

Identifying New Research Areas of Artificial Intelligence in Technology Scouting Systems of High-Tech Companies

Shiva sadat Ghasemi^{*1}, Abbas Khamseh², Sayedjavad Iranban³

1. Ph.D. Student, Department of Technology Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Department of Industrial Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

3. Assistant Professor, Department of Management, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

*. Corresponding Author: khamseh1349@gmail.com

Received: October 13, 2024

Revised: February 9, 2025

Accepted: February 12, 2025

Abstract

In the era of digital transformation and increasing technological complexity, technology scouting has become a vital tool for maintaining organizational competitiveness, particularly in knowledge-based industries. Given the high volume and diversity of information, the use of artificial intelligence in technology scouting has evolved from a choice to an undeniable necessity. This study, aiming to identify new research areas of artificial intelligence in technology scouting systems of high-tech companies, employed text mining methods to analyze 70 reputable scientific articles published between 2014 and 2024. The analysis process included data cleansing, key concept identification, topic modeling, and machine learning-based concept clustering. The findings indicate that artificial intelligence plays a crucial role in enhancing the efficiency and accuracy of technology scouting systems. Frequency analysis and concept clustering showed that deep learning algorithms with a frequency of 450, advanced sentiment analysis with a frequency of 380, and intelligent recommender systems with a frequency of 320 are among the most important identified concepts. Sentiment analysis of the texts showed that 65% of perspectives on the application of AI in technology scouting are positive. Additionally, five strategic areas were identified: emerging technologies, new scouting methods, extensive applications of artificial intelligence, ethical and technical challenges, and key industrial domains. This research emphasizes the importance of combining artificial intelligence capabilities with human expertise for more effective scouting, encompassing improved predictive accuracy, increased analysis speed, and broader coverage of resources.

Keywords: Digital innovation, Data mining, Intelligent ecosystem, Strategic decision-making, Technological foresight.

Citation: Ghasemi, S. S., Khamseh, A., & Iranban, S. (2025). *Identifying New Research Areas of Artificial Intelligence in Technology Scouting Systems of High-Tech Companies*. *Journal of Technology Development Management*, 12(3), 95–122.

<https://doi.org/10.22104/jtdm.2025.7163.3363>

شناسایی حوزه‌های نوین تحقیقاتی هوش مصنوعی در سیستم‌های رصد فناوری شرکت‌های با فناوری پیشرفته

شیواسادات قاسمی^{۱*}؛ عباس خمسه^۲؛ سید جواد ایرانبان^۳

۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

۳. استادیار، گروه مدیریت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

*. نویسنده مسئول: khamseh1349@gmail.com

پذیرش: ۲۳ بهمن ۱۴۰۳

بازنگری: ۲۰ بهمن ۱۴۰۳

دریافت: ۲۲ مهر ۱۴۰۳

چکیده

در عصر تحول دیجیتال و پیچیدگی فزاینده فناوری‌ها، رصد فناوری به ابزاری حیاتی برای حفظ رقابت سازمان‌ها، به‌ویژه در صنایع دانش‌بنیان، تبدیل شده است. با توجه به حجم و تنوع بالای اطلاعات، استفاده از هوش مصنوعی در رصد فناوری از یک انتخاب به ضرورتی انکارناپذیر بدل شده است. این پژوهش با هدف شناسایی حوزه‌های نوین تحقیقاتی هوش مصنوعی در سیستم‌های رصد فناوری شرکت‌های با فناوری پیشرفته، با روش‌های متن‌کاوی انجام شد و ۷۰ مقاله علمی معتبر بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۴ مورد تحلیل قرار گرفت. فرآیند تحلیل شامل پاکسازی داده‌ها، شناسایی مفاهیم کلیدی، مدل‌سازی موضوعی، و خوشه‌بندی مفاهیم با یادگیری ماشین بود. یافته‌ها نشان می‌دهد که هوش مصنوعی نقشی کلیدی در ارتقای کارایی و دقت سیستم‌های رصد فناوری دارد. تحلیل فراوانی و خوشه‌بندی مفاهیم نشان داد که الگوریتم‌های یادگیری عمیق با فراوانی ۴۵۰، تحلیل احساسات پیشرفته با فراوانی ۳۸۰ و سیستم‌های توصیه‌گر هوشمند با فراوانی ۳۲۰ از مهم‌ترین مفاهیم شناسایی شده هستند. تحلیل احساسات متون نشان داد که ۶۵٪ دیدگاه‌ها نسبت به کاربرد هوش مصنوعی در رصد فناوری مثبت است. همچنین پنج حوزه استراتژیک شامل فناوری‌های نوین، روش‌های رصد جدید، کاربردهای گسترده هوش مصنوعی، چالش‌های اخلاقی و فنی، و حوزه‌های صنعتی کلیدی شناسایی شدند. این پژوهش بر اهمیت ترکیب قابلیت‌های هوش مصنوعی با تخصص انسانی برای رصد مؤثرتر که شامل بهبود دقت پیش‌بینی، افزایش سرعت تحلیل و پوشش جامع‌تر منابع است، تاکید دارد.

کلمات کلیدی: نوآوری دیجیتال، داده‌کاوی، اکوسیستم هوشمند، تصمیم‌گیری راهبردی، آینده‌نگاری فناوری.

مقدمه

در دنیای پرشتاب امروز، تحولات فناورانه با سرعتی بی‌سابقه رخ می‌دهند و مرزهای نوآوری را به طور مداوم جابجا می‌کنند. در چنین فضایی، رصد فناوری به عنوان یک قابلیت حیاتی برای شرکت‌های با فناوری پیشرفته مطرح شده است. این فرآیند استراتژیک، سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا نه تنها از پیشرفت‌های جاری آگاه شوند، بلکه روندهای آتی را نیز پیش‌بینی کرده و خود را برای مواجهه با چالش‌ها و بهره‌برداری از فرصت‌های پیش رو آماده سازند (لوپز و مارتینز^۱، ۲۰۲۴).

شناسایی حوزه‌های نوین تحقیقاتی هوش مصنوعی در سیستم‌های رصد فناوری، به ویژه برای شرکت‌های با فناوری پیشرفته، به یک ضرورت راهبردی تبدیل شده است. این شرکت‌ها نیازمند درک عمیق از فرصت‌های نوظهور در کاربرد هوش مصنوعی برای بهبود فرایندهای رصد فناوری هستند. اهمیت رصد فناوری در عصر دیجیتال، جایی که نوآوری‌ها می‌توانند به سرعت صنایع را دگرگون کنند، بیش از هر زمان دیگری نمایان شده است. این فرآیند نه تنها به حفظ مزیت رقابتی کمک می‌کند (دیویدی و همکاران^۲، ۲۰۲۳)، بلکه نقشی اساسی در شکل‌دهی به استراتژی‌های نوآوری، بهینه‌سازی سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه، و حتی پیش‌بینی و مدیریت ریسک‌های فناورانه ایفا می‌کند (وانگ و همکاران^۳، ۲۰۲۲).

با این حال، چالش اصلی در عصر اطلاعات، نه کمبود داده، بلکه وفور آن است. حجم عظیم و متنوع اطلاعات، همراه با سرعت بالای تغییرات، روش‌های سنتی رصد فناوری را ناکارآمد ساخته است (گرتسن و همکاران^۴، ۲۰۲۳). سازمان‌ها اکنون با نیاز فزاینده‌ای برای ابزارها و روش‌هایی مواجه هستند که بتوانند به طور موثر این اقیانوس داده را پردازش کرده و بینش‌های ارزشمند را استخراج نمایند (مدیایویلا و همکاران^۵، ۲۰۲۲).

مرور ادبیات موجود نشان می‌دهد که تحقیقات پیشین در زمینه رصد فناوری عمدتاً بر رویکردهای سنتی مانند مطالعات کتابخانه‌ای، مصاحبه با متخصصان و تحلیل‌های دستی تکیه داشته‌اند (یانگ^۶، ۲۰۲۲). اگرچه این روش‌ها همچنان ارزشمند هستند، اما در مواجهه با پیچیدگی‌ها و مقیاس چالش‌های امروزی، محدودیت‌های قابل توجهی از خود نشان می‌دهند (ژائو و همکاران^۷، ۲۰۲۲). برخی مطالعات اخیر، گام‌هایی در جهت بهره‌گیری از تکنیک‌های

¹ Lopez and Martinez

² Dwivedi et al.

³ Wang et al.

⁴ Gertsen et al.

⁵ Mediavilla et al.

⁶ Yang

⁷ Zhao et al.

پیشرفته تحلیل داده برداشته‌اند (الخزاله و همکاران^۱، ۲۰۲۲)، اما هنوز خلأ قابل توجهی در زمینه رویکردهای جامع و سیستماتیک وجود دارد.

شکاف تحقیقاتی موجود، ضرورت توسعه یک چارچوب یکپارچه را آشکار می‌سازد؛ چارچوبی که بتواند از قدرت فناوری‌های نوظهور برای ارتقای فرآیند رصد فناوری بهره‌برد. به طور خاص، نیاز به روشی که قادر به استخراج خودکار مفاهیم کلیدی از منابع متنوع، تحلیل عمیق آن‌ها و شناسایی الگوهای پنهان باشد، به شدت احساس می‌شود. این شکاف، زمینه‌ساز پژوهش حاضر است که به دنبال پاسخگویی به این نیاز حیاتی در عرصه مدیریت فناوری است. هدف اصلی این پژوهش، ارائه یک رویکرد نوین برای شناسایی و تحلیل مفاهیم کلیدی در فرآیند رصد فناوری است. این رویکرد با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته، قادر است از میان حجم عظیمی از داده‌ها، مفاهیم مهم و روندهای نوظهور را استخراج کرده و آن‌ها را در قالب الگوهای معنادار سازماندهی نماید.

نوآوری اصلی این پژوهش در ترکیب فناوری‌های پیشرفته با دانش تخصصی حوزه رصد فناوری است. این ترکیب امکان ایجاد یک سیستم هوشمند را فراهم می‌آورد که نه تنها قادر به پردازش حجم زیادی از اطلاعات است، بلکه می‌تواند بینش‌های ارزشمندی را در زمینه روندهای فناورانه، فرصت‌های نوآوری و تهدیدهای بالقوه ارائه دهد.

کاربردهای این تحقیق متنوع و گسترده هستند. شرکت‌های فناوری محور می‌توانند از این رویکرد برای شناسایی سریع‌تر و دقیق‌تر فرصت‌های نوآوری و تهدیدهای رقابتی استفاده کنند. سازمان‌های تحقیق و توسعه می‌توانند از آن برای هدایت بهتر پروژه‌های تحقیقاتی خود بهره‌برند. سیاست‌گذاران حوزه علم و فناوری نیز می‌توانند با استفاده از این رویکرد، درک بهتری از روندهای آینده و نیازهای فناورانه جامعه به دست آورند. سؤال اصلی این تحقیق عبارت است از: "حوزه‌های نوین تحقیقاتی هوش مصنوعی در سیستم‌های رصد فناوری شرکت‌های با فناوری پیشرفته کدامند و چه ویژگی‌هایی دارند؟".

