Scientometrics Research Journal

Scientific Bi-Quarterly of Shahed University
Vol. 9, No. 1, spring & summer 2023 (Serial 17)

Research Article

DOI: 10.22070/RSCI.2022.15866.1565

Iranian Artificial Intelligence Research Map Based on Scopus Citation Database (1978-2022)

Iman Zohoorian Nadali [1]

Fatemeh Soleimani Roozbahani [2*]

Hamed Ojaghi [3]

1. Ph.D.in Management, Head of AI Monitor, Part AI Research-Center.
Email: iman.z.nadali@gmail.com

2. Ph.D.in Information Technology Management, Expert of AI Monitor, Part AI Research-Center. (Corresponding Author)

3. Ph.D.in Management of Technology, Expert of AI Monitor, Part AI Research-Center.
Email: hamed_ojaghi@ut.ac.ir

Email: fatemeh.solaymani@srbiau.ac.ir

Date of Reception: 15/11/2022

Date of Acceptation: 25/03/2023

CC BY

Abstract

Purpose: Due to the importance of artificial intelligence, the increasing growth, and the high penetration rate of this technology in other sciences, the necessity of conducting scientometric studies is fully felt. The literature review on the research topic shows that very few studies have been conducted in this case or with not enough comprehensiveness. Considering rapid and significant progress in this field, it needs to be clarified to reveal the current situation and future trends based on scientometric techniques.

To fill this existing gap, the present study seeks to answer the question that how is the scientific map of the published studies in the field of artificial intelligence by Iranian researchers in the Scopus database, and based on this map, what are the noteworthy fields of researchers?

Methodology: The current research is a quantitative and practical study using scientific methods, including co-word analysis and social network analysis. The research population includes all documents in the field of artificial intelligence with at least one author who is affiliated with an Iranian organization and indexed in the Scopus database from the beginning to January 2022. VOSviewer and Gephi are the software used to analyze data and extract maps. The reason for choosing the Scopus database is that this database contains 70 million research articles reviewed by more than 5000 international publishers (Zhang et. al, 2021), and also the database has relative uniformity in all fields (Batooli et al. 2019).

Findings: The results of the analysis show that Iranian researchers have published the most documents in 2021, and also the best position of Iran in the field of artificial intelligence was the 20th rank, which was achieved in 2021. Overall, Iran ranks 31 in this database and third among Middle Eastern countries after Israel and Turkey.

Among the types of published documents, articles with number of 3124 are in the first place and notes are in the last place with a number of two published items.

19.9% of the published documents of Iranian papers have not received any citations. The greatest number of published documents have between 1 and

Scientometrics Research Journal

Scientific Bi-Quarterly of Shahed University
Vol. 9, No. 1, spring & summer 2023 (Serial 17)

Research Article

DOI: 10.22070/RSCI.2022.15866.1565

Iman Zohoorian Nadali [1]

Fatemeh Soleimani Roozbahani [2*]

Hamed Ojaghi [3]

Date of Reception: 15/11/2022

Date of Acceptation: 25/03/2023

5 citations. The highest number of citations belongs to an article with 824 citations. Also, findings show the most frequent keywords are "artificial intelligence", "algorithm" and "optimization".

The network structure of high-frequency keywords with a repetition threshold of at least 15, consists of five clusters. In the first cluster, the keyword "neural network" has the highest link weight. In the next "artificial intelligence", "machine learning" and "learning systems" have the highest link weights and the only word in the fifth cluster is "mathematical model" and keywords are placed in five clusters: “inference and prediction”, “intelligent algorithms”, “diagnosis and learning”, “data analysis”, and “mathematical models”.

In the coauthor network of 80 countries collaborating with Iranian writers, the most collaboration is between Iranian and American researchers. This network has classified collaborating countries into eight clusters based on direct relations.

Conclusion: The findings showed that the most frequent keywords are artificial intelligence, algorithm, optimization, and neural network. Optimizing is common between this study and GhaviDel, Nezamdost, & Riahinia's (2020). Also, the neural network is common between the present study and the study of Feng & Law (2021) and the study of Darko et al. (2020).

The comparison of the most frequent keywords in Iranian and non-Iranian documents shows that Iranian researchers in choosing their research topics were aligned to the general trend of scientific development in most years, and in some years, they have progressed with a step delay.

The results of the cluster analysis show that the studies were divided into five thematic clusters. This is even though the study of GhaviDel, Nezamdost, & Riahinia (2020) identified 12 clusters. Also, the difference between the results of the clustering of the present study and the study of Taherian & Assareh (2012) is that in the present study, clustering was done on the documents published by Iranian researchers, but in that study, the clustering was done on all the published documents in the field of artificial intelligence.

According to the findings of the research, at the beginning of 2022, Iran was in the 31st rank. Meanwhile, Iran's rank in the study of FarzinYazdi and RezaeiSharifabadi (2017) in the same Scopus database was 17.

Iranian researchers do not observe standard affiliations of education institutes and it leads to inaccuracy in the search results.

Also, the results show that the process of Iranian documents has been generally upward. However, this growth rate is lower compared to other countries. In the following research topics, Iranian researchers have been in line with the general direction for most of the years, and in some years they have been one step behind.

Keywords: Artificial intelligence, scientometrics, scientific map, Iranian authors, clustering, Scopus.

پژوهش‌نامه علم‌سنجی
دوفصلنامه علمی دانشگاه شاهد/ دوره ۹/ شماره ۱/ بهار و تابستان ۱۴۰۲ (پیاپی ۱۷)

مقاله پژوهشی

DOI: 10.22070/RSCI.2022.15866.1565

نگاشت نقشه علمی تحقیقات هوش مصنوعی ایران مبتنی بر پایگاه استنادی اسکوپوس (سال‌های ۲۰۲۲-۱۹۷۸)

ایمان ظهوریان نادعلی [۱]

فاطمه سلیمانی روزبهانی [۲*]

حامد اجاقی [۳]

۱. دکتری، مدیریت، سرپرست دیده‌بان هوش مصنوعی، مرکز تحقیقات پارت.
Email: iman.z.nadali@gmail.com

۲. دکتری، مدیریت فناوری اطلاعات، کارشناس دیده‌بان هوش مصنوعی، مرکز تحقیقات پارت. (نویسنده مسئول)
Email: fatemeh.solaymani@srbiau.ac.ir

۳. دکتری، مدیریت فناوری، کارشناس دیده‌بان هوش مصنوعی، مرکز تحقیقات پارت.
Email: hamed_ojaghi@ut.ac.ir

صفحه ۵۰۶-۴۶۹
دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۲۴
پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۵

CC BY

چکیده

هدف: هدف این مطالعه ترسیم نقشه تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی نمایه‌شده در پایگاه اسکوپوس، در حوزه "هوش مصنوعی" است.

روش‌شناسی: پژوهش حاضر مطالعه‌ای کاربردی بوده که در آن از تکنیک‌های تحلیل هم‌واژگانی و تحلیل شبکه استفاده شده است. جامعه پژوهش، مستندات حوزه هوش مصنوعی پژوهشگران ایرانی منتشرشده در پایگاه استنادی اسکوپوس از سال‌های ۱۹۷۸ تا ژانویه ۲۰۲۲ است. از نرم‌افزارهای Excel، VOSviewer و Gephi جهت تحلیل داده‌ها و استخراج نقشه‌ها استفاده شده است.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان می‌دهد ایران در حوزه هوش مصنوعی در رتبه ۳۱ام و در خاورمیانه در جایگاه سوم قرار دارد. نویسندگان آمریکایی بالاترین همکاری را با نویسندگان ایرانی داشته‌اند. شاخه علوم کامپیوتر بالاترین و دندانپزشکی کمترین مستندات مرتبط با هوش مصنوعی را دارا هستند. دانشگاه تهران بیشترین تعداد مستندات را منتشر کرده است. مقالات مجله‌ای بیشترین نوع مستندات منتشرشده بوده و بالاترین تعداد ارجاعات ۸۲۵ مورد است. نسبت مقالات مجله‌ای ایران در مقایسه با مقالات کنفرانسی بسیار بیشتر از نسبت جهانی است. استانداردهای ارائه اطلاعات وابستگی سازمانی در مستندات تولیدشده توسط پژوهشگران ایرانی به‌درستی رعایت نمی‌شود که حاصل آن عدم دقت در نتایج جستجوهای مربوط به این مستندات است.

نتیجه‌گیری: این بررسی می‌تواند نقشه‌راهی برای پژوهش‌های آتی و سرمایه‌گذاری بخش‌های اجرایی در حوزه هوش مصنوعی باشد. نتایج نشان می‌دهد روند تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی به‌طور کلی صعودی بوده است، بااین‌حال این سرعتِ رشد در مقایسه با سایر کشورها کمتر است. محققان ایرانی در انتخاب موضوعات پژوهشی با مسیر کلی این حوزه در اکثر سال‌ها همراه و همگام بوده‌اند و در برخی سال‌ها با یک گام تأخیر پیش رفته‌اند.

واژگان کلیدی: هوش مصنوعی، علم‌سنجی، نقشه علمی، نویسندگان ایرانی، خوشه‌بندی، اسکوپوس.

مقدمه و بیان مسئله

هوش مصنوعی[1] امروزه از جمله پایه‌های اصلی و نیروهای محرکه انقلاب صنعتی چهارم (صنعت ٤.٠[2]) است. در عصر دیجیتالی‌شدن، سیستم‌ها و فناوری‌های هوشمند زمینه ایجاد ارتباط فعال بین دنیای فیزیکی و مجازی (دیجیتال) را فراهم می‌سازند. هوش مصنوعی به علم و فناوری ساخت ماشین‌های پیشرفته‌ای اشاره می‌کند که توانایی ارتباط، ادراک، یادگیری، استدلال و برنامه‌ریزی برای کار با اشیا را دارند (McCarthy, 2016). هوش مصنوعی فرصت‌های گسترده‌ای را برای حل مشکلات عملی بهره‌وری فراهم می‌کند و می‌تواند پس از آموزش، پیش‌بینی‌ها و تعمیم‌ها را با سرعت بالا انجام دهد. به دلیل این مزایا، هوش مصنوعی در طیف وسیعی از صنایع، توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. این جذابیت‌ها باعث شده است تحقیقات منتشرشده در مورد این فناوری از سال ۲۰۱۰ به این سو افزایش یابد. تا جایی که بیان شده است که تحقیقات انجام‌شده در دو دهه گذشته با سرعت انفجاری افزایش یافته‌اند (Shao, Yuan, Wang & Xu, 2021). روند صعودی انجام پژوهش‌ها می‌تواند همچون یک تیغ دولبه دربردارنده فرصت و تهدید باشد؛ زیرا از یک‌سو باعث پیشبرد، نشر و گسترش این فناوری می‌شود، و از سوی دیگر اگر روند پرسرعت تحقیقات و دانش تولیدشده در این زمینه که به‌صورت روزافزون است، به‌درستی شناخته نشود، خطر نادیده‌گرفتن زمینه‌های ضروری تحقیق وجود دارد. اهمیت و حساسیت این امر، انجام بررسی و تحلیل دقیق حوزه مطالعاتی مورد نظر را ضروری می‌کند.

در زمینه بررسی پژوهش‌ها و دستاوردهای هوش مصنوعی گزارش‌های سالانه‌ای توسط چند مؤسسه، از جمله دفتر سیاست علم و فناوری کاخ سفید[3]، دانشگاه استنفورد، دانشگاه آکسفورد، مؤسسه آلن تورینگ[4] و غیره منتشر می‌شود. این گزارش‌ها به بررسی موضوعات و فعالیت‌های حوزه هوش مصنوعی در سطوح مختلف از طرح‌های استراتژیک و سرمایه‌گذاری‌ها گرفته تا تعداد انتشارات مجلات هوش مصنوعی، دانشگاه‌های برتر این حوزه، کنفرانس‌های مرتبط، و نقش پایگاه‌های اطلاعاتی می‌پردازند (Parker & Kratsios, 2020؛Covington, 2021). همچنین پژوهشگران بسیاری که در زمینه شناخت و تحلیل حوزه‌های علمی فعالیت دارند، نیز به ارائه گزارش و تحلیل مستندات علمی منتشرشده در باب این فناوری در کشورهای مختلف پرداخته‌اند. هدف مشترک این گزارش‌ها و پژوهش‌ها، ترسیم نقشه‌ای برای نمایش و مصورسازی روند مطالعات در زمینه هوش مصنوعی است. با استفاده از این‌گونه نقشه‌ها می‌توان به تعیین و ارزیابی اولویت‌ها، چشم‌اندازها، نقاط قوت و ضعف و ظرفیت‌ها پرداخت و به سیاست‌گذاران و مدیران دانشگاه‌ها و رؤسای مراکز پژوهشی در تخصیص متوازن بودجه، توسعه نیروی انسانی، ارتقای پژوهشگران و مؤسسات کمک کرد. ضمن اینکه این دانش علم‌سنجی می‌تواند به ارزیابی و رتبه‌بندی اصولی دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی کمک کند (یزدانی، نجات، رحیمی موقر و قالیچی، ۱۳۹۳).

در کشور ایران حوزه هوش مصنوعی یکی از شاخه‌های جوان و رو به رشد است (فرزین یزدی و رضایی شریف‌آبادی، ۱۳۹٦) و حتی بنا بر برخی گزارش‌ها در ابتدای مسیر خود قرار دارد و آینده روشنی را می‌تواند در پیش رو داشته باشد (عبدی، ۱۳۹٦). با توجه به جایگاه ویژه هوش مصنوعی در صنایع و رسوخ آن در تمامی عرصه‌ها، خلأ بررسی پژوهش‌ها و مطالعات انجام‌شده در این حوزه و شناسایی روندهای آن ملموس است. باید توجه داشت که

1 . Artificial intelligence (AI)
2 . Industry 4.0
3 . The White house Office OF Science and technology policy
4 . The Alan Turing Annual Report

مطالعات انجام‌شده در سطوحی متفاوت و بعضاً روی پایگاه‌های متفاوتی انجام شده است. دو مطالعه فارسی موجود مرتبط در بازه زمانی نسبتاً قدیمی، و یا جامعه هدف متفاوت و یا پایگاه اطلاعاتی متفاوت را بررسی کرده است (طاهریان و عصاره، ۱۳۹۰و فرزین یزدی و رضایی شریف‌آبادی، ۱۳۹٦). سایر مطالعات فارسی نیز جامعیت لازم در سطح ملی مورد نظر را در بر نداشته و پژوهش‌ها را به‌صورت محلی بررسی کرده‌اند.

به‌طور کلی با توجه به اهمیت هوش مصنوعی، رشد روزافزون و ضریب نفوذ بالای این فناوری در سایر علوم و همچنین عرصه پهناور پیش روی این حوزه در کشور ایران، ضرورت انجام مطالعات علم‌سنجی کاملاً احساس می‌شود. بررسی ادبیات موضوع پژوهش که در بخش پیشینه پژوهشی خواهد آمد، نشان می‌دهد در این مورد مطالعات بسیار کمی انجام شده یا از جامعیت لازم برخوردار نبوده‌اند و با توجه به پیشرفت‌های سریع و قابل توجه این حوزه در داخل کشور به پژوهشی جدیدتر که بر آثار داخلی متمرکز باشد نیاز است تا بر مبنای تکنیک‌های علم‌سنجی نقشه وضعیت موجود و روندهای آتی را آشکار سازد.

همان‌طور که گفته شد مطالعات انجام‌شده در این حوزه به میزان مورد نیاز از جامعیت و مانعیتی که بتواند پژوهش‌های این حوزه را با استفاده از روش‌های علم‌سنجی به‌صورت نظام‌مند بررسی کند و وضعیت این حوزه را به‌صورت به‌روز مشخص کند، برخوردار نیستند. در همین راستا، این مطالعه با هدف بررسی وضعیت تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی حوزه هوش مصنوعی و میزان پیشرفت‌های علمی صورت‌گرفته انجام شد. این تحقیق بر اساس رویکرد علم‌سنجی شامل تحلیل هم‌رخدادی واژگان و ترسیم شبکه علمی موضوعی هوش مصنوعی به بررسی مستندات منتشرشده توسط پژوهشگران ایرانی در پایگاه استنادی اسکوپوس می‌پردازد. یکی از روش‌های مرسوم برای انجام چنین مطالعاتی تحلیل هم‌رخدادی واژگان است که از کاربردهای فراوانی در حوزه مدیریت اطلاعات برخوردار است. از جمله این کاربردها می‌توان به ترسیم نقشه علمی بررسی تغییرات یک حوزه پژوهشی و شناخت و تحلیل روند تحقیقات آن حوزه اشاره کرد (تلافی داریانی، حیدری و حاجی حیدری، ۱۳۹۸). به‌طور معمول پژوهشگران، از تحلیل‌های نقشه علمی به‌منظور بررسی تغییرات یک حوزه پژوهشی و شناخت و تحلیل روند تحقیقات در یک حوزه علمی استفاده می‌کنند (تلافی داریانی، حیدری و حاجی حیدری، ۱۳۹۸). لذا پژوهش حاضر با بهره‌گیری از روش‌های نوین نگاشت علمی به درک وضعیت تولید علم پژوهشگران ایرانی در زمینه هوش مصنوعی کمک خواهد کرد. اهمیت این مطالعه علاوه بر کاربرد علم‌سنجی در ایجاد شفافیت در راستای حل مسائل علمی هر حوزه، جایگاه ویژه‌ای است که هوش مصنوعی در سایر حوزه‌های علمی دارد. لذا مطالعه حاضر با هدف پرکردن این شکاف موجود به دنبال پاسخ به این پرسش است که به‌طور کلی نقشه علمی پژوهش‌های منتشرشده در حوزه هوش مصنوعی توسط پژوهشگران ایرانی در پایگاه علمی اسکوپوس چگونه است و بر مبنای این نقشه زمینه‌های مورد توجه پژوهشگران در این حوزه چه بوده است؟

پرسش‌های پژوهش

۱. وضعیت تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه هوش مصنوعی در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس برحسب نویسنده، سال، نوع مستند و نوع انتشار در بازه زمانی سال‌های ۱۹۷۸ تا ۲۰۲۲ چگونه است؟

۲. وضعیت تعداد استنادهای دریافتی تولیدات علمی پژوهشگران حوزه هوش مصنوعی در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس چگونه است؟

۳. مهم‌ترین حوزه‌های موضوعی مورد توجه پژوهش‌های ایرانی در زمینه هوش مصنوعی چه مواردی است؟
٤. همکاری نویسندگان ایرانی با نویسندگان با وابستگی سازمانی غیرایرانی در حوزه هوش مصنوعی چگونه است؟

چارچوب نظری

لازمهٔ سیاست‌گذاری هدفمند علم و دانش، حصول شناخت و ارزیابی مستدل از وضعیت یک حوزه علمی است و در این راستا علم‌سنجی و خوشه‌بندی یک حوزه علمی می‌تواند مفید باشد (احمدی، سلیمی و زنگیشه، ۱۳۹۲). بر اساس طبقه‌بندی‌های مختلف، یکی از موضوعات علم‌سنجی مطالعه ساختار علم و پویایی آن است. به این معنا که در درجه اول برای کل دانش و در درجه بعدی برای هر یک از رشته‌های مختلف، ساختار، روابط و تخصص‌های متنوع آن مشخص می‌شوند (سهیلی، خاصه و کرانیان، ۱۳۹۸). یک حوزه فرعی از علم‌سنجی که بر ترسیم نقشه علم تمرکز دارد، به‌طور گسترده‌ای بر رویکرد تحلیلی هم‌استنادی متمرکز است (سهیلی و دیگران، ۱۳۹۷، ص. ٦).

