دو فصلنامه علمی
فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران

سال پانزدهم، شماره ۵۷ و۵۸ ، پاییز و زمستان ۱۴۰۲
صفحات:۱۳۸ الی ۱۵۲

Artifacts and Producers Mapping of Iran's Artificial Intelligence Ecosystem based on Transformational Levels

Hamed Ojaghi[*], Iman Zohoorian Nadali [**], Fatemeh Soleymani Roozbahani[***]

[*]Ph.D. in Technology Management, Part Co. AI Research Center, Tehran, Iran
[**] Ph.D. in Management, Part Co. AI Research Center, Tehran, Iran
[***] Ph.D. in Information Technology Management, Part Co. AI Research Center, Tehran, Iran

Abstract

As an emerging technological field, artificial intelligence has received increasing attention from companies and governments. The development of artificial intelligence both at business and country levels depends on knowing the current situation. This paper identifies the artifacts and producers presented in this field and maps them to transformational levels. Products/services and producers are achieved through capabilities provided by artificial intelligence. Then, based on the classification methodology and meta-characteristics, the transformational levels of the artifacts of Iran's artificial intelligence ecosystem have been extracted. 562 products/services were identified, which were offered by 112 companies. Machine vision and natural language processing have been at the top of the technologies used, with 44 and 27 percent of the products allocated to them, respectively. Artifacts and producers were classified into seven transformative levels: individual, organization, industry, electronic chip/hardware, society, platform, code/algorithm/library, and infrastructure. Iran's artificial intelligence productions have not grown in a balanced way. The three levels of platform, code/algorithm/library, and infrastructure as the main generator of other artificial intelligence products/services have had the lowest amount of production. It is suggested that a specialized marketplace for the supply of artificial intelligence application programming interfaces should be put on the agenda to stimulate the formation of the ecosystem.

Keywords: Artificial intelligence, disruptive innovation, transformation, ecosystem, artifacts, Producers

نگاشت نقشه مصنوعات و تولیدکنندگان زیست‌بوم هوش مصنوعی ایران بر مبنای گستره تحول‌آفرینی

حامد اجاقی*×، ایمان ظهوریان نادعلی **، فاطمه سلیمانی روزبهانی***

*دکترای مدیریت تکنولوژی، دانشگاه تهران، مرکزتحقیقات هوش مصنوعی، شرکت پارت، تهران

** دکترای مدیریت، دانشگاه ناپل ایتالیا، مرکزتحقیقات هوش مصنوعی، شرکت پارت، تهران

*** دکترای مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، مرکزتحقیقات هوش مصنوعی، شرکت پارت، تهران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۰

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

هوش مصنوعی به‌عنوان یک حوزه فناورانه نوظهور مورد توجه روزافزون شرکت‌ها و حکمرانان قرار گرفته است. توسعه هوش مصنوعی هم در سطح کسب‌وکار و هم در سطح سیاست‌های کلان کشور در گرو شناخت و ضعیت موجود قرار دارد. پژوهش حاضر به‌دنبال شناسایی مصنوعات ارائه شده در این حوزه و افراز آن‌ها به سطوح تحول‌آفرینی از قبیل فردی، سازمانی، صنعتی و... است. این تحقیق از طریق قابلیت هایی که هوش مصنوعی می‌تواند ایجاد کند به شناسایی محصولات و خدمات عرضه شده در کشور و تولیدکنندگان آنها می‌پردازد. سپس برمبنای روش شناسی طبقه‌بندی و اتکا به مشخصه کلیدی دسته‌ها، گستره‌های تحول‌آفرینی مصنوعات زیست‌بوم هوش مصنوعی ایران را استخراج می‌نماید.۵۶۲ محصول/خدمت دارای قابلیت هوش مصنوعی شناسایی گردید که توسط ۱۱۲ شرکت عرضه شده‌اند. بینایی ماشین و پردازش زبان طبیعی به‌ترتیب با اختصاص ۴۴ و ۲۷ درصد از تولیدات به خود در صدر فناوری‌های مورد استفاده بوده‌اند. مصنوعات و تولیدکنندگان در هفت گستره تحول‌آفرینی شامل فردی، سازمانی، صنعت، تراشه الکترونیکی/سخت‌افزار، جامعه، پلتفرم، کد/الگوریتم/کتابخانه و زیرساخت دسته‌بندی شده‌اند. تولیدات هوش مصنوعی ایران به‌صورت متوازن رشد ننموده است. سه سطح پلتفرم، کد/الگوریتم/کتابخانه و زیرساخت به‌عنوان هسته اصلی مولد سایر محصولات و خدمات هوش مصنوعی کمترین میزان تولیدات را داشته‌اند. پیشنهاد شده یک بازارگاه تخصصی برای عرضه مشترک رابط‌های برنامه‌نویسی هوش مصنوعی به‌منظور تحریک شکل‌گیری زیست‌بوم در دستورکار قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: هوش مصنوعی، نوآوری برهم‌زننده، تحول‌آفرینی، زیست‌بوم، مصنوعات، تولیدکنندگان

× نویسنده مسئول: حامد اجاقی hamed_ojaghi@ut.ac.ir

۱. مقدمه

پیشرفت هوش مصنوعی در سال‌های اخیر خبر از تحولی نوین از جنس انقلاب‌های صنعتی و اطلاعاتی می‌دهد که تغییرات گسترده ای در تمام جنبه‌های جامعه و زندگی ایجاد کردند [۱]. تصور بر این است که به‌کارگیری هوش مصنوعی در هر زمینه‌ای موجب تغییر و تحولات جدی در آن حوزه می‌گردد. اگر چنین باشد ورود این فناوری به صنایع، اقتصاد و به‌طورکلی نظام حکمرانی کشور موجب ایجاد جهش در توسعه‌یافتگی خواهد شد. این چشم‌انداز حکمرانان جوامع مختلف را برانگیخته تا به اتخاذ سیاست‌های محرک در این زمینه روی آورند و میزان بهره‌برداری و اثرگذاری این فناوری را گسترده‌تر سازند. بااین‌حال ازجمله عارضه‌هایی که از سال‌ها پیش یعنی ابتدای معرفی هوش مصنوعی گریبان گیر آن بوده، انتظارات غیرواقعی از این فناوری است [۲]. ظرفیت تحول‌آفرینی[۲] هوش مصنوعی اگرچه به‌صورت بالقوه زیاد است اما تا هنگامی‌که بر مبنای ایجاد یک کاربرد، در ترکیب با سایر فناوری‌ها در قالب یک محصول یا یک خدمت فعلیت نیابد مشخص نیست تا چه حد تأثیرگذاری دارد. این یعنی دامنه تحول آفرینی هوش مصنوعی مقید به پیکره ایست که در آن قرار می گیرد ظرفیت تحول‌آفرینی[۳] هوش مصنوعی اگرچه به‌صورت بالقوه زیاد است اما تا هنگامی‌که بر مبنای ایجاد یک کاربرد، در ترکیب با سایر فناوری‌ها در قالب یک محصول یا یک خدمت فعلیت نیابد مشخص نیست تا چه حد تأثیرگذاری دارد. این یعنی دامنه تحول آفرینی هوش مصنوعی مقید به پیکره ایست که در آن قرار می گیرد. اساساً هوش مصنوعی نه یک فناوری مشخص بلکه یک حوزه فناورانه است که بسته به اهداف کاربردی مختلف در محصولات و خدمات عینیت می‌یابد.

ازاین‌روی تحول‌آفرینی هوش مصنوعی در صنایع و اقتصاد به واسطه محصولات و خدمات مبتنی بر این فناوری صورت می‌گیرد. هنگامی‌که یک محصول توانمند شده با هوش مصنوعی جایگزین یک راه‌حل قدیمی می شود محدوده‌ای از سیستم‌های اقتصادی اجتماعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد امروزه انواع مختلفی از این نوع محصولات در سطح دنیا عرضه می شوند. ازاین‌روی تحول‌آفرینی هوش مصنوعی در صنایع و اقتصاد به‌واسطه محصولات و خدمات مبتنی بر این فناوری صورت می‌گیرد. هنگامی‌که یک محصول توانمند شده با هوش مصنوعی جایگزین یک راه‌حل قدیمی می شود محدوده‌ای از سیستم‌های اقتصادی اجتماعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. امروزه انواع مختلفی از این نوع محصولات در سطح دنیا عرضه می‌شوند. بااین‌حال میزان اثرگذاری و قابلیت تحول آفرینی همه این محصولات یکسان نیست. به‌علاوه ممکن است به هر دلیل همه سطوح به صورت متوازن توسعه نیافته باشند و به‌طور طبیعی زمینه‌هایی که کمتر مورد توجه قرار گرفته و کمتر رشد یافته‌اند بااهمیت‌تر بوده و توجه بیشتر شرکت‌ها، مدیران، سیاست گذاران و هدایت‌کنندگان اکوسیستم را می‌طلبد. با آگاهی و شناخت سطوح تحول‌آفرینی محصولات و خدمات ارائه شده تصمیم‌گیری‌ها و اقدامات صورت گرفته برای توسعه هوش مصنوعی در کشور اثربخش‌تر خواهد بود. شواهد نشان می‌دهد تعداد شرکت‌های فعال در زمینه هوش مصنوعی و تنوع محصولی آن‌ها در کشور ما کم نیست. بااین‌حال اطلاعی از انواع این محصولات در دسترس وجود ندارد.

