



Research Article

Analysis of thematic trends in scientific publications of Iranian researchers in artificial intelligence for medical sciences: A scientometric study

Mostafa Kashani¹ , * Meisam Dastani²

1. Assistant Professor of Computer, Sirjan School of Medical Sciences, Sirjan, Iran.
2. PhD in Knowledge and Information Science, Social Determinants of Health Research Center, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran.

Use your device to scan
and read the article online



Citation: Kashani M, Dastani M. Analysis of thematic trends in scientific publications of Iranian researchers in artificial intelligence for medical sciences: A scientometric study. *Journal of Modern Medical Information Science*. 2024; 10(3):231-246.

Article Info:

Received: 7 Sep 2024
Accepted: 5 Nov 2024
Available Online: 20
Dec 2024

Key Words:

Artificial Intelligence,
Medical Sciences,
Scientometrics,
Scientific Publications,
Iran.

ABSTRACT

Introduction: Recognizing the rapid growth of AI research in medical sciences, the present study aims to examine and analyze the scientific publications of Iranian researchers in the field of artificial intelligence (AI) in medical sciences.

Methods: This applied study employed scientometric techniques and the construction of scientific collaboration networks to evaluate the scientific output of Iranian researchers in the field of AI and medical sciences. The data used in this study comprised relevant scientific publications from the WOSCC database. For data analysis, the Bibliometrix package of the R programming language and the Biblioshiny graphical interface were utilized.

Results: The findings reveal a substantial growth in the volume of scientific publications on AI in medical sciences in Iran, particularly in recent years. The peak years of 2023 and 2024 signify a significant milestone in this field. The scientific collaboration network among Iranian researchers is dispersed, with the United States, China, and Canada having the most international collaborations with Iranian researchers. Thematic analysis revealed that fundamental topics such as “machine learning” and “deep learning” are the foundation of research in the field. Additionally, emerging topics such as “personalized medicine” and “global optimization” have recently attracted more attention.

Discussion: To significantly advance AI and medical sciences in Iran, it is essential to strengthen scientific collaborations and prioritize high-impact research topics. By leveraging cutting-edge AI techniques, we can improve the quality and quantity of research output by Iranian researchers.

* Corresponding Author:

Dr Meisam Dastani
Address: Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran.
Tel: +98 9306404852
E-mail: meisam.dastani@gmail.com





Extended Abstract

Introduction:

Today, Artificial Intelligence (AI) stands as a key technology in the digital era, transforming various scientific and practical fields, including medical sciences. Given the remarkable advancements in AI technology, its applications in medical sciences have also significantly expanded, encompassing a wide range of activities such as disease diagnosis, patient data management, drug discovery, and support for clinical decision-making. In Iran, medical researchers have also extensively explored AI-related topics within their research in medical sciences. This has led to a notable increase in the number of scientific articles related to AI in the field of medical sciences in Iran. Accordingly, the present study aims to examine and analyze thematic trends in the scientific output of Iranian researchers in AI and medical sciences. Additionally, this study assesses scientific collaborations among Iranian researchers in this field, identifying key and emerging topics to provide a comprehensive picture of the current state and future research priorities. This information can serve as a valuable guide for researchers and policymakers in developing and strengthening AI research in medical sciences.

Methods:

This applied research was conducted using scientometric methods. The data for this study was extracted from the Web of Science Core Collection (WOSCC) and includes all scientific publications related to AI in medical sciences published by Iranian researchers. The required data were retrieved on August 24, 2024, using a comprehensive search strategy without any time restrictions from the database. It is worth noting that the inclusion criterion for data analysis was all scientific publications retrieved based on the search strategy used in the study, and only scientific publications related to Iranian researchers were considered. The keywords used in this search strategy were extracted from the MeSH database to ensure greater accuracy and comprehensive coverage of research topics related to AI in medical sciences. For data analysis, the Bibliometrix package in R and the Biblioshiny graphical interface were used.

Results:

The findings showed that the scientific output of Iranian researchers in the field of AI in medical sciences has been indexed in the WOS database since 2002, with a growth trend in scientific output from 2015 onward. The highest volume of scientific output was recorded in 2023 and 2024. The scientific collaboration network among Iranian researchers in this field is dispersed, indicating multiple collaboration clusters. The United States, China, and Canada have had the most international collaborations with Iranian researchers in this field.

In the thematic map, four main areas were identified:

Niche Themes:

These include specialized topics such as “IoT,” “Healthcare,” and “Diabetes.”

Motor Themes:

Key topics such as “Image Processing,” “Medical Imaging,” and “Neural Network,” with high density and centrality, are considered primary drivers of research.

Emerging or Declining Themes:

Topics such as “Classification,” “Data Mining,” and “Medical Education” that have low density and centrality and may attract either increasing or decreasing attention.

Basic Themes:

Topics such as “AI,” “Machine Learning,” and “Deep Learning” serve as the foundation for other research areas.

In the thematic evolution chart of the scientific output of Iranian researchers in AI in medical sciences, during the 2002-2010 period, “Diagnosis” was the only main theme. In the 2011-2015 period, topics such as “Neural Network” and “Iran” were added. During 2016-2020, thematic diversity increased, and topics such as “AI,” “Global Optimization,” “Breast Cancer,” “Learning in Artificial Intelligence,” and “Diabetes” emerged. In the 2021-2024 period, more topics like “Hospital,” “Feature Selection,” “Personalized Medicine,” “MRI,” and “Image Segmenta-



tion” were added.

Conclusion:

The findings of this study indicate a substantial growth and expansion in AI-related research in medical sciences by Iranian researchers. The increase in scientific publications since 2015 reflects a greater investment and focus on this area in Iran. The scientific collaboration network among Iranian researchers in this field reveals a dispersed structure, though a central group of researchers plays a pivotal role in advancing research. International collaborations, mainly with the United States, China, and Canada, have contributed to the quality and impact of Ira-

nian research. Key topics like “Image Processing” and “Medical Imaging” have been recognized as fundamental and driving themes that could further enhance AI development in medical sciences. In contrast, niche topics such as “IoT” and “Healthcare” require additional attention. Strengthening scientific collaborations and focusing on emerging topics can improve the quality and impact of AI research in medical sciences. This study recommends that Iranian researchers, by focusing on high-potential topics and strengthening domestic and international collaborations, play a more active role in advancing AI in medical sciences.



مقاله پژوهشی

تحلیل روند موضوعی تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی در زمینه هوش مصنوعی در علوم پزشکی: مطالعه علم‌سنجی

مصطفی کاشانی^۱ ID، * میثم داستانی^۲ ID

۱. دکترای تخصصی کامپیوتر، دانشکده علوم پزشکی سیرجان، سیرجان، ایران.

۲. دکترای تخصصی علم اطلاعات و دانش‌شناسی، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران.



Citation: Kashani M, Dastani M. Analysis of thematic trends in scientific publications of Iranian researchers in artificial intelligence for medical sciences: A scientometric study. *Journal of Modern Medical Information Science*. 2024; 10(3):231-246.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۷ شهریور ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۵ آبان ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۳۰ آذر ۱۴۰۳

هدف: با عنایت به نقش پررنگ هوش مصنوعی در تحولات حوزه سلامت، شاهد رشد چشمگیر پژوهش‌های مرتبط در سطح بین‌المللی و به تبع آن در ایران هستیم. لذا، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی و تحلیل نظام‌مند تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی در این حوزه حیاتی صورت پذیرفته است.

