Integrating Artificial Intelligence into Science Communication: A Strategic Framework for Enhancing the Effectiveness of Scientific Communication

Ghasem Azadi Ahmadabadi [1]

Purpose: This study aimed to design and validate a conceptual model for the integration of artificial intelligence into science communication. The research sought to identify key components, assess their perceived importance from experts' perspectives, and propose a strategic framework to inform policy-making and decision-making in this field.

Methodology: An exploratory sequential mixed-methods design was employed. In the qualitative phase, the main components were extracted through expert-based data analysis. In the quantitative phase, a researcher-developed questionnaire comprising 44 items across 11 components was designed using a five-point Likert scale and completed by 26 scientific experts. The data were analyzed using descriptive statistics (mean and standard deviation) and confirmatory factor analysis (CFA).

Findings: The results indicated that all identified components were rated as highly important. The component "countering scientific misinformation" achieved the highest mean score. This was followed by "content simplification and comprehensibility," "enhancement of scientific literacy," and "content personalization." Confirmatory factor analysis supported the satisfactory fit of the multidimensional structure of the proposed model.

Conclusion: The proposed three-tier model categorizes AI integration strategies in science communication into "fundamental and critical," "important and enabling," and "innovative and evolutionary" levels. The model can serve as a practical roadmap for policymakers, science communicators, and institutional leaders in designing and implementing AI-driven science communication programs.

Keywords: Artificial Intelligence; Science Communication; Scientific Literacy; Misinformation; Countering Pseudoscience

1. Assistant Professor. Policy evaluation and Monitoring of Science, Technology, and Innovation Department, National Research Institute for Science Policy, Tehran, Iran.
azadi@nrisp.ac.ir

پژوهشی

popsci.2026.578081.1459/10.22034

بهره‌گیری از هوش مصنوعی در ترویج علم: استراتژی‌هایی برای ارتباطات علمی مؤثر

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۱۲ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۰۱

قاسم آزادی احمدآبادی[۱]

چکیده

هدف: در عصر دیجیتال، ترویج علم با چالش‌هایی مانند شبه‌علم، اطلاعات نادرست و عدم دسترسی عمومی به محتوای علمی قابل فهم مواجه است. اگرچه هوش مصنوعی پتانسیل بالایی برای غلبه بر این چالش‌ها دارد، خلأ قابل توجهی در زمینه ارائه یک مدل راهبردی جامع برای کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم وجود دارد. این پژوهش با هدف ارائه چارچوبی راهبردی و اولویت‌بندی‌شده برای سیاست‌گذاری و اقدام عملی در این حوزه انجام شد.

روش‌شناسی: پژوهش با رویکرد آمیخته اکتشافی متوالی انجام شد. در فاز کیفی، ۱۱ مؤلفه کلیدی از طریق مرور سیستماتیک ادبیات و تحلیل داده‌های تخصصی استخراج شدند. در فاز کمّی، پرسش‌نامه‌ای محقق‌ساخته مشتمل بر ۴۴ گویه در ۱۱ مؤلفه، با مقیاس لیکرت پنج‌درجه‌ای طراحی و توسط ۲۶ نفر از خبرگان حوزه‌های علمی تکمیل شد. داده‌ها با استفاده از و تحلیل‌های توصیفی، آزمون فریدمن و آزمون تی تک‌نمونه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. سپس، مؤلفه‌ها براساس میانگین اهمیت و نقش آن‌ها در ترویج علم به سه سطح «حیاتی»، «بااهمیت» و «نوآورانه» طبقه‌بندی شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تمامی مؤلفه‌های شناسایی‌شده از سطح اهمیت بالا برخوردارند. مؤلفه «مقابله با اطلاعات نادرست علمی» بالاترین میانگین اهمیت را کسب کرد. همچنین ابعاد «ساده‌سازی و فهم‌پذیری محتوا»، «آموزش و ارتقای سواد علمی» و «شخصی‌سازی محتوا» در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. نتایج تحلیل عاملی تأییدی، برازش مناسب ساختار چندبعدی مدل را تأیید کرد.

نتیجه‌گیری: مدل سه‌سطحی ارائه‌شده، استراتژی‌های کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم را در سطوح حیاتی و بنیادین شامل مقابله با اطلاعات نادرست و ساده‌سازی محتوا، بااهمیت و توانمندساز شامل آموزش و شخصی‌سازی محتوا و نوآورانه و تکاملی شامل نوآوری در ترویج علم نوین طبقه‌بندی می‌کند. این مدل می‌تواند به عنوان نقشه‌راه عملی برای سیاست‌گذاران و مروجان علم در طراحی برنامه‌های ترویج علم مبتنی بر هوش مصنوعی مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: هوش مصنوعی؛ ترویج علم؛ ارتباطات علم؛ سواد علمی؛ مقابله با شبه‌علم

۱. استادیار گروه ارزیابی سیاستها و پایش علم، فناوری و نوآوری،موسسه تحقیقات سیاست علمی کشور،تهران ، ایران
azadi@nrisp.ac.ir

مقدمه

ترویج علم، دربردارندهٔ طیف وسیعی از فعالیت‌ها ازجمله پذیرش، درک و مشارکت همگان در علم است که هدف مشترک تمامی آنها کاستن فاصله میان علم و عموم مردم است (قدیمی و صفوی، ۱۳۹۹). ترویج علم، شرایطی را فراهم می‌سازد که گذشته از نخبگان و دانشمندان حوزه‌های مختلف علوم، سایر افراد جامعه نیز درک و بینشی از علم به دست آورند (آزادی احمدآبادی و شهریاری، ۱۳۹۸).

مفهوم ترویج علم، تلاش برای انعکاس اندیشه‌های علمی به روشی است که تمام افراد بتوانند مفاهیم اساسی یک علم را درک کنند، به‌طور کلی فهم عامه از علم را ترویج علم می‌نامند (قدیمی و حجازی، ۱۳۹۸). به‌طورکلی مهم‌ترین اهداف ترویج علم عبارتند از: استفاده از علم و روش علمی در حل مسائل جامعه؛ باور به توانایی علم در حال مسائل جوامع؛آموزش افراد برای استفاده مناسب از علم و فناوری و مبارزه با خرافات و شبه علم (قدیمی و صفوی، ۱۳۹۹). برمبنای تجربه، تا مادامی که عموم افراد یک جامعه در مسیر حمایت از دستاوردهای علمی و فناوری قرار نگیرند پیشرفت واقعی در آن جامعه شکل نخواهد گرفت. به‌این‌ترتیب، ورود و نفوذ دستاوردهای حوزه علم و فناوری به زندگی روزمره می‌تواند در بهبود شرایط، تأثیرگذار باشد (آزادی احمدآبادی، ۱۴۰۱).

شیوه‌های گوناگونی برای پیشبرد ترویج علم پیشنهاد شده است. قدیمی (۱۳۹۶) به ترویج علم از طریق برقراری ارتباط رو در رو، وسایل ارتباط جمعی، آموزش و نهادهای دخیل به‌عنوان شیوه‌های کلیدی ترویج علم اشاره کرده است که هریک از این شیوه‌ها خود، روش‌هایی را در بر دارند. افزون بر این، «دوک» نیز روش‌های متفاوت مشارکت عمومی همانند مشورت، همکاری و آگاه‌سازی توسط رسانه‌ها و نوشتار برای گروه‌های هدف غیرمتخصص را به منظور پیشبرد ترویج علم، کاربردی می‌داند (دوک[1]، ۲۰۱۲). درحال‌حاضر، سیستم‌های علوم شهروندی با استفاده از هوش مصنوعی درحال‌پیشرفت علم ازطریق سازوکارهای مختلف هستند:

- افزایش سرعت و مقیاس پردازش داده‌ها؛
- افزایش دامنهٔ زمانی و جغرافیایی پروژه‌ها؛
- بهبود کیفیت داده‌های جمع‌آوری و پردازش‌شده؛
- حمایت از یادگیری بین انسان و ماشین؛
- استفاده از منابع دادهٔ جدید؛
- تنوع‌بخشیدن به فرصت‌های تعامل (سازمان توسعه و همکاری اقتصادی، ۱۴۰۴).

با توجه به تغییراتی که در حوزه ارتباطات به وقوع پیوسته، ارتباط علمی نیز از این

1 . Duke

تحولات، متأثر شده و چهره خود را تغییر داده است. به این ترتیب، ضروری است به گونه‌های مختلف و ابزارهای جدیدی که در این حوزه شکل گرفته، توجه ویژه‌ای شود (آزادی احمدآبادی، ۱۳۹۹).