پژوهش حاضر تلاش می‌کند با مفهوم‌سازی دامنه تحول محصولات توانمند شده با هوش مصنوعی، اکوسیستم در حال شکل گیری این فناوری در ایران را از منظر مصنوعات و تولیدکنندگان مطالعه نماید. این مفهوم‌سازی در بین محققان مسبوق به سابقه نبوده و یک تلاش تحقیقاتی بدیع است. از سوی دیگر دستیابی به چنین شناختی درباره مصنوعات و تولیدکنندگان یک زیست‌بوم برای اتخاذ اقدامات دارای بیشترین اثربخشی اهمیت حیاتی دارد. عواقب نادیده گرفتن محصولات و خدمات تحول‌آفرین می‌تواند فاجعه‌بار باشد. سطوح مختلف تحول‌آفرینی واکنش‌های متفاوتی را طلب می‌کنند. نگاشت آرایش محصولات مبتنی بر هوش مصنوعی در کشور مشخص می سازد کدام حوزه‌ها دارای توانمندی بیشتر و مازاد ظرفیت است و کدام سطوح نحیف‌تر بوده و نیازمند توجه بیشتر می‌باشد.

برای دستیابی به این هدف سؤال اصلی پژوهش حاضر بدین صورت تدوین می‌شود که نقشه محصول و خدمات هوش مصنوعی عرضه شده در کشور به لحاظ سطوح تحول‌آفرینی به چه صورت است؟. ارزش ایجاد شده در پژوهش حاضر شامل سه جنبه است. اول اینکه طیف کاملی از محصولات و خدمات مبتنی بر هوش مصنوعی که در ایران ایجاد شده است را شناسایی می‌کند؛ کاری که پیش‌ازاین انجام نشده است. دوم بر مبنای تجزیه تحلیل مشخصه کلیدی محصولات یک طبقه‌بندی از آن‌ها ایجاد می شود. سوم آنکه بر مبنای نقشه استخراج شده دلالت‌های کسب‌وکاری و سیاستی در زمینه زیست‌بوم هوش مصنوعی کشور ارائه می‌شود.

۲. مبانی نظری

تعیین اینکه یک فناوری، محصول یا خدمت در چه سطحی باعث تغییر در زیست‌بوم می شود هم برای شرکت‌ها و هم برای سیاست گذاران فناوری می‌تواند بسیار مهم باشد. محققان از این منظر

[۲] transformation

[۳] transformation

نوآوری‌ها را هرچند با اصطلاحات مختلف در دو دسته تقسیم می کنند [۳]: (۱) فناوری‌های انقلابی، ناپیوسته، مرزشکن[۱]، رادیکال، نوظهور یا مرحله‌ای؛ (۲) فن‌آوری‌های تکاملی، پیوسته، افزایشی. اولین مطالعات برجسته در این زمینه به نظریات شومپیتر[۲] [۴] باز می‌گردد. او مفهوم تخریب خلاقانه را به معنای منسوخ شدن فناوری ها توسط نوآوری‌های برهم‌زننده مطرح کرد. یک ابتکار موفقیت آمیز در محصولات، فرایندها، مواد خام یا راه‌حل‌های سازمان‌دهی تجارت انبوهی از مقلدان را جذب می‌کند. به‌علاوه ممکن است اثرات ضربه‌ای به همراه داشته باشد یعنی باعث ایجاد نوآوری‌های مکمل دیگر بشود. چنین رفتاری توضیح می‌دهد که چرا نوآوری‌ها سلسله‌وار در خوشه‌ها به وجود می‌آیند. بزرگ‌ترینِ این خوشه‌ها انقلاب‌های فناورانه را تشکیل می سازند که نه‌تنها بر صنایع منفرد بلکه بر کل ساختار صنعت و بافت جامعه تأثیر می‌گذارد.

نگاه شومپیتر به تحول نوآورانه در معنای انقلاب فناورانه مورد توجه محققان بعدی قرار گرفت (به‌طور مثال فریمن[۳] در توسعه نظام نوآوری [۵]) و هنوز هم ادامه دارد(به‌طور مثال بودروژیچ و اس آدلر[۴] در مطالعه تحول دیجیتال [۶]). در تفکر شومپیتری به‌جای اینکه همه تغییرات فناورانه در یک «انقلاب صنعتی» بزرگ دیده شود امواج مختلف مشاهده و ردیابی می‌گردند. دامنه تحولات یک تغییر فناورانه ابتدا در یک یا چند کشور پیشرو گسترده می شود و به تدریج کل جهان را دربر می‌گیرد(به‌طور مثال برق و بخار در انگلستان و فولاد در آمریکا و آلمان).

اواخر قرن بیستم تغییر و تحولات فناورانه در پی یک مطالعه که باور و کریستینسن[۵] [۷] انجام دادند، دوباره(در سطحی پایین‌تر از انقلاب فناورانه) در کانون توجه محققان قرار گرفت. آن ها با بررسی صنعت درایو دیسک سخت[۶] مشاهده کردند که وقتی فناوری های جدید عملکرد بالاتری را ارائه می‌دهند راه حل های فعلی صنعت شکست می‌خورند. این شکست به ظهور«فناوری‌های برهم‌زننده»[۷] نسبت داده شد و بعداً به «نوآوری‌های برهم‌زننده » [۸] تغییر نام یافت. همچنان که اشاره شد مهم‌ترین وجه تمایز رویکرد نوآوری برهم‌زننده با انقلاب‌های فناوری تفاوت در گستره تغییرات بود. درواقع اگرچه مفهوم تخریب خلاقانه شومپیتر تغییرات فناوارنه در سطح صنایع و شرکت‌ها را نیز دربر می‌گرفت اما در آن مقطع عمدتاً تحلیل انقلاب‌های فناورانه در سطح جهانی برجسته شد. مطالعات کریستینسن و همکارانش بار دیگر اهمیت تغییر و تحولات فناورانه در سطح کسب‌وکارها را مطرح نمود.

علاوه بر تفاوت در گستره اثرپذیری، موضوع مطالعه تغییرات نیز به‌تدریج از فناوری های کلی به محصولات، خدمات و حتی نوآوری‌های اجتماعی [۹] نیز سرایت کرد. کورسی و دی‌مینین[۸] بعد جغرافیایی را به نظریه نوآوری برهم‌زننده افزوده‌اند [۱۰]. آن‌ها استدلال کرده‌اند که اثر تغییر و تحولات محصولات و خدمات جدید در اقتصادهای نوظهور نسبت به کشورهای توسعه‌یافته متفاوت است [۱۱].

ویژگی برهم‌زننده بودن نوآوری ها نیز در بین محققان تا حدودی دستخوش تلطیف شد. مفهوم تخریب به‌طورکلی زمانی قابل اطلاق است که نوآوری بر شالوده‌ها و شایستگی‌های فعلی بنا نهاده نمی شود و مسیر تکامل فناوری را دچار ناپیوستگی می سازد. بااین‌حال این مفهوم نسبی بوده و کریستینسن در مطالعات بعدی خود اذعان می‌کند که ازجمله اصلاحات صورت گرفته در نظریه نوآوری برهم‌زننده ادراک نسبی بودن اختلال است [۱۱]. اساساً نوآوری به گونه‌ایست که ماهیت نسبی و پیوسته (در مقابل گسسته) دارد. به همین دلیل در طول سال‌های گذشته مشاهده می‌کنیم که پژوهشگران از مفهوم نوآوری برهم‌زننده در ترادف با هر تغییر و تهدید جدید فناورانه [۱۱] استفاده کرده‌اند. کینگ و بااتارتوخ[۹] ضمن برشمردن ۷۷ محصول و خدمت به‌عنوان نمونه‌هایی از نوآوری برهم‌زننده تصریح کرده‌اند که کمتر نظریه مدیریتی تا این حد مورد استفاده پژوهشگران قرار گرفته است [۱۲]. این مسئله تحت تأثیر نسبی بودن مفهوم تخریب قرار دارد و هر چه از سطح انقلاب فناورانه به سطوح جزئی‌تر فاصله بگیریم میزان برهم‌زننده بودن به‌راحتی قابل تشخیص نیست.

پذیرش نسبیت مفهوم نوآوری برهم‌زننده، گستره‌ای که تحت تأثیر قرار می‌گیرد را مهم‌تر می‌سازد. آترباک و آسی[۱۰] اهمیت فناوری های برهم‌زننده را نه در این واقعیت که آن ها جایگزین محصولات موجود می‌شوند، بلکه در توانایی آن‌ها برای گسترش بازارهای جدید تشخیص داده‌اند [۱۳]. توروگسا و اودونوهو[۱۱] با بررسی نشریات با استناد بالا بحث نموده‌اند که تحقیقات مربوط به نوآوری-مدیریت دانش به سمت نوآوری تحول‌آفرین سوق پیدا کرده اند [۱۴]. فیض و همکاران نیز در پژوهش خود تحول‌آفرینی نوآوری را به‌جای تخریب‌کنندگی بررسی کرده‌اند [۱۵].

