University of Qom

Sciences and Techniques
of Information Management

Volume 8, Issue 4, 2023

Research Article

Comparative Study of University, Industry, and Government Cooperation Model in Artificial Intelligence Scientific Research of Iran, China, and America[1]

Iman Zohoorian Nadali
PhD. in Management, University of Naples Federico, Head of Artificial Intelligence Monitor, Part AI Research Center, Tehran, Iran. iman.z.nadali@gmail.com

Hamed Ojaghi
PhD. in Management of Technology, University of Tehran; Researcher of Artificial Intelligence Monitor, Part AI Research Center, Tehran, Iran **(Corresponding author)**. hamed_ojaghi@ut.ac.ir

Fatemeh Soleymani Roozbahani
PhD. in Information Technology Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University; Researcher of Artificial Intelligence Monitor, Part AI Research Center, Tehran, Iran. fatemeh.solaymani@srbiau.ac.ir

Abstract

Objectives: By identifying the scientific researches of artificial intelligence carried out by universities, industry and the government, this paper seeks to outline the research situation of Iran in the field of this technology in comparison with China and the United States as the two leading countries in artificial intelligence. Based on this perception, the main goal of the current research is to extract the interactive model of university, industry, and government as the main actors in the scientific research collaboration of artificial intelligence in the three studied countries.

Methods: This research was conducted based on the scientometric method and the use of the Scopus database in the time domain of the last two decades. Countries were ranked based on the number of documents and citations to the top 1000. Then the documents were separated based on organizational affiliations into academic, industrial, government, and international groups. On this basis, the co-authoring network of Iran's documents was drawn based on organizational collaboration. Through mutual information analysis, the quality of cooperation in Iran was compared with the other two countries. For this purpose, a meaningful examination of the arrangement of categories was done through Shannon's entropy calculations.

Results: With a small difference, China and America had the most documents and Iran was in the 30th position. In the citation, America, with a significant difference, was first, China was second, and Iran was 17th. By normalizing the number of studies in terms of population and GDP, the United States was placed in a much higher position than China, and the distance between Iran and China in the normalized results was also much smaller. In the uncertainty and

1. **Received:** 2022-07-02 ; **Revised:** 2022-09-08 ; **Accepted:** 2022-10-03 ; **Published online:** 2022-12-22
DOI: 10.22091/stim.2022.8360.1816
© The Author(s).
Published by: University of Qom.
This is an open access article under the: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

synergy of interactions, the same order was maintained. Among the players in Iran, Tehran University, followed by the Amirkabir University of Technology the and Sharif University of Technology, have had the most scientific productions. University, industry, and government data in Iran were experimentally manipulated. The highest output based on the least input change was achieved through increased industry research.

Conclusions: The most important difference in the cooperation model of Iranian actors with the other two countries is the level of industry participation. Among the three countries, America shows the most industrial research collaborations. In the case of Iran, it was also concluded that the policy of encouraging the industry to participate in artificial intelligence research will be most effective. This result is also supported by experimental manipulation of values.

Keywords: Artificial Intelligence, University, Industry, Government, Iran, China, USA, Research Collaboration, Shannon Entropy.

/http://stim.qom.ac.ir

علوم و فنون مدیریت اطلاعات
دوره ۸، شماره ٤، ۱٤۰۱
مقاله پژوهشی

بررسی مقایسه‌ای الگوی همکاری دانشگاه، صنعت و دولت در تحقیقات علمی هوش مصنوعی ایران، چین و آمریکا[1]

ایمان ظهوریان نادعلی
دکتری مدیریت، دانشگاه ناپل، ایتالیا؛ سرپرست دیده‌بان هوش مصنوعی، مرکز تحقیقات هوش مصنوعی پارت، تهران، ایران. iman.z.nadali@gmail.com

حامد اجاقی
دکتری مدیریت فناوری، دانشگاه تهران؛ پژوهشگر دیده‌بان هوش مصنوعی، مرکز تحقیقات هوش مصنوعی پارت، تهران، ایران (**نویسنده مسئول**). hamed_ojaghi@ut.ac.ir

فاطمه سلیمانی روزبهانی
دکتری مدیریت فناوری اطلاعات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی؛ پژوهشگر دیده‌بان هوش مصنوعی، مرکز تحقیقات هوش مصنوعی پارت، تهران، ایران. fatemeh.solaymani@srbiau.ac.ir

چکیده

هدف: پژوهش حاضر با شناسایی پژوهشی‌های علمی هوش مصنوعی انجام شده توسط دانشگاه، صنعت و دولت، به دنبال ترسیم وضعیت تحقیقاتی ایران در زمینه این فناوری در مقایسه با کشورهای چین و آمریکا به‌عنوان دو کشور پیشرو در هوش مصنوعی است. بر مبنای این شناخت، هدف اصلی پژوهش استخراج الگوی تعاملی دانشگاه، صنعت و دولت به‌عنوان بازیگران اصلی در همکاری‌های علمی – پژوهشی هوش مصنوعی در سه کشور مورد مطالعه می‌باشد.

روش: این پژوهش برمبنای روش علم‌سنجی و بهره‌گیری از داده‌های پایگاه اسکوپوس در قلمرو زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۱ انجام شده است. رتبه‌بندی کشورها براساس تعداد مستندات و میزان ارجاع‌دهی به ۱۰۰۰ سند برتر انجام شد. سپس مستندات برمبنای وابستگی‌های سازمانی، به گروه‌های دانشگاهی، صنعتی، دولتی و بین‌المللی تفکیک گردیدند. بر این مبنا، شبکه هم‌تالیفی مستندات ایران بر مبنای همکاری‌های سازمانی ترسیم شد. از طریق محاسبات رهیافت اطلاعات متقابل، کیفیت همکاری‌ها در ایران با دو کشور دیگر مقایسه شدند. برای این منظور، بررسی معناداری آرایش دسته‌ها و هم‌پوشانی‌های چندجانبه از طریق محاسبات آنتروپی شانون و رسانش اطلاعات صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج پژوهش نشان می‌دهد که کشورهای چین و آمریکا با اختلافی اندک، بیشترین مستندات را در بین کشورهای مورد مطالعه داشتند و ایران در جایگاه سی‌ام بود. از نظر میزان استناد، آمریکا با اختلاف قابل توجهی اول، چین دوم و ایران در رتبه هفدهم قرار گرفتند. با نرمال کردن تعداد پژوهش‌ها برحسب جمعیت، درآمد و عملکرد، آمریکا

---

۱. استناد به این مقاله: ظهوریان نادعلی، ایمان؛ اجاقی، حامد؛ سلیمانی روزبهانی، فاطمه (۱۴۰۱). بررسی مقایسه‌ای الگوی همکاری دانشگاه، صنعت و دولت در تحقیقات علمی هوش مصنوعی ایران، چین و آمریکا. *علوم و فنون مدیریت اطلاعات*، ۸(۴)، ص۴۵-۷۴.
DOI: 10.22091/stim.2022.8360.1816

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۱ ؛ **تاریخ اصلاح:** ۱۴۰۱/۰۶/۱۷ ؛ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۰۷/۱۱ ؛ **تاریخ انتشار:** ۱۴۰۱/۱۰/۰۱
ناشر: دانشگاه قم
© نویسندگان.

علی‌رغم نزدیک بودن تعداد مستنداتش با چین، در جایگاه بسیار بالاتری قرار گرفت و فاصله ایران با چین در نتایج نرمال شده بسیار کم‌تر شد. از منظر عدم‌قطعیت و هم‌افزایی تعاملات نیز همین ترتیب برقرار بود. از بین بازیگران ایران، دانشگاه تهران و پس از آن دانشگاه‌های امیرکبیر و شریف بیشترین تولیدات علمی را داشته‌اند. داده‌های دانشگاه، صنعت و دولت برای ایران به‌صورت آزمایشی کم و زیاد شدند. بیشترین افزایش خروجی بر مبنای کم‌ترین تغییر ورودی از طریق افزایش پژوهش‌های صنعت به‌دست آمد که نشان می‌دهد ورود بخش صنعت به امر پژوهش می‌تواند باعث افزایش هم‌افزایی در همکاری‌های پژوهشی بازیگران ایرانی شود.

نتیجه‌گیری: تحلیل و بررسی نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که مهم‌ترین تفاوت در الگوی همکاری‌های پژوهشی بین بازیگران ایرانی و بازیگران دو کشور دیگر، میزان مشارکت بخش صنعت است. از بین سه کشور مورد مطالعه، آمریکا بیشترین همکاری‌های پژوهشی صنعتی را نشان می‌دهد. در مورد ایران نیز چنین نتیجه‌گیری شد که سیاست تحریک صنعت به مشارکت در تحقیقات هوش مصنوعی، بیشترین اثربخشی را خواهد داشت. این نتیجه از طریق دست‌کاری آزمایشی مقادیر داده‌ها پشتیبانی شد.

کلیدواژه‌ها: هوش مصنوعی، دانشگاه، صنعت، دولت، ایران، چین، آمریکا، همکاری پژوهشی، آنتروپی شانون، علم‌سنجی.

http://stim.qom.ac.ir/

۱. مقدمه

در هر حوزه فناورانه، کشورها به تناسب توانمندی‌های خود، تلاش‌های گسترده‌ای را به‌منظور مطالعه، نوآوری و بهره‌برداری طرح‌ریزی می‌نمایند. از جمله این تلاش‌ها، تحقیقات علمی صورت گرفته در کشور، در زمینه مورد نظر است. بااین وجود در دنیای امروز این اطمینان وجود ندارد که همه بتوانند به‌اندازه تلاش‌های خود از یک فناوری بهره‌مند شوند. این امر به علت بُعد دانشی فناوری‌ها، سرریزهای اجتناب‌ناپذیر و مدل‌های نوین کسب‌وکار[۱] است. به‌خصوص آنکه هرچه جنبه‌های دیجیتال در یک فناوری بیشتر باشد، مقیاس و سرعت تغییرات و انتشار دستاوردهای آن افزون می‌گردد. هوش مصنوعی به‌عنوان یک حوزه فناورانه پیشرفته که به‌طور فزاینده‌ای باعث پیشرفت و نوآوری سایر زمینه‌های علمی، فناوری، تجارتی و دولتی می‌شود، ازجمله این موارد است (وایپو[۲]، ۲۰۱۹). این حوزه فناورانه اساساً ماهیتی دیجیتال دارد و در نتیجه موانع ورود به آن، حداقل در زمینه مطالعاتی و تحقیقاتی زیاد نیست. از این‌رو، در سال‌های اخیر هوش مصنوعی در کانون توجهات قرار گرفته و کشورهای زیادی تلاش‌های خود را در زمینه توسعه و بهره‌برداری از آن شتاب بخشیده‌اند (دوویدی و همکاران[۳]، ۲۰۲۱). بااین‌حال، این بدان معنا نیست که همه جوامع قادرند به نسبت اقدامات خود از این فناوریِ به‌سرعت گسترش‌یابنده، بهره ببرند. چراکه کشورها قابلیت‌های متفاوتی در حلقه‌های مختلف زنجیره‌های خلق تا تصاحب ارزش هوش مصنوعی دارند. یک برش از این مسئله می‌تواند مربوط به مراحل ابتدایی خلق دانش یعنی لایه علمی توسعه هوش مصنوعی باشد که عموماً در قالب تلاش‌ها و دستاوردهای پژوهشی رسمی منتشرشده نمود پیدا می‌کند. اگرچه فعالیت‌های علمی صورت گرفته صرفاً محدود به تحقیقات انتشاریافته نمی‌شود، اما معیاری قابل ردیابی در بین کشورها به‌منظور مقایسه آن‌ها را فراهم می‌سازد. استخراج الگوهای تولید آثار علمی می‌تواند جنبه‌هایی از تفاوت‌های موجود بین کشورها را تبیین نموده و مقدمات لازم برای سیاست‌گذاری اثربخش را فراهم نماید.