روش‌ها: این مطالعه از نوع کاربردی و با استفاده از فنون کتاب‌سنجی و ترسیم شبکه‌های همکاری علمی در جهت ارزیابی تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه هوش مصنوعی و علوم پزشکی انجام شده است. داده‌های مورد استفاده شامل تولیدات علمی مربوطه در پایگاه اطلاعات علمی WOSCC بوده است. از نرم افزار Bilbiometrix زبان برنامه نویسی R و محیط گرافیکی Biblioshiny جهت تحلیل داده‌ها استفاده شده است.

نتایج: نتایج نشان داد که تولیدات علمی در حوزه هوش مصنوعی در علوم پزشکی در ایران از سال ۲۰۱۵ به بعد به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است، که این روند در سال‌های ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴ به اوج خود رسیده است. شبکه همکاری علمی میان پژوهشگران ایرانی پراکنده است و کشورهای ایالات متحده، چین و کانادا بیشترین همکاری‌های بین‌المللی را با پژوهشگران ایرانی داشته‌اند. تحلیل موضوعی نشان داد که موضوعات اساسی مانند "یادگیری ماشین" و "یادگیری عمیق" به‌عنوان پایه و اساس تحقیقات در مطالعات مطرح هستند، همچنین اخیراً موضوعات نوظهور مانند "پزشکی شخصی‌سازی شده" و "بهینه‌سازی سراسری" توجهات بیشتری را به خود جلب کرده‌اند.

نتیجه‌گیری: ارتقاء پژوهش‌های مرتبط با هوش مصنوعی در حوزه سلامت در ایران، مستلزم تقویت همکاری‌های علمی در سطح ملی و بین‌المللی، تمرکز بر موضوعات نوظهور و دارای اولویت ملی، و بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای هوش مصنوعی است. این امر می‌تواند به بهبود کمی و کیفی تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی در این حوزه منجر شود.

کلیدواژه‌ها:

هوش مصنوعی، علوم پزشکی، علم سنجی، تولیدات علمی، ایران.

*نویسنده مسئول:

دکتر میثم داستانی

نشانی: دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران.

تلفن: +98 9306404852

پست الکترونیک: meisam.dastani@gmail.com



Copyright © 2024 The Author[s].

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License [CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>], which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه:

امروزه هوش مصنوعی به عنوان یک نیروی پیشران در علوم پزشکی ظاهر شده است و جنبه‌های مختلف ارائه خدمات بهداشتی، تحقیقات و مدیریت را متحول کرده است [۱]. هوش مصنوعی شامل یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، شبکه‌های عصبی و سایر فناوری‌های پیشرفته‌ای است که به کامپیوترها این امکان را می‌دهند تا حجم وسیعی از داده‌ها را پردازش نماید [۲]. در حوزه پزشکی، کاربردهای هوش مصنوعی طیف گسترده‌ای از ابزارهای تشخیصی، سیستم‌های مدیریت بیمار، کشف دارو و پشتیبانی از تصمیم‌گیری بالینی را شامل می‌شود [۳].

الگوریتم‌های هوش مصنوعی توانایی‌های چشمگیری در تحلیل داده‌های پیچیده زیست‌پزشکی، از جمله تصاویر پزشکی، اطلاعات ژنومی و سوابق الکترونیکی سلامت به منظور استخراج بینش‌های ارزشمند و پشتیبانی از تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد را شامل می‌گردد. برای مثال، هوش مصنوعی در بهبود دقت و کارایی تفسیر تصاویر در رادیولوژی، به ویژه در تشخیص زودهنگام بیماری‌هایی مانند سرطان، آلزایمر و اختلالات قلبی-عروقی، نویدبخش بوده است [۴]. در نتیجه، هوش مصنوعی آماده است تا کارایی و اثربخشی ارائه خدمات بهداشتی را در بخش‌های مختلف پزشکی و جراحی بهبود بخشد [۵]. از بهبود دقت تشخیص و شخصی‌سازی برنامه‌های درمانی گرفته تا ساده‌سازی وظایف اداری و پیشرفت در تحقیقات پزشکی، هوش مصنوعی پتانسیل دارد که به تحول در مراقبت‌های بهداشتی منجر شود [۱]. با پیشرفت این حوزه، ضروری است که به چالش‌های مرتبط پرداخته شود و استقرار مسئولانه هوش مصنوعی تضمین گردد تا بتوان از پتانسیل کامل آن در شکل‌دهی به آینده مراقبت‌های بهداشتی بهره برد [۳، ۵].

با توجه به اهمیت حوزه فناوری هوش مصنوعی پژوهش‌های این حوزه علمی و کاربرد آن در علوم مختلف به طور مستمر در حال افزایش بوده و در سال‌های اخیر این حوزه علمی مورد توجه پژوهشگران در سراسر جهان قرار گرفته است [۷-۹]. در همین راستا پژوهش‌های مرتبط با کاربرد

هوش مصنوعی در علوم پزشکی نیز به شدت در حال رشد بوده است [۹، ۱۰]. پژوهش‌های پژوهشگران حوزه هوش مصنوعی در علوم پزشکی در زیر شاخه‌های مختلف علوم پزشکی از جمله سرطان و آنکولوژی، رادیولوژی و تصویربرداری پزشکی، دیابت و ... مورد توجه بوده است [۱۱-۱۵].

با توجه به اهمیت روزافزون هوش مصنوعی در علوم پزشکی، بررسی و تحلیل تولیدات علمی مرتبط با این حوزه امری ضروری به نظر می‌رسد. تحلیل کتاب‌سنجی پژوهش‌های منتشر شده در حوزه‌های علمی مختلف می‌تواند بینش‌های ارزشمندی در خصوص روندهای تحقیقاتی، موضوعات مورد توجه محققان، و نقاط قوت و ضعف علمی ارائه دهد [۱۵].

در این خصوص مطالعات متعددی با روش کتاب‌سنجی و علم‌سنجی در موضوع هوش مصنوعی در علوم پزشکی انجام شده است. مطالعه‌ای که توسط ترن و همکاران انجام شده، نشان می‌دهد که بین سال‌های ۱۹۷۷ تا ۲۰۱۸، بیش از ۲۷۴۵۱ مقاله در حوزه هوش مصنوعی در سلامت و پزشکی منتشر شده است که ۸۴/۶ درصد آن‌ها بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ منتشر شده‌اند. این مطالعه به تحلیل روندهای جهانی و تاریخی پژوهش‌های مرتبط با هوش مصنوعی در پزشکی پرداخته و تکنیک‌های اصلی مانند یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی مصنوعی را شناسایی کرده است. همچنین، بیشترین تمرکز بر روی بیماری‌های مرتبط با سرطان، بیماری‌های قلبی و آلزایمر بوده است [۱۶].

مطالعه‌ای دیگر که توسط شی و همکاران انجام شده، به بررسی ۳۰۷۷۰۱ مقاله مرتبط با هوش مصنوعی در پایگاه داده پابمد^۱ از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ پرداخته و افزایش ۳۶ برابری در تعداد مقالات را نشان داده است. ایالات متحده به عنوان پیشرو در این حوزه شناخته شده و دامنه‌های مختلفی از جمله یادگیری ماشین و اخلاق هوش مصنوعی مورد توجه قرار گرفته‌است [۱۷].