این سؤال، محور اصلی پژوهش را تشکیل می‌دهد و تمامی مراحل تحقیق در راستای پاسخگویی به آن طراحی شده‌اند. در ادامه این مقاله، ابتدا به مرور ادبیات موجود در زمینه رصد فناوری پرداخته شده است. سپس، روش‌شناسی تحقیق که شامل جمع‌آوری داده‌ها، پیش‌پردازش اطلاعات، استخراج مفاهیم کلیدی و تحلیل آن‌هاست، به تفصیل شرح داده شده است. در این بخش، از روش متن‌کاوی به عنوان یکی از ابزارهای کارآمد برای استخراج و تحلیل اطلاعات استفاده گردیده است. متن‌کاوی با بهره‌گیری از الگوریتم‌های پیشرفته پردازش زبان

¹ Alkhazaleh et al.

طبیعی و یادگیری ماشین، امکان تحلیل حجم زیادی از داده‌های متنی را فراهم می‌آورد. در بخش نتایج، یافته‌های حاصل از پیاده‌سازی رویکرد پیشنهادی ارائه شده و مورد تحلیل قرار گرفته است. این پژوهش با هدف ارتقای فرآیند رصد فناوری از طریق بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، گامی مهم در جهت بهبود توانمندی سازمان‌ها در شناسایی و بهره‌برداری از فرصت‌های فناورانه برمی‌دارد. نتایج پژوهش‌هایی در این زمینه می‌تواند به ایجاد نسل جدیدی از ابزارهای هوشمند برای رصد فناوری منجر شود و به این ترتیب، نقشی کلیدی در پیشبرد نوآوری و توسعه فناوری در سطح ملی و بین‌المللی ایفا نماید.

مبانی نظری

اهمیت رصد فناوری در شرکت‌های با فناوری پیشرفته

امروزه کسب‌وکارها از فناوری‌های لبه و نوظهور بهره‌گیری می‌گیرند (موحدی‌فر و همکاران، ۲۰۲۴). اهمیت رصد فناوری برای شرکت‌های فناوری پیشرفته غیرقابل انکار است. این شرکت‌ها برای حفظ و ارتقای موقعیت رقابتی خود در بازار پویای امروز، نیازمند آگاهی مستمر از آخرین تحولات فناوری و توانایی انطباق سریع با این تغییرات هستند. رصد فناوری به این شرکت‌ها امکان می‌دهد تا فرصت‌های نوآورانه را شناسایی کرده و با درک عمیق‌تر روندهای نوظهور، زمینه‌های جدیدی برای نوآوری و توسعه محصولات کشف کنند (دیویدی و همکاران، ۲۰۲۳).

علاوه بر این، رصد فناوری به عنوان یک ابزار استراتژیک، شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا از پیشرفت‌های رقبا و تهدیدات بالقوه ناشی از ظهور فناوری‌های جدید آگاه شوند. این آگاهی می‌تواند در تدوین و اجرای استراتژی‌های مناسب، چه تدافعی و چه تهاجمی، نقش حیاتی ایفا کند (ژائو و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین، این فرآیند به بهینه‌سازی سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه کمک شایانی می‌کند. با کسب درک عمیق‌تر از روندهای فناورانه، شرکت‌ها می‌توانند منابع خود را به صورت کارآمدتری به پروژه‌های تحقیق و توسعه تخصیص دهند، که این امر می‌تواند منجر به افزایش بازده سرمایه‌گذاری و کاهش ریسک‌های مرتبط با توسعه محصولات نوآورانه شود (لوپز و مارتینز، ۲۰۲۴).

یکی دیگر از مزایای قابل توجه رصد فناوری، تسهیل ایجاد همکاری‌های استراتژیک است. شناسایی سازمان‌ها و مؤسسات پیشرو در حوزه‌های خاص فناوری می‌تواند زمینه‌ساز شکل‌گیری همکاری‌های سودمند باشد. این همکاری‌ها می‌توانند در قالب پروژه‌های مشترک تحقیق و توسعه، انتقال فناوری، یا حتی ادغام و تملک تجلی

یابند، که همگی می‌توانند به تقویت موقعیت رقابتی شرکت و تسریع روند نوآوری کمک کنند (دیویدی و همکاران، ۲۰۲۳).

چالش‌های رصد فناوری در عصر دیجیتال

در عصر دیجیتال، به سبب ظهور فناوری‌های نوین، باورهای سنتی کسب‌وکار به نحوی اساسی دگرگون شده است. سازمان‌ها تنها یک راه پیشرو دارند و آن همگامی با تغییرات موجود است؛ در غیر این صورت از دور رقابت حذف خواهند شد (زمانی و خمسه، ۲۰۲۲). در عصر دیجیتال، رصد فناوری با چالش‌های متعددی مواجه است که پیچیدگی این فرآیند را افزایش می‌دهند. یکی از مهم‌ترین این چالش‌ها، مدیریت حجم عظیم داده‌هاست. افزایش منابع اطلاعاتی و سرعت تولید داده‌ها، پردازش و تحلیل اطلاعات را به یک مسئله پیچیده تبدیل کرده است. این انبوه داده می‌تواند به سردرگمی و دشواری در تشخیص اطلاعات کلیدی منجر شود (گرتسن و همکاران، ۲۰۲۳).

تنوع گسترده منابع اطلاعاتی چالش دیگری است که باید مورد توجه قرار گیرد. امروزه، اطلاعات مرتبط با پیشرفت‌های فناورانه در طیف وسیعی از منابع، شامل مقالات علمی، پتنت‌ها، شبکه‌های اجتماعی و وبلاگ‌های تخصصی منتشر می‌شود. یکپارچه‌سازی و تحلیل این منابع متنوع، که هر یک ممکن است ساختارهای متفاوتی داشته باشند، نیازمند رویکردهای پیشرفته است (ژائو و همکاران، ۲۰۲۲).

سرعت فزاینده تغییرات فناورانه نیز چالشی جدی محسوب می‌شود. با افزایش سرعت نوآوری و تحولات فناورانه، نیاز به رصد مداوم و به‌روزرسانی سریع اطلاعات بیشتر شده است. این امر مستلزم ایجاد سیستم‌های پویا و انعطاف‌پذیر است که بتوانند به سرعت با تغییرات محیطی سازگار شوند (پیاتاوا و همکاران^۱، ۲۰۲۱).

پیچیدگی روابط بین فناوری‌ها نیز چالش قابل توجهی است. در دنیای امروز، بسیاری از نوآوری‌ها نتیجه ترکیب چندین حوزه فناورانه هستند. درک و تحلیل این روابط پیچیده نیازمند رویکردهای تحلیلی پیشرفته است. این پیچیدگی می‌تواند پیش‌بینی مسیرهای آتی فناوری و تأثیرات احتمالی آن‌ها را دشوار سازد (وانگ و همکاران، ۲۰۲۲). در نهایت، نیاز به تخصص چندرشته‌ای چالش دیگری در فرآیند رصد فناوری است. رصد مؤثر فناوری مستلزم ترکیبی از دانش فنی، بینش تجاری و مهارت‌های تحلیلی است. یافتن افراد با این مجموعه مهارت‌ها یا ایجاد تیم‌های چندتخصصی که بتوانند به طور کارآمد با یکدیگر همکاری کنند، چالش‌برانگیز است (گرتسن و همکاران، ۲۰۲۳).

^۱ Pyataeva et al.

نقش هوش مصنوعی در رصد فناوری

هوش مصنوعی به طور فزاینده‌ای نقشی محوری در فرآیند رصد فناوری ایفا می‌کند و راه‌حل‌های نوآورانه‌ای برای چالش‌های پیش‌روی این حوزه ارائه می‌دهد. با توانایی‌های پیشرفته در پردازش و تحلیل حجم عظیمی از داده‌ها، هوش مصنوعی ابزاری قدرتمند برای بهبود کارایی و اثربخشی رصد فناوری محسوب می‌شود (مدیاویلا و همکاران، ۲۰۲۲). یکی از مهم‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در رصد فناوری، پردازش زبان طبیعی است. این فناوری به سیستم‌ها امکان می‌دهد تا متون علمی، پتنت‌ها، و سایر منابع اطلاعاتی را با سرعت و دقت بالا تحلیل کنند. الگوریتم‌های پردازش زبان طبیعی می‌توانند مفاهیم کلیدی، روندها و ارتباطات پنهان را در حجم عظیمی از داده‌های متنی شناسایی کنند، که این امر به درک عمیق‌تر پیشرفت‌های فناورانه کمک می‌کند (دیویدی و همکاران، ۲۰۲۳).

سازمان‌ها برای نهادینه کردن جو خلاقیت و نوآوری باید استراتژی‌هایی را برای هدایت و کنترل این تغییرات به مدد رهبران تحول‌آفرین ایجاد کنند. تکنیک‌های یادگیری ماشین نیز نقش مهمی در پیش‌بینی روندهای آینده فناوری ایفا می‌کنند. با تحلیل الگوهای تاریخی و داده‌های جاری، این الگوریتم‌ها می‌توانند مسیرهای احتمالی توسعه فناوری را پیش‌بینی کنند. این قابلیت به سازمان‌ها کمک می‌کند تا تصمیمات استراتژیک آگاهانه‌تری در زمینه سرمایه‌گذاری و توسعه محصول اتخاذ کنند (یانگ، ۲۰۲۲). سیستم‌های توصیه‌گر مبتنی بر هوش مصنوعی نیز ابزار ارزشمندی برای متخصصان رصد فناوری هستند. این سیستم‌ها می‌توانند بر اساس علایق و نیازهای خاص هر سازمان، منابع اطلاعاتی مرتبط و مهم را پیشنهاد دهند. این امر باعث صرفه‌جویی قابل توجهی در زمان و منابع می‌شود و اطمینان می‌دهد که هیچ اطلاعات مهمی از قلم نیفتاده است (مدیاویلا و همکاران، ۲۰۲۲).

تحلیل شبکه‌های اجتماعی با استفاده از هوش مصنوعی امکان رصد گفتمان‌های مرتبط با فناوری در پلتفرم‌های آنلاین را فراهم می‌کند. این تحلیل‌ها می‌توانند بینش‌های ارزشمندی در مورد نظرات کاربران، روندهای نوظهور و واکنش‌های بازار به فناوری‌های جدید ارائه دهند (اویگور و فرگوسن^۱، ۲۰۲۴).