بنابر این مقدمه، مسئله اصلی پژوهش حاضر شناخت تفاوت ایران با کشورهای پیشرو در الگوی تعامل موجودیت‌های اصلی در توسعه آثار علمی هوش مصنوعی می‌باشد. شواهد اولیه

/http://stim.qom.ac.ir

---

۱. به عنوان مثال در بسیاری از موارد بابت جریان‌های درآمدی غیرمستقیم اصل محصول یا سرویس به صورت رایگان منتشر می‌شود.

2. WIPO

3. Dwivedi & et al.

نشان می‌داد پژوهش‌های منتشر شده از سوی ایران در این حوزه فناورانه در مقایسه با بسیاری از کشورها قابل‌توجه است. بااین‌حال بوم‌سازگان[1] هوش مصنوعی ایران در مراحل ابتدایی یا حتی پیش از شکل‌گیری قرار دارد. این یعنی کشور به نسبت تلاش‌های علمی صورت گرفته، از این حوزه استفاده نمی‌کند و به‌نوعی در خدمت زیست‌بوم‌های فناورانه سایر کشورها قرار دارد و این ضرورت انجام تحقیقات در این زمینه را بیشتر می‌سازد. این چالش جدی (که اجمالاً به‌نظر می‌رسد تنها به حوزه هوش مصنوعی نیز اختصاص نداشته باشد) را از زوایای مختلفی می‌توان مطالعه نمود. پژوهش حاضر از منظر الگوی همکاری در تولید دستاوردهای علمی به این مسئله نگریسته است و تلاش می‌کند با استخراج سهم مشارکت هرکدام از آن‌ها، به مقایسه ایران با دو کشور پیشرو در حوزه هوش مصنوعی یعنی چین و آمریکا بپردازد. مطالعه کشورهایی که در صدر مسابقه جهانی در زمینه هوش مصنوعی قرار دارند می‌تواند آموزه‌های قابل اعتمادتری در مقایسه با کشورهای هم‌رده با ایران داشته باشد. دو کشور مذکور در یک رقابت تنگاتنگ، در سال‌های اخیر به‌تناوب گوی سبقت را از یکدیگر ربوده‌اند. از این جهت انتخاب همزمان چین و آمریکا برای مطالعه، امکان مقایسه آن‌ها با یکدیگر را نیز فراهم می‌سازد. به‌علاوه آمریکا و چین سیاست‌های متفاوتی در زمینه توسعه و بهره‌برداری از هوش مصنوعی دارند و ایران از منظر جهت‌گیری‌های کلی سیاست‌گذاری فناورانه به هرکدام از آن‌ها از جهاتی دارای شباهت است. به‌این‌ترتیب سؤال اصلی پژوهش حاضر در تعقیب مسئله مطرح‌شده عبارت است از: الگوی مشارکت دانشگاه، صنعت و دولت در انجام تحقیقات علمی هوش مصنوعی ایران در مقایسه با چین و آمریکا چگونه است؟

نتایج تحقیق حاضر به لحاظ سیاست‌گذاری در علم و فناوری و به‌خصوص در حوزه هوش مصنوعی دارای اهمیت فراوانی است. توانایی قضاوت جایگاه علمی کشور در حوزه هوش مصنوعی به لحاظ سهم نسبی سازمان‌هایی که وارد تحقیقات شده‌اند، برای حکمرانان که به دنبال تعیین اولویت‌های علمی، تخصیص بودجه و فراهم نمودن سایر حمایت‌ها هستند، یک امر ضروری محسوب می‌شود. تحقیق حاضر می‌تواند به بازتنظیم نسبت فعالیت‌های پژوهشی نهادهایی کمک نماید که می‌توانند به حوزه هوش مصنوعی ورود پیدا کنند.

پژوهش‌های پیشین از این منظر به‌خصوص در حوزه هوش مصنوعی به مسئله تفاوت ایران با سایر کشورها در خلق دانش علمی نپرداخته‌اند. خلأ ادبیاتی بیشتر از آنجا ناشی می‌شود که

1. Ecosystem

http://stim.qom.ac.ir/

تحقیقات قبلی مرتبط، عمدتاً بر جنبه‌های محتوایی تمرکز کرده‌اند و مطالعه موجودیت‌های خالق آثار پژوهشی و تعاملات آن‌ها کمتر موردتوجه قرار گرفته است. پژوهش حاضر با تمرکز بر هوش مصنوعی به‌عنوان یک حوزه فناورانه نوظهور و موردنظر حکمرانان و سیاست‌گذاران کشور، درصدد رفع خلأ موجود از طریق شناخت تعاملات بازیگران است.

۲. پیشینه پژوهش

هوش مصنوعی در سال‌های اخیر همواره یک موضوع پژوهشی جذاب برای دانشگاهیان بوده است. راسل و نورویگ[1] (۲۰۲۱) اصطلاح هوش مصنوعی را برای توصیف سامانه‌هایی تعریف کردند که عملکردهای شناختی انسانی همچون یادگیری، گفتار و حل مسئله را تقلید می‌کنند. برخی دیگر، هوش مصنوعی را توانایی تفسیر ماشینی از طریق یادگیری مبتنی بر داده‌های خارجی برای دستیابی به نتایج خاص، سازگار و انعطاف‌پذیر می‌دانند (کاپلان و هانلین[2]، ۲۰۱۹). موضع مشترک اغلب تعاریف، افزایش قابلیت ماشین‌ها برای انجام نقش‌ها و وظایف خاص است که در حال حاضر توسط انسان در محیط کار و به‌طور کلی در جامعه انجام می‌شود.

در پژوهش‌های به زبان فارسی، فرزین یزدی و رضایی شریف‌آبادی (۱۳۹۶) به مطالعه ادبیات علمی هوش مصنوعی پرداخته‌اند. در آن پژوهش میزان تولیدات کشورهای خاورمیانه در سال‌های ۱۹۹۶ الی ۲۰۱۴ و سطح پیشرفت علمی آن‌ها بررسی شده است. یافته‌های این تحقیق نشان داد که کشورهای خاورمیانه ۳/۴ درصد از انتشارات جهان را به خود اختصاص داده‌اند و در این بین ایران در جایگاه نخست کشورهای خاورمیانه قرار دارد. تحقیق مذکور اگرچه به لحاظ موضوع هوش مصنوعی نزدیک‌ترین پیشینه به تحقیق حاضر محسوب می‌شود، اما از چند جهت متفاوت است. اولاً، در این مطالعه ماهیت سازمانی تولیدکنندگان آثار پژوهشی مورد توجه نبوده و همچنین همکاری‌های آنان بررسی نشده است. ثانیاً، مستندات استخراج شده منتهی به سال ۲۰۱۴ بوده که در زمینه هوش مصنوعی فاصله زمانی معتنابهی گذشته و روزآمد نیست. تحقیقات مشابه دیگری نیز به زبان فارسی منتشر شده که اگرچه بر هوش مصنوعی متمرکز نبوده‌اند، اما از جهات دیگر با پژوهش حاضر مرتبط هستند.

1. Russell & Norvig
2. Kaplan & Haenlein

http://stim.qom.ac.ir/

عباداله، شریف مقدم و ضیائی (۱۳۹۸) در یک مطالعه علم‌سنجی مشابه، فناوری رایانش ابری ایران و ترکیه را مقایسه کرده‌اند. در این پژوهش دانشگاه‌ها رتبه‌بندی شده‌اند، اما همچنان صنعت و دولت مورد توجه نبوده‌اند.

جوکار و مروتی (۱۳۹۵) نیز در پژوهشی همکاری‌های بین دانشگاه، صنعت و دولت در تولیدات علمی مشترک ایرانی که در پایگاه وب‌آف‌ساینس[1] منتشر شده را مورد مطالعه قرار داده‌اند. این مطالعه بر هوش مصنوعی متمرکز نبوده و مقطع زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ را بررسی کرده است. این مطالعه، تعاملات دانشگاه و دولت را بیشترین مقدار و تعاملات صنعت و دولت را کم‌ترین مقدار نشان داد.

در مطالعات خارج از کشور، می‌توان به تحقیق لیو و همکاران[2] (۲۰۲۱) اشاره کرد. این پژوهش براساس روش کتاب‌سنجی،[3] الگوهای رشد و انتشار بین‌المللی تحقیقات علمی در هوش مصنوعی را نمایه کرده است. همچنین همکاری‌های کشورها، بودجه‌های پژوهشی و خوشه‌بندی‌های موضوعی نیز بدست آمد. بااین‌حال، در این پژوهش تفکیکی از منظر تولیدکنندگان تحقیقات حوزه هوش مصنوعی انجام نشده است.

گائو و همکاران[4] (۲۰۲۱)، نیز بر مبنای انتخاب ۱۰ درصد مقالات پر استناد، به شناسایی نویسندگان برجسته و معرفی موضوعات اصلی این فناوری شامل هوش شبیه‌سازی‌شده از ذهن انسان، یادگیری ماشینی مبتنی بر مدل کلاسیک، هوش الهام‌گرفته از حوزه زیستی، و هوش مبتنی بر داده‌های بزرگ پرداختند.

مطالعه‌ای دیگر، از طریق کتاب‌سنجی ادبیات پایگاه وب‌آف‌ساینس، به بررسی ساختار فکری، اجتماعی و مفهومی تحقیقات هوش مصنوعی پرداخته و چالش‌های اصلی این حوزه را شناسایی کرده است (فوسو وامبا و همکاران[5]، ۲۰۲۱).

همچنین در یک تحقیق علم‌سنجی نیز یک گروه پژوهشی براساس شاخص‌های آلتمتریک[6]، تولیدات علمی هوش مصنوعی را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد از سال

http://stim.qom.ac.ir/

1. Web of Science (WoS)
2. Liu & et al.
3. Bibliometrics
4. Gao & et al.
5. Fosso Wamba & et al.
6. Altmetrics

۲۰۱۱ به بعد این حوزه با اقبال عمومی محققان و افزایش سریع تولیدات علمی مواجه شده است (ژانگ و همکاران[1]، ۲۰۱۹).

