao C. Application of artificial intelligence and machine learning for HIV prevention interventions. *Lancet HIV*. 2022;9(1):e54-e62. doi:10.1016/s2352-3018(21)00247-2
40. Varghese J. Artificial Intelligence in Medicine: Chances and Challenges for Wide Clinical Adoption. *Visceral Medicine*. 2020;36(6):443-449. doi:10.1159/000511930
41. Becker A. Artificial intelligence in medicine: What is it doing for us today? *Health Policy and Technology*. 2019;8(2):198-205. doi:10.1016/j.hlpt.2019.03.004
42. Khan MA. Challenges facing the application of IoT in medicine and healthcare. *International Journal of Computations, Information and Manufacturing (IJCIM)*. 2021;1(1):39-55. doi:10.54489/ijcim.v1i1.32
43. Farahani B, Firouzi F, Chang V, Badaroglu M, Constant N, Mankodiya K. Towards fog-driven IoT eHealth: Promises and challenges of IoT in medicine and healthcare. *Future Generation Computer Systems*. 2018;78:659-676. doi:10.1016/j.future.2017.04.036
44. Chagas J, de ARD, Ivo RF, Hassan MM, de Albuquerque VHC, Filho PPR. A new approach for the detection of pneumonia in children using CXR images based on an real-time IoT system. *Journal of Real-Time Image Processing*. 2021;18(4):1099-1114. doi:10.1007/s11554-021-01086-y
45. Sadoughi F, Behmanesh A, Sayfour N. Internet of things in medicine: A systematic mapping study. *Journal of Biomedical Informatics*. 2020;103:103383. doi:10.1016/j.jbi.2020.103383
46. Baker SE, Monlezun DJ, Ambrose WL, Jr., Margolin DA. Anastomotic leak is increased with clostridium difficile infection after colectomy: Machine learning-augmented propensity score modified analysis of 46 735 patients. *The American Surgeon*. 2022;88(1):74-82. doi:10.1177/0003134820973720