هدف پژوهش حاضر، تبیین نظام‌مند نقش هوش مصنوعی در ترویج علم و شناسایی استراتژی‌های کاربست این فناوری در فرایندهای ارتباطات علمی است. این مطالعه می‌کوشد با مرور جامع پیشینه و بهره‌گیری از دیدگاه متخصصان حوزه ترویج علم، ابعاد مفهومی، فرصت‌ها و چالش‌های به‌کارگیری سامانه‌های هوشمند در انتقال دانش علمی به عموم جامعه را تبیین کند و چارچوبی تحلیلی متناسب با زمینه فرهنگی و نهادی ایران ارائه دهد. اهمیت این پژوهش از آنجا ناشی می‌شود که ترویج علم یکی از مؤلفه‌های کلیدی توسعه علمی و اجتماعی محسوب می‌شود و تحول فناوری‌های دیجیتال، به‌ویژه هوش مصنوعی، شیوه‌های سنتی ارتباط علمی را به‌طور بنیادین دگرگون کرده است. ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی امکان تولید و توزیع گسترده و شخصی‌سازی‌شده محتوای علمی، افزایش تعامل با مخاطبان و بهبود دسترسی گروه‌های مختلف اجتماعی به دانش را فراهم ساخته‌اند. با این حال، این تحولات هم‌زمان با چالش‌هایی نظیر سوگیری الگوریتمی، گسترش اطلاعات نادرست، تضعیف نقش انسانی مروجان علم، تعمیق شکاف دیجیتال و ملاحظات اخلاقی و زیست‌محیطی همراه بوده‌اند که بررسی علمی آن‌ها ضروری است. از منظر ضرورت، نخست آنکه در ادبیات داخلی و حتی در سطح بین‌المللی، چارچوبی جامع و متمرکز بر پیوند میان هوش مصنوعی و ترویج علم کمتر توسعه یافته است. دوم، سرعت بالای پیشرفت فناوری‌های هوشمند، نیاز به بازاندیشی در الگوهای ارتباط علمی را دوچندان کرده است. سوم، فقدان شواهد تجربی مبتنی بر دیدگاه متخصصان داخلی، شناخت دقیق پیامدهای این تحول را با محدودیت مواجه ساخته است. چالش‌های ذکر شده، به‌ویژه گسترش اطلاعات نادرست و سوگیری الگوریتمی، نشان می‌دهند که بدون طراحی یک مدل راهبردی که از قابلیت‌های هوش مصنوعی بهره‌برداری کند، نمی‌توان به‌طور مؤثر به اهداف ترویج علم دست یافت. این مدل باید ضمن تسهیل دسترسی و درک عمومی از علم، به مسائل اخلاقی، شفافیت و عدالت دیجیتال نیز توجه ویژه داشته باشد. بنابراین، این پژوهش می‌تواند با پر کردن این خلأ دانشی، مبنایی برای مطالعات آتی، توسعه نظری و تحلیل‌های سیاست‌پژوهانه در حوزه ترویج علم در عصر هوش مصنوعی فراهم آورد.

مبانی نظری

ارتباطات و ترویج علم

ارتباطات علم به‌عنوان فرآیند تبادل دانش علمی با مخاطبان غیرتخصصی، نقش محوری در ترویج علم ایفا می‌کند. ترویج علم، فرایندی است که هدف آن افزایش سواد علمی جامعه، کاهش شکاف دانشی میان نخبگان علمی و عموم مردم و تسهیل تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر شواهد است (ترنچ و بوکی[1]، ۲۰۲۱). مبانی نظری این حوزه بر پایه مدل‌های کلاسیک مانند مدل کمبود[2] بنا شده که بر انتقال دانش از متخصصان به عمومی تأکید دارد (بودمر[3]، ۱۹۸۵). با این حال، انتقادات به این مدل، به‌ویژه در عصر دیجیتال، منجر به ظهور مدل‌های مشارکتی[4] شده است، که تعامل دوسویه و گفتگوی مداوم را ترویج می‌دهد (میلر[5]، ۲۰۰۱). این مدل‌ها بر پایه نظریه‌های اجتماعی مانند نظریه نمایندگی اجتماعی[6] استوارند، که نشان می‌دهد چگونه دانش علمی در جامعه بازنمایی و تفسیر می‌شود (موسکویسی[7]، ۱۹۶۱).

در زمینه کاربست هوش مصنوعی، ترویج علم از حالت سنتی به سمت رویکردهای هوشمندانه حرکت کرده است. هوش مصنوعی نه‌تنها به‌عنوان ابزاری برای ساده‌سازی و شخصی‌سازی محتوا عمل می‌کند، بلکه به‌عنوان یک «عامل ارتباطی»[8] در نظر گرفته می‌شود که مرزهای میان انسان و ماشین را محو می‌سازد (گازمن و لویس[9]، ۲۰۲۰). این تحول نظری، بر پایه پارادایم ارتباطات ماشین-انسان[10] استوار است، که هوش مصنوعی را به‌عنوان شریک فعال در گفتگوی علمی می‌بیند، نه صرفاً کانال انتقال اطلاعات (گازمن[11]، ۲۰۱۸).

1 . Trench & Bucchi
2 . Deficit Model
3 . Bodmer
4. Model
5. Miller
6. Social Representation Theory
7. Moscovici
8 . Communicative Agent
9 . Guzman & Lewis
10 . Human-Machine Communication - HMC
11 . Guzman

نظریه‌های کلیدی در ارتباطات علم

مدل‌های کلاسیک ترویج علم

- مدل کمبود دانش[1]: این مدل، که در دهه ۱۹۸۰ توسط کمیسیون بودمر[2] ترویج یافت، بر این فرض استوار است که عدم درک عمومی از علم، ناشی از کمبود اطلاعات است. بنابراین، ترویج علم باید بر آموزش یک‌طرفه تمرکز کند (بودمر، ۱۹۸۵). با وجود انتقادات به عدم توجه به عوامل فرهنگی و اجتماعی، این مدل پایه‌ای برای استراتژی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی مانند خلاصه‌سازی خودکار مقالات فراهم می‌کند (آلوارز و همکاران[3]، ۲۰۲۴). این مدل می‌تواند مؤلفه «ساده‌سازی و فهم‌پذیری محتوا» را تبیین کند.

- مدل تعاملی[4]: براساس نظریه تنظیم دستور کار[5]، که توسط مک‌کامبز و شاو[6] (۱۹۷۲) پیشنهاد شد، رسانه‌ها نه تنها آنچه را که فکر کنیم تعیین می‌کنند، بلکه اولویت‌های فکری را نیز شکل می‌دهند. در ترویج علم، این مدل به هوش مصنوعی اجازه می‌دهد تا محتوای شخصی‌سازی‌شده براساس علایق مخاطب تولید کند، مانند پیش‌بینی روندهای عمومی با الگوریتم‌های یادگیری ماشین (شافر[7]، ۲۰۲۳). این مدل، مؤلفه «شخصی‌سازی محتوا» را توضیح می‌دهد.

- نظریه استفاده و ارضای نیازها[8]: این نظریه، که توسط کتز و همکاران[9] (۱۹۷۴) توسعه یافت، بر نقش فعال مخاطب در انتخاب رسانه‌ها تأکید دارد. در زمینه هوش مصنوعی، این نظریه توضیح می‌دهد چگونه چت‌بات‌ها مانند ChatGPT نیازهای فردی به تعامل فوری با دانش علمی را رفع نموده و بدین ترتیب، تعامل عمومی را افزایش می‌دهند (هورنسی و همکاران[10]، ۲۰۲۵). این نظریه، مؤلفه «تعامل و مشارکت عمومی» را تبیین می‌کند.

1 . Deficit Model
2 . Bodmer Report
3 . Alvarez et al.
4 . Interactive/Dialogue Model
5 . Agenda-Setting Theory
6 . McCombs & Shaw
7 . Schäfer
8 . Uses and Gratifications Theory
9 . Katz et al.
10 . Hornsey et al.

نظریه‌های میان‌رشته‌ای در ترویج علم

- نظریه استدلال انگیزشی[1]: این نظریه، که توسط کاندو و همکاران[2] (۱۹۹۰) عرضه شد، بیان می‌کند که افراد، اطلاعات را براساس تعصبات پیشین پردازش می‌کنند. در ترویج علم، هوش مصنوعی می‌تواند با بررسی واقعیت در لحظه[3] و تولید محتوای خنثی، این تعصبات را کاهش دهد، اما خطر تقویت حباب‌های اطلاعاتی را نیز به همراه دارد (کسلر و همکاران[4]، ۲۰۲۵). این نظریه، مؤلفه «مقابله با اطلاعات نادرست علمی» را توضیح می‌دهد.

- چارچوب قالب‌بندی، بازنمایی و ماهیت علم[5]: این چارچوب نوظهور، کاربست هوش مصنوعی در ارتباطات علم را از منظر طبیعت علم[6] بررسی می‌کند. این چارچوب بر قاب‌بندی دانش علمی توسط هوش مصنوعی، بازنمایی[7] آن برای مخاطبان و جنبه‌های اجتماعی ماهیت علم تأکید دارد (چان و اردوران[8]، ۲۰۲۵). این چارچوب نشان می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند اقتدار معرفتی[9] را از متخصصان انسانی به مدل‌های احتمالاتی[10] منتقل نماید، که چالش‌های اخلاقی مانند توهمات هوش مصنوعی را ایجاد می‌کند (کوپر و همکاران[11]، ۲۰۲۴). این چارچوب، مؤلفه «نوآوری در ترویج علم نوین» را تبیین می‌کند.

کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم

ارتباطات ماشین-انسان و هوش مصنوعی ارتباطی[12]

ارتباطات ماشین-انسان به‌عنوان یک پارادایم نوین، هوش مصنوعی را به‌عنوان «ربات ارتباطی[13]» می‌بیند که فراتر از ابزارهای سنتی عمل می‌کند (هپ[14]، ۲۰۲۰). در ترویج علم، این نظریه بر پایه مدل‌های «رسانه خودکار»[15] استوار است که هوش مصنوعی را عامل فعال

1 . Motivated Reasoning Theory
2 . Kunda
3 . fact-checking real-time
4 . Kessler et al.
5 . Framing, Representation, and Nature of Science
6 . Nature of Science - NOS
7 . Representation
8. Chan & Erduran
9 . Epistemic Authority
10 . probabilistic
11. Cooper et al.
12. Communicative AI
13 . Communicative Robot
14 . Hepp
15 . Automated Media

در شکل‌دهی گفتگوی عمومی می‌داند (آندرجویک[1]، ۲۰۱۹). برای مثال، هوش مصنوعی مدل‌های مولد[2] مانند GPT، نقش روزنامه نگار هوش مصنوعی[3] را ایفا نموده که خلاصه‌های قابل فهم از مقالات علمی تولید می‌کنند (هلبرگر و همکاران[4]، ۲۰۲۲). این نظریه، مؤلفه «ارتباطات بحران و ریسک» را توضیح می‌دهد.

دوگانگی مدل‌های[5] هوش مصنوعی

این مفهوم، که توسط هارپر[6] (۲۰۲۴) معرفی شد، تمایز میان مدل‌های هوش مصنوعی با پایه علمی و بدون آن را برجسته می‌کند. مدل‌های با دوگانگی بالا، قابلیت تفسیر[7] و استدلال علّی[8] بیشتری دارند که برای ترویج علم، حیاتی است. این نظریه بر پایه نظریه‌های علمی کلاسیک مانند استقراء تجربی[9] و مدل‌سازی نظری[10] بنا شده و پیشنهاد می‌کند هوش مصنوعی باید با دانش پیشین ادغام شود تا از خطاهای پیش‌بینی[11] جلوگیری کند (باجورات[12]، ۲۰۲۵). این نظریه، مؤلفه «بهبود چرخه انتشار علمی» را تبیین می‌کند.

نظریه‌های یادگیری و هوش مصنوعی در آموزش علمی

- نظریه سازنده‌گرایی[13]: براساس دیدگاه پیاژه[14] (۱۹۵۴) و ویگوتسکی[15](۱۹۷۸)، یادگیری از طریق ساخت دانش فردی رخ می‌دهد. هوش مصنوعی، با سکوهای یادگیری تطبیقی[16]، این نظریه را عملیاتی می‌کند، مانند استفاده از سیستم‌های آموزشی هوشمند[17]

1 . Andrejevic
2 . generative AI
3 . Journalistic AI
4 . Helberger et al.
5 . Model Duality
6 . Harper
7 . Interpretability
8 . Causal Reasoning
9. Empirical Induction
10 . Theoretical Modeling
11 . Predictive Errors
12 . Bajorath
13 . Constructivism
14 . Piaget
15 . Vygotsky
16. Adaptive Learning Platforms
17. Intelligent Tutoring Systems

برای شبیه‌سازی آزمایش‌های علمی (گیبسون[1]، ۲۰۲۳). این نظریه، مؤلفه «آموزش و ارتقای سواد علمی» را توضیح می‌دهد.

- مدل سه‌مرحله‌ای یادگیری با هوش مصنوعی: این مدل، که توسط گیبسون پیشنهاد شده، نقش هوش مصنوعی را در سطوح کلان (ساختار کلی یادگیری)، میانی (تعاملات فردی) و خرد (فرآیندهای شناختی) توصیف می‌کند. در ترویج علم، این مدل بر کاربست هوش مصنوعی برای غلبه بر محدودیت‌های شناختی انسانی در جمع‌آوری و تحلیل داده تأکید دارد (هو[2]، ۲۰۲۴). این چارچوب، مؤلفه «ارزیابی اثرگذاری» را تبیین می‌کند.

۳.٤. چارچوب‌های اخلاقی و کیفی

- اصول پنج‌گانه کیفیت در هوش مصنوعی ارتباطی[3]: شامل یکپارچگی علمی[4]، انسان‌محوری[5]، پاسخگویی اخلاقی[6]، تأثیر فراگیر[7] و حاکمیت[8] است (لونا و همکاران[9]، ۲۰۲۵). این اصول، بر پایه استانداردهای اخلاقی هوش مصنوعی مانند اصول یونسکو[10] (۲۰۲۱)، چالش‌هایی مانند سوگیری الگوریتمی[11] و حفظ حریم خصوصی را حل می‌کنند.

- نظریه اعتماد میان‌فردی در عصر هوش مصنوعی[12]: این نظریه، اعتماد به هوش مصنوعی را به‌عنوان تابعی از شفافیت و نظارت انسانی می‌بینند، که برای ترویج علم حیاتی است (نوگیر و سیلوریا[13]، ۲۰۲۵). در این چارچوب، هوش مصنوعی توضیح پذیر[14] نقش کلیدی در ساخت اعتماد عمومی ایفا می‌کند (هادسون و فرانکلین[15]، ۲۰۲۳).

1. Gibson
2. Hu
3. Communicative AI
4. Scientific Integrity
5. Human-Centricity
6. Ethical Responsiveness
7. Inclusive Impact
8. Governance
9. Luna et al.
10. UNESCO
11. Algorithmic Bias
12. Interpersonal Trust in AI Era
13. Nogare & Silveira
14. Explainable AI
15. Hudson & Franklin

چالش‌های نظری و فرصت‌ها

کاربست هوش مصنوعی چالش‌هایی مانند توهمات هوش مصنوعی[1] را نمایان می‌کند که به‌عنوان شکلی جدید از اطلاعات نادرست عمل می‌کنند (کلین-آرواهام[2]، ۲۰۲۵). از سوی دیگر، فرصت‌هایی مانند «کارگاه نظری هوش مصنوعی[3]» برای ساخت نظریه‌های سازمانی و علمی فراهم می‌شود (اولنیک و اوتلند[4]، ۲۰۲۵). نظریه‌های آینده باید بر وحدت نظریه و داده[5] تمرکز کنند، که هوش مصنوعی را با استدلال منطقی و مدل‌سازی داده‌محور ادغام می‌نماید (پروکو[6]، ۲۰۲۴).

در مجموع، مبانی نظری کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم، پلی میان مدل‌های کلاسیک ارتباطات و پارادایم‌های نوین ارتباطات ماشین-انسان است. این چارچوب‌ها نه تنها استراتژی‌های عملی را هدایت می‌کنند، بلکه بر لزوم تعادل میان نوآوری و اخلاق تأکید دارند (رویال سوسایتی[7]، ۲۰۲۳). این منابع نشان می‌دهند که هوش مصنوعی به‌طور فزاینده‌ای در ارتباطات علم، ادغام شده و بر شیوه‌های آموزشی، زیرساخت‌های فناوری، تعامل فرهنگی و درک عمومی تأثیر می‌گذارد. پیامدهای میان‌رشته‌ای و اجتماعی هوش مصنوعی در این حوزه همچنان در حال تکامل است و فرصت‌ها و چالش‌هایی برای انتشار مؤثر علم نوید می‌دهد. با این وجود، این ادغام، خالی از چالش نیست. نگرانی‌های جدی در مورد هذیان‌گویی[8] مدل‌ها، تداوم سوگیری‌های موجود در داده‌های آموزشی، مسئله مالکیت فکری و به‌طور کل، تهدید اعتماد عمومی به علم، مطرح است (نوگار و سیلویرا[9]، ۲۰۲۵؛ اشینتلر و مک نی[10]، ۲۰۲۳). فقدان چارچوب‌های روشن برای استفاده اخلاقی و نبود درک مشترک از استراتژی‌های مؤثر، می‌تواند موجب اتلاف منابع یا آسیب به اعتبار علمی شود.