سن[۱۲] در یک مطالعه به بحث پیرامون تحول‌آفرینی تحقیقات و نوآوری‌ها و مفهوم رادیکال پرداخته است [۱۶]. بررسی مطالعه او

---

[۱] breakthrough
[۲] Schumpeter
[۳] Freeman
[۴] Bodrožić & S. Adler
[۵] Bower and Christensen
[۶] Hard Disk Drive Industry
[۷] Disruptive
[۸] Corsi & Di Minin
[۹] King & Baatartogtokh
[۱۰] Utterback & Acee
[۱۱] Torugsa & O'Donohue
[۱۲] Sen

نشـــان می‌دهد که او تخریب را به تغییر در فناوری باز می‌گرداند و تحول را به تغییر در اقتصـــاد، جامعه یا بســـتری که نوآوری در آن محقق می‌شـــود. به عبارت دیگر اگر از منظر شـــالوده‌های فناورانه بنگریم موضـــوع اختلال قابل‌تعریف و پیگیری اســـت و اگر از منظر گســـتره‌ای که تحت تأثیر قرار می‌گیرد به مطالعه بپردازیم تحول آفرینی رساتر خواهد بود.

برخی از پژوهشـگران گسـتره تحول‌آفرینی را از منظر انتشـار بررســـی کرده‌اند. لورباخ و همکاران[1] با تعریف تحول‌آفرینی به‌عنوان محصولات، فعالیت‌ها و ایده‌هایی که رژیم‌های فعلی را به چالش می کشند تو سعه و انت شار نوآوری‌های تحول‌آفرین را برر سی کرده‌اند [۱۷]. بر اســـاس این تحقیق درحالی‌که برخی اصـــول نوآوری‌های تحول‌آفرین جهانی هســـتند پذیرش و ترجمان اصـــول اصـــلی تحت تأثیر زمینه خاص و محلی اتفاق می‌افتد. هو[2] نیز از منظر انتشـــار فناوری به مطالعه دســـته‌های پذیرنده نوآوری پرداخته اســـت. او اســـتدلال کرده که گروه‌های پذیرنده دارای ویژگی‌ها و اندازه‌های مختلفی هستند و نقش مهمی در فرآیند انتشار دارند [۱۸].

آندره و همکاران[3] در یک پژوهش مشـــابه کلاس‌های مختلفی برای فناوری‌های دیجیتال ارائه کرده‌اند. آن‌ها با مبنا قرار دادن یک تعریف از فناوری‌های دیجیتال و بهره‌گیری از یک درخت تصـــمیم (پروتکل) فناوری‌های مرتبط را شـــناســـایی کرده‌اند. کلاس‌های به‌دست‌آمده شـامل: اتصـال (فناوری G۵ یا بلوتوث)، ذخیره‌سـازی (فناوری های ابری)، تجز یه‌وتحلیل (هوش مصـــنوعی)، ســـا خت (فناوری‌هایی که یک خروجی قابل اندازه‌گیری فیزیکی بر اســـاس داده‌های دیجیتال ایجاد می‌کنند)، تجسـم (به‌طور مثال محصـولات مبتنی بر واقعیت افزوده)، تعامل (کلاس فناوری تعاملی شامل تمام فناوری‌های دیجیتالی است که هم برای ایجاد و هم برای استفاده از داده‌های دیجیتال مناسب هستند. به‌عنوان مثال، یک تبلت می‌تواند هم توســـط انســـان برای واردکردن اطلاعات برای ایجاد داده‌های دیجیتال و هم برای نمایش اطلاعات روی د ستگاه ا ستفاده شود)، رابط H2M (رابط‌های کاربری بین انسان و ما شین) و حسگر(انواع حسگرها که کمیت‌های فیزیکی را به داده بر می‌گردانند. [۱۹]

یک م طالعه با تمرکز بر حوزه انرژی انواع محصـــولات و پلتفرم‌های بازخورد را بر اســـاس ویژگی‌های ســـخت‌افزار، ارتباطات، کنترل، نمایش و جمع‌آوری داده‌ها در نه دسته (۱) پلتفرم اطلاعات، (۲) پلتفرم مدیریت، (۳) مانیتور دســـتگاه، (۴) نمایشـــگر بار، (۵) نمایشگر شبکه، (۶) نمایشگر حسگر، (۷) حسگر شبکه، (۸) شبکه مدیریت بسته و (۹) شبکه مدیریت باز افراز نموده است [۲۰]

یکی دیگر از معدود مطالعات م شابه به طبقه‌بندی فناوری‌های حوزه فناوری اطلاعات بر اســـاس دســـته‌بندی SMAC[4] پرداخته است [۲۱]. ر سانه‌های اجتماعی (S) نحوه ارتباط و تعامل شرکت‌ها در داخل و خارج از مرزهای شـــرکت را تغییر می‌دهد. فناوری‌های تلفن همراه (M) محدودیت زمانی و محلی د سترسی به اطلاعات را کاهش می‌دهد و تعامل بازیگران مختلف، مســـتقل از مکان و زمان می‌شـــود. فناوری‌های تجز یه‌وتحلیل (A) منعکس کننده مواردی (مثلاً هوش مصنوعی) است که برای تولید اطلاعات جدید بر اساس داده‌های موجود اســـتفاده می‌شـــود. فناوری‌های رایانش ابری (C) ذخیره‌سازی و دسترسی انعطاف‌پذیر به برنامه‌ها و داده‌ها را تضمین می‌کند.

اشـیا هوشـمند را طبقه‌بندی نموده‌اند. در این تحقیق اشـیاء هوشـمند برحسـب درجه فعال بودن در ۵ سـطح در نظر گرفته شده‌اند. سطح یک ح سگرهای غیرفعال با حداقل عملکرد (حافظه خواندن/نو شتن، کد هویت منحصربه‌فرد) ه ستند. سطح دو ا شیای غیرفعال با قابلیت‌های ا ضافی، مانند ویژگی‌های امنیتی پی شرفته را شامل می شود. سطح سه ح سگرهای نیمه غیرفعال و دارای یک باتری برای تغذیه بخش منطقی مدار است و محدوده خواندن بهبود یافته را در مقایسه با سطوح یک و دو را فراهم می‌کند. سطح چهار علاوه بر باتری دارای عملکردهای اضافی مانند تشخیص دست‌کاری ا ست. آن‌ها همچنین ممکن ا ست بتوانند م ستقیماً با سایر ا شیای ســـطح چهار ارتباط برقرار کنند. ســـطح پنج توانمندی کافی برای فعال کردن ســـایر اشـــیاء را دارند و عموماً به شـــبکه‌های پشـــتیبان متصل هستند [۲۲].

جمع‌بندی مبانی نظری و پیشـــینه پژوهش نشـــان می‌دهد همواره تغییرات ایجاد شده تو سط فناوری‌ها و نوآوری‌ها مورد توجه پژوهشـگران بوده اسـت. هنگامی که از منظر شـالوده‌های فناورانه و خط سیر رشد به تغییرات نگریسته شده موضوع مورد توجه، سطح اختلال یا تخریب نوآوری می‌باشـد. هنگامی‌که بافت مقصـد نوآوری که تحت تأثیر قرار می‌گیرد موضـوع مورد مطالعه قرار دارد در قالب مفهوم تحول‌آفرینی چارچوب‌بندی می‌شـــود. درحالی‌که تحقیقات قبلی از جنبه‌های مختلف تخریب نوآورانه را مطالعه کرده‌اند توجه بســـیار کمتر اما رو به رشـــدی [۱۴] به تحول‌آفرینی شـــده اســـت. پژوهش حاضـــر تلاش می‌کند با تمرکز بر تحول‌آفرینی در زمینه محصولات و خدمات هوش مصنوعی به کاهش شکاف تحقیقات این حوزه کمک نماید.

در پژوهش حاضـــر حوزه فناورانه هوش مصـــنوعی از منظر رویکرد زیست‌بوم مورد توجه قرار گرفته ا ست. این رویکرد در سال ۱۹۹۳ توسط مور از حوزه زیست‌شناسی وام گرفته شد و واردحوزه

[1] Loorbach et al.
[2] Ho
[3] Andre et al.
[4] Social media, Mobile technologies, Analytics technologies, Cloud computing

کسب‌وکار گردید [۲۳]. درواقع زیست‌بوم را می‌توان یک لنز مفهومی در نظر گرفت که به تعاملات حیات گونه اشاره دارد. اطلاق زیست‌بوم در زمینه نوآوری ناشی از خصوصیت هم‌تکاملی نوآوری در بین موجودیت‌های مختلف است. گرنستراند و هولگرسون[۱] اجزای اصلی زیست‌بوم نوآوری را بازیگران، فعالیت‌ها و مصنوعات دانسته‌اند که بر بستر محیط نهادی تکامل می‌یابند [۲۴]. بر این مبنا پژوهش حاضر قلمرو مطالعاتی خود را بر مصنوعات و بخشی از بازیگران یعنی تولیدکنندگان زیست‌بوم هوش مصنوعی محدود می‌نماید و تلاش می‌کند یک طبقه‌بندی از گستره تحول‌آفرینی مصنوعات عرضه‌شده و تولیدکنندگان در زیست‌بوم هوش مصنوعی ایران استخراج کند.