پژوهش حاضر پس از بررسی نظریات اصلی مربوطه در بخش مبانی نظری، دستاوردهای علمی هوش مصنوعی را در نهایت بر مبنای الگوی مارپیچ بررسی می‌نماید. این چارچوب دارای پیشینه پژوهشی متعدد بوده و در حوزه زبان فارسی نیز مورد توجه قرار گرفته است. مارپیچ سه‌گانه اولین بار توسط اتزکوئیتز و لیدسدورف[2] (۱۹۹۵) معرفی شد و به‌طور گسترده در بین محققان مورد پذیرش قرار گرفت. لیدسدورف[3] (۲۰۰۳) در یک مطالعه دیگر اندازه‌گیری روابط بین دانشگاه، صنعت و دولت را مورد بحث قرار داد. او محاسبه شاخص آنتروپی برای اطلاعات متقابل بین سه نهاد و منفی بودن علامت آن را به‌عنوان معیاری برای تشخیص خودسازماندهی روابط بین آن‌ها معرفی کرد. پس از آن، این چارچوب به همراه محاسبات آنتروپی در چندین پژوهش دیگر برای بررسی تعاملات علمی- پژوهشی دانشگاه، صنعت و دولت مورد استفاده قرار گرفت. پارک و همکاران[4] از این چارچوب برای مقایسه دو کشور کره و هلند استفاده نمودند. در مطالعه‌ای، الگوی هم‌تألیفی محققان کره‌ای و نویسندگان بین‌المللی براساس چارچوب مارپیچ سه‌گانه بررسی و مقادیر روابط برای سال‌های مختلف محاسبه شد تا آثار سیاست‌های دولت مورد بررسی قرار گیرد (کوون و همکاران[5]، ۲۰۱۲). در جامعه ایران نیز سبحانی و همکاران (۱۳۹۶) ارتباطات علمی دانشگاه، صنعت و دولت را در زمینه کشاورزی مطالعه نموده‌اند. آن‌ها بالاترین سطح تعامل در این زمینه را مربوط به دانشگاه- صنعت و کم‌ترین میزان تعامل را برای همکاری‌های صنعت- دولت یافتند.

عابدی و همکاران (۲۰۱۸)، از الگوی مارپیچ در بررسی هم‌افزایی نظام‌های نوآوری ایران استفاده کرده‌اند. آن‌ها مزیت این الگو را در تنزل پویایی‌های پیچیده به سطح پویایی‌های اجزای اصلی به‌منظور ایجاد امکان تحلیل دانسته‌اند. جوکار و وارا[6] (۲۰۲۰) از الگوی مارپیچ سه‌گانه برای مطالعه حوزه علوم دامپزشکی استفاده کرده‌اند. بیشترین میزان تعاملات در مطالعه آن‌ها، بین

http://stim.qom.ac.ir/

1. Zhang & et al.
2. Etzkowitz & Leydesdorff
3. Leydesdorff
4. Park & et al.
5. Kwon & et al.
6. Jowkar & Vara

دانشگاه و دولت بوده است. در تحقیق حاضر نیز این چارچوب برای شناسایی الگوی همکاری‌های بازیگران اصلی در حوزه هوش مصنوعی و مقایسه با چین و آمریکا مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما ابتدا در بخش بعد بنیان‌های نظری آن در مقایسه با مفاهیم مشابه موشکافی می‌شود.

۳. مبانی نظری

مطالعه لایه علمی- پژوهشی یک حوزه فناورانه می‌تواند بر مبنای لنزهای نظری مختلفی صورت گیرد. رویکردهای نظام نوآوری فناورانه، بوم‌سازگان نوآوری و مارپیچ‌های چندگانه ازجمله چارچوب‌های رقیب در مطالعه پژوهش‌های علمی هوش مصنوعی هستند. این چارچوب‌ها در حالی که اشتراکات متعددی دارند، وجوه افتراق آن‌ها عمدتاً ناشی از تأکیدات متفاوت آن‌ها بر جنبه‌های مختلف است.

نظام نوآوری فناورانه به‌عنوان مجموعه‌ای از شبکه‌های بازیگرانی در نظر گرفته می‌شود که به‌طور مشترک در زمینه یک فناوری خاص تعامل دارند و به تولید، انتشار و استفاده از انواع یک فناوری کمک می‌کنند (برگک و همکاران[1]، ۲۰۱۵). تعاملات درونی اینگونه نظام‌ها از طریق کارکردهایی تبیین می‌شود که معمولاً فرایندهای خلق و اشتراک دانش از جمله آن‌ها در نظر گرفته می‌شود (به‌طور مثال هکرت و همکاران[2]، ۲۰۰۷). بنابراین، در چارچوب نظام نوآوری فناورانه تلاش‌های علمی- پژوهشی صورت گرفته در زمینه یک فناوری را باید در کارکرد خلق دانش جای داد و مطالعه کرد. نظام نوآوری فناورانه همانند سایر شقوق نظام‌های نوآوری، به دانش ضمنی توجه ویژه‌ای دارد. از این جهت نظریات توسعه یافته در این چارچوب با تاکید بر نهادها (به معنای قواعد و روال‌های رسمی و غیررسمی تنظیم‌کننده روابط) در زمینه تبیین توسعه علمی، عمدتاً به سمت گسترش تعاملات و یادگیری دانش پیش رفته‌اند.

رویکرد بوم‌سازگانی ابتدا در حوزه کسب‌وکار متولد شد و سپس در حوزه‌های دیگر از جمله نوآوری رواج پیدا کرد. گرانستنرنت و هالگرسون[3] (۲۰۲۰) در بررسی نگرش‌های مختلف به بوم‌سازگان نوآوری تأکید می‌کنند که مهم‌ترین مولفه مشترک بین همه محققان این حوزه، در درجه اول بازیگرانی با ویژگی‌های حیات‌مند و پس از آن تعاملات و ارتباطات هم‌تکاملی بین آن‌ها

http://stim.qom.ac.ir/

1. Bergek & et al.
2. Hekkert & et al.
3. Granstrand & Holgersson

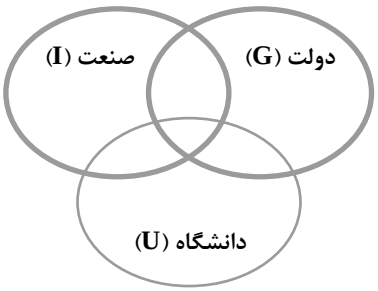
است. آن‌ها با در کنار هم قرار دادن مشترکات ادبیات، بوم‌سازگان نوآوری را مجموعه‌ای از بازیگران[1]، مصنوعات[2] و فعالیت‌ها[3] تعریف می‌کنند که بر یک بستر نهادی در راستای عملکرد نوآورانه تکامل می‌یابند. در حالی که بوم‌سازگان کسب‌وکاری عمدتاً به مرحله تصاحب ارزش نگاه می‌کند، بوم‌سازگان نوآوری به سمت خلق ارزش توجه دارد. به این ترتیب میزان پیش‌روی تحلیل بوم‌سازگان یک فناوری (در اینجا هوش مصنوعی) در موضوعات مختلف مرتبط و از جمله توسعه علمی بر مبنای خلق ارزش است؛ به عبارت دیگر، اگرچه ممکن است پژوهش‌های علمی هم به‌عنوان فعالیت‌هایی از بوم‌سازگان مورد اشاره قرار گیرد، اما کانون توجه این رویکرد بر جنبه‌های دیگر خلق ارزش در فرایند نوآوری فناورانه است.

اصطلاح مارپیچ[4] به «بخش‌های درهم‌تنیده[5] و دارای اتصالات متقابل و به هم مرتبط[6]» اشاره دارد. هسته اصلی این رویکرد سه مارپیچ به نمایندگی سه بازیگر اصلی یعنی دولت، دانشگاه و صنعت می‌باشد که درهم تنیده‌اند. در مقایسه با نظام نوآوری و بوم‌سازگان نوآوری، الگوی مارپیچ تحلیل را از موجودیت‌های اصلی و وظایف آن‌ها آغاز می‌کند. پژوهش‌های علمی هوش مصنوعی، موضوعی است که در بدو امر به نظر می‌رسد وظیفه مرتبط به یکی از سه موجودیت اصلی الگوی مارپیچ یعنی دانشگاه باشد. از این جهت توسعه علمی- پژوهشی دقیقاً مسئله مورد توجه رویکرد مارپیچ است. با این حال، برخلاف تصور اولیه، الگوی مارپیچ، تحقیقات اینچنینی را صرفاً یک وظیفه دانشگاهی نمی‌داند. این الگو با در نظر گرفتن دولت به‌عنوان یکی از سه بازیگر اصلی، آرایش‌های مختلفی را تبیین می‌کند. از بین انواع تعاملات، مدل روابط آزادانه[7]، مدل دولت‌گرا[8] و مدل متوازن[9] نمایانگر سه حالت اصلی هستند. در حالی‌که الگوی دولت‌گرا، به معنای کنترل دانشگاه و صنعت توسط حاکمیت، به‌کرّات در جوامع مختلف اتفاق می‌افتد؛ حالت روابط آزادانه به‌ندرت مشاهده شده و در این بین مدل متوازن (شکل شماره ۱) از کنش‌ها و تقابلات بین دو

http://stim.qom.ac.ir/

1. Actors
2. Artifacts
3. Activities
4. Helix
5. Interwoven
6. Cross-interconnected sectors
7. Laissez-faire model
8. Statist model
9. Balanced model

الگوی دیگر و همچنین مقتضیات عملی پدید می‌آید. از منظر فناورانی، محققان حوزه مارپیچ، الگوی متوازن را بهترین نوع تعامل سه بازیگر اصلی می‌دانند (کای و اتزکوویتز[1]، ۲۰۲۰). اساس الگوی متوازن، تغییر دیوارهای مشترک مرزی بین سه بازیگر به سمت فضاهای مشترک مرزی است. این فضاهای مشترک مرزی ماهیت ارتباطات یک‌سویه و منفعلانه را به تعاملات فعالانه تبدیل نموده و موجب تبادل و اشتراک دانش می‌گردند (شامپنویز و اتزکوویتز[2]، ۲۰۱۸).



شکل ۱- بازیگران اصلی در سطح ملی

به‌طور کلی خردمایه اصلی رویکرد مارپیچ‌ها بر مبنای ایفای نقش دیگری و هم‌پوشانی نقش‌ها است و ازاین‌جهت گستره‌های مرزی مشترک به‌عنوان بستر تحقق این امر مورد تأکید هستند. به عبارت دیگر، اگر نقش اصلی دولت «رفع شکست‌های بازاری و سیستمی از طریق سیاست‌ها و قوانین»، نقش اصلی صنعت «تولید کالا و خدمات» و نقش اصلی دانشگاه «توسعه علمی و تدریس» است، در فضای مشترک، دولت به عرصه تولید دانش و محصول، صنعت به عرصه تولید علم و سیاست‌گذاری و دانشگاه به خلق ارزش و کارآفرینی ورود پیدا می‌کنند. در تلاش‌های بعدی محققان حوزه ادبیات مارپیچ‌ها، اجزای دیگری ازجمله جامعه مدنی، محیط‌زیست و موجودیت‌های برون‌مرزی را هم به تحلیل‌ها افزوده‌اند. به‌طور مثال چنگ و همکاران[3] جنبه‌های بین‌المللی را تحت عنوان جهانی‌سازی به‌عنوان یک بعد جدید معرفی کردند (چنگ و همکاران، ۲۰۱۹).