مراد از «نقشه» در اصطلاح «نقشه علم»، به معنایی نیست که در ترکیب «ره‌نگاشت[1]» به کار می‌رود، بلکه همان‌گونه که نقشه‌های جغرافیایی قرن‌هاست در اکتشاف و مسیریابی به ما کمک کرده‌اند (رمضانی، علیپورحافظی و مؤمنی، ۱۳۹۳)؛ نقشه‌های علم نیز به همین شیوه، هدایت بازیابی دانش را پشتیبانی می‌کنند و مصورسازی نتایج علمی را امکان‌پذیر می‌سازند (زندی روان، داورپناه و فتاحی، ۱۳۹۵).

عناصر تشکیل‌دهنده نقشه‌های علمی، برون‌دادهای حوزه‌های پژوهشی هستند. در این نقشه‌ها، حوزه‌های علمی که دارای ارتباط مفهومی قوی‌تری هستند، در کنار همدیگر و مواردی که ارتباط ضعیف‌تری دارند در فاصله دورتری قرار می‌گیرند. سودمندی نقشه علمی برای متخصصان، در بررسی روندها و تصدیق پیش‌بینی‌ها و برای غیرمتخصصان نقطه ورودی به یک حوزه و پاسخ به پرسش‌های مخصوص به آن زمینه است (سهیلی و دیگران، ۱۳۹۷، ص. ۲).

از سویی جهت کشف دانش و ترسیم نقشه‌های علمی از ابزارهایی استفاده می‌شود که تحلیل هم‌رخدادی واژگان از جمله این ابزارهاست (مکی‌زاده، و ابراهیمی، ۱۳۹۸). همچنین مطالعه و تحلیل شبکه‌های علمی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین حوزه‌های مطالعاتی علم‌سنجی اهمیت زیادی پیدا کرده است (رحمانی، ۱۳۹۷). تحلیل شبکه هم‌رخدادی واژگان که بر اساس آن می‌توان موضوعات علمی را استخراج و ارتباط میان آنها را به‌صورت مستقیم از محتوای موضوعی کشف کرد (صدیقی، ۱۳۹۳)، و فرض اصلی آن بر این است که این حوزه‌های پژوهشی را می‌توان بر اساس الگوهای به‌کارگیری کلمات در مستندات توصیف کرد، تکنیک تحلیل محتوایی است که الگوی رخداد جفت واژه‌ها یا عبارات در مجموعه‌ای از مستندات را جستجو می‌کند تا به روابط ایده‌ها در حوزه‌های موضوعی دست پیدا کند (He, Neff & Corley, 2009). تحلیل هم‌رخدادی مبتنی بر این است که کلیدواژگان قادرند توصیف مناسبی از محتوای مقالات یا مدارک ارائه دهند. برای مصورسازی شبکه‌های هم‌رخدادی روش‌های گوناگونی پیشنهاد شده است. سه روش تحلیل هم‌رخدادی که نسبت به روش‌های دیگر متداول‌تر هستند عبارت‌اند از: روش مبتنی بر فاصله[2]، روش مبتنی بر گراف[3] و روش مبتنی بر زمان[4] (عبدی‌نسب، مؤمنی و ظاهری، ۱۳۹۷). در روش مبتنی بر فاصله، در یک شبکه گره‌ها[5] به‌گونه‌ای قرار گرفته‌اند که فاصله بین دو گره، ارتباط میان گره‌ها را نشان می‌دهد. به‌طور کلی هر

1 . Road Mapping
2 . Distance-based Approach
3 . Graph-based Approach
4 . timeline-based approach
5 . Nodes

چقدر فاصله میان دو گره کمتر باشد، ارتباط آن دو بیشتر خواهد بود. به‌طور معمول گره‌ها در فضای دوبعدی قرارگرفته‌اند. یال‌های[1] میان دو گره نشان داده نخواهد شد. در این روش، متداول‌ترین تکنیک جهت تشخیص جایگاه گره‌ها، مقیاس‌گذاری چندبعدی[2] است (عبدی‌نسب و دیگران به نقل از Borg & Groenen, 2005). در روش مبتنی بر گراف، همانند روش مبتنی بر فاصله، گره‌ها در فضای دوبعدی قرار گرفته‌اند؛ بنابراین تفاوت بین دو روش در این است که در روش مبتنی بر نمودار، برای نشان‌دادن ارتباط گره‌ها، یال‌ها نمایش داده می‌شوند. روش مبتنی بر نمودار برای نمایش مصورسازی شبکه‌های کوچک مناسب است (عبدی‌نسب، مؤمنی و ظاهری، ۱۳۹۷).

بر اساس موارد گفته‌شده نقشه علم ابزار باارزشی است که به سیاست‌گذاران علم کمک می‌کند تا منابع و مسیر جریان علمی یک حوزه، محدودیت‌ها و کمبودهای آن را مشخص کنند (باب‌الحوائجی، زارعی، نشاط و حریری، ۱۳۹۳). بنابراین ترسیم نقشه علمی در فناوری‌های نوینی همچون هوش مصنوعی می‌تواند باعث ارتقای کمی و کیفی تولیدات علمی این حوزه و همچنین هدایت این تولیدات شود.

پیشینه پژوهش

در حوزه ترسیم نقشه دانش و همچنین تحلیل هم‌رخدادی واژگان، به‌طور کلی، پژوهش‌های قابل توجهی انجام شده است. بررسی این پژوهش‌ها فارغ از حوزه بررسی نقشه دانشی به پژوهشگران کمک می‌کند تا مسیر صحیحی برای انجام پژوهش‌های آتی خود در این زمینه برگزینند. به همین دلیل در این بخش ابتدا به بررسی پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه مطالعاتی تولیدات علمی، ترسیم نقشه علم و روابط واژگانی به‌طور کلی پرداخته می‌شود و سپس برخی از پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه که به‌طور خاص بر هوش مصنوعی و یا زمینه‌های مرتبط با آن، متمرکز بوده‌اند، در داخل و خارج از ایران مورد تحلیل قرار می‌گیرند.

«ترسیم نقشه تولیدات علمی دانشگاه علوم پزشکی مازندران در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس طی سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۹۲» عنوان پژوهشی است که به بررسی برون‌داد علمی پژوهشگران و اعضای هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی مازندران در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس طی سال‌های ۱۹۹۲تا ۲۰۱۳ و ترسیم نقشه علمی این دانشگاه پرداخته و مدارک و مقالات علمی نمایه‌شده در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس را که نام حداقل یک نویسنده با وابستگی سازمانی دانشگاه علوم پزشکی مازندران در آن وجود داشته، بررسی کرده است، که نشان‌دهنده رشد مثبت تعداد تولیدات علمی این دانشگاه است، درحالی‌که بخش قابل توجهی از مقالات در مجلات با ضریب تأثیر پایین به چاپ رسیده‌اند (ریاحی، صیامیان، زارع، یمین فیروز، ۱۳۹۳).

همچنین پژوهشی با هدف ترسیم نقشه دانش کارآفرینی ایران بر مبنای سرشماری مقالات علمی-پژوهشی فارسی در ایران طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۱ توسط اکبری و همکاران (۱۳۹٤) انجام شده است که ۲۱۹ مقاله علمی-پژوهشی را با نمونه‌گیری تصادفی و در دسترس بر اساس نام مقالات و واژگان کلیدی این مقالات، از پایگاه علمی SID، به‌عنوان نمونه، با استفاده از چک‌لیستی بر اساس متون تحقیق و نظر خبرگان بررسی کرده است. درنتیجه این تحقیق، حوزه‌های بیشترین تعداد مقالات چاپ‌شده در بازه مورد مطالعه و مجلات با بیشترین اشتراک و کمترین اشتراک شناسایی شده‌اند.

در پژوهشی عناصر برتر و ترسیم نقشه دانش حوزه بازیابی تصویر بر اساس مقالات علمی وب آو ساینس با

1 . Edges
2 . Multidimensional Scaling

استفاده از تحلیل هم‌استنادی بررسی شده است و رتبه ایران در میان تولیدکنندگان علمی و همچنین کشور و مؤسسه برتر تولیدکننده مستندات علمی و رشته‌های با بالاترین مرکزیت، بالاترین شکوفایی و بالاترین سیگما در این حوزه شناسایی شده‌اند (دانیالی، نقشینه ۱۳۹۷).

ترسیم و تحلیل شبکه هم‌رخدادی واژگان علاوه بر مقالات در حوزه پایان‌نامه‌های دانشگاهی نیز رایج است. نظربلند و همکاران (۱۳۹۷) طی پژوهشی با استفاده از شاخص‌های علم‌سنجی و تحلیل شبکه‌های اجتماعی و روش تحلیل شبکه، نقشه موضوعی پایان‌نامه‌های گروه مشاوره دانشگاه شهید بهشتی در بازه زمانی ۱۳۹٤-۱۳۸٤ را ترسیم کرده‌اند. این پژوهش موضوعاتی را که از اهمیت بیشتری نسبت به سایر حیطه‌های موضوعی برخوردار بوده‌اند از لحاظ شاخص مرکزیت درجه و از لحاظ شاخص مرکزیت بینیت شناسایی کرده است. همچنین با بررسی نقشه چگالی شبکه مهم‌ترین موضوعات مطرح در پایان‌نامه‌های گروه روان‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی شناسایی شده است.

«تدوین نقشه دانش برای پژوهش‌های حکمت» عنوان پژوهشی است که در آن نوروزیان امیری، خلخالی، شکیبایی (۱۳۹۸) به بررسی و نمایان‌کردن ساختار علمی و نقشه دانشی پژوهش‌های «حکمت» با استفاده از روش تحلیل هم‌واژگانی و تحلیل شبکه و بر مبنای اطلاعات موجود در پایگاه الکترونیکی اسکوپوس پرداخته است. در این پژوهش تحلیل هم‌واژگانی اطلاعات و کلیدواژه‌های اسناد علمی مستخرج از این پایگاه انجام شده و برای هر یک از حوزه‌های موضوعی و کلیدواژه‌ها گراف‌های همسایگی و هم‌اشتراکی به کمک ماتریس هم‌رخدادی ترسیم شده است و درنتیجه حوزه‌های علمی که بیشترین کار پژوهشی را در دنیا در حوزه حکمت انجام داده‌اند و بیشترین کلیدواژه‌های همکار با حکمت شناسایی شده و همچنین سازه‌های زیربنایی برای تدوین نقشه دانش مربوط به پژوهش‌های حکمت، پیشنهاد شده است.

پژوهشی با هدف ارائه تصویری جامع از وضعیت فعالیت‌های علمی در حوزه رفتار اطلاع‌یابی مشارکتی و ترسیم نقشه هم‌رخدادی واژگان این حوزه با استفاده از شاخص‌های علم‌سنجی و روش‌های تحلیل شبکه و آمار توصیفی و تحلیلی با استفاده از داده‌های Web of Science انجام شده است که نتایج آن نشان‌دهنده بازه زمانی رشد و بالندگی تولیدات علمی، فعال‌ترین پژوهشگر، پرکاربردترین واژه‌ها و همچنین واژه‌هایی که در طول زمان در این حوزه کم‌رنگ شدند و مفاهیم جدیدی در تعامل با تحولات جدید پدید آمده‌اند، است (ابراهیم‌زاده، رضایی شریف‌آبادی، کربلا آقایی کامران، ۱۳۹۸).

سعدآبادی، رمضانی و فرتاش (۱۳۹۹) تولیدات علمی حوزه دارایی‌های نامشهود در پایگاه علمی اسکوپوس را با استفاده از تحلیل هم‌واژگانی و هم‌تألیفی تحلیل و مصورسازی کرده‌اند و درنتیجه پژوهش آنها پرتکرارترین موضوعات و واژگان در این حوزه، فعال‌ترین نویسندگان و ارزشمندترین زمینه‌های موضوعی حوزه شناخته شدند. همچنین ساختار شبکه هم‌تألیفی این حوزه گسسته و کم‌تراکم تشخیص داده شده است.

نجار لشکری و همکاران (۱٤۰۰) در پژوهشی به ترسیم نقشه ساختار دانشی از وضعیت پژوهش در حوزه مدیریت آموزشی ایران پرداخته‌اند. در این پژوهش تمامی مقالات علمی اصیل فارسی نمایه‌شده در «پایگاه مجلات تخصصی نور»، «بانک اطلاعات نشریات کشور» و «مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی»، طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۹ با به‌کارگیری سیاهه وارسی جمع‌آوری شده و شبکه هم‌رخدادی واژگان آن ترسیم شده است. درنتیجه ترسیم شبکه هم‌رخدادی سه عبارت که بیشترین فراوانی را در داده‌های بررسی‌شده داشته‌اند، مشخص شده و همچنین با استفاده از خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی، بالغ‌ترین و مرکزی‌ترین خوشه، خوشه توسعه‌نیافته و خوشه در حال ظهور یا زوال این حوزه شناسایی شده است.

علی نژاد چمازکتی ومیرحق جو لنگرودی (۱۴۰۱) در پژوهشی به بررسی برون‌دادهای علمی در نشریات ایران و ترکیه در پایگاه Web of Science در بازه زمانی ۲۰۱۷ تا ۲۰۱۹ و استخراج الگوی رفتار استنادی نویسندگان و ترسیم نقشه هم‌نویسندگی، با روش تحلیل شبکه و با کمک نرم‌افزار VOSviewer پرداخته‌اند که نتایج آن نشان می‌دهد در نشریات ایران ۵۰ درصد مدارک توسط نویسندگان ایرانی و در نشریات ترکیه ۶۰ درصد مدارک توسط نویسندگان ترک تولید شده است. در نشریات دو کشور، بیشترین همکاری‌های علمی بین‌المللی میان کشورهای ایران، ترکیه، چین، هند و آمریکا صورت گرفته است. همچنین آمریکا همکار اصلی پژوهشگران در مشارکت‌های علمی و بین‌المللی در نشریات ایران و ترکیه بوده و استنادهای نشریات ایران، هم به لحاظ نسبت استناد به مقالات و هم به لحاظ میانه استنادها، نسبت به نشریات ترکیه، از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار بوده است.

بررسی وضعیت تولیدات علمی و شناسایی حوزه‌های کلیدی مالیات با استفاده از هم‌رخدادی واژگان کلیدی هدف پژوهشی است که با استفاده از داده‌های گردآوری‌شده از پایگاه Web of Science برای ترسیم نقشه هم‌رخدادی واژگان کلیدی حوزه مالیات و شناسایی مقاله‌ها، کشورها و مجلات برتر در این حوزه و همچنین بررسی موضوعات کلیدی حوزه مالیات با استفاده از تحلیل هم‌واژگانی انجام شده است. بر اساس نتایج تحلیل داده‌ها، این پژوهش نشریه با بالاترین میزان انتشار مقالات این حوزه، مجله دارای بیشترین استناد، کشور دارای بیشترین مقالات و مهم‌ترین محورهای موضوعی این حوزه شناسایی شده‌اند (محمودخانی، ۱۴۰۱).

آنچه از مرور مقالات و ادبیات موضوع در حوزه کلی ترسیم نقشه دانش و تحلیل واژگان برمی‌آید این است که این پژوهش‌ها به‌طور معمول در پی شناسایی نقاط ضعف و قوت پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه‌ای خاص هستند که بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل‌ها بتوان از فرصت‌های تحقیقاتی و همکاری بین سازمانی بهره‌مند شد و راهکارهایی برای فائق‌آمدن بر تهدیدها یافت. در ادامه همان‌طور که گفته شد برخی از پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه ترسیم نقشه علمی که به‌طور خاص بر هوش مصنوعی یا زمینه‌های مرتبط با آن، متمرکز بوده‌اند، در داخل و خارج از ایران مورد تحلیل قرار می‌گیرند.

طاهریان و عصاره (۱۳۸۹) در پژوهشی با عنوان "بررسی تحلیلی و ترسیم نقشه علمی حوزه هوش مصنوعی در سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۸ در وب‌گاه علوم" با استفاده از تکنیک علم‌سنجی و رهیافت کتاب‌شناختی به بررسی ۸۳۰۱ مستند پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد کشور آمریکا درمجموع حائز برتری است. نویسندگان با ترسیم نقشه علمی حوزه هوش مصنوعی بر مبنای شاخص امتیاز استناد محلی[1] (ال سی اس)، تشکیل پنج خوشه علمی را بر مبنای این شاخص نشان داده‌اند و با بررسی این حوزه بر مبنای امتیاز استناد جهانی[2] (جی سی اس) تنها یک خوشه علمی منسجم را مشاهده کرده‌اند.

نگهبان، رمضانی‌فر و تاج‌الدینی (۱۳۹۵) در پژوهشی با نام «شناسایی حوزه‌های بین‌رشته‌ای دانشگاه شهید باهنر کرمان از طریق سنجش نقشه‌های موضوعی» تمام مقاله‌های منتشرشده توسط پژوهشگران آن دانشگاه که در پایگاه وب آو ساینس[3] در بازه زمانی ۲۰۰۵تا ۲۰۱۵ نمایه شده را گردآوری کرده و از آن برای ترسیم روند تولیدات علمی، تحلیل و نگاشت شاخص‌ها استفاده کرده‌اند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که هوش مصنوعی پنجمین حوزه پرانتشار توسط پژوهشگران این دانشگاه است.

1 . Local Citation Score (LCS)
2 . Global Citation Score
3 . Web of Science

فرزین یزدی و رضایی شریف‌آبادی (۱۳۹۶) با هدف بررسی وضعیت تولیدات علمی کشورهای خاورمیانه در حوزه هوش مصنوعی مطالعه‌ای با عنوان "بررسی تولیدات علمی حوزه موضوعی هوش مصنوعی در کشورهای خاورمیانه طی سال‌های ۱۹۹٦ تا ۲۰۱٤" انجام داده‌اند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که در بازه مورد نظر، سهم کشورهای خاورمیانه از انتشارات جهان در حوزه هوش مصنوعی ٤.۰۳ درصد است. ایران با تولید ۵۱۵٦ مدرک از نظر تعداد تولیدات علمی و تعداد مدارک قابل استناد در رتبه ۱۷ جهانی و رتبه اول در خاورمیانه است. اسرائیل در زمینه همکاری با سایر کشورها و از نظر شاخص‌های هیرش، همچنین تعداد استنادهای تعلق‌گرفته، تعداد استناد در هر مدرک و پیشرفت علمی دارای رتبه اول بوده است، اما از نظر شاخص تعداد خوداستنادی، ترکیه جایگاه نخست را در بین کشورهای منطقه داشته است.

فونتس[1] و همکاران (۲۰۱۸) از طریق ترسیم نقشه علم، مرتبط‌ترین جنبه‌های ساختاری مستنداتی که در طول ۱۰ سال اول انتشار نشریه بین‌المللی چندرسانه‌ای تعاملی و هوش مصنوعی[2] (IJIMAI) منتشرشده را مصورسازی کرده‌اند. در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار VOSviewer، نقشه‌های ساختاری با توجه به تکنیک‌هایی مانند جفت کتابشناختی[3]، هم‌استنادها و هم‌رخدادی کلمات کلیدی تحلیل شده است. علاوه‌براین، سیر تحولات انتشارات، استنادها و همچنین تحلیلی از مقالات پراستناد نشریه نیز مشاهده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که این نشریه رشد قابل‌توجهی از انتشارات و استنادات را در پنج سال گذشته تجربه کرده است (Fuentes et. al, 2018).