پزشکی است که در پایگاه داده WOSCC^۲ نمایه شده‌اند. لازم به ذکر است که تمرکز اصلی بر پایگاه داده WOSCC به دلیل شاخص‌های بالا و جامعیت آن در نمایه‌سازی مقالات علمی با کیفیت و معتبر بوده است [۲۰]. این پایگاه یکی از معتبرترین منابع برای مطالعات علم‌سنجی در حوزه علوم پزشکی به شمار می‌رود و امکان تحلیل جامعی را فراهم می‌کند [۲۳-۲۱].

داده‌های مورد نیاز برای این پژوهش در تاریخ ۲۴ آگوست ۲۰۲۴ با استفاده از استراتژی جستجوی جامع و بدون اعمال محدودیت زمانی از این پایگاه داده بازیابی شدند. لازم به ذکر است که معیار ورود داده‌ها جهت تحلیل، تمامی مطالعات بازیابی شده استراتژی جستجوی به کار رفته در مطالعه، بوده است. همچنین، تنها انتشارات علمی که به ایران مرتبط بودند، در این بررسی در نظر گرفته شده‌اند. کلیدواژه‌های استفاده شده در این استراتژی جستجو از پایگاه داده MeSH استخراج شدند تا دقت و پوشش کامل‌تری از موضوعات پژوهشی مرتبط با هوش مصنوعی در علوم پزشکی حاصل شود. استراتژی جستجوی بکار رفته به صورت زیر بوده است

((AI (Topic) or Artificial Intelligence (Topic) or Computational Intelligence (Topic) or Machine Intelligence (Topic) or Computer Reasoning (Topic) or Computer Vision System* (Topic) or Knowledge Acquisition (Topic) or Knowledge Representation* (Topic)) AND medic* (Topic))

پس از بازیابی داده‌ها براساس استراتژی جستجوی مذکور، نتایج بازیابی شده کشور ایران فیلتر شد تا نتایج بازیابی شده فقط مربوط به پژوهشگران ایران باقی بماند. این اطلاعات به صورت فایل Plain Text استخراج و برای تحلیل‌های بیشتر به نرم‌افزار Bibliometrix وارد شد. برای انجام تحلیل‌های کتاب‌سنجی، از ابزار Biblioshiny که یک رابط کاربری گرافیکی تحت وب برای بسته Bibliometrix در زبان برنامه‌نویسی R است، استفاده شد. Biblioshiny به پژوهشگران امکان می‌دهد تا از طریق

در مطالعه‌ای دیگر، کوکاک و همکاران به بررسی روندها و آمارهای پژوهش در زمینه هوش مصنوعی و رادیومیکس در پزشکی پرداختند. نتایج نشان داده است که این حوزه با رشد قابل توجهی مواجه بوده و ایالات متحده و چین به عنوان دو کشور پیشرو در تولید مقالات شناخته شده‌اند. همچنین، این مطالعه به شناسایی تغییرات تماتیک و رشد سریع مقالات مبتنی بر یادگیری عمیق پرداخته است [۱۸]. همچنین پژوهش دیگری که توسط داستانی و همکاران انجام شده، نشان می‌دهد که هوش مصنوعی پتانسیل بالایی برای تحول در تحقیقات و درمان سرطان دارد. این مطالعه بر روی ۸۰۹۸ مقاله مرتبط با هوش مصنوعی و سرطان تأکید کرده و کشورهای پیشرو در این زمینه را ایالات متحده، چین و آلمان معرفی کرده است [۱۹].

بر همین اساس مطالعات گذشته نیز رشد سریع و چشمگیر هوش مصنوعی در علوم پزشکی در سطح جهانی را نشان داده است، همچنین با توجه به عدم مشاهده پژوهش مشابهی در جهت تحلیل انتشارات علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه هوش مصنوعی و علوم پزشکی و نیاز به تحلیل‌های دقیق در این حوزه، انجام مطالعه‌ای جامع جهت شناسایی نقاط قوت و ضعف پژوهش‌ها و مطالعات هوش مصنوعی در ایران ضروری به نظر می‌رسد، بنابراین مطالعه حاضر با هدف انجام یک تحلیل علم‌سنجی جامع از پژوهش‌های منتشر شده در حوزه هوش مصنوعی در علوم پزشکی توسط پژوهشگران ایرانی طراحی شده است. این مطالعه با بررسی مقالات منتشر شده در این حوزه، روندها و الگوهای تحقیقاتی را شناسایی کرده و نقش و جایگاه پژوهشگران ایرانی در این حوزه رو به رشد را ارزیابی می‌کند. این اطلاعات می‌تواند به پژوهشگران و سیاست‌گذاران کمک کند تا برای توسعه آینده‌نگرانه هوش مصنوعی در علوم پزشکی تصمیم‌گیری‌های آگاهانه‌تری انجام دهد.

مواد و روش‌ها:

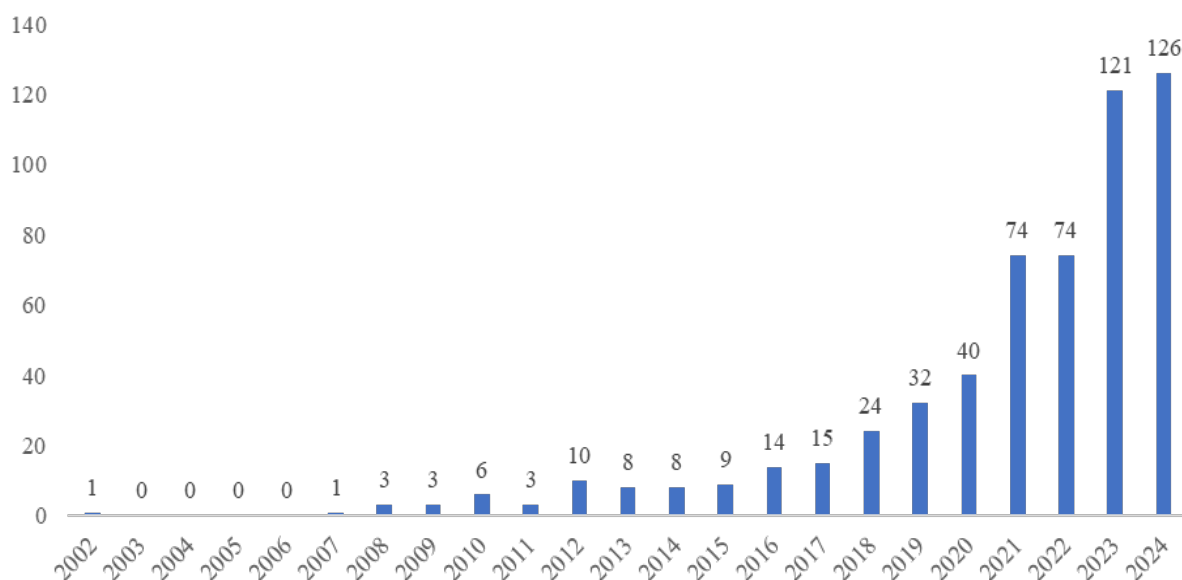
مطالعه حاضر از نوع کاربردی است که با استفاده از روش کتاب‌سنجی انجام شده است. این مطالعه شامل تمامی انتشارات علمی مرتبط با حوزه هوش مصنوعی در علوم

یافته‌ها:

با توجه به جستجوی انجام شده در پایگاه اطلاعاتی WOSCC تعداد ۵۷۲ مورد تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه هوش مصنوعی در علوم پزشکی استخراج گردید. شکل شماره ۱ روند انتشار این تولیدات علمی را نشان می‌دهد.