با توجه به مباحث فوق، پژوهش حاضر در بررسی تعاملات پژوهشی هوش مصنوعی، بهره‌گیری از الگوی مارپیچ را مناسب‌تر می‌یابد. بر این اساس، خلق آثار علمی- پژوهشی هوش مصنوعی

1. Cai & Etzkowitz
2. Champenois & Etzkowitz
3. Cheng & et al.

http://stim.qom.ac.ir/

اگرچه در درجه اول یک نقش اصلی برای دانشگاه‌ها محسوب می‌شود، اما ورود سایر بازیگران به این عرصه می‌تواند به تکامل هم‌زمان و متناسب همه فعالان مرتبط با هوش مصنوعی منجر گردد. تلاش‌های پژوهشی دولت و صنعت هم در شکل‌گیری موضوع پژوهش، هم فراهم‌سازی داده‌ها و هم اشتراک نتایج اثر می‌گذارد. نحوه تعامل این بازیگران در کشورهای مختلف آرایش متفاوتی دارد. همچنین سطح همکاری با نویسندگان خارجی می‌تواند در بین جوامع یکسان نباشد. در ادامه پس از تبیین روش پژوهش، میزان مشارکت دانشگاه، دولت، صنعت و نویسندگان خارجی در سه کشور ایران، چین و آمریکا استخراج شده و مقایسه می‌شود.

۳-۱. روش پژوهش

تحقیق حاضر برای شناخت الگوی مشارکت بازیگران اصلی در توسعه علمی هوش مصنوعی ایران و مقایسه با کشورهای پیشرو بر فلسفه عمل‌گرا تکیه دارد. به این معنا که به هنگام استخراج داده‌ها از طریق معیارهای عینی تعداد مستندات منتشر شده را مشخص نموده، در تجزیه و تحلیل‌ها از ابزارهای متنوع نوین بهره جسته و در عین حال در تفسیر نتایج قائل به قابل استفاده بودن تبیینات تئوری‌های زیربنایی مختلف است. داده‌های استفاده‌شده از نوع کمّی هستند و لذا، قضاوت‌های ذهنی و شهودی امکان دخالت نداشته‌اند که این موجب ارتقای قابلیت تکرارپذیری نتایج می‌گردد. رویکرد توسعه نظریه از شمارش مستندات علمی منتشر شده شروع شده و بر مبنای دسته‌بندی‌ها به‌صورت استنتاجی صورت گرفته است. به این ترتیب، روش این پژوهش از نوع کمّی و اکتشافی محسوب می‌شود. همچنین تحقیق حاضر بر خردمایه‌های نظریات موجود یعنی نظام نوآوری فناورانه، بوم‌سازگان نوآوری و الگوی مارپیچ بنا نهاده شده و با بسط دامنه تجربی این نظریات، استفاده‌هایی عملی در حوزه سیاست‌گذاری هوش مصنوعی را فراهم می‌آورد. از این‌رو، از منظر نوع نتیجه، پژوهشی توسعه‌ای و کاربردی قلمداد می‌گردد. بر مبنای دسته‌بندی پیاز پژوهش، یک لایه دیگر از شناخت روش‌شناسی، تعیین راهبرد است. در پژوهش حاضر از راهبرد علم‌سنجی برای نقشه‌برداریِ میزان مشارکت بازیگران اصلی در توسعه علمی هوش مصنوعی بهره گرفته شده تا ساختار فکری و همکاری این حوزه آشکار شود.

علم‌سنجی به‌عنوان «مطالعه کمّی علم و فناوری» تعریف شده است (هود و ویلسون[1]، ۲۰۰۱).

1. Hood & Wilson

http://stim.qom.ac.ir/

این روش عمدتاً به‌منظور بررسی روندهای توسعه علمی، مدیریت تحقیقات، سیاست‌گذاری علم و فناوری و تأثیر علمی کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این راهبرد اگرچه به لحاظ اهداف بهره‌برداری، با کتابشناسی متفاوت است، اما از نظر ساختار کلی و روش‌ها، مشابه با آن بوده و به علت هم‌پوشانی گسترده، در بسیاری از موارد در معنایی یکسان با هم به‌کار می‌روند (یانگ و همکاران[1]، ۲۰۲۰). همچنین علم‌سنجی در مقایسه با مرور ادبیات، پژوهشگر را قادر می‌سازد با حفظ شفافیت و تکرارپذیری، حجم بیشتری از داده‌ها را پایش کند.

دوره زمانی داده‌ها یک بازه بیست ساله با شروع از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۱ است. در این قلمرو زمانی پایگاه اسکوپوس درمجموع ۸۷۴٬۴۳۵ مورد مستندات هوش مصنوعی را منتشر نموده که این تعداد جامعه پژوهش حاضر را تشکیل می‌دهد. در بخش‌هایی مطالعه سیر تاریخی داده‌ها و در بخش‌هایی انباشت آثار منتشر شده بیست ساله در ۲۰۲۱ مورد مطالعه قرار گرفت. به لحاظ قلمرو موضوعی، تحقیق حاضر بر هوش مصنوعی به‌عنوان یک حوزه فناورانه تمرکز دارد و برای پوشش جامع مستندات تولیدشده در این زمینه از رشته جستجویی که در ادامه ذکر شده، بهره می‌گیرد. به لحاظ قلمرو مکانی، پژوهش حاضر در درجه اول ایران و پس از آن برای ایجاد امکان مقایسه، چین و آمریکا را به‌عنوان دو کشور پیشرو در هوش مصنوعی بررسی می‌کند. منبع مورد استفاده برای استخراج داده‌ها، پایگاه اسکوپوس است. در مقایسه با وب‌علم[2] تحقیقات مختلفی تأکید کرده‌اند که دامنه تحت پوشش اسکوپوس گسترده‌تر است. به‌طور مثال در جدیدترین مقایسه بین آن‌ها در سال ۲۰۲۱ مشخص شده که اسکوپوس از پوشش داده‌ای بیشتری برخوردار است (سینگ و همکاران[3]، ۲۰۲۱). آخرین اطلاعات منتشر شده توسط این پایگاه‌ها نیز این تفاوت را تایید می‌کند. در حالی که وب‌علم اعلام نموده در مجموع ۲۲۲۰۰ مجله را در بخش‌های مختلف خود نمایه می‌کند، پایگاه اسکوپوس تعداد مجلات فعال نمایه شده را ۲۵۸۳۷ مورد تعیین کرده است (وب‌علم، ۲۰۲۲؛ اسکوپوس، ۲۰۲۲). همچنین در حوزه هوش مصنوعی که مورد بررسی این پژوهش است، تعداد مستندات نمایه شده (در زمان مورد بررسی) در پایگاه اسکوپوس ۸۷۴٬۴۳۵ و در وب‌علم ۱۲۵٬۰۷۲ بود که نشان‌دهنده گستره بیشتر پایگاه اسکوپوس در حوزه مورد مطالعه می‌باشد.

1. Yang & et al.
2. Web of Science
3. Singh & et al.

http://stim.qom.ac.ir/

۳-۲-۱. استخراج داده‌ها

برای جمع‌آوری داده‌ها و همچنین بخش‌هایی از تحلیل‌ها، از ابزارهای پایگاه اسکوپوس استفاده شد. برای این منظور استخراج داده‌ها از طریق به‌کارگیری رشته زیر در بخش جستجوی پیشرفته این وبگاه آغاز گردید:

(TITLE (artificial AND intelligence) OR KEY (artificial AND intelligence) OR SRCTITLE (artificial AND intelligence)) AND ((AFFIL(univer* OR coll* OR acade*) AND AFFIL(corpora* OR compa* OR bussi*) AND AFFIL(govern* OR minis* OR natio* OR organ*))) AND PUBYEAR > 2001 AND PUBYEAR < 2022 AND (LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY,"Iran"))

در این رشته از عبارت «هوش مصنوعی» استفاده شده است، چراکه این اصطلاح به‌خودی‌خود در تعیین معیار ورود داده‌های مرتبط، بسیار محوری است و تحقیقات مرتبط با این فناوری دست‌کم از طریق واژگان کلیدی در دسته‌بندی هوش مصنوعی قرار می‌گیرند (لیو و همکاران[1]، ۲۰۲۱). برای دستیابی به هر دسته از همکاری‌ها، رشته مذکور مورد اصلاح قرار گرفته و نام کشور، سال جستجو و بازیگران در آن تغییر یافته‌اند که در اینجا به‌منظور حفظ اختصار، از درج رشته‌های اصلاح شده خودداری شده است. از مجموع ۸۷۴٬۴۳۵ مستند حاصل از جستجوی انجام شده (بدون قید وابستگی سازمانی کشور «ایران») تعداد ۶۴۵۶ مستند دارای حداقل یک نویسنده با وابستگی سازمانی کشور ایران بوده‌اند.

۳-۲-۲. روش تحلیل

مشابه سایر مطالعات علم‌سنجی، در پژوهش حاضر نیز از تحلیل‌های متنوعی شامل ترسیم روندها، توزیع ادبیات هوش مصنوعی پیرامون وابستگی‌ها، استخراج شبکه هم‌تألیفی و همکاری سازمان‌ها استفاده گردید. در این تحقیق تعداد مقالات منتشر شده به‌عنوان شاخص کمّی عملکرد در نظر گرفته شد (ماسارو و همکاران[2]، ۲۰۱۶). همچنین فراوانی استنادها به‌عنوان شاخص کیفی پژوهش افراد، سازمان‌ها و کشورها منظور گردید. برای استخراج شبکه‌های همکاری در سطوح نویسنده، موسسه و کشور از نرم‌افزار وس ویور[3] (نسخه ۱/۶/۱۵، مرکز مطالعات علم و فناوری،

1. Liu & et al.
2. Massaro & et al.
3. VOSviewer

http://stim.qom.ac.ir/

دانشگاه لیدن، هلند) استفاده شد. افزون بر آن نقشه‌برداری همکاری‌های علمی بر مبنای تعیین ماهیت وابستگی‌های سازمانی در چهار دسته شامل دانشگاه (u)، صنعت (i)، دولت (g) و همکار بین‌المللی (f) انجام گردید. نقشه‌برداری علمی به معنای آشکارسازی الگوی ساختار تعاملات نویسندگان تعریف می‌شود (گزنی و همکاران[1]، ۲۰۱۲). در مورد سه دسته اول یعنی دانشگاه، صنعت و دولت، ماهیت سازمانی نویسندگان و در مورد دسته چهارم، کشور نویسندگان مورد بررسی قرار گرفته است.