فناوری‌های پردازش تصویر و ویدئو مبتنی بر هوش مصنوعی نیز در استخراج اطلاعات از منابع غیرمتنی مانند نمودارها، تصاویر فنی و ویدئوهای آموزشی کاربرد دارند. این قابلیت، طیف منابع قابل استفاده در رصد فناوری را گسترش می‌دهد. علاوه بر این، سیستم‌های خودکار مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند فرآیند جمع‌آوری و

^۱ Uygun & Ferguson

به روزرسانی اطلاعات را تسهیل کنند. این سیستم‌ها قادرند به طور مداوم منابع مختلف را پایش کرده و اطلاعات جدید و مرتبط را به محض انتشار شناسایی و جمع‌آوری کنند (استال و همکاران^۱، ۲۰۲۳).

با این حال، استفاده از هوش مصنوعی در رصد فناوری با چالش‌هایی نیز همراه است. اطمینان از کیفیت و صحت داده‌های ورودی، شفافیت در فرآیندهای تصمیم‌گیری الگوریتمی، و حفظ حریم خصوصی از جمله مسائلی هستند که باید مورد توجه قرار گیرند. در مجموع، هوش مصنوعی پتانسیل قابل توجهی برای انقلاب در فرآیند رصد فناوری دارد. با بهبود مستمر الگوریتم‌ها و افزایش دسترسی به داده‌های با کیفیت، انتظار می‌رود که نقش هوش مصنوعی در این حوزه در سال‌های آینده پررنگ‌تر شود. سازمان‌هایی که بتوانند به طور مؤثر از این فناوری‌ها بهره‌برداری کنند، در موقعیت بهتری برای پیش‌بینی و واکنش به تحولات فناورانه قرار خواهند گرفت (اویگور و فرگوسن، ۲۰۲۴).

پیشینه تحقیق

اویگور و فرگوسن (۲۰۲۴) در مطالعه خود به بررسی نقش هوش مصنوعی در آینده انتقال فناوری پرداختند. آن‌ها دریافتند که هوش مصنوعی می‌تواند به عنوان ابزاری قدرتمند برای مدیریت پیچیده قراردادها و تجاری‌سازی اختراعات عمل کند. این مطالعه نشان می‌دهد که هوش مصنوعی پتانسیل قابل توجهی برای بهبود فرآیندهای انتقال فناوری دارد. در همین راستا، آدامیک (۲۰۲۳) در پژوهش خود به اهمیت هوشمندی فناوری به عنوان یکی از عوامل کلیدی مدیریت استراتژیک در دنیای هوشمند پرداخت. او دریافت که هوشمندی فناوری سازمان‌ها می‌تواند سرعت و کیفیت بسیاری از فرآیندهای سازمانی را بهبود بخشد. با این حال، آدامیک تأکید کرد که برای تحقق کامل پتانسیل هوشمندی فناوری، نیاز به حمایت از سایر قابلیت‌های منابع در ستون‌های مختلف دنیای هوشمند وجود دارد.

علاوه بر این، سن و همکاران^۲ (۲۰۲۳) به بررسی آمادگی شرکت‌های تثبیت شده در صنایع بالغ برای بازسازی و سازماندهی مجدد فرآیندهای هوشمندی فناوری خود در مواجهه با دیجیتالی شدن پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که شرکت‌های تولیدی با چالش‌های خاصی در زمینه فعالیت‌های هوشمندی فناوری، به ویژه در پذیرش فناوری‌های دیجیتال مواجه هستند. در حوزه‌ای مرتبط، هو و همکاران^۳ (۲۰۲۳) در یک بررسی کتاب‌سنجی به ترسیم حوزه تحقیقاتی استخراج فناوری پرداختند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که تحقیقات در این

¹ Stahl et al.

² Sen et al.

³ Hu et al.

زمینه عمدتاً بر چهار حوزه بنیادی استوار است و پنج خوشه پیشرو وجود دارد. همچنین، آن‌ها سه موضوع نوظهور را شناسایی کردند: تحلیل موضوعات فناوری، تحلیل فرصت‌های فناوری، و مدیریت و پشتیبانی تصمیم‌گیری فناوری.

استال و همکاران (۲۰۲۳) نیز به بررسی جنبه‌های دیگری از هوش مصنوعی پرداختند و مسائل اخلاقی و حقوق بشری در این حوزه را مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها دریافتند که تعیین اولویت‌های واضح در این زمینه دشوار است. بر این اساس، پیشنهاد کردند که بحث در مورد اخلاق و حقوق بشر در هوش مصنوعی باید بازتعریف شود و بیشتر بر ماهیت سیستمی اکوسیستم‌های هوش مصنوعی تأکید کند.

در زمینه‌ای مرتبط، ماریانی و همکاران^۱ (۲۰۲۳) یک مرور نظام‌مند از تحقیقات در زمینه هوش مصنوعی و نوآوری انجام دادند. نتیجه کار آن‌ها ارائه یک چارچوب تفسیری بود که عوامل محرک و نتایج پذیرش هوش مصنوعی برای نوآوری را روشن می‌کند. علاوه بر این، آن‌ها یک دستور کار برای تحقیقات آینده توسعه دادند. با توجه به اهمیت انتقال فناوری در عصر جدید، الخزاله و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی عوامل موفقیت انتقال فناوری در عصر صنعت ۴.۰ پرداختند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که همکاری بین دریافت‌کنندگان فناوری، عوامل و مخترعان برای انتقال فناوری صنعت ۴.۰ اهمیت زیادی دارد. همچنین، آن‌ها بر اهمیت مؤلفه اکوسیستم در انتقال فناوری تأکید کردند. به عنوان نمونه‌ای از کاربرد فناوری‌های پیشرفته در توسعه محصول، فیکارلا و همکاران^۲ (۲۰۲۲) از تکنیک‌های شبیه‌سازی سه بعدی برای بررسی چسبندگی ماسک‌های صورت دو ماده‌ای استفاده کردند. این مطالعه نشان می‌دهد که چگونه فناوری‌های پیشرفته می‌توانند در رصد و توسعه محصولات جدید مورد استفاده قرار گیرند.

در راستای توسعه ابزارهای پیشرفته برای رصد فناوری، شوه و همکاران^۳ (۲۰۲۰) یک معماری رادار فناوری خودکار مبتنی بر هوش مصنوعی را معرفی کردند. این سیستم نوآورانه به طور خودکار داده‌ها را از منابع مرتبط جمع‌آوری می‌کند، اهمیت فناوری‌ها را ارزیابی می‌کند و آن‌ها را روی نقشه رادار تجسم می‌کند. علاوه بر این، وانگ و کوان^۴ (۲۰۱۹) به بررسی نقش رصد فناوری خارجی در تولید نوآوری باز در صنایع با فناوری بالا پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که شرکت‌هایی با ظرفیت جذب توسعه‌یافته، نوآوری‌های بیشتری تولید می‌کنند و فناوری‌های خارجی بهتری را جذب می‌کنند.

¹ Mariani et al.

² Ficarella et al.

³ Schuh et al.

⁴ Wang & Quan

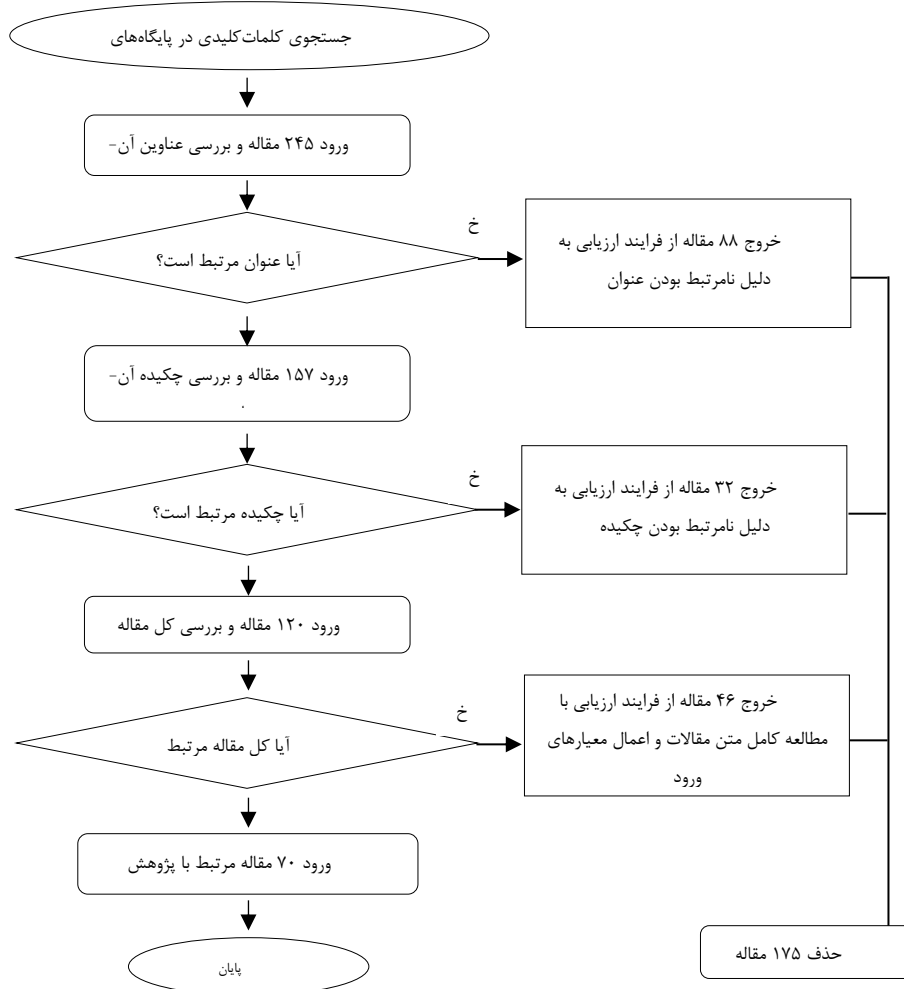
در جمع‌بندی مرور ادبیات، می‌توان گفت که رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی یک حوزه تحقیقاتی در حال رشد است که پتانسیل قابل توجهی برای بهبود فرآیندهای نوآوری و تصمیم‌گیری استراتژیک در سازمان‌ها دارد. این حوزه با ترکیب رویکردهای سنتی رصد فناوری و قابلیت‌های پیشرفته هوش مصنوعی، افق‌های جدیدی را در مدیریت فناوری گشوده است. با این حال، باید توجه داشت که چالش‌های مهمی نیز در این زمینه وجود دارد. از جمله این چالش‌ها می‌توان به مسائل اخلاقی، حفظ حریم خصوصی و نیاز به توسعه مهارت‌ها و زیرساخت‌های مناسب اشاره کرد. این موارد نیازمند توجه ویژه و تحقیقات بیشتر هستند تا بتوان از پتانسیل‌های رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی به طور کامل و مسئولانه بهره‌برداری کرد.