همچنین در پژوهشی در سال ۲۰۱۹، با استفاده از تحلیل کتاب‌سنجی و تکنیک‌های مصورسازی مقالات منتشرشده در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ در نشریه جوامع مصنوعی و شبیه‌سازی اجتماعی[4] (JASSS) را بررسی شده و نتایج نشان می‌دهد که بر اساس افزایش تدریجی تعداد مقالات منتشرشده و استنادهای دریافتی، این نشریه به هدف جلب توجه محققان در سراسر جهان دست یافته است. همچنین نتایج تحلیل شبکه هم‌استنادی مجلات ذکرشده در مقالات این نشریه نشان داده است که JASSS با سایر مجلات مرتبط در زمینه خود و سایر زمینه‌های مشابه ارتباط منطقی دارد. درنهایت، به طور کلی JASSS راه خود را در زمینه شبیه‌سازی اجتماعی پیدا کرده و به سطح نشریات علمی دست یافته است (Mokhtari, Roumiyani, & Saberi, 2019).

پژوهشی به منظور تحلیل فعالیت‌های پژوهشی و انتشاراتی دانشمندان روسی و بین‌المللی در زمینه هوش مصنوعی (AI) و یادگیری ماشین (ML) نیز انجام شده است (Erokhin, 2019). برای انجام این تحلیل از پایگاه‌های اطلاعاتی اسکوپوس، وب آو ساینس و نمایه استنادی علوم روسیه استفاده شد. این پژوهش نشان داد مقالات هوش مصنوعی در اسکوپوس از سال ۱۹۹٦ هشت برابر افزایش یافته‌اند و این در حالی بود که نرخ رشد کلی تحقیقات بسیار کمتر یعنی ۲.٦ برابر بود.

بلمونته و همکاران در پژوهشی با عنوان "توسعه علمی هوش مصنوعی آموزشی در وب آو ساینس" که توسط شاخص‌های کتاب‌سنجی و تحلیل واژگان انجام شد، نشان دادند که تولیدات علمی این حوزه از ابتدای سال ۱۹۵٦ تا به امروز نامنظم بوده است. همچنین نتیجه گرفته شده است که در تحقیقات هوش مصنوعی در زمینه آموزش تحولی وجود دارد که این تحول در سال‌های اخیر بر عملکرد و تأثیر هوش مصنوعی در فرایندهای آموزشی متمرکز شده است (Belmonte et. al, 2020).

1 . Fuentes
2 . The International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence
3 . Bibliographic coupling
4 . Journal of Artificial Societies and Social Simulation (JASSS)

دارکو و همکاران در پژوهشی ادعا کرده‌اند که اولین مطالعه جامع علم‌سنجی که به ارزیابی پیشرفت‌های پژوهشی در زمینه هوش مصنوعی در صنعت معماری، مهندسی و ساخت‌وساز می‌پردازد را ارائه کرده‌اند. نتایج این ارزیابی کمبودهای تحقیقات در دسترس را آشکار کرده و مسیرهایی را برای تحقیقات آینده ارائه می‌کند و نشان می‌دهد که فرصت‌های تحقیقاتی آینده در استفاده از اتوماسیون روباتیک و شبکه‌های عصبی کانولوشنال برای رفع مشکلات این صنعت نهفته است. در این پژوهش از روش ترسیم نقشه علمی برای تحلیل سیستماتیک و کمی ٤١٨٢٧ مستند گردآوری‌شده از پایگاه اسکوپوس استفاده شده است. نتایج این مطالعه نشان داده که الگوریتم‌های ژنتیک، شبکه‌های عصبی، منطق فازی، مجموعه‌های فازی و یادگیری ماشین پرکاربردترین روش‌های هوش مصنوعی در پژوهش‌های صنعت معماری، مهندسی و ساخت‌وساز بوده‌اند (Darko et. al, 2020).

قویدل، نظام‌دوست و ریاحی‌نیا (۲۰۲۰) در مطالعه خود، شبکه‌ای جهت تجسم خوشه‌های مفهومی، الگوهای پنهان و دانش نوظهور حوزه موضوعی "سایبرنتیک در کشورهای خاورمیانه" در مقیاس جهانی بر اساس تحلیل هم‌رخدادی واژگان مستندات علمی نمایه‌شده در وب آو ساینس توسعه داده‌اند. در بخش تحلیل‌های مربوط به ایران این نکته ذکر شده است که پژوهشگران ایرانی متعددی در حوزه موضوعات میان رشته‌ای مرتبط با سایبرنتیک که هوش مصنوعی از جمله آنهاست به پژوهش پرداخته‌اند و پرتکرارترین کلیدواژه مورد استفاده پژوهش‌های ایرانی به ترتیب الگوریتم ژنتیک، بهینه‌سازی و انرژی بوده است. همچنین طی خوشه‌بندی موضوعات حوزه سایبرنتیک در کشورهای خاورمیانه با روش تحلیل خوشه‌ای یکی از خوشه‌ها کلیدواژه‌های حوزه هوش مصنوعی را دربرگرفته است که با نام مدیریت دانش و داده‌کاوی معرفی شده است.

پراوینا، ویراکومار و راجسواری یک مطالعه علم‌سنجی بر خروجی تحقیقات هوش مصنوعی نمایه‌شده پایگاه وب آو ساینس انجام داده‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۹-۱۹۹۹ تعداد ۲۱٦٤۳ مقاله در حوزه هوش مصنوعی در این پایگاه منتشر شده است. بهره‌وری تحقیقات انجام‌شده در حوزه هوش مصنوعی از سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۹ رشد تدریجی را نشان می‌دهد. درجه همکاری تولید مستندات در این مطالعه ۰.۸۳ گزارش شده است. همچنین بالاترین میزان سهم سالانه مستندات منتشرشده مربوط به سال ۲۰۱۹ است. در بین ۱۵ نشریه که بالاترین تعداد مستندات منتشرشده در حوزه هوش مصنوعی را داشته‌اند، نشریه IEEE Access با ٤۰۳ مستند جایگاه نخست و نشریه Applied Sciences-Basel با ۹٦ مستند جایگاه پانزدهم را داراست. همچنین در میان یافته‌های این مطالعه وحید نورانی جزء پانزده نویسنده پرانتشار در حوزه هوش مصنوعی است. بااین‌حال این مطالعه گزارشی در رابطه با وضعیت پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه هوش مصنوعی در مناطق و کشورهای مختلف ارائه نداده است (Praveena, Veerakumar & Rajeswari, 2021).

موستاک و دیگران در پژوهشی با عنوان "هوش مصنوعی در بازاریابی: مدل‌سازی موضوعی و تحلیل علم‌سنجی" با استفاده از ترسیم نقشه علمی، ده موضوع برجسته این حوزه را معرفی کرده‌اند. همچنین این پژوهش تحلیل‌های علم‌سنجی مفاهیم کلیدی، آنالیز هم‌رخدادی[1] کلمات کلیدی، شبکه‌های نویسندگی، موضوعات تحقیقاتی برتر، انتشارات برجسته و تکامل حوزه تحقیق در طول زمان را نشان داده است. این تحقیق از مدل‌سازی موضوعی در ترکیب با تحلیل علم‌سنجی برای انجام یک بررسی سیستماتیک و جامع از تحقیقات هوش مصنوعی در بازاریابی استفاده کرده و استخراج نقشه‌های دانشی از خوشه‌های استنادی، انتشارات شاخص، مبانی مفهومی-نظری، و پیوستگی

1 . Co-occurrence analysis

متقابل بر اساس تکرار زوجی[1] مفاهیم در ادبیات موضوع استفاده کرده است (Mustak et. al, 2021).

فنگ و لاو، ۱۸۳۰ مقاله پژوهشی در زمینه هوش مصنوعی در آموزش را با هدف ارائه تصویری جامع از تحول دانش در این حوزه تحقیقاتی بین‌رشته‌ای از سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ بررسی کرده‌اند. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که تنوع تحقیقاتی قابل‌توجهی در زمینه هوش مصنوعی در آموزش، با تمرکز بر دو موضوع: سیستم‌های آموزشی هوشمند (طی سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۰) و دوره‌های برخط آزاد (از سال ۲۰۱٤) وجود داشته است. همچنین این مطالعه کلمات "پردازش زبان طبیعی"، "داده‌کاوی آموزشی"، "تحلیل یادگیری" و "یادگیری ماشین" را به‌عنوان کلمات کلیدی مرتبط با تکنیک‌های تحلیلی این حوزه معرفی کرده و "شبکه عصبی"، "یادگیری عمیق"، "ردیابی چشم[2]" و "یادگیری شخصی" را به‌عنوان کلیدواژه‌های پرطرفدار این حوزه شناسایی کرده است (Feng & Law, 2021).

بررسی پژوهش‌های انجام‌شده پیشین در زمینه ترسیم نقشه علمی مستندات نشان می‌دهد پژوهش‌های داخلی چه از نظر هدف و چه از نظر دامنه مطالعه با پژوهش حاضر متفاوت هستند. پژوهش‌های صورت‌گرفته در رابطه با ترسیم نقشه علمی حوزه هوش مصنوعی که پژوهش‌های انجام‌شده توسط پژوهشگران کشورهای مختلف از جمله ایران را بررسی کرده‌اند، نیز از چند بعد با پژوهش حاضر متفاوت است: بازه زمانی بررسی، پایگاه مورد بررسی و بررسی سطح کلان‌تر (مانند سایبرنتیک) یا خردتر (مانند کاربرد هوش مصنوعی در آموزش و غیره). لازم به توضیح است که پژوهش حاضر به توصیف و مصورسازی آن دسته از مستندات منتشرشده در حوزه هوش مصنوعی که حداقل یک نویسنده با وابستگی سازمانی ایرانی دارند، پرداخته و همچنین نقشه علمی این مستندات را ترسیم کرده است که اهداف و حوزه مطالعه‌ای متفاوت با پژوهش‌های پیشین دارد.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر یک مطالعه کمی و کاربردی است که در آن از تکنیک‌های علم‌سنجی شامل تحلیل هم‌واژگانی و تحلیل شبکه استفاده شده است. جامعه پژوهش، کلیه مستندات شامل مقالات ژورنالی، مقالات کنفرانسی، کتاب، بخشی از کتاب، مرور، سرمقاله، یادداشت، نامه، اصلاحیه و ری‌ترکت‌شده[3] در حوزه هوش مصنوعی با حداقل یک نویسنده دارای وابستگی سازمانی ایرانی و نمایه‌شده در پایگاه استنادی اسکوپوس است. به‌منظور گردآوری رکوردهای مورد نیاز این پژوهش، از ابزار جستجوی پایگاه اسکوپوس استفاده شد؛ به این نحو که تمامی مستندات دارای حداقل یک پژوهشگر ایرانی در حوزه هوش مصنوعی از پایگاه استنادی اسکوپوس و شامل ٦٤٥٦ مستند است. بنابراین در پژوهش حاضر از روش نمونه‌گیری استفاده نشده است. دلیل انتخاب پایگاه اسکوپوس این بوده که این پایگاه شامل ۷۰ میلیون مقاله تحقیقاتی بررسی‌شده توسط بیش از ۵۰۰۰ ناشر بین‌المللی است (Zhang et. al, 2021) و همچنین این پایگاه در همه حوزه‌ها از یکدستی نسبی برخوردار است (بتولی و همکاران ۱۳۹۹).

استراتژی استخراج مستندات بر مبنای استفاده از عملگرهای بولین در قسمت جستجوی پیشرفته این پایگاه با لحاظ قید وجود عبارت هوش مصنوعی در عنوان، کلمات کلیدی یا نام منبع بوده است. همچنین در عبارت جستجو قلمرو نتایج به کشور ایران و بازه زمانی سال ۱۹۷۸ تا ژانویه سال ۲۰۲۲ محدود شد. عبارت پرس‌وجوی استفاده‌شده در زیر مشاهده می‌شود:

1 . Paired presence of concepts
2 . Eye tracking
3 . Retracted

[(TITLE (artificial AND intelligence) OR KEY (artificial AND intelligence) OR SRCTITLE (artificial AND intelligence)) AND PUBYEAR > 1978 AND (LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Iran"))

استفاده از عملگر "OR" بین فیلدهای عنوان، کلمات کلیدی و نام منبع به این دلیل است که تمامی مستندات ممکن در این حوزه پوشش داده شود. همچنین از عملگر "AND" برای فیلد کشور به این دلیل استفاده شده است که صرفاً مستندات منتشرشده از سوی پژوهشگران ایرانی بازنمایی شود. در فیلد زمان مبدائی برای جستجو در نظر گرفته نشد تا تمام مستندات این حوزه فارغ از قید زمانی نمایش داده شوند. اولین مستند ثبت‌شده در پایگاه اسکوپوس در سال ۱۹۷۸ ثبت شده است، بنابراین این سال کران پایین بازه زمانی مستندات منتشرشده قرار گرفت.

پس از بارگیری و ذخیره رکوردهای مذکور، به‌منظور خوشه‌بندی موضوعات هوش مصنوعی، از نرم‌افزارهای VOSviewer و Gephi برای مصورسازی نتایج استفاده شده است. نرم‌افزار VOSviewer برای تحلیل داده‌ها در پایگاه‌های نمایه‌های استنادی طراحی شده است و قادر است پراستنادترین آثار را از میان مجموعه‌ای از مدارک شناسایی و ماتریس استنادات میان آنها را ترسیم کند. همچنین این نرم‌افزار مرتبط‌ترین مدارک و روابط میان آنها را به‌صورت خوشه‌بندی به تصویر می‌کشد (Eck & Jan, 2010) درنتیجه تجزیه تحلیل اطلاعات به‌دست‌آمده، استخراج ساختار و خوشه‌های تشکیل‌شده و بررسی روابط درونی آنها و انجام پردازش برای رسیدن به نقشه‌های مطلوب با استفاده از این نرم‌افزار انجام شده است.

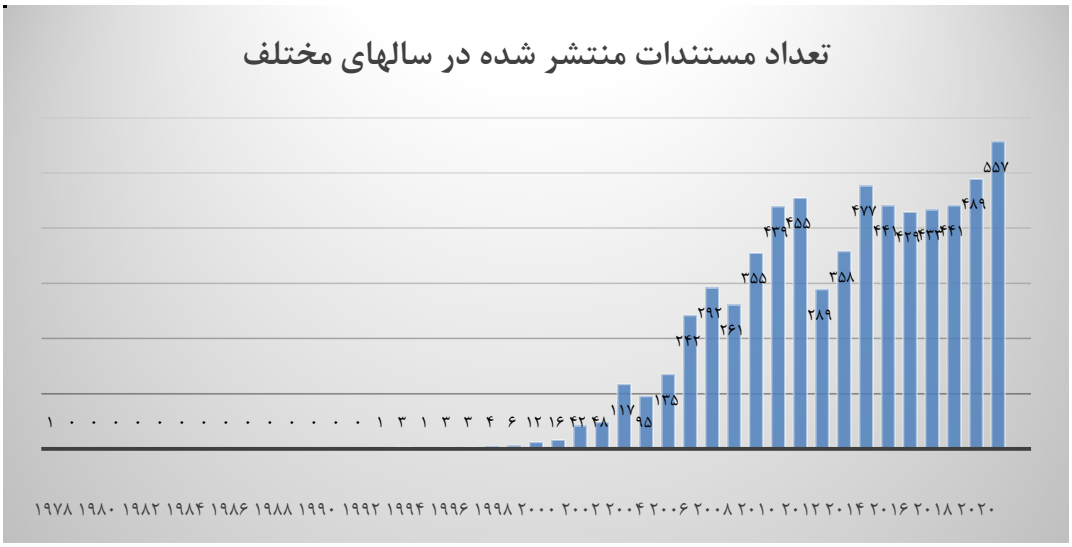
یافته‌های پژوهش

پاسخ به پرسش اول پژوهش. وضعیت تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه هوش مصنوعی در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس برحسب نویسنده، سال، نوع مستند و نوع انتشار و حوزه موضوعی چگونه است؟

در زمان گردآوری داده‌ها، در پایگاه استنادی اسکوپوس ٦٤٥٦ مقاله در فاصله سال‌های ۱۹۷۸ تا ۲۰۲۲ نمایه شده است. حمید پروین با تعداد ۸۰ مقاله و با آخرین وابستگی سازمانی «دانشگاه آزاد اسلامی» و شاخص h برابر با ۲۱، بالاترین تعداد مقالات منتشرشده را به خود اختصاص داده است. سال ۲۰۲۱ با تعداد ۵۵۷ مورد و پس‌ازآن سال ۲۰۲۰ با تعداد ٤٨٩ اثر، بیشترین آمار مستندات منتشرشده را دارند. همچنین با توجه به اینکه داده‌ها در نخستین ماه سال میلادی ۲۰۲۲ گردآوری شده‌اند، تعداد مستندات منتشرشده در این سال ۳۵ مورد است. اولین اثر ثبت‌شده در پایگاه اسکوپوس مربوط به سال ۱۹۷۸ است. در این سال تنها همین مستند با عنوان "Probabilistic LCF" در کنفرانس " Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)" منتشر شده است. نشریه «یادداشت‌های سخنرانی علوم کامپیوتر[1]» با انتشار ١٤١٨ مستند بالاترین میزان انتشار را به خود اختصاص داده است. بیشترین تعداد استنادات متعلق به مقاله «نتایج چالش ردیابی شیء بصری[2] VOT2016» است که در سال ٢٠١٦ در نشریه یادداشت‌های علوم کامپیوتر منتشر شده است.

شکل ۱ نشان‌دهنده تعداد مستندات منتشرشده در سال‌های مختلف است که حداقل یک پژوهشگر با وابستگی سازمانی در تولید آن نقش داشته‌اند.

1 . Lecture Notes In Computer Science
2 . The visual object tracking VOT2016 challenge results



شکل ۱. تعداد مستندات منتشرشده در سال‌های مختلف توسط پژوهشگران ایرانی (۲۰۲۱-۱۹۷۸)

داده‌های جدول ۱ نیز تعداد مستندات منتشرشده در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ و همچنین رتبه ایران در میان کل کشورها در تولید مستندات علمی نمایه‌شده در پایگاه اسکوپوس را نشان می‌دهد.

جدول ۱. تعداد مستندات منتشرشده در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ و رتبه ایران در میان کل کشورها در هر سال

سال	تعداد مستندات منتشرشده	رتبه کشور ایران در میان کل کشورها در هر سال
۲۰۲۱	۵۵۷	۲۰
۲۰۲۰	٤٨٩	۲۹
۲۰۱۹	٤٤١	۳۱
۲۰۱۸	٤٣٣	۲۸
۲۰۱۷	٤٢٩	۲۸
۲۰۱٦	٤٤١	۲۷
۲۰۱٥	٤٧٧	۲٥
۲۰۱٤	۳٥٨	۲۹
۲۰۱۳	۲٨٩	۳٦
۲۰۱۲	٤٥٥	۲۲
۲۰۱۱	٤۳۹	۲۳
۲۰۱۰	۳٥٥	۲٥
۲۰۰۹	۲٦۱	۲۲
۲۰۰۸	۲۹۲	۲۸
۲۰۰۷	۲٤۲	۳۳

ادامه جدول ۱. تعداد مستندات منتشرشده در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ و رتبه ایران در میان کل کشورها در هر سال

سال	تعداد مستندات منتشرشده	رتبه کشور ایران در میان کل کشورها در هر سال
۲۰۰۶	۱۳۵	۳۶
۲۰۰۵	۹۵	۳۵
۲۰۰۴	۱۱۷	۳۵
۲۰۰۳	٤۸	٤۰
۲۰۰۲	٤۲	۳۷
۲۰۰۱	۱٦	٤۸
۲۰۰۰	۱۲	٤٦

همان‌طور که در داده‌های جدول ۱ مشاهده می‌شود، پژوهشگران ایرانی بیشترین مستندات را در سال ۲۰۲۱ منتشر کرده‌اند و همچنین بهترین جایگاه کشور ایران در میان کشورهای تولیدکننده مستندات علمی در حوزه هوش مصنوعی نیز رتبه بیستم بوده است که در سال ۲۰۲۱ به دست آمده است.