داده‌های شکل ۱ حاکی از آن است که تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه هوش مصنوعی در علوم پزشکی از سال ۲۰۰۲ در پایگاه اطلاعاتی WOS نمایه شده است. همچنین روند رشد این تولیدات علمی از سال ۲۰۱۵ به بعد بوده است. بیشترین میزان تولیدات علمی نیز مربوط به سال‌های ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴ بوده است. شکل شماره ۲ نقشه همکاری علمی پژوهشگران ایرانی در تولید علم حوزه هوش مصنوعی در علوم پزشکی را نشان می‌دهد. این شکل ساختار و تعاملات میان پژوهشگران ایرانی فعال در حوزه هوش مصنوعی برای علوم پزشکی را به تصویر می‌کشد. این نقشه براساس تحلیل هم‌نویسندگی یا همکاری‌های مشترک پژوهشگران در مقالات علمی تولید شده است.

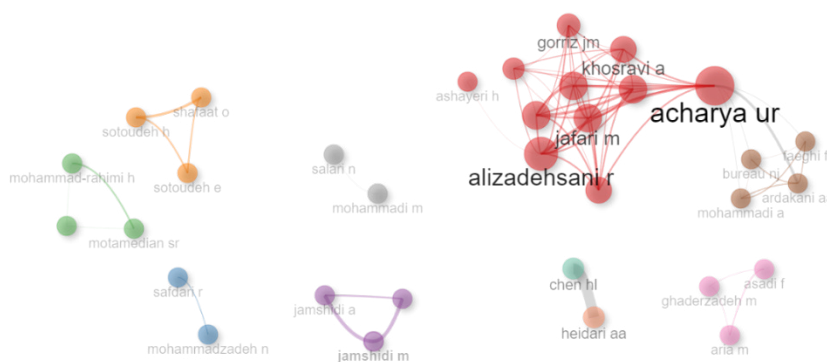
تکنیک‌های علم‌سنجی، به تجسم اطلاعات علمی بپردازند و تحلیل‌های دقیق و جامعی از داده‌های کتاب‌سنجی انجام دهند. بسته Bibliometrix ابزاری قدرتمند برای تحلیل و تجسم داده‌های مربوط به تولیدات علمی است و معیارهای مختلفی همچون کشورها/مناطق، مجلات، نویسندگان، مقالات، کلیدواژه‌های نویسندگان، و نقاط داغ پژوهشی را شامل می‌شود [۲۴]. این ابزار علمی قابلیت نقشه‌برداری از شاخص‌های گوناگون را داراست و می‌تواند روابط پیچیده‌ای مانند هم‌استنادی، هم‌رخدادی، و شبکه‌های هم‌تألیفی را به صورت گرافیکی نمایش دهد [۲۵]. استفاده از این ابزارها، به پژوهشگران کمک می‌کند تا ساختارهای علمی و روندهای پژوهشی را با دقت بیشتری تحلیل کرده و به درک عمیق‌تری از روابط موجود در میان حوزه‌های مختلف علمی دست یابند. همچنین، نمودارهای توصیفی آمار فراوانی با استفاده از نرم‌افزار اکسل ترسیم شده‌است، تا به نمایش دقیق‌تر و قابل فهم‌تر نتایج کمک کند. در ادامه جهت ترسیم نقشه‌های همکاری علمی از اطلاعات اسامی و کشورهای وابستگی نویسندگان استفاده شد. جهت تحلیل‌های موضوعی نیز کلیدواژه‌های نویسندگان مورد تحلیل قرار گرفت و نقشه‌های موضوعی نیز بر همین اساس ترسیم گردید.



شکل ۱: روند انتشار تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه هوش مصنوعی در علوم پزشکی

پژوهشگران مهم این خوشه همکاری شامل علیزاده ثانی، آچاریا، جعفری و همکاران دیگری است. همچنین سایر خوشه‌ها، هر یک با رنگ متفاوت، بیانگر گروه‌های کوچک‌تر از پژوهشگران هستند که در زیرشاخه‌های خاصی از این حوزه فعالیت می‌کنند. علاوه بر این، وجود چندین گره منفرد یا گروه‌های بسیار کوچک در حاشیه نقشه نشان می‌دهد که برخی از پژوهشگران به صورت مستقل بدون ارتباط گسترده با سایر گروه‌ها فعالیت می‌کنند.

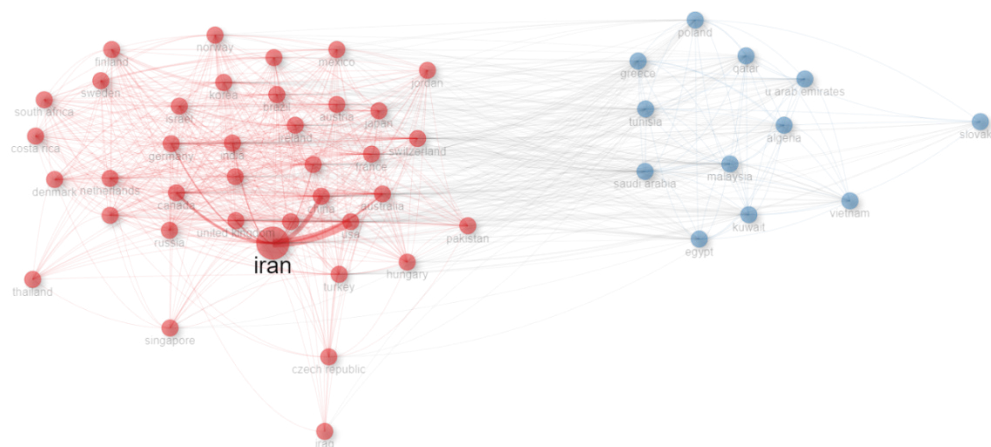
شکل ۲ حاکی از آن است که شبکه همکاری علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه هوش مصنوعی برای علوم پزشکی به چندین خوشه مختلف تقسیم شده است. هر خوشه نمایانگر گروهی از پژوهشگران است که در تولید علم این حوزه به طور منسجم و نزدیک با یکدیگر همکاری دارند. بزرگ‌ترین خوشه در این نقشه، که با رنگ قرمز مشخص شده، نشان‌دهنده یک گروه مرکزی از پژوهشگران است که بیشترین میزان همکاری‌ها را با یکدیگر دارند.



شکل ۲: نقشه همکاری علمی پژوهشگران ایرانی در تولید علم حوزه هوش مصنوعی

کشورهای اروپایی مانند کانادا و آلمان همکاری‌های علمی داشته‌اند. این کشورها، به دلیل گره‌های بزرگ‌تر و خطوط ضخیم‌تری که به ایران متصل شده‌اند، نقش محوری در شبکه همکاری‌های بین‌المللی پژوهشگران ایرانی ایفا می‌کنند.