با وجود نظریه‌های متعدد در حوزه ارتباطات علم (نظریه شکاف دانش، نظریه استفاده و ارضای نیازها، نظریه انتشار نوآوری‌ها) و نظریه‌های نوین در حوزه ارتباطات ماشین-انسان، **چارچوبی یکپارچه** که این نظریه‌ها را در یک مدل ترکیبی برای ادغام هوش مصنوعی در ترویج علم **دسته‌بندی و اولویت‌بندی** کند، ارائه نشده است. به‌عبارت دیگر:

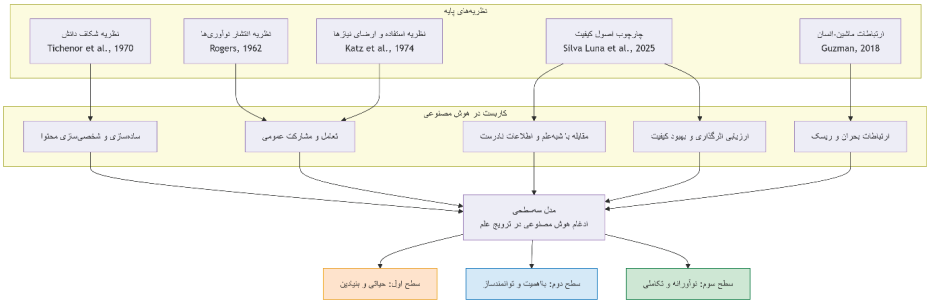
1. AI Hallucinations
2. Klein-Avraham
3. AI as Theoretical Workshop
4. Olenick & Outland
5. Theory-Data Unification
6. Procko
7. Royal Society
8. Hallucination
9. Nogare & Silveira
10. Schintler & McNeely

نظریه‌های کلاسیک ارتباطات (مانند شکاف دانش) بر **انتقال اطلاعات** تأکید دارند.
نظریه‌های نوین ارتباطات ماشین-انسان بر **تعامل و عاملیت** هوش مصنوعی متمرکز هستند.

هیچ چارچوبی این دو دسته را در یک مدل سلسله‌مراتبی برای اولویت‌بندی استراتژی‌ها ترکیب نکرده است.

بر اساس نظریه‌های مطرح‌شده و شکاف‌های شناسایی‌شده، **چارچوب مفهومی پژوهش** به‌صورت زیر تدوین می‌شود:

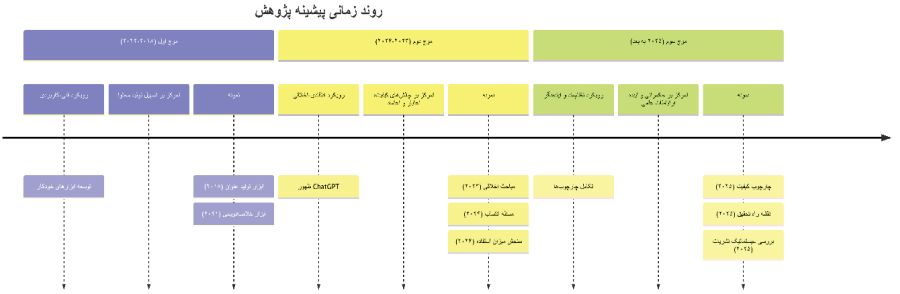
پژوهش حاضر با تکیه بر نظریه شکاف دانش، نظریه استفاده و ارضای نیازها، نظریه انتشار نوآوری‌ها و چارچوب اصول کیفیت، در پی شناسایی و اولویت‌بندی استراتژی‌های ادغام هوش مصنوعی در ترویج علم از دیدگاه خبرگان ایرانی است. خروجی نهایی، یک مدل سه‌سطحی خواهد بود که استراتژی‌ها را در سطوح «حیاتی و بنیادین»، «بااهمیت و توانمندساز» و «نوآورانه و تکاملی» طبقه‌بندی می‌کند. این مدل می‌تواند به‌عنوان نقشه‌راه عملی برای سیاست‌گذاران و مروجان علم در ایران مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس نظریه‌های مطرح‌شده، یک **چارچوب مفهومی یکپارچه** ارائه می‌شود که نشان می‌دهد نظریه‌ها چگونه به مؤلفه‌های مدل سه‌سطحی منتهی می‌شوند:



شکل ۱. چارچوب مفهومی پژوهش

پیشینه پژوهش

بررسی پیشینه پژوهش حاضر به‌صورت سازمان‌یافته (از کاربردهای اولیه تا چارچوب‌های آینده‌نگرانه) ارائه شده است. پژوهش‌های این حوزه را می‌توان براساس رویکرد، سوال اصلی و فناوری غالب به سه موج اصلی تقسیم کرد. نمودار زیر، این روند را به صورت بصری نمایش می‌دهد:



شکل ۲. روند زمانی پژوهش‌ها

در ادامه، محتوای هر موج به تفصیل ارائه شده است.

موج اول: کاربردهای فنی و خودکارسازی (۲۰۱۸-۲۰۲۲)

این موج پیش از رواج عمومی ChatGPT، بر توسعه ابزارهای فنی و خودکارسازی وظایف خاص در ارتباطات علم، متمرکز بود. پژوهشگران در پی نشان دادن امکان‌پذیری عملی استفاده از هوش مصنوعی در تبدیل محتوای پیچیده علمی به قالب‌های قابل‌دسترس بودند.

- تولید خودکار عناوین و اخبار علمی: در یک مطالعه پیشگامانه، واداپالی[1] و همکاران (۲۰۱۸) یک ابزار تعاملی آنلاین ارائه کردند که به‌طور خودکار از چکیده و عنوان مقالات پژوهشی، عنوان‌های جذاب و مناسب برای وبلاگ ایجاد می‌کرد. این کار چالش تبدیل اصطلاحات تخصصی به زبان قابل‌فهم را هدف قرار داده بود. این ایده در سال‌های بعد گسترش یافت، به‌طوری که دونگوسکی[2] و همکاران (۲۰۲۱) مفهوم روزنامه‌نگاری علمی خودکار را برای تولید خلاصه‌ای از مقالات پژوهشی به زبان ساده با استفاده از فناوری خلاصه‌سازی انتزاعی عصبی مطرح کردند. آنها برای آموزش مدل خود، یک مجموعه داده تخصصی از مقالات علمی و گزارش‌های مطبوعاتی متناظر ایجاد کردند. فدورچنکو[3] (۲۰۲۰) بر نقش هوش مصنوعی در عرصه‌های اجتماعی-سیاسی و رسانه‌ای تأکید داشته و تأثیر آن بر مدیریت عمومی، ارتباطات سیاسی و گفتمان علمی را بررسی کرد. این منبع، نگرانی‌هایی مانند دستکاری، دموکراسی و اخلاق را برجسته می‌سازد و نشان می‌دهد چگونه شیوه‌های هوش مصنوعی بر درک عمومی و تعامل با علم تأثیر می‌گذارد، که استراتژی کلیدی مقابله با دستکاری اخلاقی در انتشار علم را مطرح نمود.

1 . Vadapalli

2 . Dangovski

3 . Fedorchenko

در حوزه توسعه فناوری، ایکسی و همکاران[1] (۲۰۲۱) کاربرد هوش مصنوعی در سیستم‌های ارتباطی نسل پنجم را تحلیل نموده و نقش آن در پیشرفت زیرساخت‌های ارتباطی را برجسته می‌سازند. کاربست هوش مصنوعی در نسل پنجم امواج رادیویی جدید، انتشار کارآمد اطلاعات علمی از طریق کانال‌های مدرن را پشتیبانی می‌کند. به‌طور مشابه، کاو[2] (۲۰۲۱) در مورد فناوری‌های ارتباطی موبایل در عصر اینترنت بحث کرده و بر عملیات از راه دور و تشخیص خطا با هوش مصنوعی تمرکز دارد که قابلیت اطمینان و دسترسی شبکه‌های ارتباطی ضروری برای ترویج علم را افزایش داده و استراتژی بهینه‌سازی زیرساخت‌های شبکه برای دسترسی جهانی به علم را ارائه می‌کند.

از منظر آموزشی، یانگ[3] (۲۰۲۱) ظرفیت هوش مصنوعی را برای انقلاب در آموزش دانشگاهی از طریق ارتباطات علم کاوش می‌کند. این مطالعه نشان می‌دهد چگونه فناوری‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، با پشتیبانی از داده‌های بزرگ و محاسبات ابری، سکوهای آنلاین را برای بهبود انتشار علم و اصلاح آموزشی توسعه می‌دهند. این رویکرد، محیط‌های یادگیری تعاملی و در دسترس را ترویج می‌دهد و استراتژی توسعه سکوهای آنلاین تطبیقی برای انتشار علم را پیشنهاد می‌کند.

بر این اساس، پژوهش‌های این موج عمدتاً ماهیتی فنی و اثبات مفهوم داشتند و پتانسیل هوش مصنوعی را در خودکارسازی وظایف وقت‌گیر نشان دادند. تمرکز اصلی بر روی «چگونگی» امکان‌پذیر ساختن این ادغام بود، درحالی‌که پرسش‌های جدی درباره «پیامدها»، «اخلاق» و «کیفیت» هنوز به‌صورت گسترده مطرح نشده بود. این آثار، سنگ بنای کاربردی برای موج بعدی پژوهش‌ها را فراهم آوردند.

موج دوم: ظهور چالش‌های انتقادی و اخلاقی (۲۰۲۳-۲۰۲٤)

با معرفی عمومی ChatGPT در نوامبر ۲۰۲۲، بحث از حوزه فنی به جریان اصلی ارتباطات علم و نشر آکادمیک کشیده شد. این موج با تمرکز بر چالش‌های اخلاقی، کیفیت و اعتماد و همچنین تلاش برای سنجش وسعت تأثیر هوش مصنوعی مشخص می‌شود.