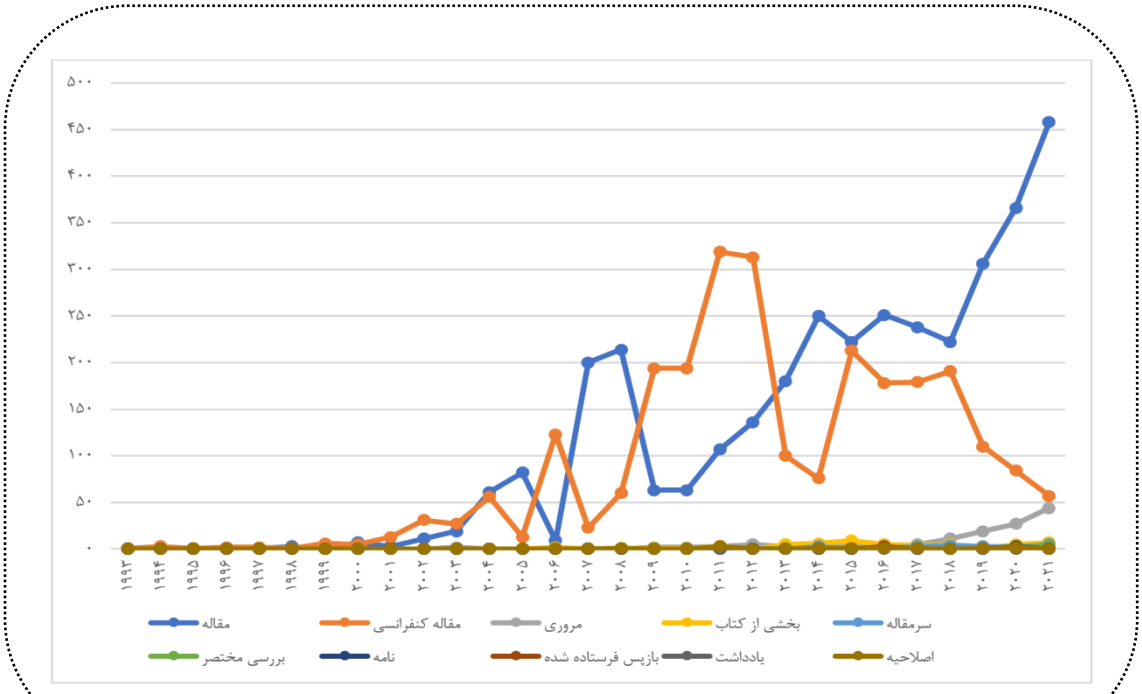
همچنین در رابطه با نوع اثر و نوع انتشار، جدول ۲ درصد توزیع و تعداد هر یک از انواع مستندات منتشرشده در این حوزه در بازه زمانی مورد نظر را نشان می‌دهد که به‌ترتیب فراوانی تنظیم شده است. همان‌گونه که دیده می‌شود، مقالات با تعداد ۳۱۲٤ در جایگاه اول و یادداشت‌ها با تعداد ۲ مورد در آخرین رتبه قرار دارند. شکل ۲ نیز انواع مستندات منتشرشده توسط پژوهشگران ایرانی را به تفکیک سال‌های مختلف در قالب نمودار ارائه می‌کند. همچنین داده‌ها نشان‌دهنده آن است که هیچ کتابی در این حوزه توسط پژوهشگران ایرانی منتشر نشده است. در مقایسه با داده‌های کل جهان، سهم مقالات کنفرانسی ایران بسیار نزدیک به مقالات مجلات است؛ این در حالی است که نسبت مقالات کنفرانسی در مستندات حوزه هوش مصنوعی منتشرشده توسط سایر نویسندگان با اختلاف فاحشی بسیار بیشتر از سهم مقالات مجلات است. در سایر موارد سهم مستندات نزدیک به سهم نوع مورد نظر در همه مستندات نمایه‌شده در حوزه هوش مصنوعی در پایگاه اسکوپوس است، به‌جز سرمقاله که در آثار پژوهشگران ایرانی سهم بسیار کمی دارد، اما در کلیه مستندات این سهم قابل ملاحظه است.

جدول ۲. تعداد و سهم انواع مستندات منتشرشده در حوزه هوش مصنوعی توسط پژوهشگران ایرانی در مقایسه با کلیه پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه

عنوان	تعداد مستندات پژوهشگران با وابستگی سازمانی ایرانی	درصد مستندات پژوهشگران با وابستگی سازمانی ایرانی	تعداد کل مستندات منتشرشده از هر نوع	درصد کل مستندات منتشرشده از هر نوع
مقاله	۳۱۲٤	٪٤۸	۱٥٥٤۰۷	٪۷٥
مقاله کنفرانسی	۳۰۸۳	٪٤۸	٦۲۳٦۹۳	٪۱۸
مروری	۱۳٤	٪۲	۱۰٦۹۷	٪۱
بخشی از کتاب	٥٤	٪۱	٦۷۷٤	٪۱
سرمقاله	۲٦	کمتر از یک درصد	۱٦۸٤٦	٪۲

ادامه جدول ۲. تعداد و سهم انواع مستندات منتشرشده در حوزه هوش مصنوعی توسط پژوهشگران ایرانی در مقایسه با کلیه پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه

عنوان	تعداد مستندات پژوهشگران با وابستگی سازمانی ایرانی	درصد مستندات پژوهشگران با وابستگی سازمانی ایرانی	تعداد کل مستندات منتشرشده از هر نوع	درصد کل مستندات منتشرشده از هر نوع
اراتم[1]	۱٤	کمتر از یک درصد	٤۰۱	کمتر از یک درصد
بررسی مختصر	۷	کمتر از یک درصد	٦۳٦	کمتر از یک درصد
نامه	۷	کمتر از یک درصد	۹۰۲	کمتر از یک درصد
ری‌ترکت شده	۵	کمتر از یک درصد	٤۸۸	کمتر از یک درصد
یادداشت	۲	کمتر از یک درصد	۱۹۳۷	کمتر از یک درصد



شکل ۲. انواع مستندات منتشرشده در حوزه هوش مصنوعی توسط پژوهشگران با وابستگی ایرانی به تفکیک سال

همان‌طور که در این شکل ۲ مشاهده می‌شود، فاصله بین آثار کنفرانسی از مقالات مجله‌ای از سال ۲۰۱۹ شدت گرفته است.

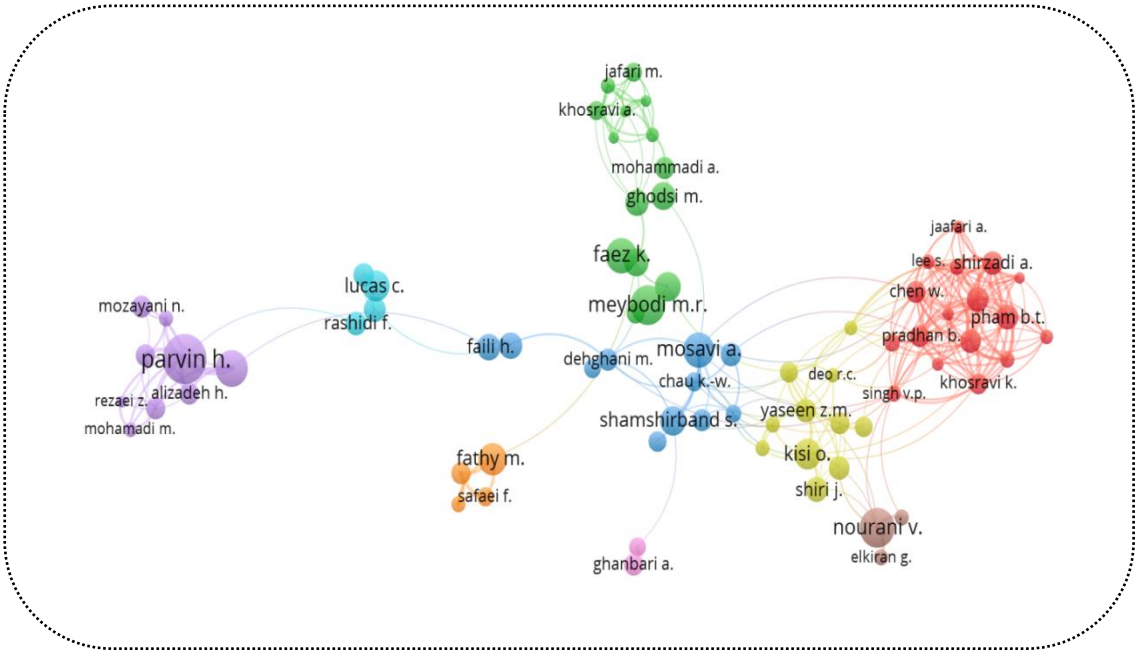
در ادامه، وضعیت پژوهش‌های هوش مصنوعی کشور از منظر نویسندگان مورد بررسی قرار گرفته است. جدول ۳ ده پژوهشگر پرانتشار (با بالاترین تعداد مستند منتشرشده) در حوزه هوش مصنوعی، تعداد آثار آنان، وابستگی سازمانی و همچنین شاخص h نویسندگان را نشان می‌دهد.

1 . Erratum

جدول ۳. پرکارترین پژوهشگران هوش مصنوعی از بین مستنداتی که حداقل یک نویسنده با وابستگی سازمانی ایرانی داشته‌اند

ردیف	نام پژوهشگر	وابستگی سازمانی	تعداد مدارک	شاخص h نویسنده
۱	حمید پروین	دانشگاه آزاد واحد یاسوج	۸۰	۲۰
۲	حیدرعلی شایانفر	دانشگاه علم و صنعت ایران	۵۸	۳٤
۳	محمدرضا میبدی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	۵۳	۳۹
٤	وحید نورانی	دانشگاه تبریز	۵۲	۳۳
۵	بهروز مینایی بیدگلی	دانشگاه علم و صنعت ایران	٤٤	۲٤
٦	حسین شایقی	دانشگاه محقق اردبیلی	٤۲	۳۳
۷	کریم فائز	دانشگاه امیرکبیر	٤۱	۲۹
۸	امیر موسوی	دانشگاه ابودا مجارستان	٤۰	۲۹
۹	محمود فتحی–محمدباقر منهاج	دانشگاه علم و صنعت ایران–دانشگاه صنعتی امیرکبیر	۳٦	۲٤- ۲٦
۱۰	رضا توکلی‌مقدم	دانشگاه تهران	۳۵	۵۵

شبکه همکاری نویسندگان مستندات منتشرشده در حوزه هوش مصنوعی که دارای حداقل یک نویسنده با وابستگی سازمانی ایرانی هستند نیز با استفاده از نرم‌افزار Vosviewr ترسیم شد که در شکل ۳ نمایش داده شده است. در این شبکه ۸۰ نویسنده پرانتشار نمایش داده شده‌اند.



شکل ۳. شبکه همکاری نویسندگان ایرانی در حوزه هوش مصنوعی (۲۰۲۲–۱۹۷۸) با حد آستانه ۱۵ تکرار

بر اساس داده‌های اسکوپوس رتبه کلی کشور ایران از نظر تعداد تحقیقات منتشرشده در این پایگاه در حوزه هوش مصنوعی ۳۱ است. بر اساس همین معیار، ایران در میان کشورهای خاورمیانه پس از رژیم اشغالگر قدس و ترکیه در رتبه سوم قرار دارد.

جدول ٤ ، پرکارترین پژوهشگر در مستنداتی که دارای حداقل یک نویسنده با وابستگی سازمانی ایرانی دارند را به تفکیک سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ نشان می‌دهد.

جدول ٤. پرکارترین نویسندگان در مستندات منتشرشده با حداقل یک نویسنده با وابستگی سازمانی ایرانی

سال	پرکارترین نویسنده در مستندات با حداقل یک نویسنده ایرانی	تعداد مستندات	وابستگی سازمانی
۲۰۲۱	امیر موسوی	۱۷	دانشگاه ابودا مجارستان
۲۰۲۰	امیر موسوی	۲۱	دانشگاه ابودا مجارستان
۲۰۱۹	وحید نورانی	۹	دانشگاه تبریز
۲۰۱۸	وحید نورانی	۸	دانشگاه تبریز
۲۰۱۷	وحید نورانی	۸	دانشگاه تبریز
۲۰۱٦	علیرضا بهادری	۸	دانشگاه علم و صنعت ایران
۲۰۱۵	حمید پروین	۱۰	دانشگاه آزاد
۲۰۱٤	شهرام خدیوی	٦	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
۲۰۱۳	حسین نظام‌آبادی‌پور	٦	دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲۰۱۲	حمید پروین و سجاد پروین	۱۱	دانشگاه آزاد اسلامی
۲۰۱۱	حمید پروین	۳۳	دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات
۲۰۱۰	احمد حبیبی زادنوین	۸	دانشگاه تبریز
۲۰۰۹	کریم فائز	۸	دانشگاه امیرکبیر
۲۰۰۸	حمید سربازی آزاد	٦	پژوهشگاه دانش‌های بنیادی
۲۰۰۷	کارو لوکاس	۹	دانشگاه تهران
۲۰۰٦	محمود فتحی	٤	دانشگاه علم و صنعت ایران
۲۰۰۵	ناصر سعادتی	۵	دانشگاه صنعتی شریف
۲۰۰٤	مهدی جلیلی خراجو	۷	دانشگاه تهران
۲۰۰۳	محمدحسین صادقی	۵	دانشگاه صنعتی شریف
۲۰۰۲	حمید خالوزاده	٤	دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی
۲۰۰۱	محمدباقر منهاج	۳	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
۲۰۰۰	احسان چینی‌فروشان	۳	دانشگاه صنعتی شریف

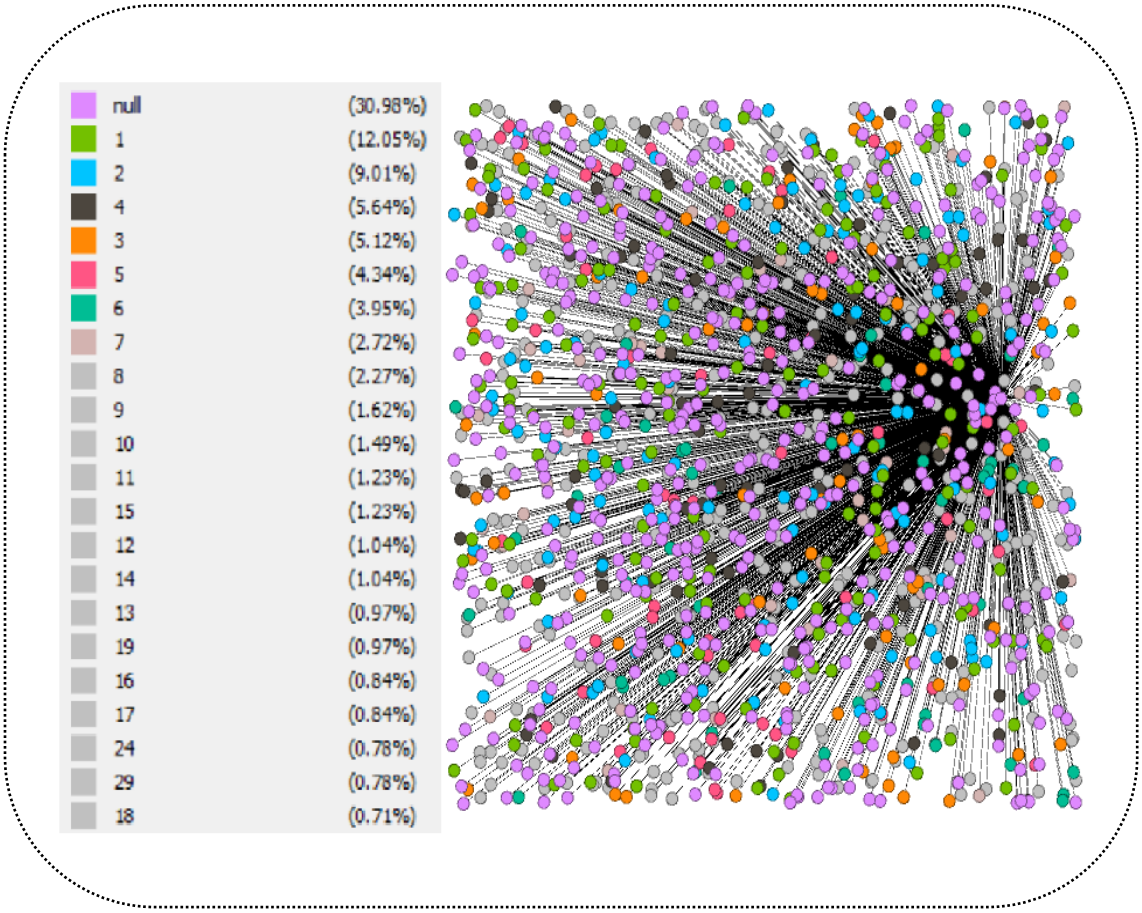
بر اساس داده‌های شکل ۱، جدول ۲ و جدول ۳ بیشترین تعداد مستندات منتشرشده مربوط به سال ۲۰۲۱ است و همان‌طور که مشاهده می‌شود رتبه ایران در میان کل کشورها نیز در این سال بهتر از سایر سال‌هاست. پرکارترین نویسنده در سال‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ دارای وابستگی سازمانی غیرایرانی و نام ایرانی است. در سایر سال‌ها پرکارترین نویسندگان دارای وابستگی سازمانی ایرانی هستند.

پاسخ به پرسش دوم پژوهش، وضعیت تعداد استنادهای دریافتی تولیدات علمی پژوهشگران حوزه هوش مصنوعی ایران در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس چگونه است؟

توزیع تعداد ارجاعات به مستندات منتشرشده توسط پژوهشگران با وابستگی سازمانی ایرانی در حوزه هوش مصنوعی در جدول ۵ نمایش داده شده است. همان‌طور که از داده‌های جدول ۵ برمی‌آید، ۱۹.۹ درصد از مستندات منتشرشده که حداقل یک نویسنده با وابستگی سازمانی ایرانی داشته‌اند، هیچ ارجاعی دریافت نکرده‌اند. بیشترین تعداد مستندات منتشرشده بین یک تا ۵ ارجاع داشته‌اند. بالاترین میزان ارجاع مربوط به یک مقاله با تعداد ۸۲٤ ارجاع بوده است. لازم به توضیح است جدول ٤ سهم مستندات، نسبت تعداد مستندات با ارجاع‌های مختلف را به کل مستندات منتشرشده در حوزه هوش مصنوعی توسط پژوهشگران با وابستگی سازمانی ایرانی نشان می‌دهد و همچنین سهم ارجاع نسبت مجموع ارجاعات آن سطر را به مجموع کل ارجاعات نشان می‌دهد. در شکل ٤ توزیع تعداد ارجاعات نسبت به مستندات منتشرشده توسط پژوهشگران با وابستگی سازمانی ایرانی با استفاده از نرم‌افزار Gephi نشان داده شده است. در این شکل درصدها نشان‌دهنده نسبت تعداد ارجاع مقالات به تعداد کل مقالات است. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود بیشترین سهم رنگ مربوط به رنگ بنفش است که تعداد ارجاعی برای آن ثبت نشده است و پس از آن درصدهای مربوط به سایر تعداد ارجاعات به مستندات است. تفاوت درصد مستندات با ارجاع صفر به‌دست‌آمده در شکل ٤ (۳۰.۹۸) و درصد سهم مستندات با ارجاع صفر در جدول ٤ (۱۹.۹) مربوط به آن است که برای استخراج اطلاعات جدول ٤ از داده‌های گردآوری‌شده از پایگاه اسکوپوس، فیلتر تعداد ارجاعات صفر استفاده شده است، اما داده‌های استفاده‌شده در نرم‌افزار Gephi داده‌های بدون فیلتر است و بنابراین مستنداتی که برای آنها ارجاعی ثبت نشده است نیز در دسته‌بندی مستندات بدون ارجاع قرار گرفته‌اند (ارجاع صفر به‌علاوه بدون ثبت ارجاع).