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر برای نگاشت نقشه گستره‌های تحول‌آفرینی مصنوعات و تولیدکنندگان زیست‌بوم هوش مصنوعی ایران به لحاظ فلسفی بر عمل‌گرایی تکیه دارد چراکه از مبانی متعدد بهره می گیرد. در مرحله استخراج داده‌ها یعنی شناسایی محصول و خدمات هوش مصنوعی تلاش شده همچون مکاتب اثبات‌گرا از معیارهای عینی استفاده گردد. درعین‌حال در مرحله تجزیه تحلیل داده‌ها به منظور شناخت و تفکیک دسته‌ها، به کمک خبرگان این حوزه انتزاع مفهومی صورت گرفته است. داده‌های استفاده‌شده از نوع کیفی هستند و لذا برای کاهش قضاوت‌های ذهنی و افزایش اعتبار تلاش شده فرایند پژوهش و ملاک‌های تشخیص محصولات و خدمات مبتنی بر هوش مصنوعی و نحوه تفکیک دسته‌ها به‌وضوح تشریح گردد تا امکان بازتولید وجود داشته باشد. رویکرد توسعه نظریه از طریق تکرار موارد هر دسته و اشباع نظری به‌نحوی‌که دسته جدیدی قابل انفکاک نباشد استنتاج گردیده است. به‌این‌ترتیب روش این پژوهش از نوع کیفی و اکتشافی محسوب می‌شود. همچنین تحقیق حاضر بر مبنای خردمایه‌های ادبیات موجود بنا نهاده شده و به دنبال زمینه‌سازی برای استفاده‌هایی عملی در حوزه سیاست‌گذاری هوش مصنوعی و مدیریت فناوری برای سازمان‌ها است؛ ازاین‌رو از منظر نوع نتیجه، پژوهشی توسعه‌ای و کاربردی قلمداد می‌گردد. بر مبنای الگوی پیاز پژوهش یک لایه دیگر از تبیین روش شناسی تحقیق حاضر تعیین راهبرد است. نویسندگان در پژوهش حاضر از راهبرد مطالعه موردی برای بررسی محصولات و خدمات هوش مصنوعی عرضه شده در کشور و نقشه‌برداریِ سطوح تحول‌آفرینی مصنوعات و تولیدکنندگان زیست‌بوم هوش مصنوعی ایران بهره گرفته‌اند.

افق زمانی پژوهش شامل تمامی محصولات و خدمات عرضه شده در کشور تا سال ۱۴۰۱ می‌باشد. ابزار گردآوری داده‌ها جست‌وجوهای اینترنتی و مراجعه به درگاه‌های شرکت‌ها و بررسی بروشورها، کالانماها[۲] و مشخصات مربوط به هر محصول یا خدمت بوده است. به‌منظور هدایت جریان جمع‌آوری اطلاعات یک پروتکل برای مطالعه موردی توسعه داده شد. در پروتکل مذکور معیار شناسایی موردها بر اساس جمع‌بندی تعاریف هوش مصنوعی و قابلیت‌هایی که این فناوری می‌تواند در یک محصول یا خدمت ایجاد نماید صورت گرفت. به‌این‌ترتیب معیار تشخیص و ورود یک مصنوع به مطالعه، داشتن یک یا چند مورد از قابلیت‌هایی که فناوری‌های هوش مصنوعی می‌توانند ایجاد کنند بوده است. هم زمان با شناخت و ثبت اطلاعات مربوط به محصولات، داده‌های دیگری ازجمله تولیدکنندگان، سال تأسیس و اندازه شرکت به لحاظ نیروی انسانی نیز جمع‌آوری شد. برای سازمان یافتن اطلاعات به‌دست‌آمده از موردها، گروه تحقیق از یک پایگاه داده [۲۵] برای محصولات و خدمات هوش مصنوعی شناسایی شده استفاده کردند. پایگاه داده در نرم‌افزار اکسس[۳] از مجموعه نرم‌افزارهای شرکت مایکروسافت ساخته شد؛ این پایگاه به‌منظور انجام مطالعات بیشتر در دسترس است.

برای تجزیه تحلیل داده‌ها و دستیابی به نقشه تحول‌آفرینی مصنوعات زیست‌بوم هوش مصنوعی کشور از روش طبقه‌بندی نیکرسون و همکاران[۴] [۲۶] بهره گرفته شد. روش مذکور این امکان را فراهم می‌کند که مفاهیم نظری در بین نمونه‌ها به‌صورت نظام مند طبقه‌بندی شوند. اساس این روش بر استخراج و تعریف فرا مشخصه[۵] است. فرامشخصه باید جامع‌ترین مشخصه‌ای باشد که به عنوان مبنایی برای انتخاب ویژگی‌ها در طبقه‌بندی عمل می‌کند. مجموعه سؤالات راهنما می‌توانند محققان را به مشخصه‌های اصلی هر گروه از موردها راهنمایی کنند(مرحله اول). گام دوم شامل تفکیک طبقه‌ها از یکدیگر است. برای این منظور باید طبقه‌ها حتی المقدور جامع‌ومانع باشند. در مرحله سوم دسته‌ها با افزایش موردها استحکام می‌یابند. هر مشخصه باید حداقل یک‌بار در شیء مورد نظر رخ داده باشد. مرحله چهارم ناظر به این است که مشخصه اصلی تا پایان موردها به‌صورت یکسان حفظ شود. یک خطای رایج در طبقه‌بندی‌ها لغزش معیار تعریف دسته، در حین بررسی موردهاست. بنابراین مشخصه اصلی نباید تا آخرین تکرار توسعه طبقه‌بندی دستخوش لغزش شده باشد.

سؤالات راهنما توسط پانل خبرگان متشکل از اعضای دانشگاهی (۵ نفر) و همچنین اعضای صنعتی(۳ نفر) توسعه داده شد. جزئیات سؤالات در بخش یافته‌ها ذکر خواهد شد. به‌این‌ترتیب

[۱] Granstrand & Holgersson
[۲] Catalogs
[۳] Microsoft Access
[۴] Nickerson et al.
[۵] meta-characteristic

هر یک از محصولات و خدمات از منظر سؤالات راهنما مورد دقت و بررسی قرار گفتند. در دور اول یکی از محققان به همراه دو نفر از کارشناسان پژوهشی یکی از شرکت‌های هوش مصنوعی محصولات و خدمات به‌دست‌آمده را مورد بررسی قرار دادند. با پاسخگویی به سؤالات راهنما در مورد هر محصول یا خدمت یک دسته برای آن در نظر گرفته می‌شد. با افزایش بررسی‌ها به‌تدریج گروه‌هایی در بین محصولات و خدمات آشکار گردید و موارد جدید در خوشه‌های معنامشترک گروه‌بندی شدند. تفکیک دسته‌ها تا جایی که همه موارد طبقه‌بندی شدند و درعین‌حال دسته جدیدی نیز قابل افراز نبود ادامه یافت. سپس دو نفر از نویسندگان دسته‌بندی‌های به دست‌آمده را بازبینی نمودند. موارد دارای ابهام در بین همه اعضای پانل خبرگان مورد بحث گذاشته شد. درنهایت نقشه توزیع محصولات و خدمات تولید شده در کشور برحسب سطوح تحول آفرینی از دسته‌بندی‌های به‌دست‌آمده استخراج شد.

۴. یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در بخش قبل اشاره شد انواع محصولات و خدمات مبتنی بر فناوری‌های هوش مصنوعی بر اساس پروتکل راهنما مورد جستجو قرار گرفتند. ازآنجاکه فناوری‌ها عمدتاً در سازوکارهای درونی هر محصول/خدمت فرا نهاده شده‌اند اگر شناسایی موردها صرفاً بر مبنای عبارت «هوش مصنوعی» می‌بود احتمال خطا وجود داشت. در عوض جستجوها بر اساس آثاری که فناوری‌های هوش مصنوعی ممکن است در یک محصول/خدمت ایجاد کنند صورت گرفت. فناوری‌های هوش مصنوعی قابلیت‌های منحصربه‌فردی را در محصول/خدمت‌ها ایجاد می‌نمایند که از طریق آن‌ها می‌توان موارد مرتبط را با کمترین میزان خطا به لحاظ اضافه یا کم بودن شناسایی نمود.

در این پژوهش از قابلیت های ذکر شده در نقشه راه استاندارد سازی هوش مصنوعی آلمان[۱] که مجموعه جامعی از همه موارد محتمل را برشمرده، استفاده شده است [۲۴] قابلیت برای فناوری‌های هوش مصنوعی در چهار حوزه اصلی شامل قابلیت ادراک[۲] (ادراک تصویر، تفسیر صدا، لامسه ماشینی، سیگنال‌های اجتماعی و تشخیص بو و طعم)، قابلیت فهم[۳] (همجوشی ادراکات، حافظه و مدل، توضیح‌دهندگی و خودتنظیمی)، قابلیت اقدام و رفتار(ادراک ربات، برنامه‌ریزی حرکت، حسگرها و دست‌کاری کننده ها، سینماتیک و دینامیک، تعامل انسان و ربات و عامل نرم‌افزاری) و قابلیت ارتباطات (تولید متن، ترجمه ماشینی، تحلیل متن، استخراج اطلاعات و دانش، بازیابی اطلاعات، تجزیه‌وتحلیل اسناد، سیستم‌های مربوط به گفتگو و گفتار، سیستم‌های شناختی و پارادایم‌ها و روش‌های تعامل) در نظر گرفته شده است. طبیعتاً تمامی این قابلیت‌ها به‌صورت یکجا در یک سیستم مبتنی بر هوش مصنوعی قابل‌جمع نیست بلکه اغلب محصولات و خدمات فعلی تنها از یک یا چند مورد از آن‌ها برخوردارند. هر یک از زیرقابلیت‌ها در پروتکل راهنما برای جمع‌آوری‌کنندگان داده ها به همراه مثال تشریح شده است.