روش پژوهش

این پژوهش با هدف شناسایی و تحلیل مفاهیم کلیدی در رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی، از رویکرد متن‌کاوی بهره گرفته است. روش‌شناسی این تحقیق شامل چندین مرحله اصلی است که در ادامه به تفصیل شرح داده می‌شوند. جامعه آماری این پژوهش شامل مقالات علمی منتشر شده در حوزه رصد فناوری و کاربرد هوش مصنوعی در آن است. برای دستیابی به نمونه‌ای جامع و معتبر، مقالات منتشر شده در بازه زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۴ مورد بررسی قرار گرفتند. این بازه زمانی ده ساله به دلیل تحولات سریع در حوزه هوش مصنوعی و فناوری‌های پیشرفته در سال‌های اخیر انتخاب شده است. برای انتخاب مقالات مرتبط، از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شد. در این راستا، مجموعه‌ای از کلیدواژه‌های تخصصی شامل "Technology scouting"، "Artificial intelligence"، "AI-based technology monitoring"، "High technology"، "Advanced technology companies" و سایر عبارات مرتبط در پایگاه‌های داده علمی معتبر مانند Scopus، Web of Science، IEEE Xplore و ScienceDirect مورد جستجو قرار گرفتند.

فرآیند انتخاب مقالات در چهار مرحله انجام شد. در مرحله اول، با جستجوی کلیدواژه‌های تخصصی در پایگاه‌های داده معتبر، ۲۴۵ مقاله شناسایی شد. در مرحله دوم، با بررسی عنوان و چکیده مقالات، تعداد آن‌ها به ۱۲۰ مقاله کاهش یافت. در مرحله سوم، با مطالعه کامل متن مقالات و اعمال معیارهای ورود (تمرکز بر هوش مصنوعی در رصد فناوری، تاکید بر شرکت‌های با فناوری پیشرفته، روش‌شناسی معتبر، زبان انگلیسی و انتشار در مجلات معتبر علمی) و خروج (عدم دسترسی به متن کامل، کیفیت پایین روش‌شناسی)، ۷۰ مقاله برای تحلیل نهایی انتخاب شدند. در مرحله چهارم، کیفیت مقالات منتخب توسط دو متخصص مستقل با شاخص‌های اعتبار

مجله، روش‌شناسی و ارجاعات ارزیابی شد. فرآیند انتخاب مقالات و تحلیل داده‌ها در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱: الگوریتم انتخاب مقالات

پس از جمع‌آوری مقالات، مرحله پیش‌پردازش داده‌ها آغاز شد. این مرحله شامل چندین گام است:

- استخراج متن: متن کامل مقالات از فایل‌های PDF استخراج و به فرمت متنی ساده تبدیل شد.
- تصفیه متون: در این مرحله، عناصر غیرضروری مانند اعداد، علائم نگارشی زائد و کاراکترهای خاص از متون حذف شدند.

- **یکسان سازی متون:** تمامی حروف به فرمت کوچک تبدیل شدند تا از تأثیر ناخواسته تفاوت های نگارشی بر نتایج تحلیل جلوگیری شود.
- **حذف کلمات پرتکرار:** واژگان پرتکرار و کم اهمیت که تأثیری در تحلیل مفهومی ندارند، با استفاده از فهرست کلمات ایست^۱ از متون حذف گردیدند.
- **ریشه یابی کلمات:** با استفاده از الگوریتم های ریشه یابی، کلمات به فرم اصلی خود تبدیل شدند تا تحلیل دقیق تری از مفاهیم امکان پذیر شود.
- برای انجام این مراحل، از زبان برنامه نویسی پایتون و کتابخانه های تخصصی NLTK و SpaCy استفاده شد. پس از آماده سازی داده ها، مرحله اصلی تحلیل متن کاوی آغاز شد. این مرحله شامل چندین بخش است:
- **استخراج کلمات کلیدی:** با استفاده از الگوریتم های متن کاوی، کلمات و عبارات کلیدی از متون استخراج شدند. در این مرحله از روش های آماری مانند TF-IDF^۲ و روش های یادگیری ماشین مانند Word2Vec^۳ استفاده شد.
- **تحلیل فراوانی:** فراوانی کلمات و عبارات کلیدی در کل مجموعه داده ها محاسبه و تحلیل شد. این تحلیل به شناسایی مهم ترین مفاهیم در حوزه رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی کمک می کند.
- **مدل سازی موضوعی:** با استفاده از الگوریتم LDA^۴، موضوعات اصلی موجود در مجموعه مقالات شناسایی شدند. این روش امکان کشف ساختارهای پنهان و ارتباطات بین مفاهیم را فراهم می کند.
- **تحلیل شبکه مفاهیم:** با استفاده از تکنیک های تحلیل شبکه، ارتباطات بین مفاهیم کلیدی مورد بررسی قرار گرفت. این تحلیل به درک بهتر ساختار دانش در حوزه رصد فناوری کمک می کند.
- **تحلیل احساسات:** با استفاده از تکنیک های پردازش زبان طبیعی، نگرش ها و دیدگاه های موجود در متون نسبت به کاربرد هوش مصنوعی در رصد فناوری مورد تحلیل قرار گرفت. تحلیل احساسات با استفاده از روش VADER^۵ انجام شد که روشی مبتنی بر لغت نامه و قواعد است و برای متون علمی بهینه شده است.

^۱ stop words

^۲ TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency): روشی برای وزن دهی به کلمات در متون است که اهمیت نسبی هر کلمه را با توجه به فراوانی آن در متن و معکوس فراوانی آن در کل مجموعه اسناد محاسبه می کند.

^۳ Word2Vec: یک تکنیک یادگیری عمیق برای نمایش کلمات به صورت بردارهای عددی است که روابط معنایی بین کلمات را حفظ می کند.

^۴ LDA (Latent Dirichlet Allocation): یک مدل آماری و یادگیری ماشین برای شناسایی موضوعات پنهان در مجموعه ای از متون است. این مدل می تواند به طور خودکار مستندات را طبقه بندی کرده و مفاهیم اصلی را استخراج کند.

^۵ VADER (Valence Aware Dictionary and sEntiment Reasoner): یک ابزار تحلیل احساسات مبتنی بر قواعد و لغت نامه است که برای متون

رسمی و علمی بهینه شده است.

این روش به هر متن نمره‌ای بین -1 (کاملاً منفی) تا $+1$ (کاملاً مثبت) اختصاص می‌دهد. برای اطمینان از دقت تحلیل، از نرم‌افزار NLTK و کتابخانه SentimentIntensityAnalyzer استفاده شد. متون با نمره بالای $+0.5$ مثبت، پایین‌تر از $+0.5$ منفی و بین این دو مقدار خنثی طبقه‌بندی شدند. صحت نتایج با ارزیابی دستی 10% از نمونه‌ها توسط دو متخصص مستقل تأیید شد.

برای انجام این تحلیل‌ها، از کتابخانه‌های تخصصی پایتون مانند Gensim، Scikit-learn و NetworkX استفاده شد. پس از استخراج و تحلیل مفاهیم کلیدی، از الگوریتم خوشه‌بندی K-Means^۱ برای گروه‌بندی مفاهیم مرتبط استفاده شد. هدف از این خوشه‌بندی، شناسایی گروه‌های مفهومی اصلی در حوزه رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی بود. تعداد بهینه خوشه‌ها با استفاده از روش‌های ارزیابی مانند معیار سیلوئت^۲ تعیین شد. برای اطمینان از روایی و پایایی نتایج، چندین روش اعتبارسنجی به کار گرفته شد:

- **روایی محتوا:** نتایج حاصل از تحلیل متن‌کاوی توسط دو متخصص در حوزه رصد فناوری و هوش مصنوعی مورد بررسی و تأیید قرار گرفت.
 - **روایی همگرا:** نتایج به دست آمده با یافته‌های گزارش‌های معتبر صنعتی و مقالات مروری اخیر در این حوزه مقایسه شد.
 - **پایایی:** برای اطمینان از ثبات نتایج، تحلیل‌ها چندین بار با پارامترهای مختلف تکرار شد و نتایج مورد مقایسه قرار گرفت.
 - **قابلیت تکرار:** تمامی مراحل تحلیل، از پیش‌پردازش داده‌ها تا خوشه‌بندی نهایی، به دقت مستندسازی شد تا امکان تکرار پژوهش توسط سایر محققان فراهم شود.
- این روش‌شناسی جامع امکان شناسایی و تحلیل دقیق مفاهیم کلیدی در حوزه رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی را فراهم می‌آورد و پایه محکمی برای ارائه یافته‌های معتبر و قابل اعتماد ایجاد می‌کند.

یافته‌ها

این بخش به ارائه نتایج حاصل از تحلیل متن‌کاوی بر روی ۷۰ مقاله انتخاب شده در حوزه رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی پرداخته است. یافته‌های این پژوهش، حاصل اجرای فرآیند چند مرحله‌ای متن‌کاوی است که

^۱ K-Means: الگوریتمی برای خوشه‌بندی داده‌ها است که داده‌ها را به K گروه تقسیم می‌کند، به طوری که هر داده به نزدیک‌ترین مرکز خوشه تعلق می‌گیرد.

^۲ ضریب سیلوئت (Silhouette Coefficient): معیاری برای ارزیابی کیفیت خوشه‌بندی است که میزان شباهت یک شیء با خوشه خودش در مقایسه با سایر خوشه‌ها را اندازه‌گیری می‌کند.

شامل پیش‌پردازش داده‌ها، استخراج مفاهیم کلیدی، تحلیل فراوانی، مدل‌سازی موضوعی، تحلیل احساسات و خوشه‌بندی مفاهیم است.

نتایج پیش‌پردازش داده‌ها

فرآیند پیش‌پردازش داده‌ها منجر به بهبود قابل توجه کیفیت متون برای تحلیل‌های بعدی شد. جدول ۱ نتایج این مرحله را نشان می‌دهد. پس از تصفیه متون، تعداد کلمات از ۱,۴۰۰,۰۰۰ به ۱,۲۶۰,۰۰۰ کاهش یافت. مرحله یکسان‌سازی متون تغییری در تعداد کلمات ایجاد نکرد، اما با حذف کلمات پرتکرار، تعداد کلمات به ۹۴۵,۰۰۰ رسید. این کاهش ۳۲/۵ درصدی در تعداد کلمات، نشان‌دهنده اهمیت مرحله پیش‌پردازش در حذف اطلاعات غیرضروری و بهبود کیفیت داده‌ها برای تحلیل‌های بعدی است.