- بحران اخلاقی و بحث‌های نویسندگی: مقاله شافر (۲۰۲۳) به‌طور سیستماتیک فرصت‌ها و چالش‌های عمده پیش روی متخصصان ارتباطات علم را بررسی کرد. این مقاله بر لزوم تحلیل همزمان ارتباطات عمومی درباره هوش مصنوعی و ارتباطات فعالانه انجام‌شده با کمک هوش مصنوعی تأکید داشت. به موازات آن، اشینتلر و مک نیلی[4](۲۰۲۳) به بررسی

1 . Xie et al.

2 . Cao

3 . Yang

4 . Schintler & McNeely

اختلال‌آفرینی هوش مصنوعی در ارتباطات علم و نقش آن در علم و جامعه پرداخته و چارچوبی برای تحلیل مشروعیت هوش مصنوعی با توجه به انطباق با هنجارها و ارزش‌های علمی ارائه کردند. بحث‌های داغ حول نویسندگی و شفافیت در این دوره اوج گرفت.

- چارچوب‌های مفهومی اولیه: کلین-آوراهام و همکاران (۲۰۲۴) با طرح این پرسش که «چگونه می‌توان هوش مصنوعی مولد را به‌عنوان یک پژوهشگر ارتباطات علم درک کرد؟»، یک چارچوب مفهومی جدید برای ارزیابی و مقایسه فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در پژوهش‌های ارتباطات علم پیشنهاد کردند. آنان استدلال کردند که هوش مصنوعی مولد به‌عنوان نوع جدیدی از مروج علم عمل می‌کند و تعامل انتقادی با اطلاعات علمی را ضروری می‌سازد.

اصلاح آموزشی با هوش مصنوعی توسط چن و همکاران[1] (۲۰۲۴) بررسی شد که بر آموزش روزنامه‌نگاری و ارتباطات تمرکز دارد. این پژوهشگران استدلال می‌کنند که هوش مصنوعی ساخت رشته‌های تخصصی و گروه‌های حرفه‌ای را تسهیل می‌کند، نوآوری در آموزش ارتباطات علم را پرورش می‌دهد و متخصصانی را برای بهره‌برداری از ابزارهای هوش مصنوعی در انتشار مؤثر دانش علمی آماده می‌سازد. والتر[2] (۲۰۲۴) دیدگاه علوم اجتماعی ارائه می‌دهد و پویایی میان انسان و هوش مصنوعی در سیستم‌های سایبرنتیک را کاوش می‌کند. این مطالعه بر اهمیت دخالت انسانی در شبکه‌های ارتباطی واسطه‌شده توسط هوش مصنوعی تأکید کرده و اذعان می‌کند که درک تعاملات اجتماعی و شناختی میان انسان و ماشین برای بهینه‌سازی فرآیندهای ارتباطات علم، حیاتی است.

به این ترتیب، موج دوم، دوران بیداری انتقادی بود. تمرکز از صرف امکان‌پذیری فنی، به سمت ملاحظات پیچیده اخلاقی، کیفیتی و اجتماعی تغییر کرد. پرسش‌های کلیدی حول محور مسئولیت‌پذیری، شفافیت، اعتماد و یکپارچگی علمی شکل گرفت. پژوهش‌های این دوره نشان داد که کاربست هوش مصنوعی یک مسئله صرفاً فناورانه نیست، بلکه یک چالش نهادی، فرهنگی و انضباطی عمیق است که نیاز به بازنگری در فرآیندها و خط‌مشی‌ها دارد.

موج سوم: تکامل به سوی چارچوب‌های نظام‌مند و آینده‌نگر (۲۰۲۵ به بعد)

پژوهش‌های اخیر در پی یکپارچه‌سازی یافته‌های گذشته و ارائه راهنماهای نظام‌مند، چارچوب‌های کیفیت و نقشه‌های راه برای آینده هستند. این موج، نشان‌دهنده بلوغ حوزه و تلاش برای هدایت مسئولانه تحول پیش‌رو است.

- تدوین چارچوب‌های کیفیت و اصول بنیادین: سیلوا لونا[3] و همکاران (۲۰۲۵) یک

1 . Chen et al.

2 . Walter

3 . Silva Luna

چارچوب اصول‌بنیان جامع ارائه دادند. این چارچوب، پنج بعد حیاتی کیفیت را معرفی می‌کند: یکپارچگی علمی، انسان‌محوری، پاسخگویی اخلاقی، تأثیر فراگیر و حکمرانی. این مقاله، نحوه اعمال این اصول را در توسعه فناوری، آموزش متخصصان و ارزیابی بحث می‌کند. این چارچوب به‌عنوان یک ابزار اساسی برای ارزیابی و طراحی سیستم‌های ارتباطی مبتنی بر هوش مصنوعی ظاهر شده است.

- ارائه نقشه راه پژوهشی و تحلیل آینده: کسلر و همکاران (۲۰۲۵) با اشاره به وضعیت نوپای پژوهش‌ها در این حوزه و تمرکز غالب آن بر ارتباطات درباره هوش مصنوعی و ادراکات عمومی، یک دستورکار پژوهشی آینده‌نگر را پیشنهاد کردند. این دستورکار، چهار حوزه کلیدی ازجمله ارتباط با هوش مصنوعی و تأثیر نظام‌مند آن بر ارتباطات علم را در بر می‌گیرد. از منظری کاربردی‌تر، یوگا راتنام[1] (۲۰۲۵) در یک مرور روایی، کاربردهای واقعی هوش مصنوعی مولد در ارتباطات بهداشت عمومی را بررسی کرده و موضوعات کلیدی مانند پشتیبانی از نگارش پژوهشی، افزایش وضوح زبانی و پُر کردن شکاف بین علم و عموم را شناسایی نمود. در نهایت، راو و همکاران[2] (۲۰۲۵) در مورد پیامدهای گسترده هوش مصنوعی در هدایت ارتباطات علم تغذیه و سلامت بحث کردند. آن‌ها چالش‌ها و فرصت‌های هوش مصنوعی به‌ویژه در پرورش اعتماد عمومی و درک مسائل علمی را کاوش نمودند. این کار، پتانسیل هوش مصنوعی را برای افزایش وضوح، دسترسی و اثربخشی ارتباطات علم در زمینه‌های سلامت برجسته ساخت.

- تمرکز بر شخصی‌سازی و عمق تحلیل: مطالعات جدید به بررسی کاربردهای پیچیده‌تر می‌پردازند. به‌عنوان مثال، کیم[3] و همکاران (۲۰۲۵) ابزار «TranSlider" را معرفی کردند که با استفاده از مدل‌های زبانی بزرگ، ترجمه‌های شخصی‌شده از متون علمی برای مخاطبان عام تولید می‌کند و تأثیر آن بر درک کاربران بررسی شد. هم‌زمان، ولک[4] و همکاران (۲۰۲۵) با استفاده از مصاحبه‌های شبیه‌سازی‌شده، به تحلیل این موضوع پرداختند که هوش مصنوعی مولد (مثل ChatGPT) چگونه علم و ارتباطات علم را از منظر مخاطبان مختلف به تصویر می‌کشد.

پژوهش‌های موج سوم در تلاش هستند تا از مرحله تشخیص چالش‌ها فراتر رفته و ابزارهای عملی و چارچوب‌های نظری برای مدیریت این تحول ارائه دهند. تأکید بر مسئولیت‌پذیری، کیفیت، شمولیت و حکمرانی در کانون توجه این آثار قرار دارد. این موج،

1 . Yoga Ratnam

2 . Rowe et al.

3 . Kim

4 . Volk

حوزه را برای کاربست بلوغ یافته و آگاهانه هوش مصنوعی در زیست‌بوم ارتباطات علم، آماده می‌کند.

جمع‌بندی و شناسایی خلأ پژوهشی

بررسی نظام‌مند پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که مطالعات مرتبط با به‌کارگیری هوش مصنوعی در ترویج و ارتباطات علم طی سال‌های اخیر از تمرکز بر خودکارسازی ابزارها و فرایندها، به سمت ملاحظات اخلاقی، کیفیت ارتباطات علم و در نهایت به سوی چارچوب‌های مفهومی و سیاست‌محور حرکت کرده‌اند. با وجود این تحول، تحلیل انتقادی ادبیات چند خلأ اساسی را آشکار می‌سازد که پژوهش حاضر در پی پاسخ‌گویی به آن‌هاست:

نخست، غلبه بافت‌های غربی در پژوهش‌های موجود. مطابق با دیدگاه کسلر و همکاران (۲۰۲۵)، بخش عمده مطالعات انجام‌شده در زمینه کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم در کشورهای غربی متمرکز بوده و کمتر به نقش تفاوت‌های فرهنگی، زبانی و نهادی در کشورهای غیرغربی توجه شده است. این مطالعه می‌کوشد با مرور جامع پیشینه و بهره‌گیری از دیدگاه متخصصان حوزه ترویج علم، ابعاد مفهومی، فرصت‌ها و چالش‌های به‌کارگیری سامانه‌های هوشمند در انتقال دانش علمی به عموم جامعه را تبیین و مدلی راهبردی و اولویت‌بندی‌شده برای هدایت سیاست‌گذاری‌ها و اقدامات عملی در این حوزه ارائه دهد.