با مبنا قرار دادن این قابلیت‌ها، درمجموع ۵۶۲ محصول/خدمت در کشور شناسایی شد که توسط ۱۱۲ شرکت عرضه شده بودند. شکل۱ لیست شرکت‌های تولیدکننده محصول/خدمت‌های هوشمند را به تفکیک تعداد موارد عرضه شده توسط هر کدام نشان می‌دهد.

---

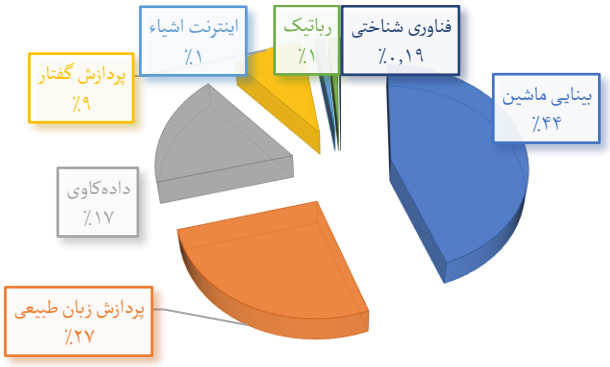
[۱] GERMAN STANDARDIZATION ROADMAP ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

[۲] PERCEPTION

[۳] UNDERSTANDING

شکل۱.شرکت‌های عرضه کنند محصولات و خدمات هوش مصنوعی به همراه تعداد موارد

بررسی تفصیلی داده‌ها نشان می‌دهد ۴۲ درصد موارد به‌دست آمده به‌صورت محصول و ۵۸ درصد در قالب خدمت توسط فرو شندگان عر ضه شده‌اند. از منظر فناوری‌های ا صلی ۴۴ در صد محصول/خدمت‌ها مبتنی بر بینایی ماشین[۱]، ۲۷ درصد مبتنی بر پردازش زبان طبیعی[۲]، ۱۷ درصد داده‌کاوی[۳]، ۹ درصد پردازش گفتار[۴] و ۳ درصد سایر فناوری‌های مرتبط شامل رباتیک[۵]، اینترنت اشیاء، بلاک‌چین[۶] و فناوری‌های شناختی[۷] بودند(شکل ۲).



شکل۲. توزیع محصولات و خدمات مبتنی بر هوش مصنوعی پیرامون فناوری‌های اصلی

[۱] Machine vision
[۲] Natural Language Processing
[۳] Data mining
[۴] Speech processing
[۵] Robotic
[۶] Blockchain
[۷] Cognitive technologies

همان‌طور که در بخش روش‌شناسی بیان شد برای تعیین گستره‌های تحول‌آفرینی محصولات و خدمات هوش مصنوعی از روش طبقه‌بندی و استخراج فرامشخصه استفاده شد. بر مبنای این روش ابتدا سؤالات راهنمایی از جمله موارد زیر تدوین شد: محصول/خدمت بر چه بستری نصب می‌گردد؟ محصول/خدمت در بین چه دسته‌ای از افراد، گروه‌ها یا سازمان‌ها مورد استفاده قرار می گیرد؟ محصول/خدمت باید به‌صورت گروهی مورد استفاده قرار گیرد یا امکان استفاده فردی نیز وجود دارد؟ جایگزین شدن محصول/خدمت هوشمند نسبت به‌روش‌های قدیمی چه سطحی از تغییرات را به وجود می‌آورد؟ منفعت حاصل از به کارگیری محصول/خدمت مستقیماً عاید کدام افراد، گروه‌ها یا سازمان‌ها می شود؟. هر یک از سؤالات اصلی فوق مشتمل بر دو یا سه سؤال فرعی بودند که موضوع کلی مورد توجه سؤال را به موارد جزئی‌تر می‌شکنند.

هر یک از محصولات و خدمات از منظر سؤالات راهنما مورد توجه قرار گرفته و موارد مشابه در کنار یکدیگر قرار گرفتند. در بررسی هر محصول/خدمت بر اساس سؤالات راهنما به‌تدریج موارد مشابه نمایان شدند. تعیین دسته برخی از محصولات و خدمات نسبتاً ساده و سریع صورت می‌گرفت. به‌طور مثال دستیار پزشک برای قابل استفاده بودن باید به صورت گسترده در سطح کل نظام سلامت مورد استفاده قرار گیرد تا داده‌ها از جامعیت قابل‌قبول برخوردار باشند و در این صورت کل نظام درمان را تحت تأثیر قرار خواهد داد. همچنین یک چت‌بات پاسخگو راه‌حلی در سطح سازمان است که ممکن است یک شرکت از آن برای راهنمایی مشتریان بهره گیرد. در مقابل بعضی محصولات و خدمات نیازمند بررسی بیشتر بودند و گاه لازم بود با پانل خبرگان فنی مشورت صورت گیرد. به‌طور مثال محصولی به نام تریاژ هوشمند ازآنجاکه در یک بیمارستان قابل نصب و استفاده است به نظر می‌رسد یک راه‌حل در سطح سازمان باشد. اما ازآنجاکه نظام اداره بیمارستان‌ها به صورت هماهنگ و یکسان است در صورت مفید بودن و پذیرش چنین محصولی همه بیمارستان‌ها از آن استفاده خواهند کرد و درنتیجه کل مجموعه صنعت را تحت تأثیر قرار خواهد داد. به‌عنوان یک مثال دیگر محصولات هوشمندی که امکان احراز هویت غیرحضوری را فراهم می‌سازند راه‌حلی در سطح سازمان هستند. یعنی یک سازمان به‌تنهایی می‌تواند از آن استفاده کند و بهره خود را ببرد درحالی‌که دیگر سازمان‌ها از چنین محصولی استفاده نکنند. اما یک عامل بیرونی یعنی بیماری همه‌گیر کرونا باعث افزایش استفاده از قابلیت‌های مجازی شد و استفاده از این نوع محصولات را نیز رایج ساخت و درنتیجه گستره تحول‌آفرینی چنین محصولی را باید در سطح صنعت در نظر رفت.

در برخی موارد لازم بود محصول/خدمت‌ها با یکدیگر مقایسه گردند. در موارد بسیاری چندین محصول/خدمت تا حد زیادی با یکدیگر مشابه بودند و به عبارتی در یک خانواده محصول قرار می گرفتند و تنها در موارد جزئی مثل شرکت سازنده با یکدیگر تفاوت داشتند؛ لذا تعیین دامنه تحول‌آفرینی ساده‌تر بود چراکه با تشخیص برای یک مورد از این خانواده، سایر موارد مشابه نیز تعیین تکلیف می شدند. با افزایش تعداد موردهای بررسی شده سطح کارایی در تشخیص پاسخ‌ها افزایش یافت و در بسیاری از موارد محصول/خدمت ها به‌سرعت تعیین دسته می‌شدند. با افزایش تعداد محصول/خدمت های دسته‌ها و افزایش تکرار به‌تدریج الگوها پدیدار شدند تا جایی که دیگر هیچ سطح جدیدی از تحول‌آفرینی علاوه بر موارد شناسایی شده قابل تعریف و تفکیک نبود. جدول ۱ نتایج به‌دست‌آمده را به همراه بخشی از محصول/خدمت‌های مربوط به آن دسته نمایش می دهد.

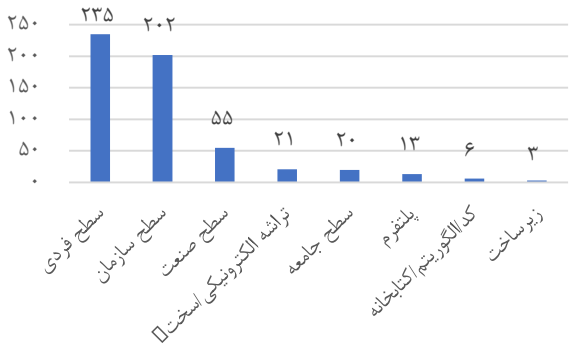
جدول۱. سطوح تحول‌آفرینی محصولات و خدمات هوش مصنوعی

ردیف	نام طبقه	مشخصه کلیدی	تعداد	ها ()*هایی از محصول/خدمت‌نمونه
۱	محصول/خدمت حلی هوشمند راه در سطح جامعه	اثرگذاری مستقیم بر کل آحاد جامعه	۲۰ ، ٪۳/۶	های انرژی، سامانه پلاک خوان (۲)، سامانه مدیریت و پایش هوشمندسازی داده های واسکولیت، سامانه ثبت های اسکیزوفرنی، سامانه مدیریت و پایش داده‌داده های سمپاد استروک، سامانه قرمز(۲)، سامانه مدیریت و پایش داده‌تخلف چراغ افزار هوشمند تشخیص ماسک پیشواز، سامانه سرعت سنجی ثابت (۴)، نرم ای‌ثبت تخلف مکانیزه، تشخیص تخلفات جاده
۲	محصول/خدمت حلی هوشمند راه در سطح صنعت	محصول یا خدمت ها در طیفی از سازمان یک صنعت را تحت دهد.تأثیر قرار می	۵۵ ، ٪۱۰	خوان فراشناسا راهکار جامع احراز الکترونیکی هویت، سامانه احراز هویت، پلاک خودرو، اتاق خبر سامانه رصد اطلاعات و اخبار، تریاژ هوشمند، سهند سامانه افزار مدیریت پارکینگ هوشمند رصد، تشخیص هوشمند ناوبری از راه دور، نرم کپچا، خدمت چت بات(۳)، پردازش چک بانکی، حذف نویز، ابزار ساخت بولتن از ساز، سامانه پلاک خوان و مدیریت تردد های آنلاین و آفلاین بولتن‌رسانه