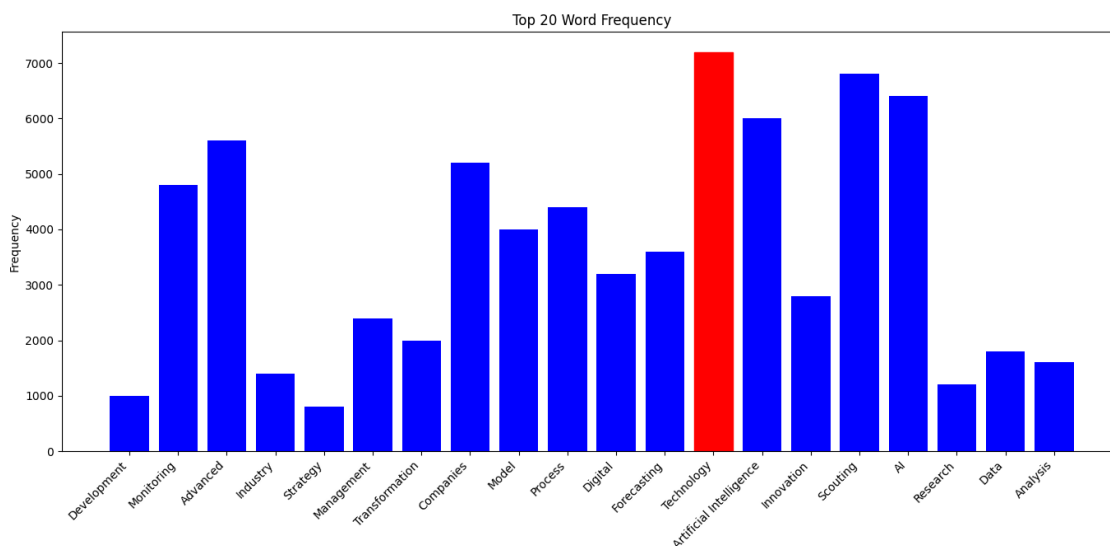
جدول ۱: نتایج آماده‌سازی داده‌های متنی

مرحله	تعداد کلمات قبل از پردازش	تعداد کلمات پس از پردازش
تصفیه متون	۱,۴۰۰,۰۰۰	۱,۲۶۰,۰۰۰
یکسان‌سازی متون	۱,۲۶۰,۰۰۰	۱,۲۶۰,۰۰۰
حذف کلمات پرتکرار	۱,۲۶۰,۰۰۰	۹۴۵,۰۰۰

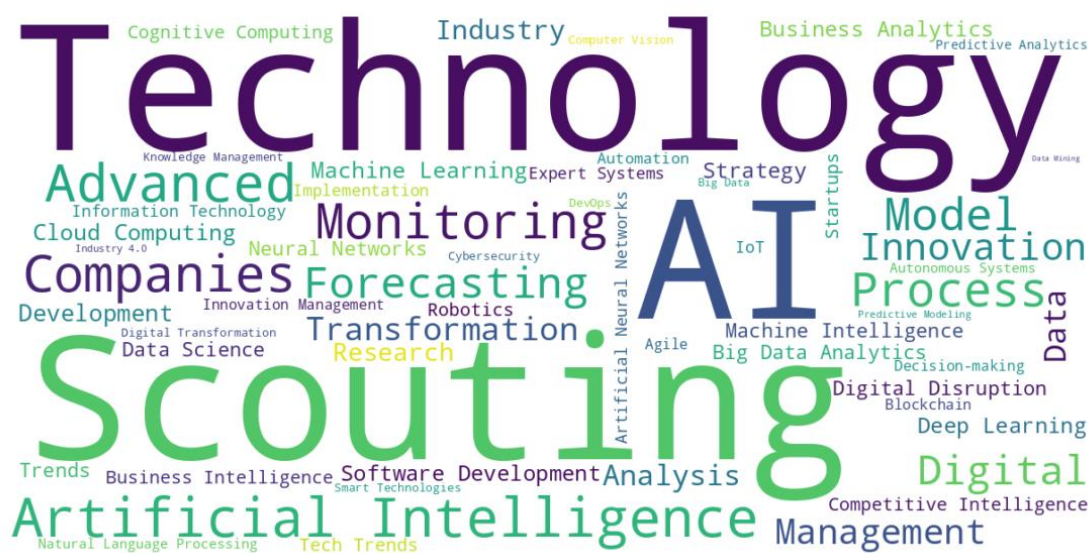
کاهش ۳۲/۵ درصدی حجم داده‌ها نشان‌دهنده اهمیت طراحی پروتکل‌های استاندارد پیش‌پردازش در مطالعات متن‌کاوی است. مدیران فناوری باید به اهمیت پاکسازی و استانداردسازی داده‌ها در سیستم‌های رصد فناوری توجه ویژه داشته باشند.

تحلیل فراوانی کلمات کلیدی

تحلیل فراوانی کلمات کلیدی، الگوهای مهمی را در مورد موضوعات اصلی مورد بحث در حوزه رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی آشکار کرد. شکل ۲ توزیع فراوانی ۲۰ کلمه پرتکرار را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کلماتی مانند "technology"، "AI"، "scoutin"، و "artificial intelligence" در صدر فهرست قرار دارند. این امر نشان‌دهنده تمرکز اصلی مقالات بر موضوع رصد فناوری و نقش هوش مصنوعی در آن است. علاوه بر این، حضور کلماتی مانند "data"، "analysis"، و "learning" در میان کلمات پرتکرار، اهمیت تحلیل داده‌ها و یادگیری ماشین در این حوزه را نشان می‌دهد. همچنین، وجود کلماتی مانند "innovation" و "future" نشان‌دهنده ارتباط نزدیک رصد فناوری با نوآوری و پیش‌بینی آینده است. شکل ۳، نمودار ابر واژگان را نمایش می‌دهد که تصویری بصری از کلمات کلیدی پرتکرار ارائه می‌کند. این نمودار به وضوح نشان می‌دهد که چگونه مفاهیم مرتبط با هوش مصنوعی و رصد فناوری در مرکز توجه قرار دارند.



شکل ۲: توزیع فراوانی ۲۰ کلمه پرتکرار در متون مقالات



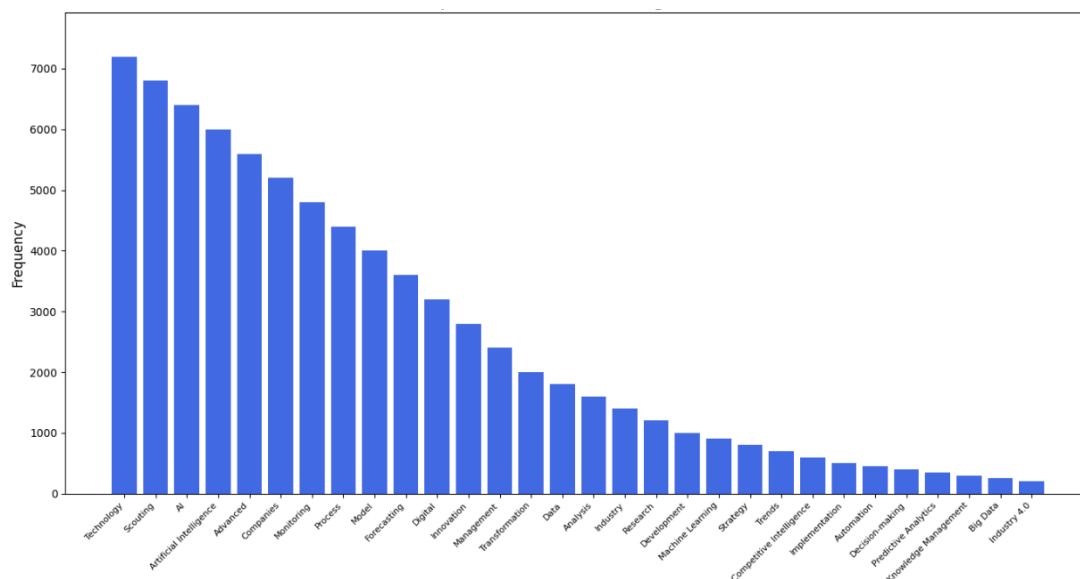
شکل ۳: ابر واژگان کلمات پرتکرار و مهم در متون مقالات

توزیع فراوانی کلمات نشان‌دهنده اهمیت یکپارچه‌سازی فناوری‌های تحلیل داده و یادگیری ماشین در سیستم‌های رصد است. سیاست‌گذاران باید زیرساخت‌های لازم برای پردازش حجم عظیم داده‌ها را فراهم کنند.

استخراج مفاهیم کلیدی

با استفاده از مدل LDA، ۳۰ کلمه کلیدی برتر استخراج شدند که در شکل ۴ نمایش داده شده است. این تحلیل نشان داد که مفاهیمی مانند "artificial intelligence"، "machine learning"، "processing" و "predictive analytics" از جمله موضوعات مهم در این حوزه هستند.

حضور پررنگ این مفاهیم نشان می‌دهد که تکنیک‌های پیشرفته هوش مصنوعی نقش مهمی در فرآیندهای رصد فناوری ایفا می‌کنند. به عنوان مثال، پردازش زبان طبیعی می‌تواند در تحلیل متون علمی و فنی، یادگیری عمیق در شناسایی الگوهای پیچیده، و تحلیل پیش‌بینی در پیش‌بینی روندهای آینده فناوری مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۴: ۳۰ کلمه کلیدی برتر و فراوانی آن‌ها

تنوع مفاهیم کلیدی نشان دهنده نیاز به رویکرد چندوجهی در توسعه سیستم‌های رصد فناوری است. مدیران باید تیم‌های چند تخصصی متشکل از متخصصان هوش مصنوعی، تحلیلگران کسب و کار و متخصصان صنعت تشکیل دهند.