معناداری آرایش دسته‌ها و هم‌پوشانی‌های چندجانبه از طریق آنتروپی شانون[2] و رسانش[3] اطلاعات صورت گرفت (لیدسدورف و همکاران[4]، ۲۰۱۴). این آنتروپی را می‌توان به‌عنوان بی‌نظمی در یک توزیع یا عدم قطعیت یک متغیر دانست (پورتوگمز و همکاران[5]، ۲۰۱۹). در یک توزیع مورد نظر برای اندازه‌گیری عدم قطعیت در بین مجموعه اطلاعات، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$(1)\ H_u = -\sum_{u=0}^{u=1} p_u \log_2 p_u$$

مقدار P در این رابطه نشان‌دهنده احتمال و اندیس u به معنای اندازه‌گیری آنتروپی برای وابستگی سازمانی دانشگاهی نویسندگان می‌باشد. به همین ترتیب آنتروپی سایر دسته‌ها با اندیس‌های مربوطه محاسبه شده است. در همکاری‌های دو و سه‌جانبه نیز مقدار آنتروپی از طریق روابطی مشابه زیر و با اندیس‌های مربوطه محاسبه می‌گردد:

$$(2)\ H_{ui} = -\sum_{u=0}^{1}\sum_{i=0}^{1} p_{ui} \log_2 p_{ui}$$

$$(3)\ H_{uig} = -\sum_{u=1}^{1}\sum_{i=0}^{1}\sum_{g=0}^{1} p_{uig} \log_2 p_{uig}$$

در نهایت میزان عدم قطعیت دو و سه‌جانبه براساس روابطی مشابه زیر و با اندیس‌های مربوطه محاسبه می‌شود (شاین و همکاران[6]، ۲۰۱۲):

$$(4)\ T_{uig} = H_u + H_i + H_g - H_{ui} - H_{ug} - H_{ig} + H_{uig}$$

بین آنتروپی شانون به معنای بی‌نظمی یا عدم قطعیت با آنتروپی ترمودینامیکی در عین وجود

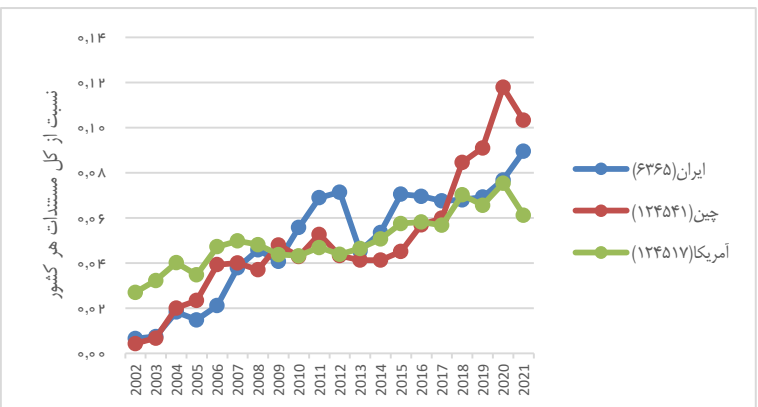
1. Gazni & et al.
2. Shannon Entropy
3. Transmission
4. Leydesdorff & et al.
5. Porto-Gomez & et al.
6. Shin & et al.

http://stim.qom.ac.ir/

تشابه، تفاوت‌هایی نیز وجود دارد. در حالی‌که آنتروپی در سطح کل سیستم همواره مثبت است، اما در اثر برهم‌کنش‌های فرعی زیرسیستم‌ها می‌تواند منجر به هم‌افزایی و منفی شدن آنتروپی گردد (پورتوگمز و همکاران، ۲۰۱۹). بیشتر بودن قدر مطلق T به معنای کاهش عدم قطعیت و بالاتر بودن سطح هم‌افزایی تعاملات است (لیدسدورف و پارک[1]، ۲۰۱۴). برای انجام محاسبات از نرم‌افزار th.exe استفاده گردید و نمودارها توسط برنامه اکسل ترسیم شدند. نرم‌افزار th.exe برای محاسبه مقادیر آنتروپی شانون استفاده می‌شود (لیدسدورف، ۲۰۲۱).

۴. یافته‌ها

سؤال پژوهش حاضر چگونگی الگوی همکاری بازیگران اصلی در ورود به تحقیقات علمی هوش مصنوعی ایران در مقایسه با چین و آمریکا می‌باشد. برای دستیابی به اطلاعات موردنیاز، ابتدا مستندات منتشر شده هر کشور به کمک رشته جستجو (که در بخش روش‌شناسی ذکر گردید) به تفکیک سال‌های مختلف استخراج شد. داده‌های به‌دست آمده نشان داد بین تعداد مستندات ایران با دو کشور مورد مطالعه تفاوت فاحشی وجود دارد و درج هم‌زمان آن‌ها در یک نمودار، فاقد قابلیت ادراک بصری است. برای رفع این مشکل مقادیر به‌دست آمده برای هر کشور برحسب تعداد کل مقالات آن کشور نرمال شد. در عین‌حال به‌منظور آگاهی از تعداد واقعی، تعداد کل مستندات هر سه کشور در شکل شماره (۲) درج گردیده است.



شکل ۲- نسبت مستندات منتشر شده در حوزه هوش مصنوعی برای کشورهای مورد مطالعه به تفکیک سال

1. Leydesdorff & Park

http://stim.qom.ac.ir/

همان‌طور که شکل شماره (۲) نشان می‌دهد، فرازوفرودهای هر سه کشور تقریباً مشابه بوده، با این تفاوت که برخلاف ایران، تعداد مستندات چین و آمریکا در سال ۲۰۲۱ نسبت به سال‌های قبل‌تر کاهش داشته است. دیگر آنکه علی‌رغم برابر بودن عملکرد چین و آمریکا در بازه ۲۰ ساله، تعداد مستندات سال پایانی آن‌ها بسیار متفاوت می‌باشد. به‌عبارت دیگر، عملکرد چین در ابتدای دوره بسیار کم‌تر، در میانه تقریباً برابر و در سال‌های پایانی بسیار بیشتر از آمریکا بوده است و به همین دلیل شیب نمودار آن بیشتر دیده می‌شود. داده‌های به‌دست آمده نشان می‌دهد تعداد کل، در بازه مورد مطالعه ۸۳۲۸۷۰ مستند بوده است. در نتیجه سهم ایران از کل مستندات کشورها ۰/۷۶ درصد و سهم چین و آمریکا با توجه به نزدیک بودن تعداد انتشارات آن‌ها ۱۵ درصد می‌باشد. این دو کشور در بازه مورد نظر چندین بار جایگاه اول در انتشارات علمی را بین یکدیگر دست‌به‌دست کرده‌اند و در حال حاضر چین پیشرو است. جدول شماره (۱) رتبه‌بندی آن‌ها و سایر کشورها را تا جایگاه ایران هم بر اساس تعداد مستندات و هم تعداد استناد در پایان سال ۲۰۲۱ نشان می‌دهد. برای رتبه‌بندی برحسب میزان استناد، نمایش نتایج جستجو در پایگاه اسکوپوس برای هر کشور بر مبنای میزان استناد مرتب‌سازی شد. سپس فایل نتایج از سایت بارگیری شده و تعداد ارجاعات ۱۰۰۰ سند برتر هر کشور به کمک توابع نرم‌افزار اکسل محاسبه گردید.

جدول ۱- رتبه‌بندی کشورها در پایان دوره مطالعه (۲۰۲۱)

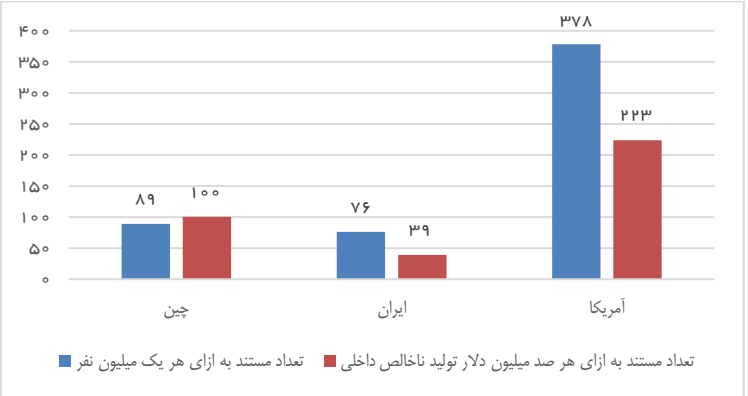
نام کشور	تعداد مستندات	جایگاه	نام کشور	تعداد استناد (۱۰۰۰ مورد برتر)
چین	۱۲۴۵۴۱	۱	آمریکا	۱۰۱۶۵۷
ایالات‌متحده	۱۲۴۵۱۷	۲	چین	۴۷۱۱۴
آلمان	۵۵۹۴۸	۳	انگلستان	۴۴۰۲۲
انگلستان	۵۰۴۶۱	۴	کانادا	۳۵۴۸۱
فرانسه	۴۲۲۷۲	۵	آلمان	۳۳۸۶۰
ژاپن	۳۴۸۶۹	۶	استرالیا	۱۹۴۸۹
ایتالیا	۳۳۶۴۶	۷	فرانسه	۱۸۸۸۰
اسپانیا	۳۱۴۴۶	۸	سوئیس	۱۸۵۶۳
هند	۳۱۳۴۳	۹	هند	۱۸۴۷۲
کانادا	۲۶۱۴۲	۱۰	ایتالیا	۱۸۰۳۷
استرالیا	۲۱۸۴۲	۱۱	هنگ‌کنگ	۱۷۷۲۹
کره جنوبی	۲۰۶۵۹	۱۲	سنگاپور	۱۶۷۶۹

http://stim.qom.ac.ir/

نام کشور	تعداد مستندات	جایگاه	نام کشور	تعداد استناد (۱۰۰۰ مورد برتر)
هلند	۱۸۱۲۱	۱۳	اسپانیا	۱۴۹۹۱
مجارستان	۱۴۴۵۲	۱۴	کره جنوبی	۱۴۷۰۸
برزیل	۱۳۲۶۷	۱۵	هلند	۱۳۹۷۲
تایوان	۱۲۰۸۱	۱۶	ژاپن	۱۳۶۸۲
سوئیس	۱۱۱۹۳	۱۷	ایران	۱۳۱۷۰
اتریش	۱۰۹۴۷	۱۸	ترکیه	۱۱۷۰۰
روسیه	۹۸۲۹	۱۹	بلژیک	۹۹۵۵
پرتغال	۹۴۰۶	۲۰	تایوان	۹۵۳۵
یونان	۹۱۳۶	۲۱	اتریش	۸۹۷۰
بلژیک	۸۹۴۸	۲۲	رژیم اشغال‌گر قدس	۸۹۰۷
سنگاپور	۸۸۳۳	۲۳	سوئد	۸۶۹۷
سوئد	۸۱۳۱	۲۴	برزیل	۸۵۴۳
هنگ‌کنگ	۸۰۴۰	۲۵	یونان	۷۹۳۰
رژیم اشغال‌گر قدس	۷۹۱۹	۲۶	فنلاند	۶۴۸۳
جمهوری چک	۷۱۰۹	۲۷	پرتغال	۶۱۹۶
ترکیه	۶۶۹۲	۲۸	روسیه	۵۰۳۶
فنلاند	۶۵۵۰	۲۹	جمهوری چک	۳۶۷۹
ایران	۶۳۶۵	۳۰	مجارستان	۲۶۶۱