شکل ۳ نقشه همکاری علمی بین‌المللی تولیدات علمی پژوهشگران ایران در حوزه هوش مصنوعی علوم پزشکی را نشان می‌دهد. داده‌های شکل ۳ حاکی از آن است که پژوهشگران ایرانی در حوزه هوش مصنوعی در علوم پزشکی بیشتر با کشورهای ایالات متحده، چین، و برخی از

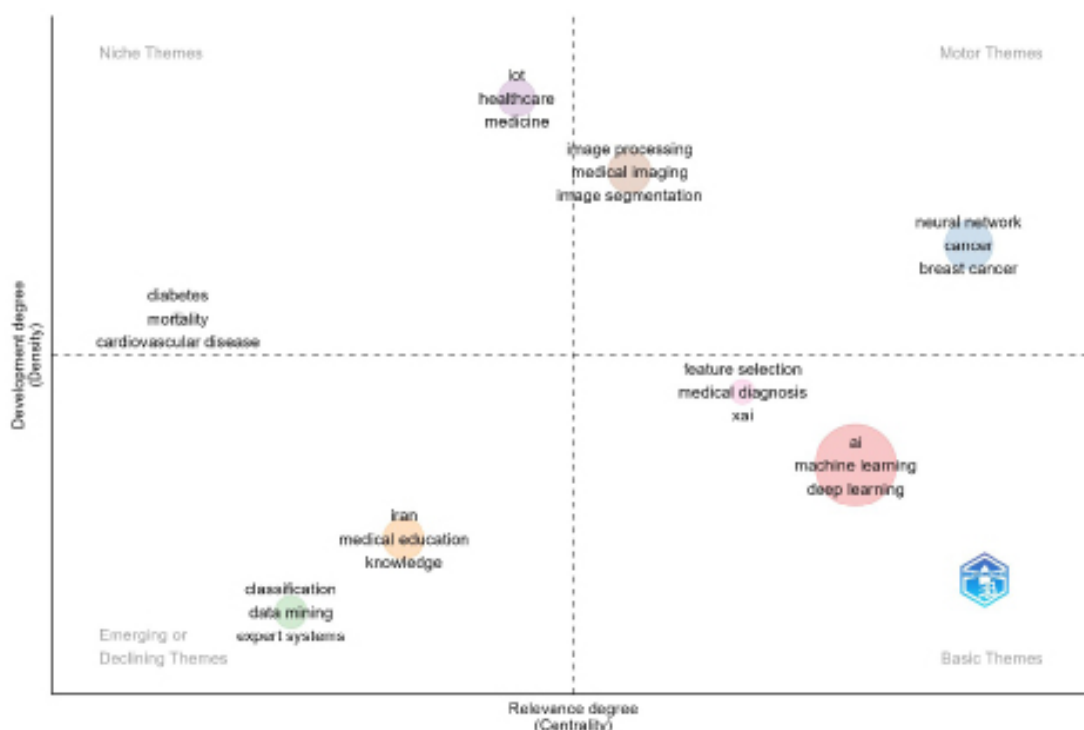


شکل ۳: نقشه همکاری علمی بین‌المللی تولیدات علمی پژوهشگران ایران در حوزه هوش مصنوعی در علوم پزشکی

تصویر" در این ناحیه قرار گرفته است، همچنین موضوعات دیگری نظیر "شبکه عصبی"، "سرطان"، و "سرطان پستان" در این بخش قرار دارند. ناحیه پایین و سمت چپ نمایانگر موضوعات در حال ظهور یا نزول است. این ناحیه نشان‌دهنده موضوعاتی با چگالی و مرکزیت پایین است که ممکن است در حال ظهور یا نزول باشند؛ به این معنا که توجه پژوهشگران به آنها ممکن است در حال کاهش یا افزایش باشد. موضوعاتی مانند "طبقه‌بندی"، "کاوش داده"، "سیستم‌های خبره" در این ناحیه قرار دارند، همچنین موضوعات مرتبط با آموزش پزشکی و دانش نیز در این ناحیه قرار گرفته است. در نهایت، ناحیه پایین و سمت راست مربوط به موضوعات پایه‌ای و اساسی است. این ناحیه شامل موضوعاتی با چگالی پایین اما مرکزیت بالا می‌شود که به عنوان "موضوعات پایه" در نظر گرفته می‌شوند و پایه و اساس سایر تحقیقات را تشکیل می‌دهند. موضوعاتی مانند "هوش مصنوعی"، "یادگیری ماشین"، "یادگیری عمیق"، "انتخاب ویژگی"، "تشخیص پزشکی"، و "هوش مصنوعی قابل توضیح" در این بخش قرار دارند.

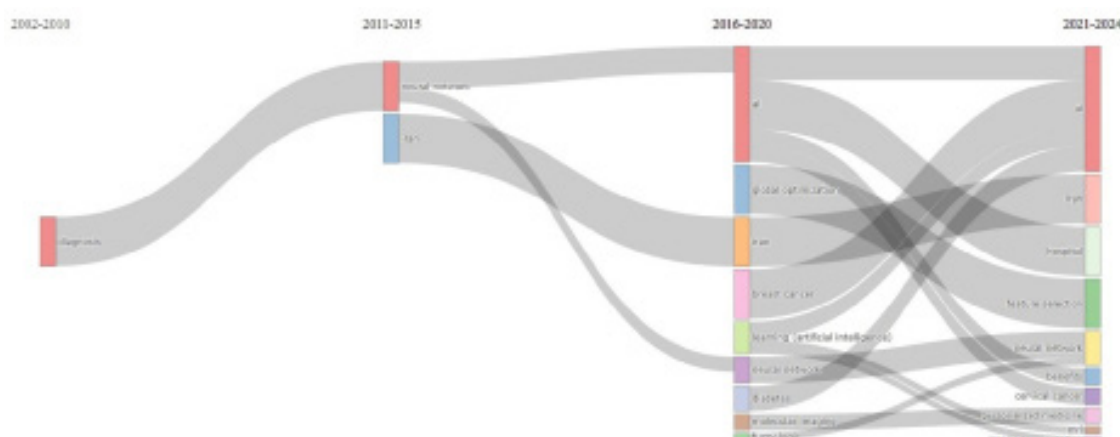
شکل ۴ نقشه شماتیک را برای تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه هوش مصنوعی در علوم پزشکی را نشان می‌دهد. این نقشه چهار ناحیه را براساس دو معیار درجه توسعه و درجه اهمیت تقسیم می‌کند.

داده‌های شکل ۴ حاکی از آن است که در ناحیه بالا و سمت چپ که نشان‌دهنده موضوعات خاص و متمرکز است، موضوعاتی قرار دارند که توسعه‌یافته هستند (دارای چگالی بالا) اما در ارتباطات علمی کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند (مرکزی نیستند). این موضوعات شامل "اینترنت اشیا"، "مراقبت‌های بهداشتی"، "پزشکی" و همچنین موضوعاتی در راستای "دیابت"، "مرگ و میر"، و "بیماری قلبی عروقی" می‌شوند. ناحیه بالا و سمت راست که به موضوعات محرک و اساسی اختصاص دارد، شامل موضوعاتی است که هم چگالی بالا و هم مرکزیت بالایی دارند و به عنوان "موضوعات محرک" در نظر گرفته می‌شوند. این موضوعات نقش کلیدی در توسعه پژوهش دارند و به عنوان محرک‌های اصلی تحقیق شناخته می‌شوند. موضوعاتی "پردازش تصویر"، "تصویربرداری پزشکی"، و "تقسیم‌بندی



شکل ۴: نقشه شماتیک تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی حوزه هوش مصنوعی در علوم پزشکی