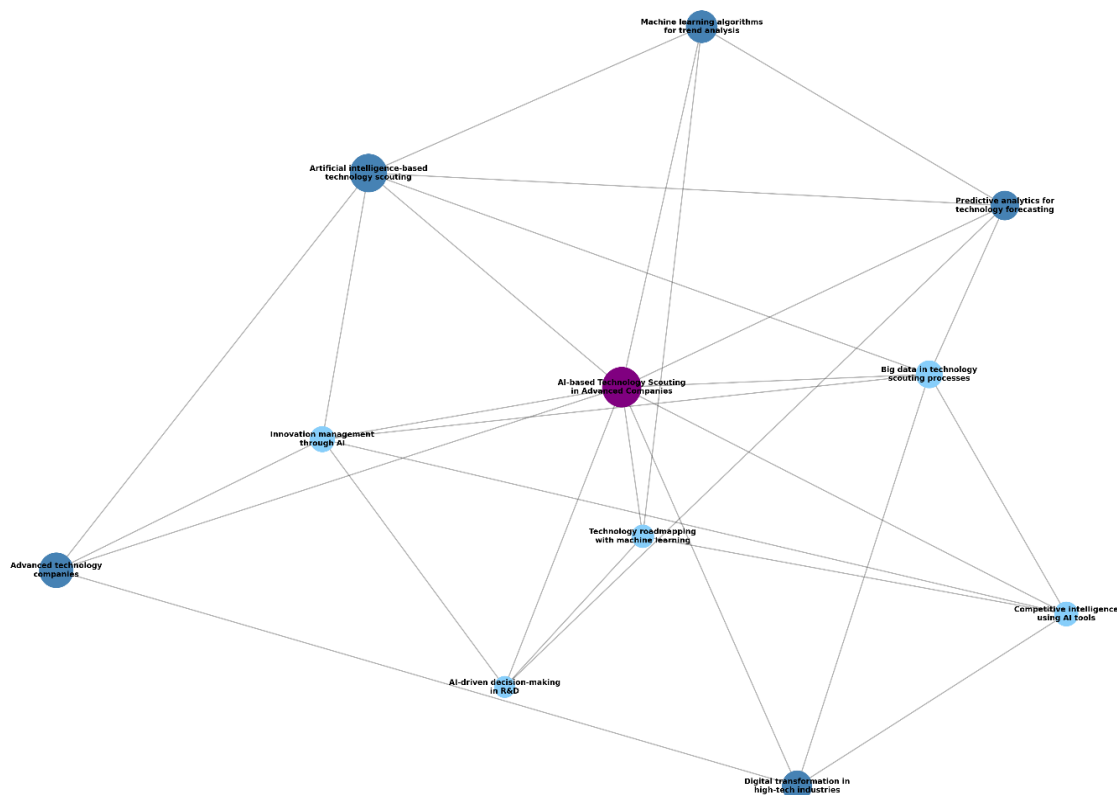
شناسایی الگوهای متنی

تحلیل n-gram منجر به شناسایی عبارات و توالی‌های کلمات پرتکرار شد. جدول ۳، ۱۰ عبارت پرتکرار را به همراه فراوانی و تحلیل مختصر آن‌ها نشان می‌دهد. عباراتی مانند "artificial intelligence-based technology" و "scouting" و "machine learning algorithms for trend analysis" از جمله پرتکرارترین عبارات هستند.

جدول ۲: لیست ۱۰ عبارت یا توالی کلمات پرتکرار با فراوانی و تحلیل آن‌ها

ردیف	عبارت پرتکرار	فراوانی	تحلیل
۱	Artificial intelligence-based technology scouting	۴۵۰	نشان‌دهنده محور اصلی پژوهش
۲	Advanced technology companies	۳۸۰	تأکید بر جامعه هدف مطالعه
۳	Machine learning algorithms for trend analysis	۳۲۰	اشاره به روش‌های تحلیلی مورد استفاده
۴	Digital transformation in high-tech industries	۲۹۰	بیانگر زمینه کاربردی پژوهش
۵	Predictive analytics for technology forecasting	۲۶۰	تأکید بر کاربرد پیش‌بینی در رصد فناوری
۶	Big data in technology scouting processes	۲۳۰	نشان‌دهنده اهمیت داده‌های حجیم
۷	Innovation management through AI	۲۰۰	ارتباط هوش مصنوعی با مدیریت نوآوری
۸	Competitive intelligence using AI tools	۱۸۰	کاربرد هوش مصنوعی در هوشمندی رقابتی
۹	Technology roadmapping with machine learning	۱۶۰	استفاده از یادگیری ماشین در نقشه راه فناوری
۱۰	AI-driven decision-making in R&D	۱۴۰	نقش هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری‌های تحقیق و توسعه

این الگوهای متنی نشان می‌دهند که چگونه هوش مصنوعی و تکنیک‌های مرتبط با آن در فرآیندهای مختلف رصد فناوری به کار گرفته می‌شوند. به عنوان مثال، عبارت "predictive analytics for technology forecasting" نشان می‌دهد که تحلیل‌های پیش‌بینی نقش مهمی در پیش‌بینی روندهای آینده فناوری ایفا می‌کنند. شکل ۵، نمودار درختی ارتباط میان این عبارات پرتکرار را نمایش می‌دهد. این نمودار نشان می‌دهد که چگونه مفاهیم مختلف در حوزه رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی با یکدیگر مرتبط هستند.

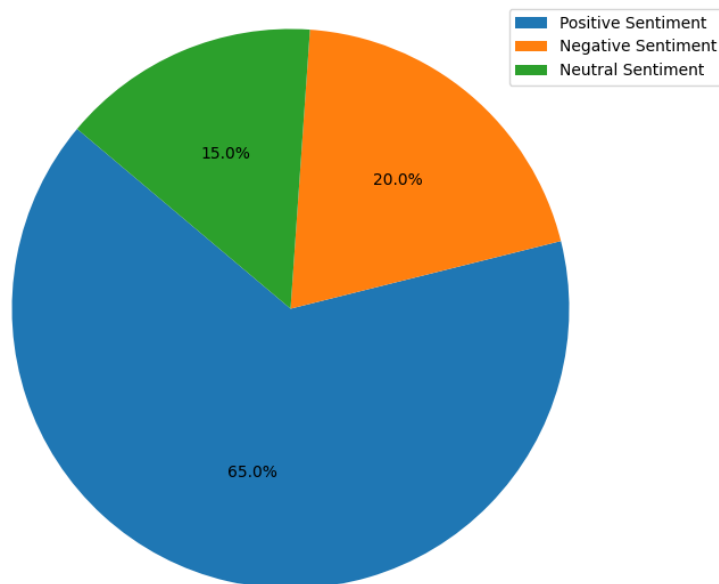


شکل ۵: درخت ارتباط میان عبارات پرتکرار

تحلیل احساسات

نتایج تحلیل احساسات، که در شکل ۶ نمایش داده شده، نشان می‌دهد که ۶۵٪ از متون دارای بار احساسی مثبت، ۲۰٪ دارای بار احساسی منفی و ۱۵٪ خنثی هستند. این توزیع نشان می‌دهد که نگرش کلی نسبت به استفاده از هوش مصنوعی در رصد فناوری مثبت است.

تحلیل عمیق‌تر نشان داد که نگرش مثبت عمدتاً مربوط به پتانسیل هوش مصنوعی در بهبود دقت، سرعت و کارایی فرآیندهای رصد فناوری است. به عنوان مثال، جملاتی مانند «هوش مصنوعی، جمع‌آوری اطلاعات رقابتی را در صنایع پیشرفته ارتقا می‌بخشد» دارای بالاترین امتیاز مثبت (۰/۸) بودند. از سوی دیگر، نگرانی‌های اخلاقی و امنیتی عمدتاً منجر به بار احساسی منفی شده‌اند. جملاتی مانند «نگرانی‌ها درباره حریم خصوصی داده‌ها در سیستم‌های رصد مبتنی بر هوش مصنوعی رو به افزایش است» دارای بالاترین امتیاز منفی (-۰/۶) بودند.



شکل ۶: توزیع بار احساسی در متون مرتبط با رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی

غلبه نگرش مثبت (۶۵٪) نشان‌دهنده پذیرش هوش مصنوعی در جامعه علمی است. با این حال، نگرانی‌های اخلاقی (۲۰٪) باید در سیاست‌گذاری‌ها و طراحی سیستم‌ها لحاظ شود.

خوشه‌بندی مفاهیم

خوشه‌بندی مفاهیم با استفاده از الگوریتم K-Means منجر به شناسایی ۵ خوشه اصلی شد که در جدول ۳ ارائه شده است. این خوشه‌ها عبارتند از: ۱. فناوری‌های هوش مصنوعی در رصد فناوری؛ ۲. فرآیندهای رصد فناوری؛ ۳. کاربردهای هوش مصنوعی در رصد فناوری؛ ۴. چالش‌ها و ملاحظات؛ ۵. صنایع پیشرفته و حوزه‌های کاربرد. هر خوشه شامل مجموعه‌ای از مفاهیم مرتبط است که نشان‌دهنده ابعاد مختلف رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی است. به عنوان مثال، خوشه «فناوری‌های هوش مصنوعی» شامل مفاهیمی مانند یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، و پردازش زبان طبیعی است، در حالی که خوشه «چالش‌ها و ملاحظات» شامل مفاهیمی مانند حریم خصوصی داده‌ها، ملاحظات اخلاقی و چالش‌های پیاده‌سازی است.

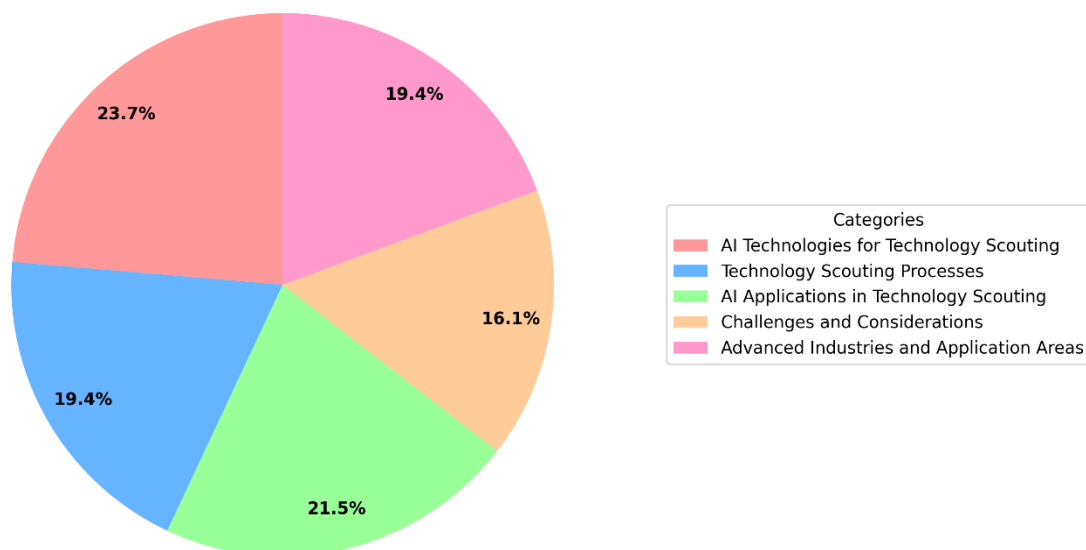
جدول ۳: خوشه‌بندی مفاهیم مرتبط با رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی

مفاهیم مرتبط		خوشه	
یادگیری ماشین	Machine Learning	AI Technologies for Technology Scouting	فناوری‌های هوش مصنوعی در رصد فناوری
یادگیری عمیق	Deep Learning		
پردازش زبان طبیعی	Natural Language Processing		