دوم، فقدان سنجش تجربی ادراک و میزان اهمیت استراتژی‌های کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم. اگرچه پژوهش‌هایی به ارائه چارچوب‌های مفهومی و تحلیل‌های نظری (مانند سیلوا لونا و همکاران، ۲۰۲۵) یا مطالعات موردی محدود پرداخته‌اند، اما مطالعاتی که به‌صورت تجربی دیدگاه متخصصان ترویج علم را نسبت به میزان اهمیت، کارآمدی و قابلیت به‌کارگیری استراتژی‌های مختلف هوش مصنوعی بررسی کنند، محدود است. پژوهش حاضر با استفاده از یک ابزار پرسش‌نامه‌ای ساختاریافته، به اعتبارسنجی تجربی این ابعاد در بافت ایران می‌پردازد.

سوم، شکاف میان چارچوب‌های نظری و امکان کاربرد آن‌ها در نظام‌های علمی ملی. بخش قابل توجهی از ادبیات موجود به طرح چارچوب‌های کلی یا هشدار درباره پیامدهای بالقوه هوش مصنوعی بسنده کرده و کمتر به سنجش امکان‌پذیری، پذیرش و پیامدهای ادراک‌شده اجرای این رویکردها در یک نظام علمی مشخص پرداخته است. این پژوهش با ارائه یک چارچوب مفهومی بومی‌شده و سنجش تجربی ابعاد آن، تلاش می‌کند پیوندی میان نظریه و شواهد تجربی در زمینه ترویج علم در ایران برقرار سازد.

روش

پژوهش حاضر با هدف شناسایی و اولویت‌بندی استراتژی‌های کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم، با بهره‌گیری از یک رویکرد ترکیبی (آمیخته) متوالی اکتشافی طراحی و اجرا می‌شود. این رویکرد در سه گام اصلی کیفی و کمّی سازمان یافته است که در ادامه به تفصیل شرح داده می‌شوند.

گام اول: شناسایی و تدوین اولیه استراتژی‌ها (مرحله کیفی)

این مرحله با هدف کشف جامع و نظام‌مند استراتژی‌های مطرح در ادبیات علمی مرتبط با ادغام هوش مصنوعی در ترویج علم انجام گرفت. جامعه پژوهش شامل کلیه منابع علمی معتبر اعم از مقالات پژوهشی، مقالات مروری، کتب و گزارش‌های سیاستی بود که در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر داخلی و بین‌المللی منتشر شده‌اند. پروتکل جستجو و معیارهای ورود و خروج: جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های داده‌ای PubMed، Web of Science، Scopus، Google Scholar، IEEE Xplore و SID (برای منابع فارسی) انجام شد. بازه زمانی جستجو بین سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۵ در نظر گرفته شد، چرا که پژوهش‌های مرتبط با کاربرد هوش مصنوعی در ارتباطات علم از سال ۲۰۱۸ با ارائه مدل‌های زبانی پیشرفته وارد مرحله جدیدی شده است. جستجو با ترکیب کلیدواژه‌ها با عملگرهای AND و OR در عنوان، چکیده و کلیدواژه‌ها انجام شد. فرآیند غربالگری بر اساس راهنمای PRISMA در چهار مرحله انجام گرفت:

جدول ۱. فرآیند غربالگری مقالات

مرحله	شرح	تعداد مقالات
۱. شناسایی	جستجوی اولیه در پایگاه‌های داده و حذف مقالات تکراری	۱۸۷
۲. غربالگری	بررسی عنوان و چکیده بر اساس معیارهای ورود/خروج	۹۴
۳. صلاحیت‌سنجی	ارزیابی متن کامل مقالات باقی‌مانده	۴۲
۴. تحلیل نهایی	مقالات واجد شرایط برای تحلیل مضمون	۲۷

روش تحلیل داده‌های کیفی: برای تحلیل داده‌های کیفی حاصل از مرور منابع، از تحلیل مضمون با رویکرد شبکه‌ای[1] با الهام از روش براون و کلارک (۲۰۰۶) استفاده شد. فرآیند تحلیل در شش گام انجام گرفت.

1. Thematic Network Analysis

جدول ۲. فرایند تحلیل داده‌ها

	شرح فعالیت
۱	آشنایی با داده‌ها: مطالعه کامل مقالات منتخب و یادداشت‌برداری اولیه
۲	تولید کدهای اولیه: استخراج عبارات و مفاهیم مرتبط با استراتژی‌های ادغام هوش مصنوعی
۳	جستجوی مضامین: گروه‌بندی کدها در مضامین اولیه
۴	بازبینی مضامین: بررسی انسجام درونی و بیرونی مضامین
۵	تعریف و نام‌گذاری مضامین: ارائه نام‌های دقیق برای هر مضمون
۶	تدوین گزارش: استخراج استراتژی‌های نهایی در قالب مؤلفه‌های کلان

برای مدیریت داده‌ها و فرآیند کدگذاری، از نرم‌افزار MAXQDA (نسخه ۲۰۲۲) استفاده شد. این نرم‌افزار امکان کدگذاری نظام‌مند، دسته‌بندی مضامین و ترسیم شبکه‌های معنایی را فراهم می‌ساخت. پس از تحلیل ۲۷ مقاله منتخب، ۲۲۵ کد اولیه استخراج شد که پس از بازبینی و ادغام، به ۴۴ کد نهایی تقلیل یافتند. این کدها در قالب ۱۱ مؤلفه کلان (شامل ساده‌سازی محتوا، شخصی‌سازی، تولید محتوای چندرسانه‌ای، مقابله با شبه‌علم و اطلاعات نادرست، تعامل و مشارکت عمومی، بهبود چرخه انتشار علمی، ارزیابی اثرگذاری، آموزش و ارتقای سواد علمی، ارتباطات بحران و ریسک، نوآوری در ترویج علم، و ملاحظات ترکیبی سوگیری و دسترسی) دسته‌بندی شدند. این مؤلفه‌ها مبنای طراحی پرسشنامه‌ای قرار گرفتند که در فاز دوم پژوهش (مرحله کمّی) برای سنجش دیدگاه متخصصان مورد استفاده قرار گرفت. برای تأمین اعتبار و پایایی یافته‌های کیفی، از راهبرد بازبینی توسط همکاران استفاده شد. نتایج تحلیل مضمون در اختیار دو نفر از متخصصان حوزه ترویج علم قرار گرفت و نظرات اصلاحی آنان اعمال شد.

گام دوم: ارزیابی و تعیین اهمیت استراتژی‌ها (مرحله کمّی)

این فاز با هدف سنجش دیدگاه متخصصان درباره اهمیت استراتژی‌های شناسایی‌شده و تعیین اولویت‌های راهبردی اجرا شد. جامعه آماری پژوهش را متخصصان و خبرگان حوزه ترویج علم، ارتباطات علم، هوش مصنوعی، سیاست‌گذاران و پژوهشگران در ایران تشکیل دادند. با توجه به ماهیت تخصصی موضوع و هدف پژوهش که دستیابی به دیدگاه‌های عمیق و معتبر از سوی خبرگان بود، از روش نمونه‌گیری غیراحتمالی هدفمند و زنجیره‌ای (گلوله برفی) استفاده شد. در این روش، پژوهشگر با شناسایی و مشارکت اولیه چند خبره کلیدی،

از آنان برای معرفی سایر متخصصان واجد شرایط کمک گرفت. خبرگان براساس این معیارها انتخاب شدند: حداقل ۱۰ سال سابقه فعالیت علمی یا حرفه‌ای مرتبط، تخصص در حوزه‌های ترویج علم، ارتباطات علم یا هوش مصنوعی و سابقه انتشار مقالات علمی یا مشارکت در پروژه‌های مرتبط با موضوع پژوهش. بر این اساس، ۲۶ نفر از برجسته‌ترین صاحبنظران این حوزه به عنوان نمونه نهایی در پژوهش مشارکت کردند.

ابزار گردآوری داده در این فاز، پرسش‌نامه الکترونیک محقق‌ساخته بود که گویه‌های آن مستقیماً از یافته‌های فاز اول پژوهش استخراج شدند. پرسش‌نامه نهایی شامل ۴۴ گویه در قالب ۱۱ بخش تخصصی (شامل بخش‌های A تا L و بخش اطلاعات جمعیت‌شناختی) طراحی گردید. هر گویه براساس یک مقیاس لیکرت پنج‌درجه‌ای (۱= کاملاً مخالفم، ۲= مخالفم، ۳= نظری ندارم، ۴= موافقم، ۵= کاملاً موافقم) تنظیم شد تا میزان موافقت پاسخ‌دهنده با هر گزاره سنجیده شود. روایی صوری و محتوایی پرسش‌نامه با استفاده از نظر چند تن از متخصصان و پایایی آن با محاسبه ضریب آلفای کرونباخ در یک مطالعه مقدماتی بررسی و تأیید شد. نتایج نشان داد که ضریب آلفای کرونباخ برای کل پرسشنامه برابر با ۰.۹۴۲ و برای مؤلفه‌های مختلف در دامنه ۰.۸۵۱ تا ۰.۹۶۳ قرار دارد که حاکی از پایایی بسیار مطلوب ابزار پژوهش است. داده‌های کمّی حاصل از پرسش‌نامه با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS و SmartPLS مورد تحلیل قرار گرفتند.