جدول ۵. توزیع تعداد ارجاعات به مستندات منتشرشده توسط پژوهشگران با وابستگی سازمانی ایرانی

تعداد ارجاعات	تعداد مستندات	مجموع ارجاعات	سهم مستندات (٪)	سهم ارجاع (٪)
۰	۱۲٦۱	۰	۱۹.۹	۰
۱–۵	۲۳۸۲	۵۹٦٤	۳۷.٦	۷.٤
٦–۱۰	۸۸۹	٦۸۹۷	۱٤	۸.٦
۱۱–۱۵	٤٤۷	٦۱۲٤	۷	۷.٦
۱٦–۲۰	۳۰۹	۵۵۲۱	٤.۹	٦.۸
۲۰–۲۵	۲۰۱	٤۵٦۹	۳	۵.٦
۲٦–۳۰	۱۳۳	۳٦۹۸	۲	٤.٦
۳۱–۳۵	۱۱۰	۳٦۱۵	۱.۷	٤.۵
۳٦–٤۰	۹۱	۳٤۳۷	۱.٤	٤.۲
٤۱–٤۵	۷۲	۳۰۷۵	۱.۱	۳.۸
٤٦–۵۰	۵۸	۲۷۹۹	۰.۹	۳.٤
۵۱–۱۰۰	۲۳۱	۱٦۱۹۳	۳.٦	۲۰.۱
۱۰۱–۲۰۰	۷۸	۱۰۲۵۱	۱.۲	۱۲.۷
۲۰۱–۵۰۰	۲۸	۷۳۳٤	کمتر از یک درصد	۹.۱
بالای ۵۰۰	۱	۸۲٤	کمتر از یک درصد	۱
مجموع کل	٦۳۲۵	۸۰۲۸۵	۱۰۰	۱۰۰



شکل ٤. مصورسازی توزیع تعداد ارجاعات به مستندات منتشرشده توسط پژوهشگران با وابستگی سازمانی ایرانی

پاسخ به پرسش سوم پژوهش. مهم‌ترین حوزه‌های موضوعی مورد توجه پژوهش‌های ایرانی در زمینه «هوش مصنوعی» چه مواردی است؟

پرتکرارترین کلمات کلیدی در کل بازه زمانی بررسی‌شده هوش مصنوعی (٤٠٠١ تکرار)، الگوریتم (٨٦٥ تکرار) و بهینه‌سازی (٨٢٠ تکرار) هستند. همین بررسی به تفکیک سال نیز انجام شده و نتایج به‌دست‌آمده برای دو گروه نویسندگان با وابستگی ایرانی و همچنین نویسندگان با وابستگی غیرایرانی در جدول ٦ نمایش داده شده است. موارد مربوط به سال‌های قبل از ۲۰۰۰ به علت تعداد اندک و پراکندن‌بودن در این جدول، آورده نشده‌اند. لازم به توضیح است که کلمات کلیدی پرتکرار در هر سال در رده بعد از کلمه کلیدی «هوش مصنوعی» همان سال قرار دارند.

جدول ٦. پرتکرارترین کلمات کلیدی در مستندات پژوهشگران با وابستگی ایرانی و غیرایرانی در سال‌های مختلف

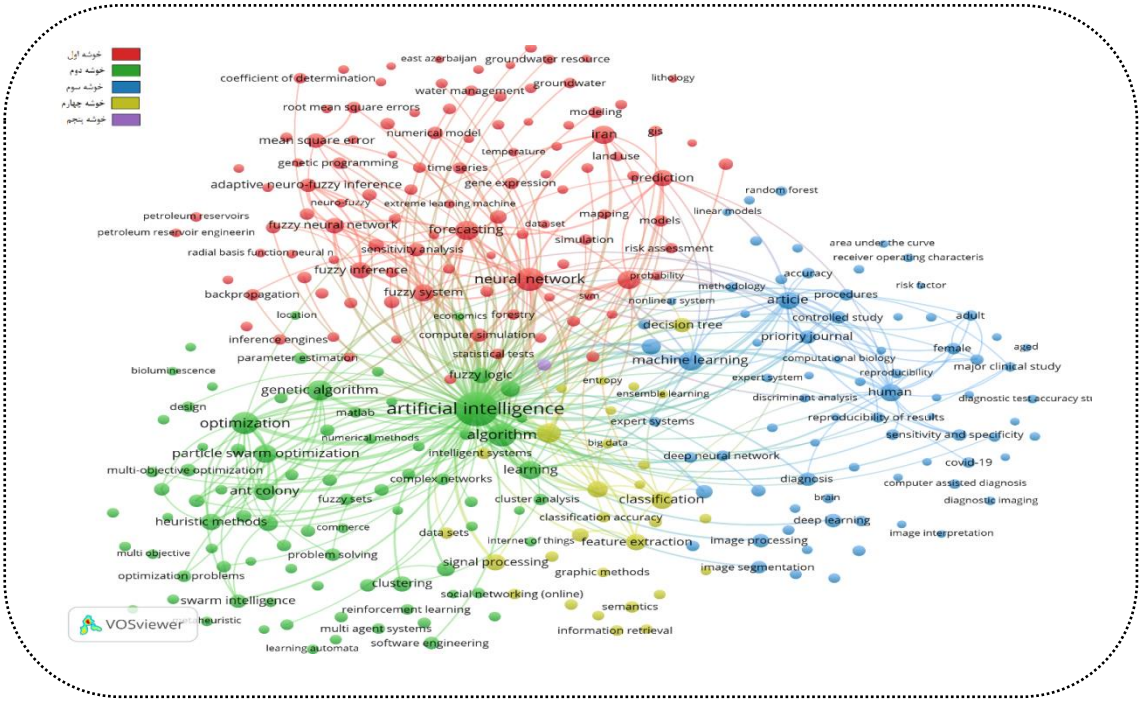
سال	پرتکرارترین کلمه کلیدی در مستندات پژوهشگران ایرانی	تعداد	پرتکرارترین کلمه کلیدی در مستندات پژوهشگران غیرایرانی	تعداد
۲۰۲۱	یادگیری ماشین	۱۱۱	یادگیری ماشین	٦٥٧٠
۲۰۲۰	یادگیری ماشین	۷۹	یادگیری ماشین	٥٥٨٢
۲۰۱۹	شبکه عصبی	٦٥	یادگیری ماشین	٥٣١٧
۲۰۱۸	سیستم‌های یادگیرنده	٦٧	سیستم‌های یادگیرنده	٨٠٩١

ادامه جدول ٦. پرتکرارترین کلمات کلیدی در مستندات پژوهشگران با وابستگی ایرانی و غیرایرانی در سال‌های مختلف

سال	پرتکرارترین کلمه کلیدی در مستندات پژوهشگران ایرانی	تعداد	پرتکرارترین کلمه کلیدی در مستندات پژوهشگران غیرایرانی	تعداد
۲۰۱۷	بهینه‌سازی	۱۱۱	سیستم‌های یادگیرنده	۷۳۷۲
۲۰۱٦	بهینه‌سازی	۱۱٦	سیستم‌های یادگیرنده	۸۳۰۵
۲۰۱۵	الگوریتم	۱۳۰	سیستم‌های یادگیرنده	۷۰۲۸
۲۰۱٤	الگوریتم	۸۱	الگوریتم	٤٥۷۰
۲۰۱۳	الگوریتم	٦۲	الگوریتم	٤۸۳۱
۲۰۱۲	پردازش سیگنال	۱۰۹	الگوریتم	٥۱۳۷
۲۰۱۱	الگوریتم	۸۸	الگوریتم	٥۰۲٦
۲۰۱۰	الگوریتم	٦٦	الگوریتم	۳۹٤٦
۲۰۰۹	شبکه عصبی	٤۲	الگوریتم	۳۱۳۱
۲۰۰۸	شبکه عصبی	٦٥	الگوریتم	۳۲۹۰
۲۰۰۷	الگوریتم	٤۳	الگوریتم	٥٤۲۹
۲۰۰٦	الگوریتم	۳۳	الگوریتم	٦۹۱۲
۲۰۰٥	شبیه‌سازی کامپیوتر	۲۷	الگوریتم	٤۷٦۷
۲۰۰٤	الگوریتم	۲٤	الگوریتم	٤۲۷۷
۲۰۰۳	شبیه‌سازی کامپیوتر	۱۲	الگوریتم	۲۹۳۹
۲۰۰۲	علوم کامپیوتر	۷	کامپیوتر	۱۳۲٥
۲۰۰۱	شبکه عصبی	٥	کامپیوتر	۱۱٤۹
۲۰۰۰	تصمیم‌گیری	٤	کامپیوتر	۸۹۸

شکل ۵ نشان‌دهنده ساختار شبکه کلمات کلیدی پربسامد در حوزه مستندات هوش مصنوعی منتشرشده توسط نویسندگان ایرانی است. این شبکه با آستانه[1] تکرار حداقل ۱۵ بار از پنج خوشه موضوعی تشکیل شده که با رنگ‌های مختلف نشان داده شده است. خوشه اول شامل ۱۰۸ واژه کلیدی است که بیشترین وزن پیوند[2] (۲۹٤) را در آن کلمه کلیدی «شبکه عصبی» دارد. خوشه دوم شامل ۸۲ کلیدواژه است که بیشترین وزن پیوندی (۲۹۹) را «هوش مصنوعی» در این خوشه دارد. خوشه سوم ۷۸ کلمه کلیدی را شامل می‌شود و «یادگیری ماشین» بیشترین وزن (۲۸۷) را داراست. در خوشه چهارم با ۳۱ کلمه کلیدی، «سیستم‌های یادگیرنده» دارای بالاترین وزن پیوند (۲۸٤) است. تنها واژه‌ای که در خوشه پنجم قرار دارد «مدل ریاضی» است که وزن پیوندی برابر ۱۸۱ را دارد.

1 . Threshold
2 . Weight <Link>



شکل ۵. ساختار شبکه واژگان کلیدی حوزه هوش مصنوعی برگرفته از خوشه‌بندی نرم‌افزار VOSViewer

بر اساس داده‌های جدول ۷ کلمات کلیدی در پنج خوشه استنتاج و پیش‌بینی، الگوریتم‌های هوشمند، تشخیص و یادگیری، تحلیل و واکاوی داده و مدل‌های ریاضی قرار گرفته‌اند. برای ترسیم این شبکه از خوشه‌بندی مبتنی بر ماژولاریتی[1] استفاده شده است. جدول ۷ پرتکرارترین کلمات هر خوشه، تعداد تکرار آن و نام انتخابی هر خوشه را نشان می‌دهد.

جدول ۷. کلمات برتر خوشه‌های استخراج‌شده کلمات کلیدی

کلمات کلیدی	تعداد تکرار	شماره خوشه	نام خوشه
شبکه عصبی	۸۵۹	۱	استنتاج و پیش‌بینی
پیش‌بینی[2]	٤٢٧		
ایران	۳۹۷		
ماشین بردار پشتیبان	۳۷۵		
سیستم فازی	۳۰۱		
استنتاج فازی	۲۹۱		
پیش‌بینی[3]	۲٦٥		
شبکه عصبی فازی	۲۱۱		
میانگین مربعات خطا	۱۹۲		
سیستم استنتاج عصبی فازی تطبیقی	۱٥٤		

1 . Modularity-based clustering
2 . Forecasting
3 . Prediction

ادامه جدول ۷. کلمات برتر خوشه‌های استخراج‌شده کلمات کلیدی

کلمات کلیدی	تعداد تکرار	شماره خوشه	نام خوشه
هوش مصنوعی[۱]	۳۵۲۲	۲	الگوریتم‌های هوشمند
الگوریتم[۲]	۸۱۸		
بهینه‌سازی[۳]	۷۵۹		
الگوریتم ژنتیک[٤]	۵۷۷		
یادگیری[۵]	۳۸۳		
بهینه‌سازی ازدحام ذرات[٦]	۳۷۰		
کلونی مورچگان[۷]	۳٤۷		
روش‌های اکتشافی[۸]	۲٤٦		
منطق فازی[۹]	۲۳۹		
الگوریتم تکاملی[۱۰]	۲۳٤		
یادگیری ماشین[۱۱]	٤۵۸	۳	تشخیص و یادگیری
مقاله[۱۲]	۳٤۳		
انسان[۱۳]	۳۰۸		
سیستم پشتیبان تصمیم[۱٤]	۲۳۱		
تشخیص الگو[۱۵]	۱۵۵		
اولویت[۱٦]	۱۵۲		
پردازش تصویر[۱۷]	۱٤۰		
یادگیری عمیق[۱۸]	۱۳٤		
تشخیص[۱۹]	۱۳۲		
مطالعه کنترل‌شده[۲۰]	۱۱۰		

1 . Artificial intelligence
2 . Algorithm
3 . Optimization
4 . Genetic algorithm
5 . Learning
6 . Particle swarm optimization
7 . Ant colony
8 . Heuristic methods
9 . Fuzzy logic
10 . Evolutionary algorithm
11 . Machine learning
12 . Article
13 . Human
14 . Decision support system
15 . Pattern recognition
16 . Priority
17 . Image processing
18 . Deep learning
19 . Diagnosis
20 . Controlled study

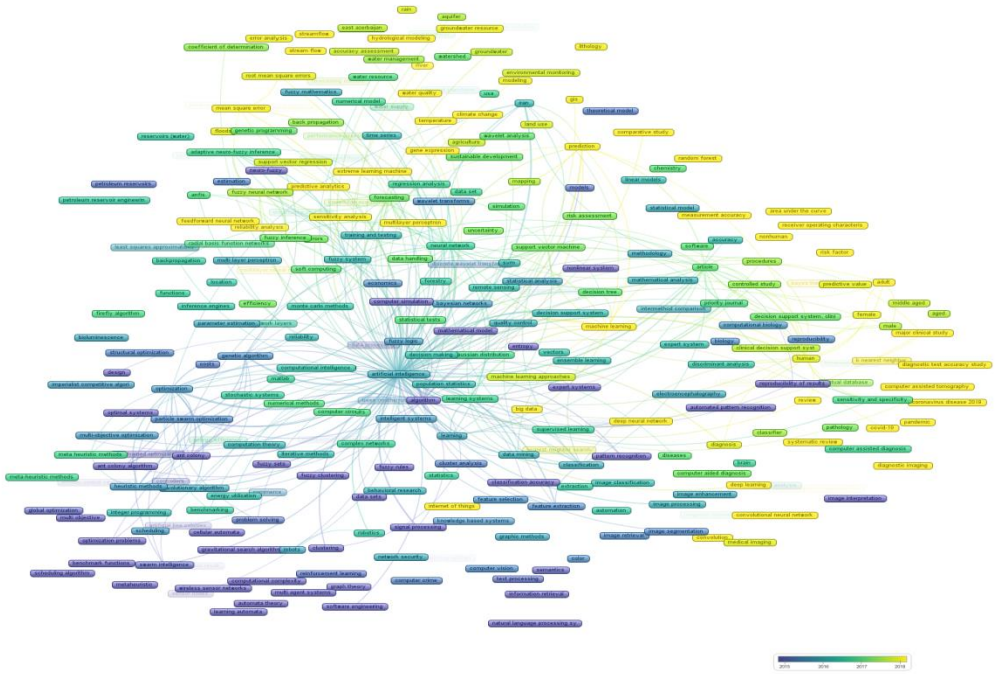
ادامه جدول ۷. کلمات برتر خوشه‌های استخراج‌شده کلمات کلیدی

کلمات کلیدی	تعداد تکرار	شماره خوشه	نام خوشه
سیستم یادگیرنده[1]	٤٤٠	٤	تحلیل و واکاوی داده
دسته‌بندی[2]	٣٤٤		
پردازش سیگنال[3]	٢٨١		
داده‌کاوی[4]	٢٦٨		
استخراج ویژگی[5]	٢٤٢		
درخت تصمیم[6]	١٥٩		
انتخاب ویژگی[7]	١٢٦		
معناشناسی[8]	٩١		
سیستم‌های هوشمند[9]	٨٦		
مجموعه داده[10]	٨٠		
مدل ریاضی[11]	٧٣	٥	مدل ریاضی

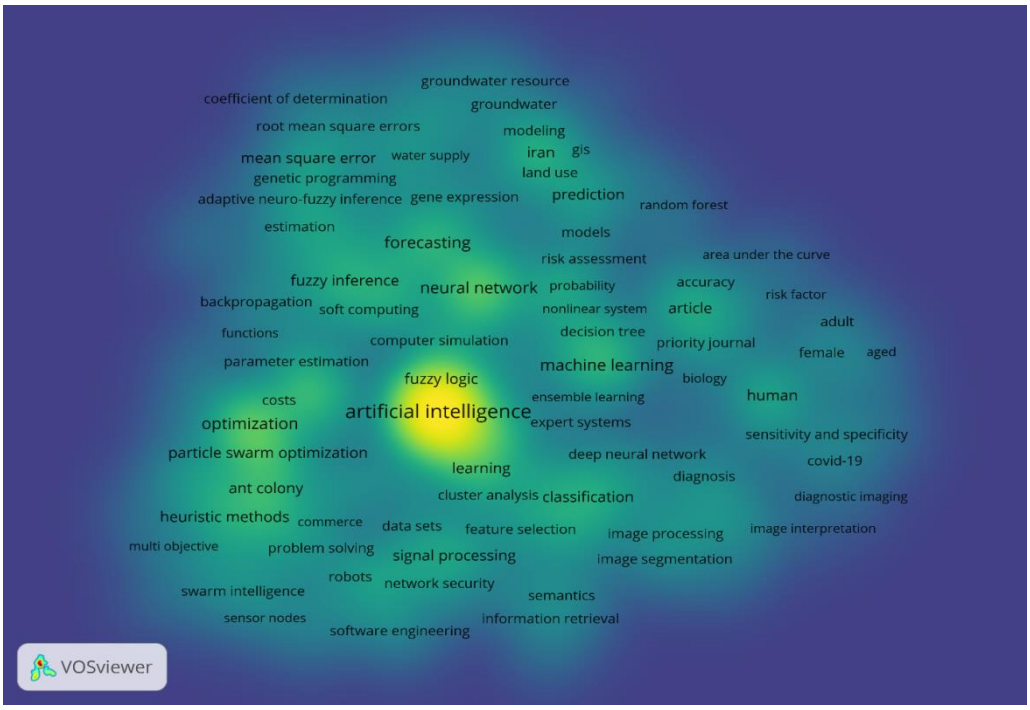
شکل ٦ مصورسازی لایه‌ای[12] شبکه در حوزه مورد نظر را نشان می‌دهد. رنگ‌های این نقشه توسط وزن و امتیاز آنها در شبکه تعیین می‌شود. با این توضیح که رنگ آبی دارای کمترین امتیاز، رنگ سبز امتیاز متوسط و رنگ زرد دارای بیشترین امتیاز است. یعنی هرچه از رنگ آبی به سمت رنگ زرد پیش می‌رویم، امتیاز بیشتر شده و اهمیت کلیدواژه در شبکه ارتقاء می‌یابد (Eck & Waltman, 2018). رنگ‌های نوار موجود در زیر نقشه به سال‌های انتشار مستندات دلالت می‌کنند و مشاهده می‌شود که از سال ۲۰۱۵ به ۲۰۱۸ وزن داده‌ها از کمتر به بیشتر می‌رسد؛ بنابراین کلیدواژه‌های زردرنگ جدیدتر، مهم‌تر و کاربردی‌تر هستند (Eck & Waltman, 2018).