مفاهیم مرتبط		خوشه	
بینایی کامپیوتر	Computer Vision		
یادگیری تقویتی	Reinforcement Learning		
سیستم‌های خبره	Expert Systems		
شبکه‌های عصبی	Neural Networks		
الگوریتم‌های ژنتیک	Genetic Algorithms		
منطق فازی	Fuzzy Logic		
هوش جمعی	Swarm Intelligence		
اتوماسیون فرآیند رباتیک	Robotic Process Automation		
محاسبات شناختی	Cognitive Computing		
جمع‌آوری داده	Data Collection	Technology Scouting Processes	فرآیندهای رصد فناوری
تحلیل داده	Data Analysis		
پیش‌بینی فناوری	Technology Forecasting		
تصمیم‌گیری	Decision Making		
تحلیل پتنت	Patent Analysis		
شناسایی روند	Trend Identification		
برنامه‌ریزی سناریو	Scenario Planning		
نقشه راه فناوری	Technology Roadmapping		
الگوبرداری	Benchmarking		
تحلیل شکاف	Gap Analysis		
جمع‌آوری اطلاعات رقابتی	Competitive Intelligence Gathering		
مدیریت دانش	Knowledge Management		
تحلیل پیش‌بینی	Predictive Analytics	AI Applications in Technology Scouting	کاربردهای هوش مصنوعی در رصد فناوری
تشخیص الگو	Pattern Recognition		
تحلیل روند	Trend Analysis		
بررسی خودکار متون علمی	Automated Literature Review		
تحلیل معنایی	Semantic Analysis		
استخراج داده از رسانه‌های اجتماعی	Social Media Mining		
استخراج داده از پتنت‌ها	Patent Mining		
تحلیل احساسات	Sentiment Analysis		
تشخیص ناهنجاری	Anomaly Detection		
پیش‌بینی سری‌های زمانی	Time Series Forecasting		
سیستم‌های توصیه‌گر	Recommender Systems		
خلاصه‌سازی متن	Text Summarization		
حریم خصوصی داده‌ها	Data Privacy	Challenges and Considerations	چالش‌ها و ملاحظات
ملاحظات اخلاقی	Ethical Concerns		
چالش‌های پیاده‌سازی	Implementation Challenges		

مفاهیم مرتبط		خوشه	
یکپارچه‌سازی با سیستم‌های موجود	Integration with Existing Systems		
مسائل کیفیت داده	Data Quality Issues		
شکاف مهارتی	Skill Gap		
سوگیری الگوریتمی	Algorithmic Bias		
قابلیت توضیح مدل‌های هوش مصنوعی	Explainability of AI Models		
مقیاس‌پذیری	Scalability		
هزینه پیاده‌سازی	Cost of Implementation		
انطباق با مقررات	Regulatory Compliance		
خطرات امنیت سایبری	Cybersecurity Risks		
تولید پیشرفته	Advanced Manufacturing	Advanced Industries and Application Areas	صنایع پیشرفته و حوزه‌های کاربرد
بیوفناوری	Biotechnology		
نانوفناوری	Nanotechnology		
هوافضا	Aerospace		
انرژی تجدیدپذیر	Renewable Energy		
داروسازی	Pharmaceuticals		
مخابرات	Telecommunications		
فناوری مالی	Fintech		
خودروهای خودران	Autonomous Vehicles		
شهرهای هوشمند	Smart Cities		
اینترنت اشیاء	Internet of Things (IoT)		
محاسبات کوانتومی	Quantum Computing		
رباتیک	Robotics		
چاپ سه‌بعدی	3D Printing		

شکل ۷ توزیع مفاهیم در خوشه‌های مختلف را نمایش می‌دهد. این نمودار نشان می‌دهد که خوشه‌های «فناوری‌های هوش مصنوعی» و «کاربردهای هوش مصنوعی» بیشترین تعداد مفاهیم را به خود اختصاص داده‌اند، که نشان‌دهنده تمرکز اصلی تحقیقات بر این حوزه‌هاست.



شکل ۷: توزیع مفاهیم در خوشه‌های مرتبط با رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی

شکل ۸ پراکندگی مفاهیم در فضای ویژگی‌ها را نشان می‌دهد. این نمودار نشان می‌دهد که چگونه مفاهیم مختلف در فضای دوبعدی توزیع شده‌اند و چگونه خوشه‌های مختلف از یکدیگر جدا شده‌اند.



شکل ۸: پراکندگی مفاهیم در فضای ویژگی‌ها بر اساس امتیاز^۱ و وزن^۲

ارزیابی کیفیت خوشه‌بندی با استفاده از ضریب سیلوئت انجام شد که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است. ضریب سیلوئت برای تمامی خوشه‌ها بیش از ۰/۷ بود، که نشان‌دهنده کیفیت و انسجام مناسب خوشه‌بندی است. خوشه «کاربردهای هوش مصنوعی در رصد فناوری» با ضریب سیلوئت ۰/۸۲ بالاترین انسجام را نشان داد، در حالی که خوشه «چالش‌ها و ملاحظات» با ضریب ۰/۷۳ کم‌ترین انسجام را داشت.

جدول ۴: ارزیابی کیفیت خوشه‌بندی با استفاده از ضریب سیلوئت

خوشه‌ها	ضریب سیلوئت
فناوری‌های هوش مصنوعی در رصد فناوری	۰/۷۸
فرآیندهای رصد فناوری	۰/۷۵
کاربردهای هوش مصنوعی در رصد فناوری	۰/۸۲
چالش‌ها و ملاحظات	۰/۷۳
صنایع پیشرفته و حوزه‌های کاربرد	۰/۷۶

شناسایی پنج خوشه اصلی، چارچوبی برای برنامه‌ریزی راهبردی در توسعه سیستم‌های رصد فناوری ارائه می‌دهد. سازمان‌ها باید استراتژی‌های خود را حول این محورها تدوین کنند. همچنین، کیفیت بالای خوشه‌بندی (ضریب سیلوئت > ۰.۷) نشان‌دهنده اعتبار این دسته‌بندی برای تصمیم‌گیری است.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف شناسایی حوزه‌های نوین تحقیقاتی هوش مصنوعی در سیستم‌های رصد فناوری شرکت‌های با فناوری پیشرفته و با تکنیک متن‌کاوی انجام شد. نتایج این مطالعه، ضمن تأیید اهمیت روزافزون هوش مصنوعی در حوزه رصد فناوری، بینش‌های ارزشمندی را در مورد وضعیت فعلی و روندهای آینده این حوزه ارائه می‌دهد. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که هوش مصنوعی و تکنیک‌های مرتبط با آن، نقشی محوری در فرآیندهای رصد فناوری ایفا می‌کنند. حضور پررنگ مفاهیمی مانند یادگیری ماشین، پردازش زبان طبیعی و یادگیری عمیق در میان کلمات کلیدی استخراج شده، گویای اهمیت فزاینده این فناوری‌ها در بهبود دقت، سرعت و کارایی فرآیندهای رصد فناوری است. این یافته با نتایج مطالعات پیشین، از جمله پژوهش دیویدی و همکاران (۲۰۲۳) که بر پتانسیل هوش مصنوعی در ارتقای کیفیت رصد فناوری تأکید داشته‌اند، همخوانی دارد.

¹ score

² weight

یافته‌های این پژوهش پنج حوزه نوین تحقیقاتی را در کاربرد هوش مصنوعی برای رصد فناوری شرکت‌های با فناوری پیشرفته شناسایی کرد. این حوزه‌ها شامل فناوری‌های نوظهور هوش مصنوعی، روش‌های نوین رصد، کاربردهای هوشمند، چالش‌های اخلاقی-فنی و حوزه‌های صنعتی کلیدی است که هر یک فرصت‌های تحقیقاتی متعددی را پیش روی محققان و شرکت‌های با فناوری پیشرفته قرار می‌دهد.

نتایج خوشه‌بندی مفاهیم آشکار ساخت که رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی یک حوزه چندبعدی است که ابعاد فنی، سازمانی و اخلاقی را در بر می‌گیرد. این یافته با دیدگاه مدیاویلا و همکاران (۲۰۲۲) مبنی بر ضرورت در نظر گرفتن جنبه‌های مختلف در پیاده‌سازی سیستم‌های رصد فناوری هوشمند، همسو است. شناسایی این ابعاد متنوع، اهمیت اتخاذ رویکردی جامع و چندوجهی در طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی را برجسته می‌سازد.

تحلیل احساسات متون نشان داد که نگرش کلی نسبت به استفاده از هوش مصنوعی در رصد فناوری مثبت است. این خوش‌بینی عمدتاً ناشی از پتانسیل هوش مصنوعی در بهبود دقت پیش‌بینی‌ها، افزایش سرعت پردازش اطلاعات و توانایی در کشف الگوهای پنهان است. با این حال، چالش‌ها و ملاحظات مهمی نیز شناسایی شدند که نمی‌توان آن‌ها را نادیده گرفت. مسائلی مانند حفظ حریم خصوصی داده‌ها، ملاحظات اخلاقی در استفاده از هوش مصنوعی و چالش‌های فنی پیاده‌سازی، از جمله موضوعاتی هستند که توجه ویژه‌ای را می‌طلبند. این یافته با نتایج پژوهش استال و همکاران (۲۰۲۳) که بر لزوم توجه به جنبه‌های اخلاقی در کاربرد هوش مصنوعی تأکید داشته‌اند، همخوانی دارد.

یکی دیگر از یافته‌های قابل توجه این پژوهش، تنوع کاربردهای رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی در صنایع پیشرفته است. نتایج نشان می‌دهد که این رویکرد در طیف وسیعی از صنایع، از تولید پیشرفته و هوافضا گرفته تا بیوفناوری و انرژی‌های تجدیدپذیر، کاربرد دارد. این یافته با مطالعات مدیاویلا و همکاران (۲۰۲۲) که بر قابلیت انعطاف‌پذیری رویکردهای مبتنی بر هوش مصنوعی در صنایع مختلف تأکید داشته‌اند، سازگار است. تنوع کاربردها نشان می‌دهد که رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند به عنوان یک ابزار استراتژیک در طیف گسترده‌ای از سازمان‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به پنج حوزه تحقیقاتی نوین شناسایی شده در این پژوهش، پیشنهاداتی برای توسعه و بهبود سیستم‌های رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی ارائه می‌شود. در حوزه فناوری‌های نوظهور هوش مصنوعی، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که الگوریتم‌های یادگیری عمیق و سیستم‌های توصیه‌گر هوشمند با بیشترین فراوانی در متون مورد بررسی، بیشترین کاربرد را در ارتقای فرایندهای رصد فناوری داشته‌اند. همچنین، نتایج

تحلیل خوشه‌بندی نشان داد که این فناوری‌ها در خوشه "فناوری‌های هوش مصنوعی در رصد فناوری" با ضریب سیلوئت ۰/۷۸ قرار دارند که نشان‌دهنده اهمیت و انسجام بالای این حوزه است. بر اساس این یافته‌ها، پیشنهاد می‌شود شرکت‌های با فناوری پیشرفته این دو فناوری را که بیشترین فراوانی و بالاترین ضریب سیلوئت را در تحلیل‌های این پژوهش داشته‌اند، در اولویت پیاده‌سازی قرار دهند.