شکل ۵ نمودار تکامل موضوعی تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه هوش مصنوعی در علوم پزشکی در چهار بازه زمانی مختلف (۲۰۱۰-۲۰۰۲، ۲۰۱۵-۲۰۱۱، ۲۰۲۰-۲۰۱۶، و ۲۰۲۴-۲۰۲۱) را نشان می دهد. داده های شکل ۵ در دوره زمانی ۲۰۰۲-۲۰۱۰، تنها یک موضوع اصلی به نام "تشخیص" به عنوان محور تحقیقاتی مرتبط با هوش مصنوعی در علوم پزشکی مطرح بوده است. در دوره ۲۰۱۱-۲۰۱۵، تنوع موضوعات تحقیقاتی گسترش یافت و موضوعاتی مانند "شبکه عصبی" و "ایران" پدیدار گشته است. در دوره



بحث و نتیجه گیری:

یافته‌های این مطالعه نمای جامعی از تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه هوش مصنوعی در علوم پزشکی را ارائه می‌دهد که روندها و الگوهای مهمی را برجسته می‌کند. افزایش مستمر در انتشار مقالات علمی، به‌ویژه از سال ۲۰۱۵ به بعد، نشان‌دهنده علاقه و سرمایه‌گذاری فزاینده در فناوری‌های هوش مصنوعی در علوم پزشکی در ایران است. این افزایش به‌ویژه در سال‌های ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴ قابل توجه است که احتمالاً نشان‌دهنده تمرکز بیشتر و یا افزایش بودجه تحقیقاتی و تلاش‌های همکاری در این سال‌ها است.

نتایج مطالعه حاضر در راستای تحلیل شبکه همکاری علمی میان پژوهشگران ایرانی، یک شبکه منظم اما پراکنده را نشان می‌دهد. بر این اساس یک گروه اصلی از پژوهشگران

است که پژوهشگران بر روی این موضوعات تمرکز بیشتری داشته باشند تا از ظرفیت‌های بالقوه آن‌ها بهره‌برداری کنند.

از سوی دیگر، موضوعات در حال ظهور یا نزول نشان‌دهنده نیاز به بررسی دقیق‌تر و تحلیل روندهای تغییر در توجه پژوهشگران است [۱۹]. موضوعاتی مانند "طبقه‌بندی" و "داده کاوی" ممکن است به مرور زمان و با توجه به نیازها و چالش‌های جدید، یا مورد توجه بیشتری قرار گیرند و یا کاهش یابند. اما این امر می‌تواند فرصتی برای بازنگری در روش‌های تحقیق و شناسایی نیازهای جدید باشد.

در نهایت، موضوعات پایه‌ای و اساسی مانند "هوش مصنوعی"، "یادگیری ماشین"، و "یادگیری عمیق" به عنوان پایه و اساس تحقیقات در این حوزه‌ها مطرح هستند. این موضوعات به دلیل فراهم کردن چارچوب‌های تئوریک و روش‌شناختی برای سایر تحقیقات، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. تمرکز بر توسعه روش‌ها و تکنیک‌های جدید در این حوزه‌ها می‌تواند به نوآوری‌های بیشتر و افزایش کارایی و دقت در کاربردهای مختلف پزشکی منجر شود.

در این راستا شی و همکاران نشان دادند که موضوعات یادگیری ماشین، یادگیری عمیق و شبکه‌های عصبی، نقش‌های محوری را در پژوهش‌های حوزه هوش مصنوعی و پزشکی دارد [۱۷]. کوکاک و همکاران نیز بیان می‌کنند که خوشه‌های موضوعی شامل تقسیم‌بندی تصویر، بازسازی تصویر و استخراج ویژگی‌ها در پژوهش‌های هوش مصنوعی و رادیومیک در رادیولوژی، پزشکی هسته‌ای و تصویربرداری پزشکی بسیار توسعه‌یافته و مرتبط با جامعه پژوهش هستند [۱۸]. ترن و همکاران نیز بیان می‌کنند که در میان تمام کلیدواژه‌های به کار رفته در مطالعات هوش مصنوعی در سلامت و پزشکی، سه موضوع "یادگیری ماشین"، "رباتیک" و "یادگیری عمیق" برجسته‌تر بودند [۱۶].

از منظر زمانی، داده‌های ارائه شده در نتایج تحلیل روند موضوعات نشان داد که تحقیقات مرتبط با هوش مصنوعی

با ظهور یادگیری عمیق و پیشرفت‌های فناوری اطلاعات، موضوعات مرتبط با هوش مصنوعی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفت و به یکی از اجزای اصلی پزشکی دیجیتال تبدیل شده است. این تحولات باعث شد که هوش مصنوعی نقش کلیدی در تصمیم‌گیری‌های بالینی و توسعه سیستم‌های پزشکی هوشمند ایفا کند [۲۶]. همچنین در این خصوص موبیا و همکاران ۲۰۲۴ نیز افزایش رشد انتشارات علمی در حوزه هوش مصنوعی و علوم پزشکی را نشان داده است، همچنین کشورهای ایالات متحده، چین و هند نیز دارای بیشترین انتشارات در تولیدات علمی این حوزه هستند [۲۷]. همچنین از گو و همکاران ۲۰۲۳ نشان داده است که روند رشد انتشارات حوزه یادگیری ماشین در آفریقا از سال ۲۰۱۵ شروع شده است و این انتشارات به صورت سالیانه در حال افزایش است [۲۸]. به طور کلی رشد تولیدات علمی در زمینه هوش مصنوعی، به ویژه در ۱۰ سال گذشته، به لطف رشد تصاعدی قدرت محاسباتی و ظرفیت ذخیره سازی داده و همچنین نتایج قابل قبول استفاده از این فناوری در بهبود کیفیت زندگی مردم به سرعت افزایش یافته است [۱۶، ۲۹].

نتایج حاصل از تحلیل داده‌های ارائه شده نشان داده است که موضوعاتی مانند "اینترنت اشیا" و "مراقبت‌های بهداشتی" در ناحیه موضوعات خاص و متمرکز قرار دارند، که نشان‌دهنده توسعه‌یافته بودن این حوزه‌ها است، اما ارتباطات علمی کمتری با آن‌ها برقرار شده است. این موضوعات اغلب به دلیل نیاز به تخصص و دانش فنی بالا و کاربردهای خاص خود، در حوزه‌هایی به کار گرفته می‌شوند که به تحقیقات عمیق و متمرکز نیاز دارند.

نتایج مطالعه حاضر موضوعاتی مانند "پردازش تصویر" و "تصویربرداری پزشکی" موضوعات اساسی هستند که هم چگالی و هم مرکزیت بالایی دارند. همچنین موضوعات محرک و اساسی دیگری مانند "شبکه عصبی" و "سرطان پستان" در این مطالعه شناسایی شده است. این موضوعات نه تنها به عنوان محرک‌های اصلی تحقیق شناخته می‌شوند، بلکه می‌توانند به عنوان محورهای اصلی توسعه پژوهش‌های آینده نیز عمل کنند. بنابراین، لازم

محرك و اساسی مانند "شبکه عصبی" و "سرطان پستان" در مركز توجه پژوهشگران قرار دارند. در مقابل، موضوعات خاص و متمرکز مانند "اینترنت اشیا" و "پردازش تصویر" کمتر برجسته شده‌اند. از منظر زمانی، تحقیقات مرتبط با هوش مصنوعی در پزشکی از مركز بر روی تشخیص بیماری‌ها به سمت موضوعات گسترده‌تر و پیشرفته‌تر مانند "بهینه‌سازی سراسری" و "پزشکی شخصی‌سازی شده" حرکت کرده است. در مجموع، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که هوش مصنوعی در علوم پزشکی در ایران در حال پیشرفت است و پژوهشگران ایرانی در این حوزه فعالیت‌های قابل توجهی دارند. تقویت همکاری‌های بین‌المللی و تمرکز بر موضوعات نوظهور می‌تواند به ارتقاء کیفیت و تاثیر تحقیقات در این حوزه کمک کند.