شکل ۷ مصورسازی چگالی خوشه‌ای[13] کلمات کلیدی را نشان می‌دهد. در این نمودار از پالت رنگی استفاده شده است. هرچه رنگ خوشه شبکه به زرد نزدیک‌تر باشد، چگالی آن خوشه بیشتر بوده و در میان سایر خوشه‌های شبکه اهمیت بیشتری دارد می‌یابد (Eck & Waltman, 2018).

1 . Learning systems
2 . Classification
3 . Signal processing
4 . Data mining
5 . Feature extraction
6 . Decision tree
7 . Feature selection
8 . Semantics
9 . Intelligent systems
10 . Data sets
11 . Mathematical model
12 . Overlay visualization
13 . Cluster density visualization

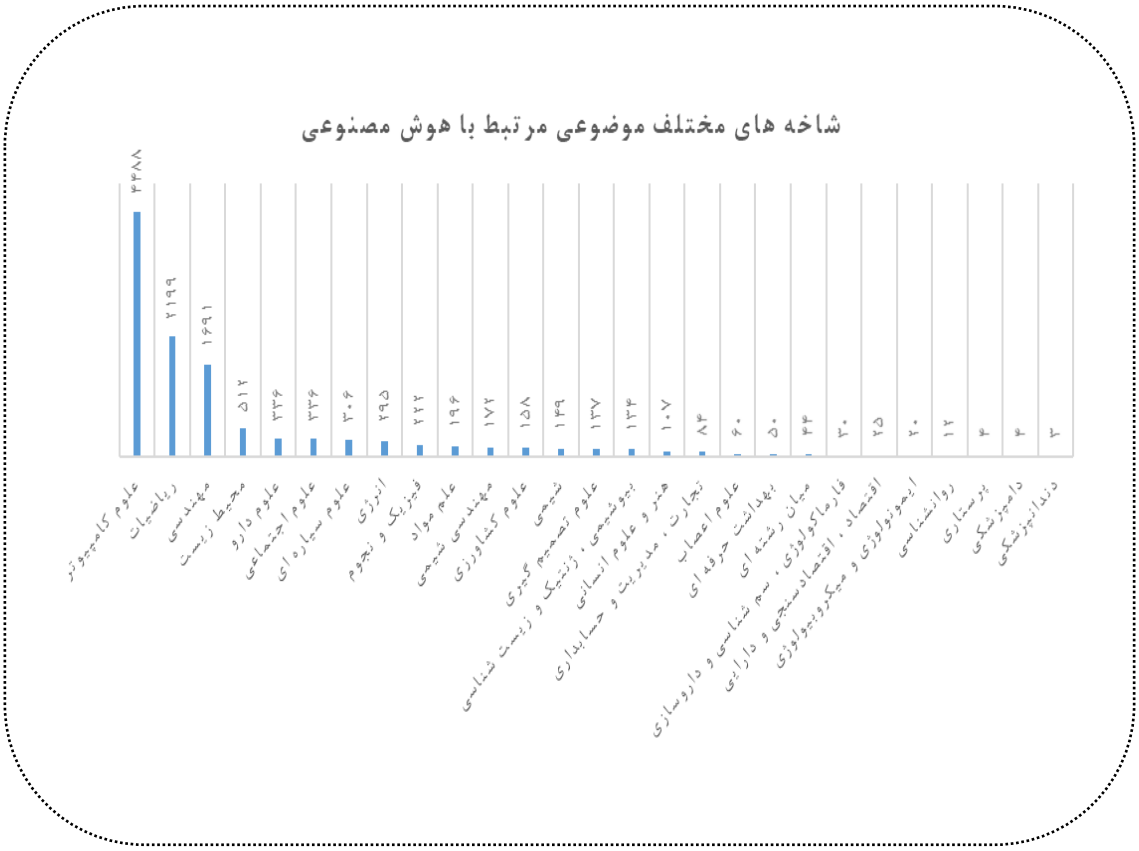


شکل ٦. مصورسازی لایه‌ای شبکه واژگان کلیدی حوزه هوش مصنوعی برگرفته از نرم‌افزار VOSViewer



شکل ۷. ساختار چگالی خوشه‌های شبکه مفاهیم حوزه هوش مصنوعی برگرفته از نرم‌افزار VOSviewer

شکل ۸ شاخه‌های مختلف موضوعی که پژوهشگران با وابستگی سازمانی ایرانی حول آنها و در ارتباط با هوش مصنوعی مستندات علمی منتشر کرده‌اند، که در بالا توضیح داده شد، و همچنین تعداد مستندات در هر شاخه را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، شاخه علوم کامپیوتر بیشترین تعداد و دندانپزشکی کمترین مستندات منتشرشده مرتبط با هوش مصنوعی را دارا هستند.



شکل ۸. شاخه‌های مختلف موضوعی در ارتباط با هوش مصنوعی که پژوهشگران با وابستگی سازمانی ایرانی در این حوزه‌ها مستندات علمی منتشر کرده‌اند

همچنین شکل ۹ درصد تحقیقات صورت‌گرفته حول محورهای علمی مختلف در ارتباط با هوش مصنوعی را که توسط پژوهشگران ایرانی و غیرایرانی منتشر شده است مقایسه می‌کند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، هم در سطح کشور و هم جامعه جهانی علوم کامپیوتر و ریاضیات بیشترین سهم پژوهش‌های هوش مصنوعی را به خود اختصاص داده‌اند.

پاسخ به پرسش چهارم پژوهش. همکاری نویسندگان ایرانی با نویسندگان با وابستگی سازمانی غیرایرانی در حوزه هوش مصنوعی چگونه است؟

در راستای پاسخ به این پرسش پژوهش شبکه هم‌تألیفی مستندات منتشرشده در حوزه هوش مصنوعی توسط پژوهشگران ایرانی بررسی شد. با استفاده از ابزارهای تحلیلی نرم‌افزار VOSviewer و داده‌های به‌دست‌آمده از پایگاه اسکوپوس، ده نویسنده‌ای که بیشترین همکاری با سایر نویسندگان را داشته‌اند به همراه تعداد کل مستندات منتشرشده توسط آنها و وابستگی سازمانی‌شان استخراج شده و در جدول ۸ نشان داده شده است.

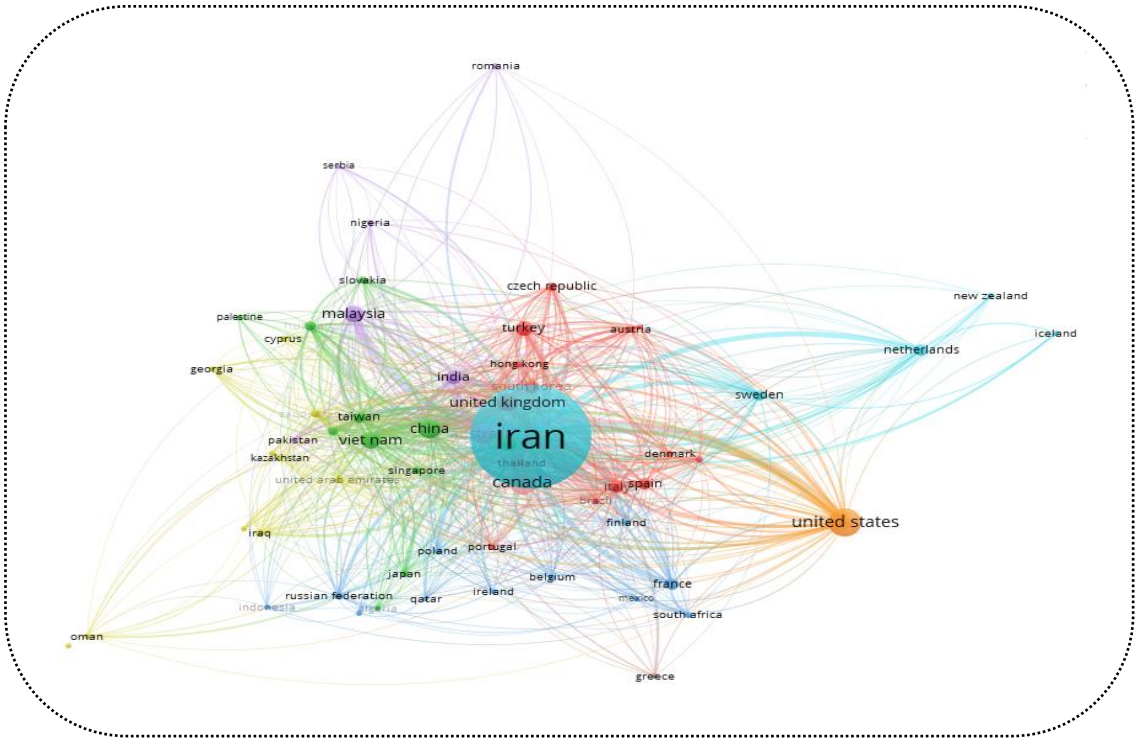
جدول ۸ . ده نویسنده دارای بیشترین تألیفات مشترک در مستنداتی که حداقل یک نویسنده با وابستگی سازمانی ایرانی دارند

نام نویسنده	وابستگی سازمانی	تعداد تألیفات مشترک	تعداد کل مستندات منتشرشده توسط نویسنده
ازگور کیسی[1]	دانشگاه دولتی ایلیا[2] گرجستان	۳۹	٤٥٩
امیر موسوی	دانشگاه ابودا[3]، مجارستان	۳۵	۳۳۰
شهاب شمشیربند	دانشگاه علوم و فناوری یونلین[4]، تایوان	۲٤	٤۳۱
وی چن[5]	دانشگاه علم و صنعت شیان[6]، چین	۲۳	۱۲۲
دیو تین بوئی[7]	مؤسسه تحقیق و توسعه دوئی تان[8]، ویتنام	۲۰	۱۰٤
ظاهر ماندر یاسین[9]	دانشگاه تن دوک تانگ[10]، ویتنام	۲۰	۲٤۸
ویجی پی سینگ[11]	دانشگاه ای اند ام تگزاس[12]، آمریکا	۱۹	۱۳۵۳
کووک وینگ چاو[13]	دانشگاه پلی‌تکنیک هنگ‌کنگ، هنگ‌کنگ	۱٦	۳۱۵
بیسواجیت پرادان[14]	دانشگاه صنعتی استرالیا	۱٦	۷٤۱

همچنین در پاسخ به این پرسش، شبکه همکاری ۸۰ کشور همکاری‌کننده با نویسندگان ایرانی در پژوهش‌های حوزه هوش مصنوعی استخراج شد که شکل ۹ حاصل کار را نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود بیشترین همکاری میان نویسندگان ایرانی و آمریکایی انجام شده است. این شبکه کشورهای همکاری‌کننده را بر اساس خوشه‌بندی مبتنی بر روابط مستقیم[15] در هشت خوشه دسته‌بندی کرده است. در جدول ۹، ده کشور با بالاترین میزان همکاری با نویسندگان ایرانی و پرتکرارترین کلمه کلیدی میان مستندات مشترک و تعداد تکرار آنها و همچنین پرانتشارترین مؤسسه این کشورها را در همکاری با نویسندگان ایرانی نشان می‌دهد.

1 . Ozgur Kisi
2 . ILIA STATE UNIVERSITY
3 . Óbuda
4 . Yunlin University of Science and Technology
5 . WeiChen
6 . Xi’an University of Science and Technology
7 . Dieu Tien Bui
8 . Duy Tan University
9 . Zaher Mundher Yaseen
10 . Ton-Duc-Thang University
11 . Vijay P. Singh
12 . Texas A&M University
13 . Kwok Wing Chau
14 . Pradhan, Biswajeet K

۱۵ . در نرم‌افزار VOSviewer از clustering based on direct relations استفاده شده است.



شکل ۹. شبکه کشورهای همکاری‌کننده با نویسندگان ایرانی در تولید مستندات پژوهشی در حوزه هوش مصنوعی

جدول ۹. ده کشور با بالاترین میزان همکاری با نویسندگان ایرانی، مؤسسات پرانتشار این کشورها و پرتکرارترین کلمه کلیدی میان مستندات مشترک و تعداد تکرار

نام کشور	تعداد مستندات	پرتکرارترین کلمه کلیدی میان مستندات مشترک و تعداد تکرار	پرانتشارترین مؤسسه و تعداد انتشارات مشترک
ایالات متحده	٤٣٧	یادگیری ماشین (٥٧)	سیستم سلامت هنری فورد[1] (١٩)
کانادا	٢٩٦	بهینه‌سازی (٤١)	دانشگاه واترلو[2] (٣٣)
انگلستان	٢٠٧	یادگیری ماشین (٣٣)	جی‌تی‌ایی‌وی رکس[3] (١٣)
استرالیا	٢٠٤	سیستم‌های یادگیرنده (٣١)	دانشگاه صنعتی سیدنی (٢٥)
چین	١٨٣	یادگیری ماشین (٢٥)	دانشگاه علم و صنعت شیان (١٨)
ویتنام	١٥٠	یادگیری ماشین (٥١)	دانشگاه دوئی تان[4] (٩٥)
مالزی	١٤٧	بهینه‌سازی (٢٨)	دانشگاه فنی مالزی (٤٩)
آلمان	١٣٦	یادگیری ماشین (٣٩)	دانشگاه فنی درسدن[5] (٢٥)
ترکیه	١١٦	شبکه عصبی (٢٩)	دانشگاه یاکین دوگو[6] (٤٨)
فرانسه	٩٩	الگوریتم (١٦)	آزمایشگاه جیپسا (٢٥)

1 . Henry Ford Health System
2 . University of Waterloo
3 . GTEV-ReX
4 . Universiti Teknologi Malaysia
5 . Technical University of Dresden
6 . Yakin Doğu Üniversitesi

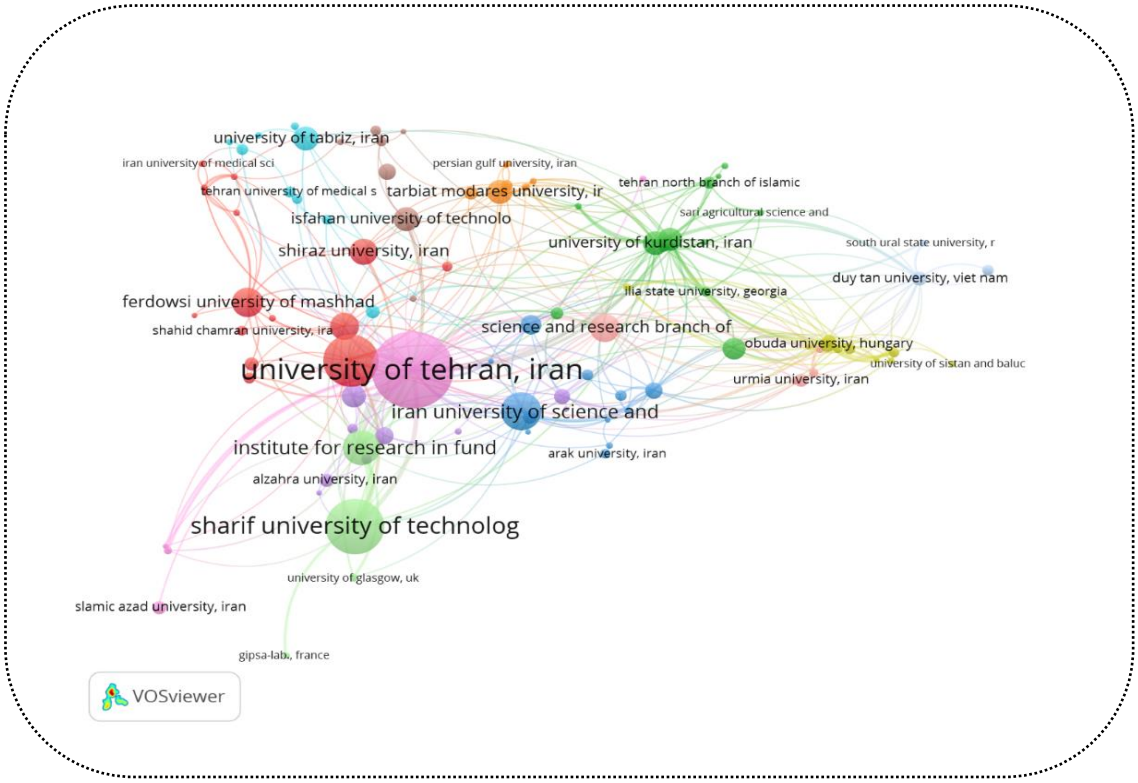
شبکه همکاری مؤسسات تولیدکننده مستندات حوزه هوش مصنوعی که حداقل یک نویسنده با وابستگی سازمانی ایرانی دارند، در شکل ۱۰ نمایش داده شده است. همچنین جدول ۱۰، پانزده مؤسسه پرانتشار در شبکه همکاری و تعداد مستندات منتشرشده آنها را نشان می‌دهد. مؤسسه دانشگاه تهران با ۸۲۱ مستند منتشرشده در رتبه اول در میان مؤسسات پرانتشار قرار دارد. همچنین جدول ۱۱ نشان‌دهنده پرانتشارترین مؤسسات غیرایرانی همکاری‌کننده در تولید مستندات منتشرشده حوزه هوش مصنوعی که حداقل یک نویسنده با وابستگی ایرانی دارند، است. دانشگاه دوئی تان ویتنام با ۹۵ مستند منتشرشده با همکاری نویسندگان با وابستگی ایران بالاترین تعداد مستندات منتشرشده مشترک را داراست. لازم به توضیح است برای ترسیم این شبکه، روی داده‌های به‌دست‌آمده از اسکوپوس پیش‌پردازش و آماده‌سازی گسترده‌ای انجام شد. گام پیش‌پردازش شامل تجمیع داده‌ها، تشخیص و رفع ناسازگاری میان داده‌ها بوده است. ازآنجاکه پایگاه اسکوپوس، دسترسی به اطلاعات ۲۰۰۰ مستند را در هر جستجو امکان‌پذیر می‌کند، برای تجمیع داده‌ها بازه‌های زمانی متفاوت در نظر گرفته شد و سپس داده‌های بازه‌های مختلف با یکدیگر تجمیع شد. همچنین به دلیل مشاهده ناسازگاری میان داده‌های وابستگی سازمانی که استفاده سلیقه‌ای و متناقض از حروف اختصاری نام مؤسسات، و بعضاً همراه با خطای املائی، در بخش وابستگی سازمانی (به‌طور مثال عبارات KN Toosi University، K Nasir Toosi Uni، KNT University of Technology و غیره برای دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی به کار برده شده است)، جهت تشخیص و رفع آن، پایش و یکدستی این داده‌ها انجام شد. متأسفانه عدم رعایت استانداردهای ارائه اطلاعات وابستگی سازمانی باعث پراکندگی و ناسازگاری بسیار زیاد در این بخش از داده‌ها شده است که انجام پیش‌پردازش را ضروری می‌کند.