داده‌های کمّی حاصل از پرسشنامه با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS (نسخه ۲۶) و SmartPLS (نسخه ۳.۳) مورد تحلیل قرار گرفتند. از شاخص‌هایی مانند فراوانی، درصد، میانگین و انحراف معیار برای توصیف ویژگی‌های جمعیت‌شناختی نمونه و همچنین خلاصه‌سازی داده‌های مربوط به گویه‌ها و مؤلفه‌ها استفاده شد. میانگین اهمیت هر گویه و هر مؤلفه محاسبه و به منظور رتبه‌بندی اولیه استراتژی‌ها مورد استفاده قرار گرفت. پیش از اجرای آزمون تی تک‌نمونه‌ای، مفروضه نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. نتایج آزمون نرمال بودن در جدول (۳) ارائه شده است. با توجه به اینکه سطح معناداری برای تمامی مؤلفه‌ها بیشتر از ۰.۰۵ بود ($p>0.05$)، فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها تأیید شد و استفاده از آزمون‌های پارامتریک مجاز گردید.

جدول ۳: نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن داده‌ها

مؤلفه	آماره Z	سطح معناداری (p-value)	وضعیت
ساده‌سازی محتوا (A)	۰.۸۴۲	۰.۴۷۶	نرمال
شخصی‌سازی (B)	۰.۹۱۵	۰.۳۷۲	نرمال
محتوای چندرسانه‌ای (C)	۰.۷۶۳	۰.۶۰۵	نرمال
مقابله با شبه‌علم (D)	۰.۸۸۴	۰.۴۱۷	نرمال
تعامل عمومی (E)	۰.۹۲۸	۰.۳۵۴	نرمال
انتشار علمی (F)	۰.۸۰۱	۰.۵۴۲	نرمال
ارزیابی اثرگذاری (G)	۰.۷۳۵	۰.۶۵۱	نرمال
سواد علمی (H)	۰.۸۵۶	۰.۴۵۸	نرمال
ارتباطات بحران (K)	۰.۸۹۲	۰.۴۰۳	نرمال
نوآوری در ترویج (L)	۰.۹۱۴	۰.۳۷۴	نرمال
مؤلفه‌های ترکیبی	۰.۹۶۲	۰.۳۱۲	نرمال

- آمار استنباطی: با توجه به تأیید نرمال بودن داده‌ها، از آزمون‌های پارامتریک استفاده شد. آزمون تی تک‌نمونه‌ای[1] برای مقایسه میانگین هر گویه با مقدار متوسط نظری (عدد ۳) و تعیین معناداری اهمیت استراتژی‌ها به‌کار گرفته شد. آزمون فریدمن[2] به منظور رتبه‌بندی و اولویت‌بندی مؤلفه‌های اصلی براساس میانگین اهمیت آن‌ها و مقایسه رتبه‌های به‌دست‌آمده اجرا گردید.

گام سوم: تلفیق نتایج و ارائه چارچوب مفهومی

این فاز به یکپارچه‌سازی یافته‌های دو فاز پیشین و دستیابی به نتیجه نهایی پژوهش اختصاص داشت. هدف نهایی، ارائه یک چارچوب مفهومی اولویت‌بندی‌شده و کاربردی از استراتژی‌های کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم بود. در این فاز، یافته‌های کیفی (دسته‌بندی استراتژی‌ها در ۱۱ مؤلفه) و یافته‌های کمّی (میانگین اهمیت هر استراتژی، رتبه‌بندی مؤلفه‌ها با آزمون فریدمن و نتایج تحلیل‌های مقایسه‌ای) با یکدیگر تلفیق و تفسیر شدند. خروجی نهایی در قالب مدل سه‌سطحی کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم ارائه گردید که استراتژی‌ها را در سه سطح حیاتی و بنیادین (سطح اول)، بااهمیت و توانمندساز (سطح دوم) و نوآورانه و تکاملی (سطح سوم) طبقه‌بندی می‌کند. این مدل به همراه جداول

1 . One-Sample T-Test

2 . Friedman Test

اولویت‌بندی‌شده استراتژی‌ها و نمودارهای مقایسه‌ای، تصویری جامع از اولویت‌های کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم از دیدگاه متخصصان ایرانی ارائه می‌دهد و می‌تواند به عنوان نقشه راه عملی برای سیاست‌گذاران، مدیران مؤسسات علمی و فعالان حوزه ترویج علم مورد استفاده قرار گیرد.

یافته‌ها

فرآیند تحلیل در این پژوهش، منطبق بر طراحی روش‌شناسی آمیخته، در سه مرحله متوالی انجام پذیرفت:

بررسی پیش‌فرض‌ها: ابتدا توزیع داده‌های هر ۴۴ گویه با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنف بررسی شد. با توجه به عدم تأیید نرمال بودن توزیع در برخی گویه‌ها ($P<0.05$)، در کنار آمار توصیفی، از آزمون‌های ناپارامتریک برای استنباط نهایی استفاده شد.

آمار توصیفی و استنباطی: میانگین و انحراف معیار برای خلاصه‌سازی داده‌ها محاسبه شد. سپس به منظور آزمون فرضیه‌های پژوهش، از آزمون T تک‌نمونه‌ای (برای سنجش معناداری اهمیت هر مؤلفه نسبت به حد متوسط نظری ۳) و آزمون ناپارامتریک فریدمن (برای رتبه‌بندی و اولویت‌بندی مؤلفه‌ها) استفاده گردید.

تلفیق و مدل‌سازی: در گام نهایی، با تلفیق خروجی‌های رتبه‌بندی و مبانی نظری پژوهش، چارچوب مفهومی نهایی ترسیم گردید.

بر اساس این مسیر، فرضیه‌های آماری پژوهش به شرح زیر تدوین شدند:

فرضیه اول: میانگین اهمیت مؤلفه‌های شناسایی‌شده برای کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم، به‌طور معناداری بالاتر از حد متوسط نظری (عدد ۳) است.

فرضیه دوم: بین اهمیت مؤلفه‌های یازده‌گانه تفاوت معناداری وجود دارد و می‌توان آن‌ها را بر اساس اولویت راهبردی رتبه‌بندی کرد.

شاخص‌های توصیفی مؤلفه‌های اصلی پژوهش

در این بخش، میانگین و انحراف معیار هر یک از ۱۱ مؤلفه اصلی محاسبه شده است. این مقادیر نشان‌دهنده وضعیت هر مؤلفه از دیدگاه پاسخ‌دهندگان است.

جدول ٤. شاخص‌های توصیفی و رتبه‌بندی مؤلفه‌های اصلی پژوهش

رتبه	کد مؤلفه	عنوان مؤلفه	میانگین	انحراف معیار
۱	D	مقابله با شبه‌علم و اطلاعات نادرست	۴.۳۸	۰.۵۲
۲	H	آموزش و ارتقای سواد علمی	۴.۳۱	۰.۵۸
۳	A	ساده‌سازی و فهم‌پذیری محتوا	۴.۲۶	۰.۴۹
۴	K	ارتباطات بحران و ریسک	۴.۲۱	۰.۶۳
۵	E	تعامل و مشارکت عمومی	۴.۱۸	۰.۵۵
۶	F	بهبود چرخه انتشار علمی	۴.۱۲	۰.۶۰
۷	G	ارزیابی اثرگذاری	۴.۰۸	۰.۶۶
۸	C	تولید محتوای چندرسانه‌ای	۴.۰۵	۰.۶۱
۹	L	نوآوری در ترویج علم	۳.۹۸	۰.۷۰
۱۰	B	شخصی‌سازی و هدف‌گیری مخاطب	۳.۸۵	۰.۷۴
۱۱	B4-B5	مؤلفه‌های ترکیبی (سوگیری، دسترسی)	۳.۷۲	۰.۸۱

در جدول ۵، گویه‌هایی که بالاترین و پایین‌ترین میانگین اهمیت را کسب کرده‌اند، به ترتیب رتبه نمایش داده شده‌اند.