در نهایت، این مطالعه توصیه می‌کند که پژوهشگران بر روی موضوعات با پتانسیل بالا تمرکز کنند، همکاری‌های داخلی و بین‌المللی را تقویت کنند، این رویکرد می‌تواند به پیشرفت‌های بیشتری در هوش مصنوعی و کاربردهای آن در علوم پزشکی کمک کند.

با توجه به اینکه پایگاه اطلاعاتی وب آو ساینس یکی از معتبرترین پایگاه‌های اطلاعاتی و استنادی علم جهان محسوب می‌گردد، اما یکی از محدودیت‌های اصلی مطالعه حاضر، وابستگی به داده‌های موجود در پایگاه وب آو ساینس است که ممکن است شامل تمامی پژوهش‌های مرتبط با هوش مصنوعی در پزشکی پژوهشگران ایرانی نباشد.

ملاحظات اخلاقی:

پیروی از اصول اخلاق در پژوهش

این مطالعه دارای تاییدیه اخلاقی به شماره IR.SIRUMS. REC.1403.019 از دانشگاه علوم پزشکی سیرجان است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از طرح تحقیقاتی با کد 402SIR30 مصوب شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی سیرجان بوده و مورد حمایت مالی این دانشگاه قرار داشته است.

در پزشکی، از تمرکز بر روی تشخیص بیماری‌ها در دوره ۲۰۰۲-۲۰۱۰ به سمت موضوعات گسترده‌تر و پیشرفته‌تر در دوره‌های بعدی حرکت کرده است. برای مثال، ظهور موضوعاتی مانند "بهینه‌سازی سراسری" و "پزشکی شخصی‌سازی شده" در دوره‌های اخیر، نشان‌دهنده پیشرفت‌های قابل توجه در به‌کارگیری هوش مصنوعی برای حل مسائل پیچیده‌تر و پاسخگویی به نیازهای نوین است. این تغییرات نشان‌دهنده پویایی و تحرک در حوزه‌های تحقیقاتی هستند که می‌توانند به عنوان نقشه راهی برای تعیین اولویت‌های پژوهشی آینده مورد استفاده قرار گیرند. بهینه‌سازی سراسری در زمینه یادگیری ماشین و به‌ویژه آموزش شبکه‌های عصبی مصنوعی، برای بهینه‌سازی در فرآیند آموزش شبکه‌های عصبی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۳۰]. پزشکی شخصی‌سازی شده نیز مفهوم جدیدی در مراقبت‌های بهداشتی است که براساس ساختار ژنتیکی هر فرد است. که فرصتی را برای بهبود آینده مراقبت‌های بهداشتی فردی برای همه افراد جامعه فراهم می‌آورد [۳۱]. همچنین کوکاک و همکاران نشان دادند که تحول موضوعی در پژوهش‌های هوش مصنوعی و رادیومیک در رادیولوژی، پزشکی هسته‌ای و تصویربرداری پزشکی در شش سال گذشته تغییر قابل توجهی به سمت یادگیری عمیق نشان داده است که به عنوان یکی از جدیدترین موضوعات داغ با بالاترین فراوانی اصطلاح در تحلیل موضوعات روند نیز مشاهده شده است [۱۸].

نتیجه‌گیری:

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه هوش مصنوعی در علوم پزشکی روند صعودی داشته و به‌ویژه از سال ۲۰۱۵ به بعد افزایش قابل توجهی داشته است. این افزایش احتمالاً نشان‌دهنده علاقه و سرمایه‌گذاری فزاینده در این حوزه در ایران است. تحلیل شبکه همکاری علمی نشان می‌دهد که یک گروه اصلی از پژوهشگران نقش محوری در پیشبرد هوش مصنوعی در علوم پزشکی در ایران ایفا می‌کنند. همچنین بیشترین همکاری‌های بین‌المللی پژوهشگران ایرانی با کشورهای ایالات متحده، چین و برخی کشورهای اروپایی مانند کانادا و آلمان بوده است. تحلیل موضوعی نشان داد که موضوعات



مشارکت نویسندگان

ارائه موضوع و طراحی مطالعه: میثم داستانی، گردآوری اطلاعات: میثم داستانی، مصطفی کاشانی؛ تجزیه و تحلیل داده‌ها: میثم داستانی، مصطفی کاشانی؛ بررسی و تأیید نهایی: همه نویسندگان.

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافی در پژوهش حاضر وجود ندارد..

تشکر و قدردانی

نویسندگان از مجموعه دانشگاه علوم پزشکی سیرجان و گناباد، که امکان انجام این طرح را فراهم نموده اند تشکر و قدردانی می نمایند.