همان‌طور که مشاهده می‌شود، بسیاری از کشورهای منطقه در این جدول حضور ندارند و این بدان معناست که به لحاظ حجم تولیدات، بعد از ایران قرار دارند. افزون بر آن اگر عملکرد کیفی مورد نظر باشد، جایگاه ایران در رتبه بهتر، یعنی هفدهم قرار می‌گیرد. در تعداد مستندات و همچنین میزان ارجاع‌دهی، عوامل دیگری همچون اندازه کشورها، جمعیت و میزان درآمد نیز می‌تواند به روشن‌تر شدن بستر مقایسه کمک کند. اگر آخرین جمعیت ایران، چین و آمریکا که عبارتند از ۸۳/۹۹، ۱۴۰۲ و ۳۲۹/۵ میلیون نفر را در نظر بگیریم، برای آن‌ها به ترتیب به ازای هر ۱۳۱۹۶، ۱۱۲۵۷ و ۲۶۴۶ نفر یک مستند وجود داشته است. همچنین بر مبنای تولید ناخالص داخلی سال ۲۰۲۰ ایران (۱۹۱/۷)، چین (۱۴۷۲۰) و آمریکا (۲۰۹۴۰) و تعداد مستندات هر کشور در آن سال به ترتیب ۰/۳۹۱، ۱/۰۰۲ و ۲/۲۳۳ میلیون دلار معادل هر مستند علمی هوش مصنوعی بوده است (شکل شماره ۳).

http://stim.qom.ac.ir/



شکل ۳ - تعداد مستندات سه کشور به ازای جمعیت و درآمد در سال ۲۰۲۰

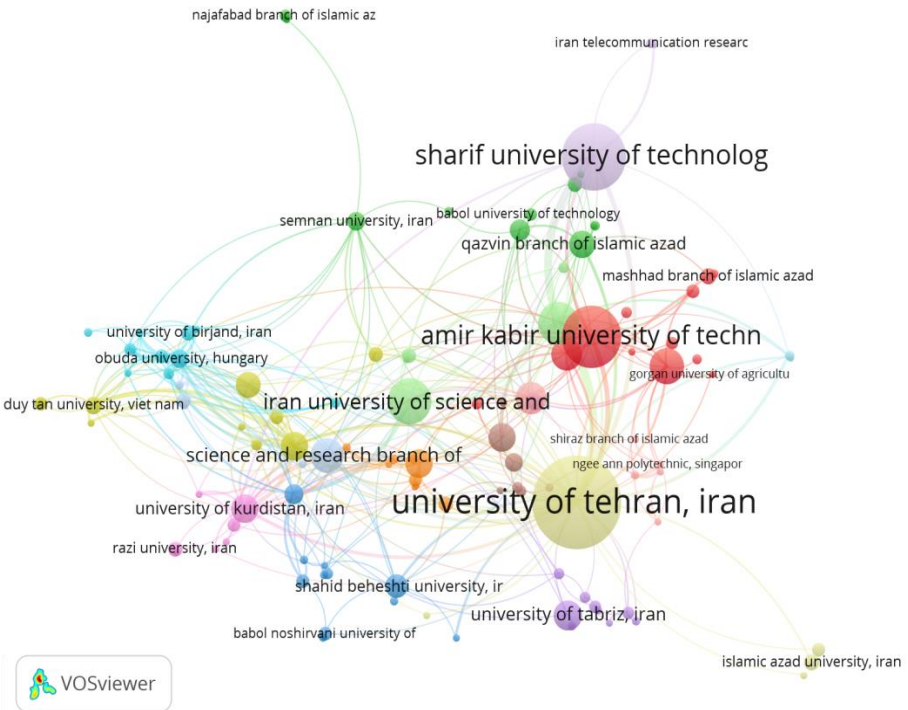
این نتایج نشان می‌دهد با نرمال نمودن نتایج چه برحسب جمعیت و چه برحسب درآمد، عملکرد آمریکا علی‌رغم نزدیک بودن تعداد مستندات با چین بسیار بالاتر است. اگر میزان اسناد نیز ملاک باشد، این فاصله‌ها بسیار بیشتر خواهد بود. مقایسه بر مبنای تولید ناخالص داخلی می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که همچون سایر حوزه‌ها ایران در مقایسه با امریکا و چین به میزانی که به بوم‌سازگان جهانی علوم و فناوری هوش مصنوعی یاری می‌رساند، توان بهره‌برداری از دانش تولیدی خود را ندارد.

در ادامه بررسی داده‌ها، شبکه هم‌تألیفی مستندات ایران براساس همکاری‌های سازمان‌های نویسندگان ترسیم شد (شکل شماره ۴). این شبکه نشان می‌دهد که دانشگاه‌های تهران، امیرکبیر و شریف در کانون همکاری‌های حوزه هوش مصنوعی کشور بوده‌اند و بیشترین مستندات را منتشر کرده‌اند. مرتب نمودن سازمان‌های پژوهشگر برحسب تعداد مستندات نشان می‌دهد که اولین سازمان غیردانشگاهی، مرکز تحقیقات وزارت ارتباطات است که در جایگاه سی و هفتم قرار دارد. داده‌های دو کشور دیگر هم نشان می‌دهد که در چین[1] و آمریکا[2] نیز همچنان سه دانشگاه در صدر تعاملات علمی پیرامون هوش مصنوعی هستند. بااین‌حال، در آمریکا بعد از دانشگاه، «تحقیقات مایکروسافت»[3] اولین سازمان صنعتی است که در جایگاه نهم خلق آثار پژوهشی هوش مصنوعی

1. Chinese Academy of Sciences, Tsinghua University and Shanghai Jiao Tong University
2. Carnegie Mellon University, Massachusetts Institute of Technology and Stanford University
3. Microsoft Research

http://stim.qom.ac.ir/

قرار دارد. در چین پس از دانشگاه، وزارت آموزش آن کشور جایگاه چهارم را کسب کرده است.



شکل ٤ – شبکه همکاری سازمان‌ها در پژوهش‌های هوش مصنوعی ایران

علاوه بر شبکه همکاری سازمانی، الگوی هم‌تألیفی نویسندگان پژوهش‌های ایرانی نیز بررسی شد. حدود ۳۵۰۰ نویسنده ایرانی و غیرایرانی در سال‌های مورد مطالعه در پژوهش‌های هوش مصنوعی ایران مشارکت داشته‌اند. از این بین، تنها ۱۵۰ نویسنده در ۲۷۸۱ پژوهش، یعنی نیمی از مستندات مشارکت داشته‌اند. این یعنی در بین نویسندگان هوش مصنوعی خوشه‌ها و حلقه‌های محدودی وجود دارد. تعداد انتشارات یک نویسنده حدود ۲٦۰۰ مورد بوده که حدود ٤۰ درصد کل مستندات کشور را تشکیل می‌دهد.[۱]

در مرحله بعد رشته جستجوی مورد اشاره در بخش روش‌شناسی، اصلاح شد و با تغییر برحسب کشور و همچنین بازیگران اصلی، فراوانی دسته‌های مختلف به دست آمد (جدول شماره

۱. تمامی داده‌های تفصیلی از طریق درگاه هوشیو به تدریج انتشار خواهد یافت (hooshio.com).

http://stim.qom.ac.ir/

۲). مقادیر درج شده در داخل پرانتز، درصد هر دسته را نشان می‌دهد و مواردی که کم‌تر از یک درصد بوده‌اند، به‌منظور کاهش حجم جدول درج نشده‌اند.

جدول ۲ - تعداد مستندات هر دسته و همکاری‌های چندجانبه

کشور	U	I	G	F	UI	UG	UF	IG	IF	GF	UIG	UIF	IGF	UGF	UIGF
ایران	(۹۷) ۶۱۷۶	(۲) ۹۵	(۴) ۲۷۷	(۵۰) ۳۳۳۰	(۱) ۸۲	(۴) ۲۵۹	(۵۲) ۳۲۹۵	۴۰	۱۳۳	(۱۰) ۶۱۹	۳۴	۱۳۲	۹۶	(۱۰) ۶۱۸	۹۶
چین	(۹۳) ۱۱۵۲۶۷	(۲) ۲۳۷۶	(۱۲) ۱۵۰۶۰	(۲۷) ۳۳۸۱۳	(۱) ۱۷۰۵	(۱۲) ۱۴۴۷۲	(۲۷) ۳۳۳۵۴	۲۲۹	۶۴۸	(۵) ۶۲۳۳	۲۰۵	۵۹۸	۱۶۳	(۵) ۶۱۹۹	۱۵۹
آمریکا	(۸۳) ۱۰۲۹۳۷	(۳) ۳۳۳۲	(۷) ۸۰۸۶	(۴۸) ۵۹۵۲۸	(۱) ۱۷۵۵	(۵) ۶۴۰۳	(۴۵) ۵۵۷۷۳	۳۴۰	۱۸۵۹	(۷) ۸۶۶۸	۱۸۲	۱۵۴۳	۴۱۶	(۷) ۸۲۵۷	۳۸۰

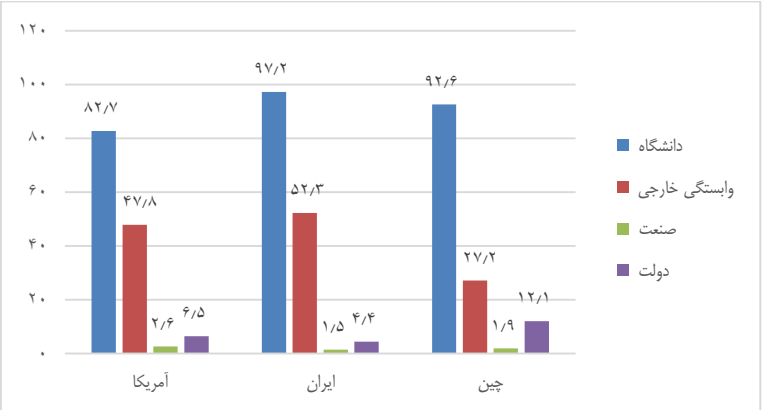
U دانشگاه، I صنعت، G دولت و F وابستگی خارجی
اعداد داخل پرانتز درصد آن دسته از کل مستندات هر کشور است.

نتایج نشان می‌دهد در هر سه کشور، از بین سه بازیگر اصلی بوم‌سازگان، دولت در جایگاه دوم قرار دارد.

سهم مشارکت صنعت در آمریکا با اختلاف یک درصد از دو کشور دیگر بیشتر است. بیشترین میزان مشارکت دولت، به چین تعلق دارد. ایران از منظر دانشگاه، رتبه اول را کسب نموده و این به معنای دانشگاهی‌تر بودن بوم‌سازگان هوش مصنوعی ایران است؛ به‌خصوص آنکه سهم همکاری نویسندگان خارجی در ایران نیز بیشتر از دو کشور دیگر می‌باشد.

به لحاظ همکاری‌های خارجی، چین در جایگاه سوم قرار گرفته که این می‌تواند با ملاحظه هم‌زمان زبان چینی و بزرگ بودن بوم‌سازگان هوش مصنوعی این کشور تفسیر شود. به‌عبارت دیگر، اگرچه هر دو کشور ایران و چین در انگلیسی‌زبان نبودن مشترک هستند، ایران به علت کوچک‌تر بودن، در مقایسه با چین نیاز بیشتری به همکاری‌های پژوهشی بین‌المللی دارد. شکل شماره (۵) مقادیر دانشگاه، صنعت، دولت و نویسندگان خارجی را به‌صورت درصدی از کل مستندات هر کشور نشان می‌دهد.

http://stim.qom.ac.ir/



شکل ۵ - درصد مشارکت بازیگران در مستندات علمی هوش مصنوعی هر کشور در دو دهه اخیر

در مورد همکاری‌های چندجانبه، در مواردی که پای دولت در میان است، چین در مقایسه با دو کشور دیگر در جایگاه بالاتری قرار دارد و در مواردی که نویسنده خارجی همکاری کرده، کشور ایران رتبه اول را کسب کرده است.