ردیف	نام طبقه	مشخصه کلیدی	تعداد	ها ()*هایی از محصول/خدمت‌نمونه
				پارکینگ(۲)، سیستم جامع اتوماسیون حراست، جستجوگر هوشمند خبر فارسی، تشخیص هویت(۵)، ربات پاسخگوی هوشمند هوشتل، جستجوگر تخصصی خبر تی نیوز، ارزیابی سلامت ویدئو، احراز هویت غیرحضوری هوشمند گاتا در خدمات بانکی، ...
۳	محصول/خدمت حلی هوشمند راه در سطح سازمان	کاربری محصول یا خدمت در یک سازمان است.	۲۰۲ ، ٪۳۶	دستیار هوشمند سازمانا، ردیاب نصب اپلیکیشن ادتریس، کنترل کیفیت با کمک افزار)، نرمDaycherCBMلیزر پروفایل، سامانه مانیتورینگ رفتار مشتریان (ساز آرشیو اسناد سگال سان، تبدیل تصویر کارت ملی به اطلاعات(۲)، تصمیم)، سامانه تلفنی هوشمند VRPونقل و زنجیره تأمین (های حمل‌بهینه سیستم ، پردازش کارت بانکی، تشخیص و حذف JTIنیوشا، مدیریت ارتباط با مشتریان بینی ریزش مشتری ساداً، پلتفرم اتوماسیون بازاریابی پس زمینه امضا، پیش های اجتماعی، سگمنتینو، سیستم پیشنهاددهنده (۲)، پلتفرم مانیتورینگ شبکه دستگاه سورتر محصولات کشاورزی، سامانه امتیازدهی مشتریان، مقایسه چهره وکارها(۲) ، ...گاتا، سخنگوی هوشمند کسب
۴	محصول/خدمت حلی هوشمند راه در سطح فردی	کاربرد ایجاد شده در حد استفاده فردی و امور شخصی از قبیل مدیریت زمان، سرگرمی، های یادگیری و فعالیت شخصی است.	۲۳۵ ، ٪۴۲	افزار تایپ صوتی نویسا، تایپ کارتونی کردن چهره، دستیار شخصی دایان، نرم افزار تایپ گفتاری نویسیار، دستیار صوتی دابی، یار، نرم‌صوتی تایپو، درس ، آیه یاب، سامانه ترجمه ترگمان، سامانه iMeterمترجم هوشمند فرازین، ها با فرمان گفتاری کارا، مترجم همراه صوتی موسیقی طنینو، اجرای برنامه خوان فارسی آریانا، تصحیح کننده خطاهای املائی یا خطا در تایپ پارسیا، متن افزار کلمات، آواشو، به کتاب، مراکز خرید اینجاست، ربات آموزشی روبین، نرم تبدیل متن به گفتار گویا، سامانه فروشگاهی نابینایان، خدمت تبدیل متن به گفتار، ...
۵	یک قطعه یا تراشه الکترونیکی یا یک افزارسخت	های هوش فناوری مصنوعی در یک افزاری موجودیت سخت شده است.جاسازی	۲۱ ، ٪۳/۸	های ویژه، سامانه افزار دسترسی امن از راه دور کاریز، ربات مور، دوربین‌سخت جامع کنترل تردد مراجعین و مهمان، سیستم نظارت هوشمند آیویژن، هولوگرام، دستگاه بازرسی قرص، دستگاه کنترل ویال و آمپول اشنا، دستگاه کنترل کیفی اورینگ و واشر، سیستم بازرسی قالب تزریق پلاستیک، دستگاه جات، برد کنترل کنترل کیفی چوب نبات، دستگاه سورتینگ میوه و صیفی وان، توکن طرفه داده کیافزار انتقال یک‌راهبند، دوربین پلاک خوان(۲)، سخت ، پهپادهای SGT-Aggregatorاحراز هویت، دستگاه پایش ترافیک شبکه بینا IoTکشاورزی نسیم و یاس، دستگاه کنترل کیفی فنر سوپاپ، کنترل پنل ماشین آسیا
۶	کد، الگوریتم یا کتابخانه	بخشی از فناوری هوش خودی‌مصنوعی که به خود کاربرد بیرونی ندارد بلکه باید در یک سیستم دیگر یکپارچه شود.	۶ ، ٪۱/۱	افزاری تشخیص چهره روبینا، کتابخانه تشخیص لبخند، برچسب‌کتابخانه نرم افزار خواندن گذار، کتابخانه تشخیص پلاک ساتپا، کتابخانه آزمون آنلاین، نرم کد کانتینر
۷	محصول/خدمت از جنس پلتفرم	سکوهایی برای توسعه سایر تولیدات هوش مصنوعی	۱۳ ، ٪۲	فراکلود، سهاب خدمات هوشمند سامانه آرشیو دیجیتال اسناد، پلتفرم ابری ابری، شهاب شبکه هوشمند ابری، زلکا۳۶۰، پلتفرم تحلیل داده ستاره، اعراب های توصیه گر، تشخیص جنسیت با صوت، درخت پارس کم‌گذاری، سیستم های نامدار، شبکه اجتماعی عمق، درخت پارس وابستگی، تشخیص موجودیت پونیلا
۸	محصول/خدمت از جنس زیرساخت	های مجموعه از ظرفیت زیربنایی رایانشی	۳ ٪۰/۵	، زیرساخت مدیریت BigMehrفرم کلان داده تشخیص نقطه شکست، پلت داده نئورکلان

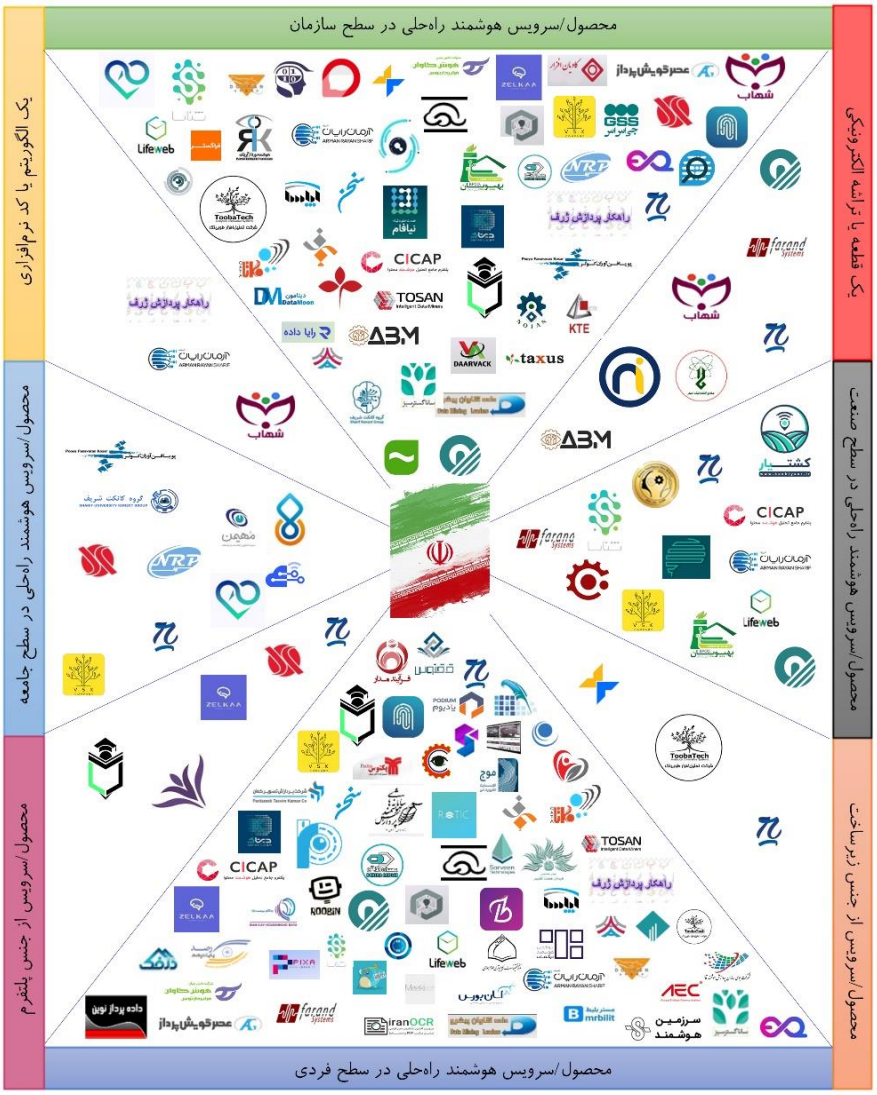
* اعداد داخل پرانتز تعداد موارد تکراری مشابه با هم هستند.