References

1. Barragán-Montero A, Javaid U, Valdés G, Nguyen D, Desbordes P, Macq B, et al. Artificial intelligence and machine learning for medical imaging: A technology review. *Phys Med*. 2021; 83:242-56. DOI: [10.1016/j.ejmp.2021.04.016](https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2021.04.016) PMID: [33979715](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33979715/)
2. Manickam P, Mariappan SA, Murugesan SM, Hansda S, Kaushik A, Shinde R, et al. Artificial intelligence (AI) and internet of medical things (IoMT) assisted biomedical systems for intelligent healthcare. *Biosensors (Basel)*. 2022; 12(8):562. DOI: [10.3390/bios12080562](https://doi.org/10.3390/bios12080562) PMID: [35892459](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35892459/)
3. Chaurasia A. Algorithmic precision medicine: Harnessing artificial intelligence for healthcare optimization. *Asian J Biotechnol Bioresour Technol*. 2023; 9(4):28-43. DOI: [10.9734/ajb2t/2023/v9i4190](https://doi.org/10.9734/ajb2t/2023/v9i4190)
4. Rezazade Mehrizi MH, Van Ooijen P, Homan M. Applications of artificial intelligence (AI) in diagnostic radiology: A technography study. *Eur Radiol*. 2021; 31:1805-11. DOI: [10.1007/s00330-020-07230-9](https://doi.org/10.1007/s00330-020-07230-9)
5. Us Saba N, Faheem M. Types of artificial intelligence and future of artificial intelligence in medical sciences. *Artificial intelligence*. IntechOpen; 2023. DOI: [10.5772/intechopen.112056](https://doi.org/10.5772/intechopen.112056)
6. Chavda VP, Anand K, Apostolopoulos V. *Bioinformatics tools for pharmaceutical drug product development*. United States: John Wiley & Sons; 2023. DOI: [10.1002/9781119865728](https://doi.org/10.1002/9781119865728)
7. Ho YS, Wang MH. A bibliometric analysis of artificial intelligence publications from 1991 to 2018. *COLLNET Journal of Scientometrics and Information Management*. 2020; 14(2):369-92. DOI: [10.1080/09737766.2021.1918032](https://doi.org/10.1080/09737766.2021.1918032)
8. Bircan T, Salah AA. A bibliometric analysis of the use of artificial intelligence technologies for social sciences. *Mathematics*. 2022; 10(23):4398. DOI: [10.3390/math10234398](https://doi.org/10.3390/math10234398)
9. De la Vega Hernández IM, Urdaneta AS, Carayannis E. Global bibliometric mapping of the frontier of knowledge in the field of artificial intelligence for the period 1990–2019. *Artif Intel Rev*. 2023; 56(2):1699-729. DOI: [10.1007/s10462-022-10206-4](https://doi.org/10.1007/s10462-022-10206-4) PMID: [35693001](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35693001/)
10. Penteado BE, Fornazin M, Castro L. The evolution of artificial intelligence in medical informatics: A bibliometric analysis. In: *EPIA Conference on Artificial Intelligence 2021 Sep 3* (pp. 121-133). Cham: Springer International Publishing. DOI: [10.1007/978-3-030-86230-5_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-86230-5_10)
11. Lei Y, Zhang W, Zhang Z, Li M. Bibliometrics researches on the application of artificial intelligence-aided diagnosis system in CT medical diagnosis. *Innovation and Emerging Technologies*. 2024; 11:2450002. DOI: [10.1142/S2737599424500026](https://doi.org/10.1142/S2737599424500026)
12. Dlamini Z, Francies FZ, Hull R, Marima R. Artificial intelligence (AI) and big data in cancer and precision oncology. *Comput Struct Biotechnol J*. 2020; 18:2300-11. DOI: [10.1016/j.csbj.2020.08.019](https://doi.org/10.1016/j.csbj.2020.08.019) PMID: [32994889](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32994889/)
13. Pianykh OS, Langs G, Dewey M, Enzmann DR, Herold CJ, Schoenberg SO, et al. Continuous learning AI in radiology: implementation principles and early applications. *Radiology*. 2020; 297(1):6-14. DOI: [10.1148/radiol.2020200038](https://doi.org/10.1148/radiol.2020200038) PMID: [32840473](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32840473/)
14. Mandal S, Greenblatt AB, An J. Imaging intelligence: AI is transforming medical imaging across the imaging spectrum. *IEEE Pulse*. 2018; 9(5):16-24. DOI: [10.1109/MPUL.2018.2857226](https://doi.org/10.1109/MPUL.2018.2857226) PMID: [30273136](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30273136/)
15. Ellahham S. Artificial intelligence: The future for diabetes care. *Am J Med*. 2020; 133(8):895-900. DOI: [10.1016/j.amjmed.2020.03.033](https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2020.03.033) PMID: [32325045](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32325045/)
16. Tran BX, Vu GT, Ha GH, Vuong QH, Ho MT, Vuong TT, et al. Global evolution of research in artificial intelligence in health and medicine: A bibliometric study. *J Clin Med*. 2019; 8(3):360. DOI: [10.3390/jcm8030360](https://doi.org/10.3390/jcm8030360) PMID: [30875745](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30875745/)
17. Shi J, Bendig D, Vollmar HC, Rasche P. Mapping the bibliometrics landscape of AI in medicine: Methodological study. *J Med Internet Res*. 2023; 25:e45815. DOI: [10.2196/45815](https://doi.org/10.2196/45815)

[10.2196/45815](#) PMID: [38064255](#)

18. Kocak B, Baessler B, Cuocolo R, Mercaldo N, Pinto dos Santos D. Trends and statistics of artificial intelligence and radiomics research in radiology, nuclear medicine, and medical imaging: Bibliometric analysis. *Eur Radiol.* 2023; 33(11):7542-55. DOI: [10.1007/s00330-023-09772-0](#) PMID: [37314469](#)
19. Dastani M, Kashani M, Mohseani M. Mapping the research on the application of artificial intelligence in cancer: A scientometric analysis. *HMIS.* 2023; 10(3):121-9. DOI: [10.30476/JHMI.2024.101181.1198](#)
20. Agarwal A, Durairajanayagam D, Tatagari S, Esteves SC, Harlev A, Henkel R, et al. Bibliometrics: tracking research impact by selecting the appropriate metrics. *Asian J Androl.* 2016; 18(2):296-309. DOI: [10.4103/1008-682X.171582](#) PMID: [26806079](#)
21. He X, Peng C, Xu Y, Zhang Y, Wang Z. Global scientific research landscape on medical informatics from 2011 to 2020: Bibliometric analysis. *JMIR Med Inform.* 2022; 10(4):e33842. DOI: [10.2196/33842](#) PMID: [35451986](#)
22. Zhou L, Zhang P, Zhang Z, Fan L, Tang S, Hu K, et al. A bibliometric profile of disaster medicine research from 2008 to 2017: A scientometric analysis. *Disaster Med Public Health Prep.* 2019; 13(2):165-72. DOI: [10.1017/dmp.2018.11](#) PMID: [29717685](#)
23. Jia Q, Wang X, Li X, Xie C, Zhang Q, Mu J, et al. Analysis of research hotspots and trends in pediatric ophthalmopathy based on 10 years of WoSCC literature. *Front Pediatr.* 2024; 12:1405110. DOI: [10.3389/fped.2024.1405110](#) PMID: [38873588](#)
24. Büyükkıdık S. A Bibliometric Analysis: A tutorial for the bibliometrix package in R using IRT literature. *JMEEP.* 2022; 13(3):164-93. DOI: [10.21031/epod.1069307](#)
25. Ghorbani BD. Bibliometrix: Science mapping analysis with R biblioshiny based on web of science in applied linguistics. In *A scientometrics research perspective in applied linguistics*. Springer Nature Switzerland: Cham; 2024. p. 197-234. DOI: [10.1007/978-3-031-51726-6_8](#)
26. Kaul V, Enslin S, Gross SA. History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointes Endosc.* 2020; 92(4):807-12. DOI: [10.1016/j.gie.2020.06.040](#) PMID: [32565184](#)
27. Mbuya E, Mokheleli T, Bokaba T, Ndayizigamiye P. The application of artificial intelligence in diabetes prediction: A bibliometric analysis. In *International conference on implications of information and digital technologies for development*. Springer Nature Switzerland: Cham; 2024. p. 3-17. DOI: [10.1007/978-3-031-66982-8_1](#)
28. Ezugwu AE, Oyelade ON, Ikotun AM, Agushaka JO, Ho YS. Machine learning research trends in Africa: A 30 years overview with bibliometric analysis review. *Arch Comput Methods Eng.* 2023; 30(7):4177-207. DOI: [10.1007/s11831-023-09930-z](#) PMID: [37359741](#)
29. Fleming N. How artificial intelligence is changing drug discovery. *Nature.* 2018; 557(7706):S55. DOI: [10.1038/d41586-018-05267-x](#) PMID: [29849160](#)
30. Tsoulos IG, Tzallas A. Training artificial neural networks using a global optimization method that utilizes neural networks. *AI.* 2023; 4(3):491-508. DOI: [10.3390/ai4030027](#)
31. Patrinos GP, Sarhangi N, Sarrami B, Khodayari N, Larijani B, Hasanzad M. Using ChatGPT to predict the future of personalized medicine. *Pharmacogenomics J.* 2023; 23(6):178-84. DOI: [10.1038/s41397-023-00316-9](#) PMID: [37726551](#)