جدول ۱۰. پرانتشارترین مؤسسات ایرانی و تعداد مستندات منتشرشده

رتبه	عنوان مؤسسه	تعداد مستندات منتشرشده مؤسسه
۱	دانشگاه تهران	۸۲۱
۲	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	٦٥٤
۳	دانشگاه صنعتی شریف	٥٧٤
٤	دانشگاه آزاد اسلامی	٥٦٥
٥	دانشگاه علم و صنعت ایران	٤٦٦
٦	دانشگاه تبریز	۳۰٥
۷	دانشگاه آزاد واحد قزوین	۲٥٥
۸	دانشگاه شیراز	۲۳۹
۹	دانشگاه تربیت مدرس	۲۳۸
۱۰	دانشگاه خواجه نصیر طوسی	۲۲۹
۱۱	دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات	۲۲۱
۱۲	دانشگاه شهید بهشتی	۲۱٥
۱۳	دانشگاه فردوسی مشهد	۲۰۳
۱٤	دانشگاه شهید باهنر کرمان	۲۰۲
۱٥	مرکز تحقیقات فیزیک نظری و ریاضیات	۱۷٥

جدول ۱۱. پرانتشارترین مؤسسات همکار غیرایرانی و تعداد مستندات منتشرشده

رتبه	عنوان مؤسسه	تعداد مستندات منتشرشده مؤسسه
۱	دانشگاه دوئی تان ویتنام	۹۵
۲	دانشگاه تن دوک تانگ ویتنام	۸۵
۳	دانشگاه فنی مالزی	٤۹
٤	دانشگاه یاکین دوگو ترکیه	٤۸
۵	دانشگاه ابودا مجارستان	٤۵
٦	دانشگاه مالایا[1] مالزی	٤۲
۷	دانشگاه واترلو کانادا	۳۳
۸	دانشگاه علوم و فناوری یونلین، تایوان	۳۲
۹	دانشگاه فنی درسدن آلمان	۲۵
۱۰	دانشگاه صنعتی سیدنی، استرالیا	۲۵
۱۱	آزمایشگاه جیپسا فرانسه	۲۵



شکل ۱۰. شبکه همکاری بین‌المللی مؤسسات تولیدکننده مستندات علمی تولیدشده توسط پژوهشگران ایرانی در حوزه هوش مصنوعی و نمایه‌شده در پایگاه اسکوپوس (۲۰۲۲-۱۹۷۸)

1 . Universiti Malaya

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از تحلیل هم‌واژگانی و به‌کارگیری ابزارها و نرم‌افزارهای مصورسازی علم، نقشه علمی مستندات منتشرشده توسط پژوهشگران ایرانی حوزه هوش مصنوعی در بازه سال‌های ۱۹۷۸ تا ۲۰۲۲ ترسیم و تحلیل شد. یافته‌های این مطالعه نشان داد، پرتکرارترین کلمات کلیدی در کل بازه زمانی بررسی‌شده، به‌جز هوش مصنوعی، الگوریتم، بهینه‌سازی و شبکه عصبی است که نشان‌دهنده توجه پژوهشگران ایرانی به این حوزه‌های هوش مصنوعی است. بهینه‌سازی کلمه کلیدی پرتکرار مشترک میان این مطالعه و مطالعه قویدل، نظام‌دوست و ریاحی‌نیا (۲۰۲۰) است. همچنین شبکه عصبی نیز کلیدواژه پرتکرار مشترک میان مطالعه حاضر و مطالعه فنگ و لاو (۲۰۲۱) و مطالعه دارکو و همکاران (۲۰۲۰) است. از طرفی، بررسی پرتکرارترین کلمات کلیدی در مستندات ایرانی و غیرایرانی نشان می‌دهد، محققان ایرانی در انتخاب موضوعات پژوهشی خود با مسیر کلی توسعه علمی این حوزه در اکثر سال‌ها همراه و همگام بوده‌اند و در برخی سال‌ها با یک گام تأخیر پیش رفته‌اند. می‌توان دلیل این تأخیر موجود اما کم را پیروی پژوهشگران ایرانی از موضوعات لبه دانش دانست. روندهای کلی استخراج‌شده توجه محققین به موضوعات الگوریتم، سیستم‌های یادگیرنده و یادگیری ماشین را طی بازه زمانی دو دهه اخیر نشان می‌دهد.

نتایج حاصل از تحلیل توصیفی داده‌ها نشان می‌دهد در سال ۲۰۲۱ بیشترین تعداد مستندات در حوزه هوش مصنوعی در پایگاه اسکوپوس نمایه شده است و رتبه کشور ایران هم در این سال در بهترین حالت بین سال‌های مطالعه است. این یافته نشانگر آن است که پژوهشگران ایرانی هم‌راستا با اقبال جهانی به فناوری هوش مصنوعی گام برداشته‌اند و می‌توان نتیجه گرفت سیاست‌های پیشران در این زمینه دارای نتیجه مثبت بوده است. نتایج تحلیل توصیفی داده‌ها در این بخش از پژوهش، با نتایج پژوهش فرزین یزدی، و رضایی شریف‌آبادی (۱۳۹۶) فاصله دارد؛ زیرا طبق یافته‌های آن پژوهش ایران در رتبه هفدهم جهان و اول خاورمیانه قرار دارد، درحالی‌که طبق یافته‌های پژوهش حاضر جایگاه ایران در سال ۲۰۲۱ رتبه ۲۰ است.

همچنین داده‌ها نشان‌دهنده آن است که سهم پژوهش‌های انجام‌شده توسط پژوهشگران ایرانی در محور علوم کامپیوتر ۸۰ درصد سهم پژوهش‌های انجام‌شده در همین محور توسط سایر پژوهشگران است. به‌عبارتی سهم محور علوم کامپیوتر در مستندات پژوهشگران ایرانی کمتر از سهم این محور در کلیه مستندات منتشرشده در حوزه هوش مصنوعی است. سهم پژوهش‌های انجام‌شده محور ریاضیات حدود ۵۵ درصد پژوهش‌های انجام‌شده در این محور توسط پژوهشگران غیرایرانی است. یعنی می‌توان گفت سهم پژوهش‌های انجام‌شده توسط ایرانیان در محور ریاضیات تقریباً نصف این سهم در کلیه پژوهش‌هاست. اما در محور مهندسی تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی دو برابر پژوهش‌های انجام‌شده توسط سایر پژوهشگران است. همچنین مستندات منتشرشده پژوهشگران ایرانی در محور محیط‌زیست سهم قابل توجهی به خود اختصاص داده است، درحالی‌که در مستندات پژوهشگران غیرایرانی سهم این محور قابل ذکر نبوده است. در سایر محورهای مشترک نیز همان‌طور که در نتایج مشاهده می‌شود سهم پژوهش‌های ایرانیان بیش از سایر پژوهشگران است، که نشان‌دهنده تمرکز پژوهشگران ایرانی روی محورهای مشترک است.

همچنین نتایج تحلیل خوشه‌ای نشان می‌دهد که پژوهش‌ها در پنج خوشه موضوعی قرار می‌گیرند. خوشه اول شامل ۱۰۷ واژه کلیدی که بیشترین وزن پیوند (۲۹۶) را در آن کلمه کلیدی «شبکه عصبی» دارد. کلمات بعدی به‌دست‌آمده در این خوشه بی‌ارتباط با شبکه عصبی نیستند. معمولاً یک مدل شبکه عصبی با استفاده از متغیرهای ورودی متعدد برای پیش‌بینی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این جهت قرارگرفتن کلمه «پیش‌بینی» در رتبه دوم دور از

ذهن نیست. همچنین چهارمین و نهمین کلمات به‌دست‌آمده در این خوشه «ماشین بردار پشتیبان» و «میانگین مربعات خطا» هستند که از قوی‌ترین روش‌های پیش‌بینی محسوب می‌شوند (منبع) و لذا مورد توجه محققان این حوزه بوده‌اند. رتبه‌های بعدی به کلمات «سیستم فازی» و «استنتاج فازی» اختصاص دارد. ارتباط تحقیقاتی این دو مفهوم در این خوشه از آنجا ناشی می‌شود که سیستم‌های فازی با استفاده از الگوریتم‌های استنتاج، قوانین را ارزیابی کرده و نتیجه‌گیری می‌کنند. ازآنجاکه ماهیت کلمات این گروه، همان‌طور که در جدول ٦ دیده می‌شود، الگوریتم‌های تفسیر و پیش‌بینی نتایج مدل‌های هوش مصنوعی است، عبارت استنتاج و پیش‌بینی نماینده این کلمات معرفی شده است. خوشه دوم شامل ۸۰ کلیدواژه است که «هوش مصنوعی» بیشترین وزن پیوندی را در آن دارد. ازآنجاکه کلمات این خوشه به‌نوعی به الگوریتم‌های هوش مصنوعی (بهینه‌سازی، الگوریتم ژنتیک، کلونی مورچگان، الگوریتم تکاملی و غیره) اشاره دارند، عبارت الگوریتم‌های هوشمند برای نمایندگی این خوشه انتخاب شده است. خوشه سوم ۷۳ کلمه کلیدی را شامل می‌شود. کلمات این خوشه به تکنیک‌های تشخیص و توانایی یادگیری ماشین اشاره دارند. یادگیری ماشین، تشخیص الگو، یادگیری عمیق، پردازش تصویر و تشخیص، که در این خوشه دیده می‌شوند، کلمات کلیدی هستند که بر قابلیت تشخیص و یادگیری ماشین متمرکز هستند. «یادگیری ماشین» بیشترین وزن را در این خوشه داراست. خوشه چهارم شامل ٤٠ کلمه کلیدی است. ازآنجاکه کلمات این خوشه بیشتر به تکنیک‌های داده‌کاوی و تحلیل داده‌ها اشاره دارد، عبارت تحلیل و واکاوی داده نماینده این خوشه است. در این خوشه، کلمه کلیدی «الگوریتم یادگیری» دارای بالاترین وزن پیوند است. خوشه پنجم فقط کلمه کلیدی «مدل‌های ریاضی» را با تعداد تکرار ۷۳ در خود جای داده است و عبارت نماینده انتخاب‌شده برای این خوشه نیز همان «مدل‌های ریاضی» است. این در حالی است که مطالعه قویدل، نظام‌دوست و ریاحی‌نیا (۲۰۲۰)، ۱۲ خوشه را شناسایی کرده و خوشه‌های ۱، ۲ و ٤ موضوعات اصلی هستند که خوشه اول: مدل‌سازی سیستم برای ارزیابی عملکرد؛ خوشه دوم: شبکه پیچیده، شامل سه کلمه کلیدی، یعنی شبکه‌های پیچیده، کنترل پینینگ و برآورد وضعیت و خوشه چهارم: بهینه‌سازی هزینه‌های عملیاتی. این خوشه شامل سه کلمه کلیدی به نام‌های بهینه‌سازی، هزینه مأموریت و بهینه‌سازی جهانی است. همچنین تفاوت نتایج خوشه‌بندی مطالعه حاضر و مطالعه طاهریان و عصاره (۱۳۹۰) این است که در پژوهش حاضر خوشه‌بندی روی مستندات منتشرشده توسط پژوهشگران ایرانی در حوزه مورد نظر انجام شده است، اما در پژوهش طاهریان و عصاره خوشه‌بندی روی تمامی مستندات منتشرشده در حوزه هوش مصنوعی فارغ از وابستگی سازمانی پژوهشگران انجام شده است.

بر اساس یافته‌های پژوهش ایران در ابتدای سال ۲۰۲۲ به‌طور کلی در جایگاه ۳۱ بوده است. این در حالی است که رتبه ایران در مطالعه فرزین یزدی و رضایی شریف‌آبادی (۱۳۹٦) در همین پایگاه اسکوپوس ۱۷ بوده است. از سویی جایگاه ایران در مطالعه طاهریان و عصاره (۱۳۹۰) در پایگاه وب آو ساینس ۳٦ بوده است. از سویی ایران در خاورمیانه در مطالعه فرزین یزدی و رضایی شریف‌آبادی (۱۳۹٦) دارای جایگاه اول بوده است، ولی در مطالعه حاضر رتبه ایران در میان کشورهای خاورمیانه سوم است. البته با توجه به رشد کمی مقالات در سال‌های اخیر می‌توان دلیل افت جایگاه ایران، چه در میان کل کشورها و چه در میان کشورهای خاورمیانه، را رشد بیش از پیش تولید مستندات در حوزه هوش مصنوعی در سایر کشورهای جهان و منطقه دانست، که این موضوع بیانگر نیاز به توجه بیشتر پژوهشگران به این حوزه مطالعاتی است.

مجموع کل استنادها به پژوهش‌های ایرانی در مطالعه حاضر ۸۰۲۸۵ و در مطالعه فرزین یزدی و رضایی

شریف‌آبادی (۱۳۹۶) برابر با ۲۳۱۵۸ بوده است، که این مقایسه نشان می‌دهد هم‌راستا با افزایش کمی مستندات منتشرشده، تعداد ارجاعات به آنها نیز افزایش یافته است.

مهم‌ترین حوزه‌های موضوعی مورد توجه پژوهش‌های ایرانی در زمینه هوش مصنوعی علوم کامپیوتر و پس از آن با اختلاف چشمگیری ریاضیات است، که بر اساس پایه‌های هوش مصنوعی در علوم کامپیوتر و ریاضی قابل پیش‌بینی است. در مقابل، پرستاری، دامپزشکی و دندان‌پزشکی حوزه‌های موضوعی هستند که کمترین میزان مستندات حول آنها منتشر شده است و بر این اساس این حوزه‌ها توجه بیشتری را می‌طلبند.

پژوهشگران آمریکایی بیشترین همکاری پژوهشی را با پژوهشگران ایرانی در تولید مستندات علمی حوزه هوش مصنوعی داشته‌اند؛ که این نتیجه می‌تواند به‌صورت ضمنی مؤید نتیجه به‌دست‌آمده از مطالعه طاهریان و عصاره است که در آن پژوهشگران آمریکایی بیشترین تعداد مستندات را منتشر کرده‌اند؛ و پس از آن پژوهشگران کانادایی، انگلستانی و استرالیایی قرار دارند. پژوهشگران کشورهای شرقی شامل چین، ویتنام و مالزی رتبه‌های بعدی را در زمینه همکاری با پژوهشگران ایران در حوزه هوش مصنوعی به خود اختصاص داده‌اند. به نظر می‌رسد پژوهشگران هوش مصنوعی ایرانی بیشتر تمایل دارند با همکاران غربی خود تعامل برقرار نمایند. اگرچه بررسی‌ها در سطح همکارهای مؤسسات داخلی و خارجی داستان دیگری را روایت می‌کنند. از بین مؤسسات داخلی دانشگاه تهران بیشترین تولیدات علمی در این زمینه را داشته و در بین خارجی‌ها محققان دانشگاه دوئی تان ویتنام بیشترین همکاری را با پژوهشگران ایرانی داشته‌اند. بررسی بیشتر همکاری‌ها نشان می‌دهد با اینکه نویسندگان کشور آمریکا بالاترین تعداد مستندات مشترک با نویسندگان ایرانی را دارند اما پرانتشارترین مؤسسه آمریکایی فقط ۱۹ مستند مشترک با ایرانیان منتشر کرده است. درحالی‌که پرانتشارترین مؤسسه همکار با پژوهشگران ایرانی مربوط به کشور ویتنام است، که می‌توان نتیجه گرفت، تعداد پژوهشگران با وابستگی سازمانی مؤسسات آمریکایی همکاری‌کننده با پژوهشگران ایرانی بیشتر از کشورهایی است که مؤسسات پرانتشار دارند. همچنین بررسی‌های بیشتر نشان می‌دهد که نویسندگان با وابستگی آمریکایی را می‌توان در دو گروه قرار داد، نویسندگان با نام‌های غیرایرانی و وابستگی سازمانی مؤسسات آمریکایی و نویسندگان با نام‌های ایرانی و وابستگی سازمانی آمریکایی. به‌طور مشهود مقالاتی که با همکاری نویسندگان آمریکایی منتشر شده است دارای نویسنده‌ای با نام ایرانی و وابستگی سازمانی آمریکایی به‌عنوان حلقه رابط است، و بعضاً مشاهده می‌شود همکاری نویسندگان ایرانی با نویسندگان با نام غیرایرانی و وابستگی آمریکایی بدون حضور حلقه واسط ادامه پیدا کرده است. همان‌طور که اشاره شد داده‌های مربوط به وابستگی سازمانی استخراج‌شده از پایگاه اسکوپوس در مورد مستندات ایرانی دارای ناسازگاری داده‌ای بالا و همچنین عدم تبعیت از استاندارد واحد برای هر مؤسسه بوده‌اند که لازم است استانداردهای نگارش وابستگی سازمانی از سوی مؤسسات به پژوهشگران ابلاغ و رعایت آن الزام شود.

پیشنهادهای اجرایی پژوهش

پژوهش‌های علمی در پاسخ به احساس نیاز، شکاف مشاهده‌شده و یا پرسشی ذهنی شکل می‌گیرند. اما نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق علاوه بر آنکه پاسخ مورد نظر را به همراه دارد، راهگشای انجام اقدامات دیگری است. این اقدامات می‌تواند به شکل پژوهش‌های مرتبط دیگر بوده و یا در بستر اجرایی جلوه‌گر شوند. موارد زیر بنابر یافته‌ها و نتایج تحقیق حاضر، پیشنهادات اجرایی ارائه می‌شود که می‌تواند راهنمایی برای سیاست‌گذاران، نهادها، سازمان‌ها و

شرکت‌های دانش‌بنیانی که در حوزه هوش مصنوعی فعالیت می‌کنند، باشد. بر این اساس موارد زیر به‌عنوان پیشنهادات اجرایی پژوهش ارائه می‌شود:

- نهادهای تصمیم‌گیرنده و سیاست‌گذار در سطح وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و به‌طور کلی متولیان تولید علم و پژوهش مشوق‌هایی برای همکاری پژوهشگران ایرانی با پژوهشگران غیرایرانی در نظر بگیرند که تولیدات علمی آنها منجر به همکاری‌های واقعی در عرصه عملیاتی نیز بشود؛
- زمینه همکاری با پژوهشگران کشورهایی که در حوزه هوش مصنوعی با کشور ایران هم‌رده و هم‌ردیف هستند و یا همکاری با پژوهشگران کشورهای همسایه که در توسعه هوش مصنوعی مشابه‌هایی با ایران دارند، فراهم شود به‌طوری‌که این مطالعات منجر به تولید مصنوعات و محصولات هوش مصنوعی در سطح عملی شود؛
- نهادهای بالادستی و تصمیم‌گیرنده پژوهشگران با ملیت ایرانی و با وابستگی سازمانی غیرایرانی شناسایی شده و بر اساس ظرفیت‌های به‌وجودآمده برای همکاری‌های برخط، پروژه‌های لبه دانش در حوزه هوش مصنوعی با همکاری این افراد تعریف شده و از پتانسیل علمی این افراد بهره‌برداری کنند.

پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی

- پژوهش‌های آتی در زمینه تحلیل‌های هم‌رخدادی واژگان در سطح کل پژوهش‌های منتشرشده به‌صورت انواع مدارک علمی حوزه هوش مصنوعی جهان؛
- انجام پژوهش‌های مشابهی با استفاده از داده‌های سایر پایگاه‌های علمی به‌منظور مقایسه با نتایج این پژوهش؛
- بررسی پژوهش‌های فارسی منتشرشده در این حوزه و مقایسه نتایج آن با یافته‌های پژوهش حاضر که امکان درک تفاوت در زمینه انتخاب نشریات توسط پژوهشگران و نوع پایگاه‌ها و همچنین تفاوت حوزه‌های موضوعی مورد نظر پایگاه‌های مختلف را به همراه خواهد داشت.

تقدیر و تشکر

پژوهش حاضر توسط تیم دیده‌بان هوش مصنوعی واقع در مرکز تحقیقات هوش مصنوعی شرکت دانش‌بنیان پارت انجام گرفته است. این تحقیق تحت مالکیت شرکت مذکور قرار دارد و نویسندگان بر خود لازم می‌دانند مراتب قدردانی و سپاسگزاری را از مدیریت ارشد و سایر همکاران اعلام کنند.

فهرست منابع

ابراهیم‌زاده, صنم, رضایی شریف‌آبادی, سعید, کربلا آقایی کامران, معصومه. (۱۳۹۸). بررسی وضعیت تولیدات علمی و ترسیم نقشه هم‌رخدادی واژگان حوزه رفتار اطلاع‌یابی مشارکتی بر اساس مقالات نمایه‌شده در پایگاه وب علوم. *پژوهش‌نامه علم‌سنجی*, ۵ (۹), ۱۸۵-۲۰۲. DOI: 10.22070/rsci.2019.821

احمدی، ح.، سلیمی، ع.، و زنگیشه، ا. (۱۳۹۲). علم‌سنجی، خوشه‌بندی و نقشه دانش تولیدات علمی ادبیات تطبیقی در ایران. *کاوش‌نامه ادبیات تطبیقی*، ۱۱، ۱-۲۸.