در ادامه به‌منظور بررسی میزان کاهش عدم قطعیت و سطح هم‌افزایی (پورتوگمز و همکاران، ۲۰۱۹) همکاری‌ها، مقدار پارامتر T براساس روابط معرفی‌شده در بخش روش‌شناسی و با نرم‌افزار th.exe (لیدسدورف و همکاران، ۲۰۱۴) محاسبه شد. مقادیر این پارامتر برای ایران، چین و آمریکا در سطح بوم‌سازگان هر کشور به ترتیب ۲۷/۸-، ۵۸/۱- و ۶۹/۸- به‌دست آمد. همان‌طور که در بخش روش‌شناسی ذکر گردید، مقدار آنتروپی همواره در سطح کل سیستم مثبت است و در بهترین حالت صفر خواهد بود. بااین‌حال، در سطح زیرسیستم، روابط هم‌افزا می‌تواند منجر به منفی شدن آنتروپی گردد (لیدسدورف و پارک، ۲۰۱۴). بنابراین، علامت منفی به معنای هم‌افزا بودن همکاری‌ها در هر سه کشور است. بااین‌حال، علی‌رغم نزدیک بودن درصد همکاری‌های دو و چندجانبه هر سه کشور، بین قدرمطلق اندازه‌ها تفاوت وجود دارد. مقدار به‌دست آمده برای چین و امریکا چیزی بیشتر از دو برابر اندازه محاسبه شده برای ایران است و این موضوع سطح هم‌افزایی بیشتر در آن دو کشور را نشان می‌دهد. بالاتر بودن سطح هم‌افزایی به معنای کاهش عدم قطعیت در تعاملات قلمداد می‌شود و بنابراین تفسیر دیگر آن است که تعاملات و همکاری‌های بازیگران با عدم قطعیت بیشتری همراه است. آمریکا در مقایسه با چین نیز در جایگاه برتری قرار دارد. علی‌رغم نزدیکی بسیار زیاد تعداد مستندات کل چین و آمریکا، پیش از این نیز مشاهده شد که آمریکا از منظر میزان اسناد هم در موضع برتری نسبت به چین قرار دارد. این هم‌زمانی بین میزان

http://stim.qom.ac.ir/

اسناد و سطح هم‌افزایی بین همکاری‌ها می‌تواند به‌عنوان یک مسئله تحقیقاتی در بین کشورهای دیگر مورد مطالعه بیشتر قرار گیرد.

در آخرین مرحله، داده‌های دسته‌ها به‌صورت آزمایشی در نرم‌افزار مورد دستکاری قرار گرفت و حالات مختلف بررسی شد. به این صورت که در چندین آزمایش مقدار هر دسته به اندازه ۱۰ واحد تغییر داده شد و مقدار آنتروپی محاسبه گردید. از بین موارد مختلف، تغییر ده واحدی در پژوهش‌های صنعتی، بیشترین میزان بهبود در هم‌افزایی همکاری‌ها را در ایران به همراه داشت. از سوی دیگر، حساسیت نتایج به کاهش مقادیر به‌دست‌آمده نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. از بین دسته‌های مختلف، کاهش مستندات دانشگاهی کم‌ترین میزان تغییر در آنتروپی به‌دست آمده را ایجاد می‌کرد. به این ترتیب می‌توان چنین برداشت نمود که سیاست تحریک صنعت در ورود به پژوهش‌های هوش مصنوعی، بالاترین اثر را در بین بازیگران مختلف به همراه دارد.

۵. بحث

نتایج به‌دست آمده از تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که در تمام کشورهای مورد مطالعه، صنعت و دولت نسبت به دانشگاه، سهم نسبی بسیار کم‌تری در تولیدات علمی هوش مصنوعی داشته‌اند. این نتیجه به معناداری داده‌ها لطمه نمی‌زند و نباید بابت کم بودن مقادیرشان، از آن‌ها صرف‌نظر کرد. باید توجه نمود که حالت مطلوب برای تعداد دستاوردهای تحقیقاتی، برابر بودن تعداد خروجی‌های همه بازیگران نیست، بلکه بوم‌سازگان هوش مصنوعی یک کشور در زمینه فعالیت‌های علمی- پژوهشی نیازمند تلاش متناسب فعالان بخش‌های مختلف است. نقش پژوهش و تولید مستندات علمی، در اصل یک وظیفه دانشگاهی محسوب می‌شود و ورود صنعت و دولت به این عرصه درواقع از جنس ایفای نقش دیگری به‌شمار می‌آید. همچنان‌که اگر مسئله مورد مطالعه تولید محصولات یا سیاست‌گذاری می‌بود، به ترتیب سهم صنعت و دولت بیشتر از دو بازیگر دیگر واقع می‌شد. این مقادیر اگرچه کم است، اما می‌تواند بسیار مفید و ضروری باشد و بوم‌سازگان را متوازن سازد. عدم توازن لازم، موفق‌ترین نظامات توسعه فناوری را از بین می‌برد. یک دانشگاه قوی در کنار صنعت و دولت ضعیف، عمدتاً به خدمت‌رسانی به بیرون از بوم‌سازگان وطنی می‌انجامد؛ چراکه منجر به جذب مؤثر دستاوردهای حاصل نخواهد شد. آنچه این مسئله را بغرنج‌تر می‌سازد، این است که در زمینه هوش مصنوعی نوعی از ناسیونالیسم فناورانه در روندهای جهانی شناسایی شده است که براساس آن متولیان سیاست‌گذاری بوم‌سازگان هوش مصنوعی از هر نوع خروج

http://stim.qom.ac.ir/

سرمایه‌های مادی و معنوی از مرزهای خود و خدمت‌رسانی به دیگر کشورها، به‌شدت جلوگیری می‌کنند (وب[1]، ۲۰۲۱).

ورود به عرصه پژوهش و تعاملات تحقیقاتی دو مقوله‌ای هستند که هرکدام به‌خودی‌خود برای بوم‌سازگان هوش مصنوعی نافع‌اند. دستاوردهای علمی صنعت و دولت حتی اگر به‌صورت همکاری با سایر بازیگران نباشد، یعنی به طور مستقل انجام شود، موجب افزایش ظرفیت جذب و کاهش فاصله‌های شناختی شده و زمینه‌ساز شکل‌گیری تعاملات احتمالی بعدی می‌گردد. بااین‌حال، پژوهش‌های همکارانه چندجانبه به‌واسطه ورود دانش از منابع متعدد و متنوع در زمینه هوش مصنوعی و شکل‌گیری پیوندهای دانشی و اشاعه دستاوردها در سطح بوم‌سازگان، تأثیر بیشتری بر ارتقای ظرفیت نوآوری دارد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در هر سه کشور مورد مطالعه، بیشترین میزان همکاری‌های دوجانبه از بین بازیگران داخلی، مربوط به دانشگاه و دولت است. برخی مطالعات پیشین نیز چنین نتیجه‌ای را در مورد ایران نشان داده بودند (جوکار و مروتی (۱۳۹۵). در مورد صنایع غالباً فعالیت‌های پژوهشی آن‌ها در هوش مصنوعی در پیوند با یک بخش یا صنعت دیگر است و از منظر نیازمندی‌های آن حوزه، به این فناوری می‌نگرند. دسته و پرکمن[2] (۲۰۱۱) هم در مطالعه خود چنین اظهار داشته‌اند که حوزه موضوعی که صنایع در مقام پژوهشی بر آن متمرکز می‌شوند، عمدتاً پیرامون فرمول‌بندی مسائل و نیازمندی‌ها می‌چرخد و درنتیجه ایشان می‌توانند تحقیقات دانشگاهی را به عرصه کاربرد، نزدیک‌تر سازند. به‌علاوه، همکاری بازیگران مختلف موجب تسهیل یادگیری و تبادل دانش در بین آن‌ها می‌شود. مزیت دیگر ورود صنعت و دولت به کارهای پژوهش همچنان که گارتنر و همکاران[3] (۲۰۱۱) اذعان کرده‌اند، فراهم شدن داده از بستر کاربرد است.

در حالی‌که بوم‌سازگان هوش مصنوعی کشور در مراحل ابتدایی شکل‌گیری است، به نظر می‌رسد میزان دستاوردهای پژوهشی این حوزه نسبتاً از سایر کارکردهای بوم‌ساز پیش‌تر باشد. همکاری بخش‌های مختلف کشور در تحقیقات هوش مصنوعی می‌تواند میزان بهره‌برداری و جذب دستاوردها را بیشتر سازد. پژوهش حاضر تلاش نمود همکاری بازیگران اصلی را در این زمینه بین ایران و دو

http://stim.qom.ac.ir/

1. Webb
2. D'Este & Perkmann
3. Gertner & et al.

کشور پیشرو مقایسه نماید. نتایج نشان داد درصد مشارکت صنعت و دولت در ایران نسبت به چین و امریکا کم‌تر است. افزون بر آن سطح هم‌افزایی همکاری‌های علمی هوش مصنوعی دو کشور مذکور نیز به‌مراتب بیشتر از ایران است. این یعنی عدم قطعیت در روابط و تعاملات دانشگاه، صنعت و دولت در سطح بالاتری قرار دارد. آزمایش بر روی داده‌های به‌دست آمده از ایران نشان می‌دهد که در مقایسه با موارد مختلف، افزایش پژوهش‌های صنعتی، اندازه مقدار آنتروپی را به میزان بیشتری تغییر می‌دهد. به‌این‌ترتیب سیاست‌گذاری در این نقطه بالاترین میزان نفوذ و اثر را خواهد داشت. در مقابل، با حفظ مقادیر چندجانبه، در صورت کاهش پژوهش‌های منفرد دانشگاهی، سطح هم‌افزایی کاهش پیدا نخواهد کرد. این نتیجه نیز مؤید سیاست سوق دادن کارکردهای پژوهشی بوم‌سازگان از دانشگاه به سمت سایر بازیگران یا همکاری چندجانبه است.