در زمینه روش‌های نوین رصد، نتایج پژوهش اهمیت تحلیل احساسات پیشرفته را آشکار ساخت. پیشنهاد می‌شود شرکت‌ها از ترکیب تحلیل احساسات با تکنیک‌های متن‌کاوی برای درک عمیق‌تر روندهای فناوری استفاده کنند. این رویکرد ترکیبی می‌تواند به شناسایی زودهنگام فناوری‌های نوظهور و ارزیابی دقیق‌تر پذیرش آن‌ها در بازار کمک کند. همچنین، استفاده از روش‌های پیشرفته پردازش زبان طبیعی برای تحلیل منابع متنوع اطلاعاتی، از مقالات علمی گرفته تا رسانه‌های اجتماعی، می‌تواند به غنای فرایند رصد فناوری بیفزاید.

در حوزه کاربردهای هوشمند برای شرکت‌های با فناوری پیشرفته، یافته‌ها نشان می‌دهد که توسعه سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌مبتنی بر هوش مصنوعی ضروری است. پیشنهاد می‌شود این سیستم‌ها به گونه‌ای طراحی شوند که قادر به تحلیل همزمان داده‌های کمی و کیفی باشند و بتوانند به طور خودکار الگوهای مهم و روندهای نوظهور را شناسایی کنند. این سیستم‌ها باید قابلیت یکپارچه‌سازی با زیرساخت‌های موجود شرکت‌ها را داشته و امکان به‌روزرسانی مداوم دانش و الگوها را فراهم کنند.

در مورد چالش‌های اخلاقی-فنی که در پژوهش شناسایی شد، پیشنهاد می‌شود چارچوب‌های اخلاقی خاصی برای استفاده از هوش مصنوعی در رصد فناوری تدوین شود. این چارچوب‌ها باید به طور خاص به مسائلی مانند حفظ حریم خصوصی داده‌ها، شفافیت الگوریتم‌ها، و جلوگیری از سوگیری در تصمیم‌گیری‌ها بپردازند. همچنین، ایجاد کمیته‌های اخلاق در شرکت‌های با فناوری پیشرفته برای نظارت بر پیاده‌سازی این چارچوب‌ها و به‌روزرسانی مستمر آن‌ها با توجه به تحولات فناوری ضروری است.

در نهایت، برای حوزه‌های صنعتی کلیدی شناسایی شده در پژوهش، پیشنهاد می‌شود پروتکل‌های استاندارد رصد فناوری متناسب با نیازهای خاص هر صنعت توسعه یابد. این پروتکل‌ها باید شامل شاخص‌های کلیدی عملکرد، روش‌های ارزیابی فناوری، و فرایندهای استاندارد برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها باشد. به طور خاص، برای صنایع پیشرفته مانند بیوتکنولوژی، نانوفناوری و هوافضا، توسعه پروتکل‌های تخصصی با در نظر گرفتن پیچیدگی‌های فنی و الزامات قانونی خاص هر حوزه ضروری است. این پروتکل‌ها باید به طور مستمر به‌روزرسانی شوند تا با تحولات سریع فناوری همگام باشند.

علی‌رغم یافته‌های ارزشمند این پژوهش، باید به محدودیت‌های آن نیز توجه داشت. این مطالعه تنها بر مقالات انگلیسی زبان تمرکز داشته است، که ممکن است منجر به از دست دادن برخی دیدگاه‌ها و یافته‌های ارزشمند در سایر زبان‌ها شده باشد. همچنین، بازه زمانی مورد بررسی محدود به سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۴ بوده است، که ممکن است برخی روندهای طولانی‌مدت را نادیده گرفته باشد. علاوه بر این، این پژوهش تنها بر مقالات علمی تمرکز داشته و سایر منابع اطلاعاتی مانند گزارش‌های صنعتی یا پتنت‌ها را در بر نگرفته است. اگرچه انتخاب ۷۰ مقاله با فرآیند نظام‌مند و معیارهای دقیق انجام شد، اما ممکن است برخی مقالات مرتبط از قلم افتاده باشند.

برای تکمیل و گسترش یافته‌های این پژوهش، انجام مطالعات تطبیقی بین صنایع مختلف می‌تواند به درک بهتر تفاوت‌ها و شباهت‌های رویکردهای رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف کمک کند. همچنین، انجام پژوهش‌های طولی برای بررسی روند تکاملی این حوزه در طول زمان می‌تواند بینش‌های ارزشمندی ارائه دهد. استفاده از روش‌های ترکیبی کمی و کیفی می‌تواند به درک عمیق‌تر چالش‌ها و فرصت‌های پیاده‌سازی این رویکردها در سازمان‌ها کمک کند. مطالعه تأثیر پیاده‌سازی سیستم‌های رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی بر عملکرد سازمانی و نوآوری نیز می‌تواند موضوع پژوهش‌های آتی باشد. در نهایت، توسعه و ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر هوش مصنوعی برای پیش‌بینی روندهای آینده فناوری می‌تواند گامی مهم در پیشبرد این حوزه باشد. در مجموع، این پژوهش نشان داد که رصد فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی یک حوزه نوظهور و پویا است که پتانسیل قابل توجهی برای بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری استراتژیک در سازمان‌ها دارد. با این حال، پیاده‌سازی موفق این رویکردها مستلزم توجه به جنبه‌های مختلف فنی، سازمانی و اخلاقی است. سازمان‌هایی که بتوانند به طور مؤثر از این فناوری‌ها بهره‌برداری کنند، می‌توانند مزیت رقابتی قابل توجهی در شناسایی و بهره‌برداری از فرصت‌های فناورانه کسب نمایند. با توجه به سرعت تحولات در حوزه هوش مصنوعی، مطالعات مستمر و به‌روزرسانی دانش در این زمینه برای حفظ این مزیت رقابتی ضروری است.

منابع

- Adamik, A. (2023). Technology intelligence as one of the key factors for successful strategic management in the smart world. *European Management Studies*, 21(3), 71-101. <http://dx.doi.org/10.7172/2956-7602.101.4>
- Alkhazaleh, R., Mykoniatis, K., & Alahmer, A. (2022). The success of technology transfer in the Industry 4.0 era: A systematic literature review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(4), 202. <https://doi.org/10.3390/joitmc8040202>
- Dwivedi, Y. K., Sharma, A., Rana, N. P., Giannakis, M., Goel, P., & Dutot, V. (2023). Evolution of artificial intelligence research in Technological Forecasting and Social Change: Research

- topics, trends, and future directions. *Technological Forecasting and Social Change*, 192, 122579. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122579>
- Ficarella, E., Natalicchio, A., Spina, R., & Galantucci, L. M. (2022). Technological scouting of bi-material face masks: Simulation of adherence using 3D facial norms. *Procedia CIRP*, 110, 259-264. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.06.047>
- Gertsen, E., Gresham, E., Hay, J., Hughes, P., Joseph, N., Kommel, R., et al. (2023). Technology scouting phase 1 report. <https://ntrs.nasa.gov/citations/20230013991>
- Hu, X., Gu, H., Tang, Y., & Wang, B. (2023). Mapping the field: A bibliometric literature review on technology mining. *Heliyon*, 10, e23458. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23458>
- Lopez, M., & Martinez, S. (2024). Leveraging inbound open innovation: An empirical investigation of its effects on firm performance in the high-tech industry. *Journal of Economic and Business Studies*, 6(1), 1-5. <http://dx.doi.org/10.1002/cjas.1454>
- Mariani, M. M., Machado, I., Magrelli, V., & Dwivedi, Y. K. (2023). Artificial intelligence in innovation research: A systematic review, conceptual framework, and future research directions. *Technovation*, 122, 102623. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102623>
- Mediavilla, M. A., Dietrich, F., & Palm, D. (2022). Review and analysis of artificial intelligence methods for demand forecasting in supply chain management. *Procedia CIRP*, 107, 1126-1131. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.119>
- Mohammadi, M., Mahanifar, M., Miri, R., & Sadeghi Moghadam, M. R. (2024). Forecasting convergence of artificial intelligence and drilling technologies using link prediction method. *Journal of Technology Development Management*, 12(2), 42-71. <https://doi.org/10.22104/jtdm.2024.7080.3349> (In Persian).
- Movahedifar, M. S., Taghvaei Yazdi, M., & Salehi, M. (2024). Providing a paradigm model along with the design and validation of measurement tools to identify technological businesses in the field of information technology. *Journal of Technology Development Management*, 12(3). <https://doi.org/10.22104/jtdm.2025.6584.3241> (In Persian).
- Pyataeva, O., Ustinova, L., Evdokimova, M., Khvorostyanaya, A., & Gavriluk, A. (2021). Digitalization of technology transfer for high-technology products. In *International Scientific and Practical Conference Digital and Information Technologies in Economics and Management* (pp. 15-26). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-97730-6_2
- Schuh, G., Hicking, J., Stroh, M. F., & Benning, J. (2020). Using AI to facilitate technology management: Designing an automated technology radar. *Procedia CIRP*, 93, 419-424. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.089>
- Sen, F., Moreno Brenes, A., & Brusoni, S. (2023). Technology intelligence and digitalization in the manufacturing industry. *Research-Technology Management*, 66(5), 22-33. <https://doi.org/10.1080/08956308.2023.2234758>
- Stahl, B. C., Brooks, L., Hatzakis, T., Santiago, N., & Wright, D. (2023). Exploring ethics and human rights in AI: A Delphi study. *Technological Forecasting & Social Change*, 191, 122502. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122502>

- Wang, C. H., & Quan, X. I. (2019). The role of external technology scouting in inbound open innovation generation: Evidence from high-technology industries. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 68(6), 1558-1569. <https://doi.org/10.1109/TEM.2019.2956069>
- Wang, X., Daim, T., Huang, L., Li, Z., Shaikh, R., & Kassi, D. F. (2022). Monitoring the development trend and competition status of high technologies using patent analysis and bibliographic coupling: The case of electronic design automation technology. *Technology in Society*, 71, 102076. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102076>
- Yang, C. H. (2022). How artificial intelligence technology affects productivity and employment: Firm-level evidence from Taiwan. *Research Policy*, 51(6), 104536. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104536>
- Zamany, A., & Khamseh, A. (2022). Identification of influential dimensions and components of technology transfer with a focus on digital transformation. *Journal of Technology Development Management*, 10(3), 57-90. <https://doi.org/10.22104/jtdm.2023.5698.3032> (In Persian).
- Zhao, E., Sun, S., & Wang, S. (2022). New developments in wind energy forecasting with artificial intelligence and big data: A scientometric insight. *Data Science and Management*, 5(2), 84-95. <https://doi.org/10.1016/j.dsm.2022.05.002>