شـــکل ۳ تعداد موارد هر یک از دســـته‌ها را به‌صـــورت نمودار ســـتونی نمایش می‌دهد. همان‌طور که مشـاهده می‌شـود بیشـترین تعداد تولیدات هوش مصـــنوعی کشـــور در ســـطح فردی اثرگذاری دارند. پس از آن تحول‌آفرینی در ســـطح ســـازمان در رتبه دوم قرار دارد. کمترین دســـته مربوط به ســـطح زیرســـاخت اســـت. تنها ســـه محصول/خدمت هوشمند در کشور عرضه شده که در لایه زیرساخت جای می‌گیرند.



شکل ۳. سطوح تحول‌آفرینی محصولات و خدمات هوش مصنوعی

شکل۴ سطوح تحول‌آفرینی را برحسب شرکت‌های عرضه‌کننده محصول/خدمت‌ها نشان می‌دهد. در این نقشه نماد شرکت‌های فعال در سطوح به‌دست‌آمده درج شده است.



شکل۴. تولیدکنندگان مصنوعات هوش مصنوعی ایران به تفکیک سطوح تحول‌آفرینی

۵. بحث و جمع‌بندی

هوش مصنوعی یک حوزه فناورانه با قابلیت اثر اهرمی در سایر عرصه‌های اقتصادی، علمی و فناوری هست. بهره‌برداری از این اثرات و توسعه آن‌ها نیازمند شناخت و هدایت نظام‌مند هوش مصنوعی کشور است. رویکرد زیست‌بومی با ملاحظه ابعاد و لایه‌های مختلف، شناختی ساختار یافته از وضعیت موجود هوش مصنوعی ارائه می دهد. یک بعد مهم از زیست‌بوم هوش مصنوعی کشور مصنوعات ارائه شده و تولیدکنندگان در این حوزه است. پژوهش حاضر بر مبنای قابلیت‌هایی که فناوری‌های هوش مصنوعی می‌توانند ایجاد کنند مصنوعات عرضه شده در ایران را شناسایی و احصا نمود. تفکیک مصنوعات برحسب فناوری‌های اصلی مرتبط با هوش مصنوعی نشان داد بیشتر محصولات و خدمات بر مبنای بینایی ماشین توسعه‌یافته‌اند. پس از آن پردازش زبان طبیعی در رتبه دوم قرار دارد. در مقابل فناوری‌های شناختی در کمترین میزان در توسعه محصولات به‌کار رفته است. گارتنر نیز در گزارش خود حوزه شناختی را در انتهای دره سَرخوردگی توصیف نموده و لذا سطح انتظارات از این فناوری در کمترین میزان ممکن است [۲۸].

محصول/خدمت‌های هوشمند عرضه شده در کشور عملاً نقطه اصلی فعلیت یافتن همه بخش‌های زیست‌بوم هستند. مصنوعات با اتکا به فناوری‌های هوش مصنوعی تغییر و تحولات مورد انتظار از هوش مصنوعی را ایجاد می‌نمایند. طبیعتاً تحولات ایجاد شده توسط مصنوعات به یک اندازه نیست. در پژوهش حاضر ۵۶۲ محصول/خدمت شناسایی شده برحسب سطوح تحول‌آفرینی از یکدیگر تفکیک شدند. گستره‌های تحول مصنوعات هوش مصنوعی عرضه شده در کشور از طریق رویکرد اکتشافی در سطوح فردی، سازمانی، صنعت، جامعه، زیرساخت، پلتفرم، کد/الگوریتم/کتابخانه و تراشه الکترونیک/سخت‌افزار شناسایی شد. بیشترین تعداد محصول/خدمت‌های عرضه شده مربوط به سطوح فردی و سازمانی هستند. در مقابل کمترین تعداد به زیرساخت تعلق دارد. اگرچه کم بودن محصولات و خدمات هوشمند تغییردهنده در سطح زیرساخت، طبیعی به نظر می‌رسد بااین‌حال از مرحله‌ای به بعد مسیر توسعه زیست‌بوم همراه با تغییر و تحولات در سطح زیرساخت همراه خواهد بود. ارنست و میشرا[۱] نیز در مطالعه خود پیشرفت کشورهای در حال توسعه در زمینه هوش مصنوعی را منوط به ارتقای زیرساخت‌های رایانشی دانسته‌اند [۲۹]. در مورد ایران خبرگان صنعتی زیرساخت‌های رایانشی را چیزی در حدود ۳۰ هزار ترافلاپس[۲] تخمین می‌زنند در حالی که ظرفیت مورد نیاز در پنج سال آینده بالغبر ۵۰۰ هزار خواهد بود.

همچنین سهم سطوح پلتفرم و کد/الگوریتم/کتابخانه از دستاوردهای هوش مصنوعی در حدود ۳ درصد به‌دست‌آمده است. این دولایه نیز ارتباط تنگاتنگی با شکل‌گیری زیست‌بوم هوش مصنوعی کشور دارند. درواقع تولیداتی که در این سطوح جای می‌گیرند خود موتور محرک چندین محصول و خدمت کاربردی دیگر در سایر سطوح تحول‌آفرینی خواهند بود. به‌طور مثال ایجاد کتابخانه‌های استاندارد موردنیاز خدمات هوشمند(مثلاً مجموعه اسامی ایرانی به زبان‌های فارسی و انگلیسی برای پویشگرهای هوشمند) می‌تواند منجر به تحقق‌پذیری ایجاد انواعی از محصولات موردنیاز اشخاص، سازمان‌ها و صنایع گردد. بنابراین این دو سطح در کنار هم قلب شتاب‌دهنده به توسعه زیست‌بوم هوش مصنوعی هستند.

سطح تراشه الکترونیکی/سخت‌افزار هوشمند نیز کمتر از ۴ درصد از مصنوعات عرضه شده در کشور را به خود اختصاص داده است. این سطح از دو جهت دارای اهمیت می‌باشد. اول آنکه تولیدات این سطح ارتباط تنگاتنگی با حوزه فناورانه اینترنت اشیاء دارد. درواقع انقلاب صنعتی چهارم از به هم رسیدن اینترنت اشیاء و فناوری‌های هوش مصنوعی قابلیت تحقق یافته و توسعه هر کدام موجبات پیشرفت دیگری را فراهم می‌کند. جنبه دوم از آنجا ناشی می شود که روند جهانی مسیر رشد حوزه فناورانه هوش مصنوعی به‌نوعی متمایل به سوق دادن هوشمندی به سمت لبه[۳] است [۳۰]. افزایش تولیدات هوشمند در سطح تراشه‌ها و سخت‌افزارها نشانه‌ای بر همگامی توسعه زیست‌بوم هوش مصنوعی ایران با روند جهانی قلمداد می شود. ضمن آنکه تراشه‌های هوشمند باعث افزایش تنوع در محصولات و نفوذ بیشتر به صنایع مختلف ازجمله کشاورزی می گردد. بررسی مصنوعات عرضه شده در کشور نشان می‌دهد زیست‌بوم هوش مصنوعی ایران تاکنون عمدتاً به جنبه‌های نرم افزاری متمایل بوده و تکرار محصولات و خدمات مشابه از سازندگان مختلف نشان می‌دهد به‌نوعی در این حوزه با مازاد ظرفیت مواجه هستیم. در عوض سطح تولیدات سخت‌افزاری نحیف‌تر بوده و احتمالاً در مسیر رشد زیست‌بوم در سال‌های آتی با تقاضای بیشتر وربرو خواهد بود. از این جهت پیشنهاد می‌شود شرکت‌هایی که دارای ظرفیت‌های فناورانه در زمینه تولیدات سخت‌افزاری هستند یا با تغییرات جزئی می‌توانند توانمندی‌های مرتبط را کسب نمایند برای فرصت‌های نوآورانه این عرصه برنامه‌ریزی کنند.

پژوهش حاضر در شناسایی محصولات و خدمات عرضه شده در کشور دچار این محدودیت بود که بر جستجوهای اینترنتی برای

[۱] Ernst & Mishra

[۲] Teraflops

[۳] Edge

شناسایی محصولات، خدمات و شرکت‌های این حوزه تکیه نمود. این احتمال وجود دارد که شرکت‌ها و محصولاتی وجود داشته باشند که دستاوردهای خود را رسانه‌ای نکرده باشند. شاید پژوهش‌های مشابه با استفاده از روش‌های دیگر بتوانند تعداد محصول/خدمت‌های بیشتری را شناسایی نمایند. همچنین همان‌طور که اشاره شد مصنوعات یک جزء از اجزای هر زیست‌بوم است. تحقیقات آتی می‌توانند با بررسی سایر ابعاد ازجمله بازیگران، تعاملات آن‌ها و محیط نهادی خاص هوش مصنوعی حلقه‌های دیگر درباره زیست‌بوم هوش مصنوعی را تکمیل کنند. همچنین در زمینه مصنوعات هوش مصنوعی بررسی تأثیر راهبردهای پیشنهاد شده بر تغییر اندازه سطوح تحول‌آفرینی می‌تواند در دستورکار محققان باشد.