۶. نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با نگاشت تعاملات بازیگران اصلی، در اقدامی نوآورانه تلاش نمود تا از طریق آزمایش بر روی مقادیر به‌دست آمده، تأثیر افزایش پژوهش‌های دانشگاه، صنعت و دولت بر میزان هم‌افزایی همکاری‌ها را بررسی نماید. همچنین الگوی تعاملات این بازیگران در چین و آمریکا به‌عنوان دو بوم‌سازگان بالغ‌تر نیز به‌منظور مقایسه با ایران استخراج شد. نتایج به‌دست آمده می‌تواند در عرصه عمل، حمایت‌ها و مشوق‌ها را جهت‌دهی نموده و اثربخش‌تر سازد. تحقیقات آتی می‌توانند تعمیم نتایج به‌دست آمده را به سایر حوزه‌های بوم‌سازگان از قبیل میزان ثبت اختراع‌ها یا میزان فروش محصولات و خدمات هوش مصنوعی بررسی کنند. از طرف دیگر، در شرایطی که سطح ورود صنایع و سازمان‌های دولتی به پژوهش‌های هوش مصنوعی کم بوده، بسیار محتمل است که متقابلاً سطح ورود دانشگاه‌ها به تجاری‌سازی ایده‌ها یا موضوعات دولتی و حاکمیتی نیز ناچیز باشد که مطالعات بیشتر را می‌طلبد. پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی نیز مواجه بوده است؛ ازجمله آنکه در بررسی مستندات پژوهشی، بر پایگاه اسکوپوس و زبان انگلیسی تمرکز شد. طبیعتاً ایران و چین پژوهش‌هایی به زبان‌های بومی خود داشته‌اند. بااین‌حال برای حفظ قابلیت مقایسه، نیاز به تعیین معیار یکسان وجود داشت. افزون بر آن حتی آمریکا نیز پژوهش‌هایی داخلی داشته که براساس این معیار حذف شده‌اند. به‌این‌ترتیب، با توجه به آنکه این محدودیت معیار یکسانی برای ورود و پذیرش داده‌ها برای هر سه کشور بود، به اعتبار نتایج نهایی خدشه وارد نمی‌سازد. همچنین داده‌های مورد استفاده در پژوهش حاضر از پایگاه علمی اسکوپوس بوده است. به‌طور طبیعی

http://stim.qom.ac.ir/

صنعت و دولت در مقایسه با دانشگاه، کوشش کم‌تری برای انتشار رسمی دستاوردهای علمی خود دارند. این موضوع شائبه تورش نتایج به سمت دانشگاه را به وجود می‌آورد. علی‌رغم آنکه تحقیق حاضر از ابتدا بر سطح تحقیقات علمی رسمی هوش مصنوعی متمرکز بوده است، این مسئله می‌تواند یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر باشد. با این حال از آنجایی که این محدودیت برای هر سه کشور وجود دارد، در اعتبار نتایج خللی ایجاد نمی‌کند.

پیشنهاد این پژوهش برای تحقیقات آتی تحلیل تعامل بازیگران اصلی با تمرکز بر سایر پایگاه‌ها همچون آرشیو[1] یا تعداد حق اختراع ثبت شده توسط هر یک از بازیگران اصلی می‌باشد. مطالعه سطح همکاری‌ها با تمرکز بر پژوهش‌های صرفاً داخلی می‌تواند به‌عنوان یک موضوع تحقیقاتی دیگر، ابعاد جدیدی از تعاملات بازیگران را روشن نماید.

۷. قدردانی

پژوهش حاضر توسط تیم دیده‌بان هوش مصنوعی واقع در مرکز تحقیقات هوش مصنوعی شرکت دانش‌بنیان پارت انجام شد. 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 نمایند.

/http://stim.qom.ac.ir

1. Arxiv.org

منـــابـــع

جوکار، ط.، مروتی، م. (۱۳۹۵). بررسی وضعیت روابط دانشگاه، صنعت و دولت در تولیدات علمی براساس مدل مارپیچ سه‌گانه. *سیاست علم و فناوری*، ۹(۳): ۷۱-۸٤.

سبحانی، ف.، ابراهیمی، س.، جوکار، ع. (۱۳۹٦). ارتباطات علمی دانشگاه، صنعت و دولت در ایران براساس مدل مارپیچ سه‌گانه در حوزه کشاورزی. *پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی*، ۲۳(۳): ۴۱-۲۱.

عباداله، ج.، شریف مقدم، ه.، ضیائی، ث. (۱۳۹۸). بررسی تطبیقی تولیدات علمی نمایه شده کشورهای ایران و ترکیه در رابطه با رایانش ابری در پایگاه استنادی وب آو ساینس. *علوم و فنون مدیریت اطلاعات*، ۵(۱): ۱٦۳-۱۸۷.

فرزین یزدی، م.، رضایی شریف‌آبادی، س. (۱۳۹۶). بررسی تولیدات علمی حوزه موضوعی هوش مصنوعی در کشورهای خاورمیانه طی سال‌های ۱۹۹٦ تا ۲۰۱٤. *پژوهشنامه علم‌سنجی*، ۳(٦): ۹۷-۱۱٤.

References

Abedi, H., Babalhavaeji, F. & Hassanzadeh, M. (2018). Synergy in the Iranian innovation systems at regional and national levels in the Triple-Helix context. *International Journal of Information Science and Management (IJISM)*, 16(1).

Bergek, A. & et al. (2015). Technological innovation systems in contexts: Conceptualizing contextual structures and interaction dynamics. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 16: 51-64. **DOI:** https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.07.003

Cai, Y. & Etzkowitz, H. (2020). Theorizing the Triple Helix model: Past, present, and future. *Triple Helix*, 7(2-3): 189-226.

Champenois, C. & Etzkowitz, H. (2018). From boundary line to boundary space: The creation of hybrid organizations as a Triple Helix micro-foundation. *Technovation*, 76: 28-39.

Cheng, Y., Liu, Y., Fan, W., Yan, Z. & Ye, X. (2019). Triple helix on globalization: A case study of the China International Nanotech Innovation Cluster. *Information Development*, 35(2): 272-289.

D'este, P. & Perkmann, M. (2011). Why do academics engage with industry? The entrepreneurial university and individual motivations. *The Journal of Technology Transfer*, 36(3): 316-339.

Dwivedi, Y.K. & et al. (2021). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57: 101994.
DOI: https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002

Ebadollah, J., Sharif Mogadam, H. & Ziaei, S. (2019). Comparative study of scientific products indexed by Iran and Turkey in relation to cloud computing in Web of Science. *Science and Techniques of Information Management*, 5(1): 163-178. [in persian]

Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. (1995). The Triple Helix--University-industry-government relations: A laboratory for knowledge based economic development. *EASST review*, 14(1): 14-19.

Farzin Yazdi, M. & Rezaei 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. [in persian]

Fosso Wamba, S., Bawack, R.E., Guthrie, C., Queiroz, M.M. & Carillo, K.D.A. (2021). Are we

http://stim.qom.ac.ir/

preparing for a good AI society? A bibliometric review and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 164: 120482.
DOI :https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120482

Gao, F., Jia, X., Zhao, Z., Chen, C.-C., Xu, F., Geng, Z., & Song, X. (2021). Bibliometric analysis on tendency and topics of artificial intelligence over last decade. *Microsystem Technologies*, 27(4): 1545-1557. **DOI:** https://doi.org/10.1007/s00542-019-04426-y

Gazni, A., Sugimoto, C.R. & Didegah, F. (2012). Mapping world scientific collaboration: Authors, institutions, and countries. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(2): 323-335.

Gertner, D., Roberts, J. & Charles, D. (2011). University-industry collaboration: a CoPs approach to KTPs. *Journal of knowledge management*, 15(4): 625-647.

Granstrand, O. & Holgersson, M. (2020). Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. *Technovation*, 90-91: 102098.
DOI: https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.102098

Hekkert, M.P., Suurs, R.A.A., Negro, S.O., Kuhlmann, S. & Smits, R.E.H.M. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4): 413-432.
DOI: https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002

Hood, W.W. & Wilson, C.S. (2001). The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. *Scientometrics*, 52(2): 291-314.

Jowkar, T. & Morovati, M. (2016). Triple helix of University-Industry- Government in the Scientific Articles of Iran. *Journal of Science & Technology Policy*, 9(3): 71-84. [in persian]

Jowkar, T. & Vara, N. (2020). The triple helix of university, government and industry in the field of veterinary science in Iran: Comparison of ISC and WOS publications. *International Journal of Information Science and Management (IJISM)*, 18(1): 73-91.

Kaplan, A. & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1): 15-25.

Kwon, K.-S., Park, H.W., So, M. & Leydesdorff, L. (2012). Has globalization strengthened South Korea's national research system? National and international dynamics of the Triple Helix of scientific co-authorship relationships in South Korea. *Scientometrics*, 90(1): 163-176.

Leydesdorff, L. & Park, H.W. (2014). Can synergy in Triple Helix relations be quantified? A review of the development of the Triple Helix indicator. *Triple Helix*, 1(1): 1-18.

Leydesdorff, L. (2003). The mutual information of university-industry-government relations: An indicator of the Triple Helix dynamics. *Scientometrics*, 58(2): 445-467.

Leydesdorff, L. (2021). *Evolutionary and Institutional Triple Helix Models.* In: The Evolutionary Dynamics of Discursive Knowledge (pp. 89-113). Springer.

Leydesdorff, L., Park, H.W. & Lengyel, B. (2014). A routine for measuring synergy in university–industry–government relations: Mutual information as a Triple-Helix and Quadruple-Helix indicator. *Scientometrics*, 99(1): 27-35.

Liu, N., Shapira, P. & Yue, X. (2021). Tracking developments in artificial intelligence research:

/http://stim.qom.ac.ir

constructing and applying a new search strategy. *Scientometrics*, 126(4): 3153-3192. **DOI:** https://doi.org/10.1007/s11192-021-03868-4

Massaro, M., Handley, K., Bagnoli, C. & Dumay, J. (2016). Knowledge management in small and medium enterprises: a structured literature review. *Journal of knowledge management*, 20(2): 258-291.

Porto-Gomez, I., Zabala-Iturriagagoitia, J.M. & Leydesdorff, L. (2019). Innovation systems in México: A matter of missing synergies. *Technological Forecasting and Social Change*, 148: 119721. **DOI:** https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119721

Russell, S.J. & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach. Pearson*. Available at: https://books.google.com/books?id=B4xczgEACAAJ.

Shin, J.C., Lee, S.J. & Kim, Y. (2012). Knowledge-based innovation and collaboration: a triple-helix approach in Saudi Arabia. *Scientometrics*, 90(1): 311-326.

Singh, V.K., Singh, P., Karmakar, M., Leta, J. & Mayr, P. (2021). The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis. *Scientometrics*, 126(6): 5113-5142. **DOI:** https://doi.org/10.1007/s11192-021-03948-5

Sobhani, F., Ebrahimi, S. & Jowkar, A. (2017). Scientific interactions between university, industry and government in the field of agriculture in Iran: based on Triple Helix Model. *Institute for Research and Planning in Higher Education*, 23(3): 21-41. [in persian]

Web of Science. (2022). Available at: https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/web-of-science/

Webb, A. (2021). 2021 Tech Trends Report. F. T. Institute. Available at: https://futuretodayinstitute.com/trends/

WIPO. (2019). WIPO Technology Trends 2019 – Artificial Intelligence. G. W. I. P. Organization. Available at: https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4386

Yang, S., Yuan, Q. & Dong, J. (2020). Are Scientometrics, Informetrics, and Bibliometrics Different? *Data Science and Informetrics*, 1(01): 50.

Zhang, X., Wang, X., Zhao, H., Ordóñez de Pablos, P., Sun, Y. & Xiong, H. (2019). An effectiveness analysis of altmetrics indices for different levels of artificial intelligence publications. *Scientometrics*, 119(3): 1311-1344. **DOI:** https://doi.org/10.1007/s11192-019-03088-x

http://stim.qom.ac.ir/