اکبری, مرتضی, دلبری راغب, فاطمه, ذوالفقاری, عاطفه, کلانکی, ابوالفضل, رازی, سمیرا. (۱۳۹٤). ترسیم نقشهٔ دانش کارآفرینی ایران بر مبنای مقالات علمی و پژوهشی در ایران. *مجله علمی مدیریت فرهنگ سازمانی* (٤)۱۳، ۱۰۹۱-۱۱۱۲، DOI: 10.22059/JOMC.2016.55429

باب‌الحوائجی، ف.، زارعی، ع.، نشاط، ن.، و حریری، ن. (۱۳۹۳). نقشه دانش علم اطلاعات و دانش‌شناسی بر اساس مقوله‌بندی موضوعی. *فصلنامه مطالعات کتابداری و علم اطلاعات*، ۱۳، ۱-۲٤.

بتولی، ز.، ناخدا، م.، فهیمی‌فر، س.، و فهیم‌نیا، ف. (۱۳۹۹). ترسیم نقشه موضوعی مقالات حوزه "بازی در کتابخانه‌ها" در اسکوپوس. *پژوهش‌نامه علم‌سنجی*، ٦(۱)، ۲۱-٤، DOI: 10.22070/RSCI.2018.642

دانیالی, سمیرا, نقشینه, نادر. (۱۳۹۷). مطالعه روند پژوهش و ترسیم نقشه دانش قلمروهای پژوهشی فعال حوزه بازیابی تصویر بر اساس مقالات نمایه‌شده در وب آو ساینس از سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۰۱. *پژوهش‌نامه علم‌سنجی*, ٤ (۷), ۱۱۹-۱٤۲. DOI: 10.22070/rsci.2018.612

تلافی داریانی، م.، حیدری، ع.، و حاجی حیدری، ن. (۱۳۹۸). کاربرد تحلیل هم‌رخدادی واژگان در بررسی قلمرو معنایی مشترک میان دو دیدگاه نظری (مورد مطالعه: قابلیت‌های پویا و دوسوتوانی). *نشریه علمی مدیریت اطلاعات*، ۵ (۲)، ۱۹۷-۲۱۹.

رمضانی، ه.، علیپور حافظی، م.، و مؤمنی، ع. (۱۳۹۳). نقشه‌های علمی: فنون و روش‌ها. *ترویج علم*، ۵۳-۸٤. DOI: 10.22034/AIMJ.2020.111353

ریاحی عارف، صیامیان حسن، زارع امین، یمین فیروز موسی. ترسیم نقشه تولیدات علمی دانشگاه علوم پزشکی مازندران در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس طی سال‌های ۱۹۹۲-۲۰۱۳. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. ۱۳۹۳; ۲٤ (۱۲۲) :٤۰۰-۳۹۵

زندی روان، ن.، داورپناه، م.، و فتاحی، ر. (۱۳۹۵). مروری بر رسم نقشه علم و روش‌شناسی آن. *پژوهش‌نامه علم‌سنجی*، ۲، ۵۷-۷٦. DOI: 10.22070/RSCI.2016.469

سهیلی، ف.، خاصه، ع.، و کرانیان، پ. (۱۳۹۸). گزارش نهایی طرح پژوهشی ترسیم ساختار فکری حوزه سازمان‌دهی دانش با استفاده از تحلیل هم‌رخدادی واژگان. *پژوهش‌نامه پردازش و مدیریت اطلاعات*. DOI:10.35050/JIPM010.2019.026

سهیلی، ف.، توکلی‌زاده راوری، م.، حاضری، ا.، و دوست حسینی، ن. (۱۳۹۷). ترسیم نقشه علم. دانشگاه پیام نور.

صدیقی، م. (۱۳۹۳). بررسی کاربرد روش تحلیل هم‌رخدادی واژگان در ترسیم ساختار حوزه‌های علمی (مطالعه موردی: حوزه اطلاع‌سنجی). پردازش و مدیریت اطلاعات (علوم و فناوری اطلاعات), ۳۰ (۲), ۳۷۳-۳۹٦.

طاهریان، آ.، و عصاره ، ف. (۱۳۸۹). بررسی تحلیلی و ترسیم نقشه علمی حوزه هوش مصنوعی در سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۸ در وب‌گاه علوم. *مجله مطالعات کتابداری و علم اطلاعات (علوم تربیتی و روانشناسی)*، ۲، ۳۱-٦۸.

عبدی، آ. (۱۳۹٦). بررسی وضعیت فناوری هوش مصنوعی در ایران و جهان. معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی *دفتر مطالعات ارتباطات و فناوری‌های نوین مجلس شورای اسلامی*.

عبدی‌نسب، ع.، و مؤمنی، ع.، و طاهری، س. (۱۳۹۷). طراحی الگوی سیستم نرم‌افزاری اعتباریابی کتاب‌های دانشگاهی مبتنی بر متن‌کاوی. پژوهش و نگارش کتب دانشگاهی, ۲۲ (۴۲), ۳۸-۷۷. DOI: 20.1001.1.26767503.1397.22.42.2.8

علی‌نژاد چمازکتی, فاطمه, میرحق جو لنگرودی, سعیده. (۱۴۰۱). تحلیل علم‌سنجی و الگوهای هم‌نویسندگی و استناد مقالات منتشرشده در نشریات وب آو ساینس کشورهای ایران و ترکیه .*پژوهش‌نامه علم‌سنجی*، DOI: 10.22070/rsci.2022.14765.1513

فرزین یزدی، م.، و رضایی شریف‌آبادی، س. (۱۳۹۶). بررسی تولیدات علمی حوزه موضوعی هوش مصنوعی در کشورهای خاورمیانه طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۴. *پژوهش‌نامه علم‌سنجی*، ۳ (۲)، ۹۷-۱۱۴. DOI: 10.22070/RSCI.2017.512

محمودخانی, م. (۱۴۰۰). بررسی وضعیت تولیدات علمی و هم‌رخدادی واژگان کلیدی حوزه مالیات بر اساس مقالات نمایه‌شده در پایگاه وب آو ساینس .*پژوهش‌نامه علم‌سنجی*، ۷ (۱۴)، ۱۳۶-۱۱۵. DOI: 10.22070/rsci.2020.5239.1355

مکی‌زاده، ف.، و ابراهیمی، و. (۱۳۹۶). ترسیم نقشه علمی حوزهی موضوعی مدیریت ریسک در پایگاه نمایه استنادی علوم ایران (ISC). *مدیریت بحران*، ۲، ۱۰۵-۱۱۷. DOI: 20.1001.1.23453915.1396.6.2.9.3

نجار لشگری, سحر, زارعی, هاجر, خلخالی, علی, پالی, سمیرا. (۱۴۰۰). ترسیم نقشه ساختاری دانش مدیریت آموزشی در ایران: تحلیل هم‌رخدادی واژگان. *پژوهش‌نامه علم‌سنجی*. DOI: 10.22070/rsci.2021.14863.1517

نظربلند, ندا, رحمانی, رضوانه, رحمانی, مهدی, عرفان‌منش, محمدامین. (۱۳۹۷). ترسیم و تحلیل شبکه هم‌رخدادی واژگان در پایان‌نامه‌های گروه مشاوره دانشگاه شهید بهشتی. *پژوهش‌نامه علم‌سنجی*, ۴(۷), ۱۷۹-۱۹۳.DOI: 10.22070/rsci.2018.613

نگهبان، م.، رمضانی‌فر، ه.، و تاج‌الدینی، ا. (۱۳۹۵). شناسایی حوزه‌های بین‌رشته‌ای دانشگاه شهید باهنر کرمان از طریق سنجش نقشه‌های موضوعی. *نشریه علمی مدیریت اطلاعات*، ۵(۱)، ۱-۱۴. DOI: 10.22034/AIMJ.2019.95900

نوروزیان امیری, سید محمد, خلخالی, علی, شکیبایی, زهره. (۱۳۹۸). تدوین نقشه دانش برای پژوهش‌های حکمت. *پژوهش‌نامه علم‌سنجی*, ۵(۹), ۱۱۷-۱۳۸. DOI: 10.22070/rsci.2018.757

یزدانی، ک.، نجات، س.، رحیمی موقر، آ.، و قالیچی، ل. (۱۳۹۳). علم‌سنجی: مروری بر مفاهیم،کاربردها و شاخص‌ها. *مجله تخصصی اپیدمیولوژی ایران*، ۱۰(۴)، ۷۸-۸۸

Abdi, A. (2017). *Investigating the state of artificial intelligence technology in Iran and the world*. Tehran: New Technologies Studies Office of the Islamic Council of IR. [In Persian]

Abdinasab, A., Mo'meni, E., & Taheri, S. (2018). Designing a Model of Validation Software System for Academic Textbooks Based on Text Mining. *University Textbooks Research and Writing*, *22*(42), 38-77. doi: 20.1001.1.26767503.1397.22.42.2.8 [In Persian]

Ahmadi, H., Salimi, A., & Zangisheh, A. (2013). Scientometrics, clustering and knowledge map of scientific products of comparative literature in Iran. *Research in Comparative Literature, 11*, 1-28. [In Persian]

Akbari, M., Delbari Ragheb, F., Zolfaghari, A., Kalanaki, A., Razi, S. (2016). Designing Knowledge Map of Entrepreneurship in Iran based on Iran's Persian Scientific Researches. *Organizational Culture Management*, 13(4), 1091-1112. doi: 10.22059/jomc.2016.55429 [In Persian]

Alinezhad Chamazkoti, F., & mirhaghjoo langerudi, S. (2022). Scientometric Analysis and Co-authorship Patterns and Citation of the Articles Published in Iranian and Turkish Journals in WoS. *Scientometrics Research Journal*, doi: 10.22070/rsci.2022.14765.1513[In Persian]

Babalhavaeji, F., Zarei, A., Neshat, N., & Hariri , N. (2014). Mapping of Knowledge and Information Science based on Main and Sub-main Subject Categorization. *Journal of Studies in Library and Information Science, 13*, 1-24. [In Persian]

Batooli, Z., Nakhoda, M., Fahimifar, S., & Fahimnia, F. (21-40). Subject Map of "Game in libraries" articles in the Scopus database. *Scientometrics Research Journal, 6*(1), 21-40. doi: 10.22070/RSCI.2018.642 [In Persian]

Borg, I & Groenen, P. J. F. (2005). Modern multidimensional scaling (2nd ed.). Berlin: *Springer*. doi: 10.1007/0-387-28981-X

Danialy, S., & Naghshineh, N. (2018). Research Trend Analysis and Knowledge Mapping Of Active Research in Domain of Image Retrieval Based on Web of Science Indexed Papers during 2001-2012. *Scientometrics Research Journal*, 4(7), 119-142. doi: 10.22070/rsci.2018.612 [In Persian]

Darko, A., Chan, A., Adabre, M., Edwards, D., Hosseini, M., & Ameyaw, E. (2020). Artificial intelligence in the AEC industry: Scientometric analysis and visualization of research activities. *Automation in Construction*, 112.

Ebrahimzadeh, S., Rezaei Sharifabadi, S., & Karbala Aghaee, M. (2019). Investigating Trends and Co-word Mapping of Collaborative Information Seeking Behavior (CIS) Based on Web of Science. *Scientometrics Research Journal*, 5(9), 185-202. doi: 10.22070/rsci.2019.821 [In Persian]

Eck, V., Jan, N., & Waltman, L. (2013). VOSviewer manual. Leiden: *Univeristeit Leiden*.

Eck, V., & Jan, N. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538.

Eck, N., & Waltman, L. (2018). VOSviewer Manual. *Leiden University's Centre*.

Erokhin, S. D. (2019). A review of scientific research on artificial intelligence. *Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications*. *IEEE*. doi: 10.1109/SOSG.2019.8706723

Farzin Yazdi , M., & Sharifabadi , S. (2017). Scientific publications in the subject area of Artificial Intelligence in Middle Eastern countries during 1996 to 2014. *Scientometrics Research Journal, 3*(6), 97-114. doi: 10.22070/RSCI.2017.512 [In Persian]

GhaviDel, S., Nezamdost, S., & Riahinia, N. (2020). Conceptual Network Evolution of Cybernetic area in Middle East Countries. *International Journal of Information Science and Management (IJISM)*, 18(2), 97-114.

He, Q. (1999). "Knowledge discovery through co-word analysis." (1999). *Library Trends*, 48(1), 133–159.Hosseini, M. R., Maghrebi, M., Akbarnezhad, A., Martek, I., & Arashpour, M. (2018). Analysis of citation networks in building information modeling research. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(8).

Kratsios, M., & Parker, L. (2020). American artificial intelligence initiative: year one annual report. The white house office of science and technology policy. *The White House Office of Science and Technology Policy*.

López Belmonte, J., Segura-Robles, A., Moreno-Guerrero, A., & Parra-González, M. (2020). Scientific Development of Educational Artificial Intelligence in Web of Science. *Symmetry*, 12(4). doi: 10.3390/fi12080124

Mahmoudkhani, M. (2021). Investigating the status of scientific products and the co-occurrence of keywords in the field of tax Based on Web of Science Indexed Papers. *Scientometrics Research Journal*, 7(14), 115-136. doi: 10.22070/rsci.2020.5239.1355[In Persian]

Makkizadeh, F., & Vajieh Ebrahimi . (2018). Scientific Mapping of Risk Management Field in ISC. *Emergency Management*, *6*(2), 105-117. doi: 20.1001.1.23453915.1396.6.2.9.3 [In Persian]

McCarthy, J. (2016). The inversion of functions defined by Turing machines. *Automata Studies*. (AM-34), 34, 177-182. doi: 10.1515/9781400882618-009

Mokhtari, H., Roumiyani, A., & Saberi, M. K. (2019). Bibliometric Analysis and Visualization of the Journal of Artificial Societies and Social Simulation (JASSS) between 2000 and 2018. *Webology*, 16(1). doi: 10.14704/WEB/V16I1/a185

Mustak, M., Salminen, J., Plé, L., & Wirtz, J. (2021). Artificial intelligence in marketing: Topic modeling, scientometric analysis, and research agenda. *Journal of Business Research*, 124, 389-404. doi: 10.1016/j.jbusres.2020.10.044

Najjar Lashgari, S., Zarei, H., Khalkhali, A., & Pali, S. (2021). Mapping the Intellectual Structure in the Field of Educational Management in Iran: Co- Word Analysis. *Scientometrics Research Journal*. doi: 10.22070/rsci.2021.14863.1517 [In Persian]

Nazarboland, N., Rahmani, R., Rahmani, M., & Erfan manesh, M. (2018). Visualization and Analysis of Word Co-occurrence Network of the Theses in the Department of Consulting of Shahid Beheshti University. *Scientometrics Research Journal*, 4(7), 179-193. doi: 10.22070/rsci.2018.613 [In Persian]

Neff, M., & Corley, E. (2009). 35 years and 160,000 articles: A bibliometric exploration of the evolution of ecology. *Scientometrics*, 80(3), 657-682. doi: 10.1007/s11192-008-2099-3

Negahban, M., Ramezanifar, H., & Tajedini, O. (2019). Identifying Interdisciplinary Areas of Research at Shahid Bahonar University of Kerman through an Evaluation of Thematic Maps. *Iranian Journal of Information Management*, *5*(1), 1-14. doi: 10.22034/AIMJ.2019.95900 [In Persian]

Nourozian Amiri, S., Khalkhali, A., & Shakibaei, Z. (2019). CompilIng the Knowledge Map of Wisdom Research. *Scientometrics Research Journal*, 5(9), 117-138. doi: 10.22070/rsci.2018.757 [In Persian]

Pandey, S., Kumar Verma, M., & Shukla, R. (2021). A Scientometric Analysis of Scientific Productivity of Artificial Intelligence Research in India. *Journal of Scientometric Research*, 10(2), 245-250. doi: 10.5530/jscires.10.2.38

Praveena, K., Veerakumar, R., & Rajeswari, S. (2021). Mapping of Artificial Intelligence Research Output: A Scientometric Study. *Library Philosophy and Practice*, 1-17.

Sedighi M. (2015) Using of co-word analysis method in mapping of the structure of scientific fields(case study: The field of Informetrics). International Journal of Information Processing and Management, 30 (2), 373-396 [In Persian]

Shao, Z., Yuan, S., Wang, Y., & Xu, J. (2021). Evolutions and trends of artificial intelligence (AI): Research, output, influence and competition. *Library Hi Tech*. doi: 10.1108/LHT-01-2021-0018

Ramezani, H., Alipour Hafezi , M., & Momeni, E. (2014). Scientific Maps: Methods and Techniques. *Popularization of Science, 5*(1), 53-84. doi: 10.22034/AIMJ.2020.111353 [In Persian]

Ravan, N. Z., Davarpanah , M., & Fattahi, R. (2016). Review of Science Map Visualization and its Methodology. *Scientometrics Research Journal, 2*(3), 57-76. [In Persian]

Riahi A, Siamian H, Zare A, Yaminfirooz M. Mapping the Scientific Productions of Mazandaran University of Medical Sciences in Scopus Database in 1992-2013. *J Mazandaran Univ Med Sci*. 2015; 24 (122) :395-400 [In Persian]

Soheili, F., Tavaklizadeh Ravari, M., Hazeri, A., & Dost Hosseini, N. (2018). *Drawing a map of science.* Tehran: Payam Noor. [In Persian]

Soheili, F., Khasseh, A., & Koranian, P. (2019). Iranian Journal of Information Management Map Intellectual Structure of Knowledge and Information Science in Iran based on Co-word Analysis. *Iranian Journal of Information Processing & Management , 34*(4), 1935-1938. doi: 10.35050/JIPM010.2019.026 [In Persian]

Taherian, A. S., & Assareh, F. (2012). Analytical review and drawing of a scientific map of the field of artificial intelligence in the years 1988-2008 in Web of Science. *Journal of Studies in Library and Information Science, 6*, 31-68. [In Persian]

Talafidaryani, M., Heidari, A., & Hajiheydari , N. (Iranian Journal of Information Management). Application of Word Co-Occurrence Analysis in Exploring the Shared Semantic Territory between Two Theoretical Views: A Study of Dynamic Capabilities and Ambidexterity. *Iranian Journal of Information Management, 5*(2), 197-219. doi: 10.22034/AIMJ.2020.111353 [In Persian]

Yazdani , K., Nedjat , S., Rahimi-Movaghar , A., Ghalichee , L., & Khalili , M. (2015). Scientometrics: Review of Concepts, Applications,and Indicators. *Iranian Journal of Epidemiology, 10*(4), 78 -88. [In Persian]

Zandi Ravan, N., Davarpanah, M., & Fattahi, R. (2016). Review of Science Map Visualization and its Methodology. *Scientometrics Research Journal*, 2(3), 57-76. doi: 10.22070/rsci.2016.469 [In Persian]

Zhang, D. Mishra, S., Brynjolfsson, E., Etchemendy, J., Ganguli, D., Grosz, B., . . . Shoham, Y. (2021). The Artificial Intelligence (AI) Index 2021 Annual Repor. *Srini Raju Centre for IT and the Networked Economy (SRITNE)*.

Zhang, D., Mishra, S., Brynjolfsson, E., Etchemendy, J., Ganguli, D., Grosz, B., . . . Perrault, R. (2021). The AI Index 2021 Annual Report. Stanford: AI Index Steering Committee, *Human-Centered AI Institute, Stanford University*.