دیدگاه مدیریتی

اطلاعات به‌دست‌آمده از مصنوعات و عرضه‌کنندگان هوش مصنوعی در کشور نشان‌دهنده طیفی از بازیگران کوچک، متوسط و بزرگ در حوزه و تنوع محصولات آن‌هاست. بااین‌حال هنوز ساختار مشخصی حاکم بر زیست‌بوم هوش مصنوعی ایران قابل‌مشاهده نیست. این خلأ از طریق اقدامات و مداخلات دولتی به تدریج بهبود می‌یابد. مطالعاتی که در کشورهای پیشرو در زمینه هوش مصنوعی انجام شده مؤید این معناست. چین که در رقابت تنگاتنگ در سال‌های اخیر در زمره کشورهای برتر در زمینه هوش مصنوعی قرار گرفته در سال ۲۰۱۸ در اقدام قابل توجهی رسماً اعلام کرد پنج شرکت بایدو[۱]، علی‌بابا[۲]، تنسنت[۳]، آی‌فلایتک[۴] و سنس‌تایم[۵] قهرمانان هوش مصنوعی این کشور هستند [۳۱]. چین با ایجاد نوعی تقسیم کار هوش مصنوعی در بین این شرکت‌ها زیست‌بوم هوش مصنوعی خود را ساختارمند و هدایت‌پذیر نموده و سایر شرکت‌های نوپا را در مدار این پنج شرکت نظم بخشیده است. لوندوال و ریکاپ [۳۲] نیز با بهره‌گیری از چارچوب نظام نوآوری نتیجه‌گیری کرده‌اند که هوش مصنوعی در این کشور بر مبنای نظام نوآوری شرکتی شکل گرفته است. چند شرکت اصلی (شرکت‌های مذکور) در کانون و تعداد زیادی از شرکت‌ها و مؤسسات تابعه در دامنه آن‌ها فعالیت می‌کنند. نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر همچنین نشان می‌دهد برخی زیر حوزه‌های هوش مصنوعی ایران به لحاظ تعداد عرضه‌کنندگان و تنوع محصولات کم تراکم و تنک هستند. در اروپا به‌منظور گسترش همکاری‌های فناورانه در توسعه محصولات مبتنی بر هوش مصنوعی، ایجاد آزمایشگاه‌های هوش مصنوعی مورد توصیه قرار گرفته است [۳۳]. راهکار دیگر توسعه و حمایت از شکل‌گیری بازارگاه[۶] عرضه مشترک رابط‌های برنامه‌نویسی کاربردی[۷] به صورت تخصصی در زمینه هوش مصنوعی می‌باشد. کومار و همکاران[۸] با مطالعه فناوری‌های مشابه در کشورهای مختلف شکل‌گیری بازارگاه هوش مصنوعی را راه‌حلی کارآمد برای توسعه و انتشار محصولات هوش مصنوعی دانسته‌اند [۳۴].

درنهایت اینکه زیرساخت‌های داده‌ای و پلتفرم‌های توسعه هوش مصنوعی ازجمله کم‌تنوع‌ترین زیرمجموعه‌های هوش مصنوعی کشور هستند. مطالعات متعددی تأکید کرده‌اند که منابع داده‌ای عظیم در چین و وجود پلتفرم‌های دیجیتال آن مزیت اصلی این کشور در مقابل سایر جوامع در توسعه هوش مصنوعی بوده است [۳۵]. بر همین منوال توسعه پروتکل‌های خلق و انتشار داده در بخش‌های مختلف ایران می‌تواند با غنی‌سازی استخر داده‌ای توسعه محصولات هوش مصنوعی را سرعت ببخشد.

سپاسگزاری

پژوهش حاضر توسط تیم دیده‌بان هوش مصنوعی واقع در مرکز تحقیقات هوش مصنوعی شرکت دانش بنیان 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 نمایند.

مراجع

[1]Makridakis, S., The forthcoming Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms. Futures, 2017. 90: p. 46-60.

[2]Dwivedi, Y.K., et al., Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. International Journal of Information Management, 2021. 57: p. 101994.

[3]Dan, Y. and H.C. Chieh. A reflective review of disruptive innovation theory. in PICMET'08-2008 Portland International Conference on Management of Engineering & Technology. 2008. IEEE.

[۱] Baidu
[۲] Alibaba
[۳] Tencent
[۴] iFlytek
[۵] SenseTime
[۶] Mmarketplace
[۷] Application Programming Interface
[۸] Kumar et al.

[4]Schumpeter, J.A., Capitalism, socialism, and democracy. 1942.
[5]Freeman, C., Economics of industrial innovation. 1982: MIT Press, Cambridge, MA.
[6]Bodrožić, Z. and P. S. Adler, Alternative futures for the digital transformation: A macro-level Schumpeterian perspective. Organization Science, 2022. 33(1): p. 105-125.
[7]Bower, J.L. and C.M. Christensen, Disruptive technologies: catching the wave. 1995.
[8]Christensen, C.M., R. Bohmer, and J. Kenagy, Will disruptive innovations cure health care? Harvard business review, 2000. 78(5): p. 102-112.
[9]Guo, J., et al., Measurement framework for assessing disruptive innovations. Technological Forecasting and Social Change, 2019. 139: p. 250-265.
[10]Corsi, S. and A. Di Minin, Disruptive innovation in reverse: Adding a geographical dimension to disruptive innovation theory. Creativity and Innovation Management, 2014. 23(1): p. 76-90.
[11]Christensen, C.M., et al., Disruptive innovation: An intellectual history and directions for future research. Journal of management studies, 2018. 55(7): p. 1043-1078.
[12]King, A.A. and B. Baatartogtokh, How useful is the theory of disruptive innovation? MIT Sloan management review, 2015. 57(1): p. 77.
[13]Utterback, J.M. and H.J. Acee, Disruptive technologies: An expanded view. International journal of innovation management, 2005. 9(01): p. 1-17.
[14]Torugsa, N. and W. O'Donohue, Progress in innovation and knowledge management research: From incremental to transformative innovation. Journal of Business Research, 2016. 69(5): p. 1610-1614.
[۱۵]داود فیض، عظیم زارعی، مرتضـــی ملکی مین باش رز گاه، عاطفه شعبانی نعیم صوفیانی. نقش بازی‌وار سازی به عنوان ا ستراتژی خلق ر شد در مدل پذیرش نوآوری تحول آفرین در نرم افزارهای کاربردی پرداخت موبایلی (موردمطالعه: دانشجویان دانشگاه گیلان). فصلنامه مدیریت توسعه فناوری, ۲۰۱۹. ۷.90-63 :p. (3)
[16]Sen, A., Totally radical: From transformative research to transformative innovation. Science and Public Policy, 2014. 41(3): p. 344-358.
[17]Loorbach, D., et al., Transformative innovation and translocal diffusion. Environmental Innovation and Societal Transitions, 2020. 35: p. 251-260.
[18]Ho, J.C., Disruptive innovation from the perspective of innovation diffusion theory. Technology Analysis & Strategic Management, 2022. 34(4): p. 363-376.
[19]Andre, L., et al. Framework for the identification and demand-orientated classification of digital technologies. in 2018 IEEE International Conference on Technology Management, Operations and Decisions (ICTMOD). 2018. IEEE.
[20]Karlin, B., R. Ford, and C. Squiers, Energy feedback technology: a review and taxonomy of products and platforms. Energy Efficiency, 2014. 7(3): p. 377-399.
[21]Châlons, C. and N. Dufft, Die Rolle der IT als Enabler für Digitalisierung, in Was treibt die Digitalisierung? 2016, Springer. p. 27-37.
[22]López, T.S., et al., Taxonomy, technology and applications of smart objects. Information Systems Frontiers, 2011. 13(2): p. 281-300.
[23]hakimjavadi, a., Journal of Information and Communication Technology, 1395. 24(7): p. 37-52.
[24]Granstrand, O. and M. Holgersson, Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. Technovation, 2020. 90-91: p. 102098.
[25]Yin, R.K., Case study research and applications. 2018: Sage.
[26]Nickerson, R.C., U. Varshney, and J. Muntermann, A method for taxonomy development and its application in information systems. European Journal of Information Systems, 2013. 22(3): p. 336-359.
[27]DIN, D., German Standardization Roadmap on Artificial Intelligence, DIN/DKE, Editor. 2020: Berlin/Frankfurt
[28]Gartner. Hype Cycle for Artificial Intelligence, 2020. 2020 27 July 2020; Available from: https://www.gartner.com/smarterwithgartner/2-megatrends-dominate-the-gartner-hype-cycle-for-artificial-intelligence-2020.
[29]Ernst, E. and S. Mishra, AI Efficiency Index: Identifying Regulatory and Policy Constraints for Resilient National AI Ecosystems. Available at SSRN 3800783, 2021.
[30]Zhou, Z., et al., Edge Intelligence: Paving the Last Mile of Artificial Intelligence With Edge Computing. Proceedings of the IEEE, 2019. 107(8): p. 1738-1762.
[31]Allen, G.C., Understanding China's AI strategy: Clues to Chinese strategic thinking on artificial intelligence and national security. 2019.
[32]Lundvall, B.-Å. and C. Rikap, China's catching-up in artificial intelligence seen as a co-

evolution of corporate and national innovation systems. Research Policy, 2022. 51(1): p. 104395.
[33]Stix, C., A survey of the European Union's artificial intelligence ecosystem. arXiv preprint arXiv:2101.02039, 2020.
[34]Kumar, A., et al., Sketching an ai marketplace: Tech, economic, and regulatory aspects. IEEE Access, 2021. 9: p. 13761-13774.
[35]Wu, F., et al., Towards a new generation of artificial intelligence in China. Nature Machine Intelligence, 2020. 2(6): p. 312-316.