جدول ۵. پنج گویه با بالاترین و پایین‌ترین میانگین اهمیت

رتبه	کد گویه	متن گویه	میانگین	انحراف معیار
پنج گویه با بالاترین میانگین				
۱	D9	به‌کارگیری هوش مصنوعی در مقابله با اطلاعات نادرست علمی موجب افزایش اعتماد عمومی به علم می‌شود.	۴.۶۲	۰.۵۰
۲	A1	ابزارهای هوش مصنوعی می‌توانند اصطلاحات علمی را به زبان ساده ترجمه کنند.	۴.۵۸	۰.۵۸
۳	D4	هوش مصنوعی می‌تواند محتوای شبه‌علمی را از محتوای علمی معتبر تفکیک کند.	۴.۵۴	۰.۵۱
۴	H1	سکوهای یادگیری تطبیقی مبتنی بر هوش مصنوعی موجب ارتقای سواد علمی می‌شوند.	۴.۵۰	۰.۶۵
۵	F4	هوش مصنوعی می‌تواند فرایند داوری علمی را تسریع و بهبود دهد.	۴.۴۶	۰.۵۸
پنج گویه با پایین‌ترین میانگین				

رتبه	کد گویه	متن گویه	میانگین	انحراف معیار
۴۰	B4	سوگیری فرهنگی یا جنسیتی در محتوای تولیدشده با هوش مصنوعی کاهش می‌یابد.	۳.۴۶	۰.۹۵
۴۱	B5	هوش مصنوعی دسترسی‌پذیری برای گروه‌های کم‌برخوردار را افزایش می‌دهد.	۳.۴۲	۰.۹۸
۴۲	L3	ربات‌های اجتماعی مبتنی بر هوش مصنوعی ابزار مؤثری برای آموزش عمومی هستند.	۳.۳۸	۰.۹۱
۴۳	B3	خوشه‌بندی مخاطبان با ابزارهای هوش مصنوعی به هدف‌گیری بهتر گروه‌ها کمک می‌کند.	۳.۳۱	۱.۰۲
۴۴	B2	پیش‌بینی علایق عمومی با روش‌های هوش مصنوعی برای برنامه‌ریزی ترویج علم مفید است.	۳.۲۷	۱.۰۵

آمار استنباطی

در این بخش، به منظور پاسخ‌گویی به سؤالات پژوهش و آزمون فرضیه‌ها، از آزمون‌های آماری متناسب با حجم نمونه استفاده شده است. به منظور بررسی این که آیا میانگین هر یک از مؤلفه‌ها به طور معناداری بالاتر از حد متوسط نظری (عدد ۳) است، از آزمون تی تک‌نمونه‌ای استفاده شد. نتایج در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ٦. نتایج آزمون تی تک‌نمونه‌ای برای مقایسه میانگین مؤلفه‌ها با عدد ۳

کد مؤلفه	عنوان مؤلفه	میانگین	انحراف معیار	t	درجه آزادی	سطح معناداری (Sig.)	نتیجه
D	مقابله با شبه‌علم	۴.۳۸	۰.۵۲	۱۳.۵۲	۲۵	۰.۰۰۱	معنادار
H	آموزش و سواد علمی	۴.۳۱	۰.۵۸	۱۱.۴۸	۲۵	۰.۰۰۱	معنادار
A	ساده‌سازی محتوا	۴.۲۶	۰.۴۹	۱۲.۹۵	۲۵	۰.۰۰۱	معنادار
K	ارتباطات بحران	۴.۲۱	۰.۶۳	۹.۶۷	۲۵	۰.۰۰۱	معنادار
E	تعامل و مشارکت	۴.۱۸	۰.۵۵	۱۰.۸۵	۲۵	۰.۰۰۱	معنادار
F	بهبود انتشار علمی	۴.۱۲	۰.۶۰	۹.۴۸	۲۵	۰.۰۰۱	معنادار
G	ارزیابی اثرگذاری	۴.۰۸	۰.۶۶	۸.۲۶	۲۵	۰.۰۰۱	معنادار
C	محتوای چندرسانه‌ای	۴.۰۵	۰.۶۱	۸.۶۸	۲۵	۰.۰۰۱	معنادار
L	نوآوری در ترویج	۳.۹۸	۰.۷۰	۷.۰۵	۲۵	۰.۰۰۱	معنادار
B	شخصی‌سازی مخاطب	۳.۸۵	۰.۷۴	۵.۸۲	۲۵	۰.۰۰۱	معنادار
B4-B5	مؤلفه‌های ترکیبی	۳.۷۲	۰.۸۱	۴.۴۶	۲۵	۰.۰۰۱	معنادار

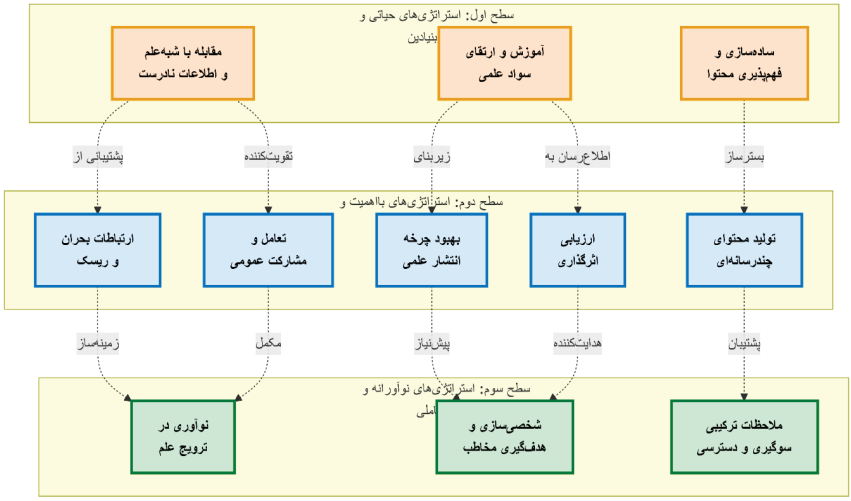
یافته‌های جدول ۶ نشان می‌دهد که میانگین تمامی مؤلفه‌ها به طور معناداری بالاتر از حد متوسط (۳) است ($p<0.01$). این بدان معناست که از دیدگاه متخصصان، تمامی مؤلفه‌های شناسایی‌شده برای کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم دارای اهمیت هستند. به منظور اولویت‌بندی و مقایسه اهمیت نسبی مؤلفه‌های یازده‌گانه، از آزمون فریدمن استفاده شد. نتایج این آزمون در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷. نتایج آزمون فریدمن برای رتبه‌بندی مؤلفه‌های اصلی

رتبه نهایی	کد مؤلفه	عنوان مؤلفه	میانگین رتبه
۱	D	مقابله با شبه‌علم و اطلاعات نادرست	۸.۹۵
۲	H	آموزش و ارتقای سواد علمی	۸.۳۲
۳	A	ساده‌سازی و فهم‌پذیری محتوا	۷.۸۸
۴	K	ارتباطات بحران و ریسک	۷.۴۱
۵	E	تعامل و مشارکت عمومی	۶.۹۵
۶	F	بهبود چرخه انتشار علمی	۶.۲۸
۷	G	ارزیابی اثرگذاری	۵.۹۶
۸	C	تولید محتوای چندرسانه‌ای	۵.۳۴
۹	L	نوآوری در ترویج علم	۴.۶۷
۱۰	B	شخصی‌سازی و هدف‌گیری مخاطب	۳.۹۲
۱۱	B4-B5	مؤلفه‌های ترکیبی	۳.۳۲

آماره آزمون	مقدار
تعداد نمونه(N)	۲۶
کای دو(Chi-Square)	۶۸.۴۵
درجه آزادی(df)	۱۰
سطح معناداری(.Sig)	۰.۰۰۱

نتایج آزمون فریدمن نشان می‌دهد که بین رتبه‌های مؤلفه‌های مختلف تفاوت معناداری وجود دارد ($\chi^2=۶۸,۴۵$,$p<۰,۰۱$). براساس میانگین رتبه‌ها، مؤلفه «مقابله با شبه‌علم و اطلاعات نادرست» بالاترین اولویت و مؤلفه «شخصی‌سازی و هدف‌گیری مخاطب» پایین‌ترین اولویت را از دیدگاه متخصصان کسب کرده است.



شکل ۳. چارچوب مفهومی پژوهش

چارچوب مفهومی نهایی این پژوهش که در شکل (۳) ارائه شده است، چارچوبی سه‌سطحی برای کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم ترسیم می‌کند. این مدل براساس یافته‌های حاصل از مرور نظام‌مند ادبیات و نظرسنجی از ۲۶ متخصص حوزه ترویج علم طراحی شده و استراتژی‌های شناسایی‌شده را در قالب سه لایه متمایز سازماندهی می‌کند. سطح اول که بالاترین اولویت را دارد، شامل استراتژی‌های حیاتی و بنیادین شامل «مقابله با شبه‌علم و اطلاعات نادرست»، «آموزش و ارتقای سواد علمی» و «ساده‌سازی و فهم‌پذیری محتوا» است. این سطح، زیربنای هرگونه تلاش برای کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم محسوب می‌شود و سرمایه‌گذاری فوری در این حوزه‌ها ضروری است. سطح دوم با اولویت متوسط، استراتژی‌های بااهمیت و توانمندساز شامل «ارتباطات بحران و ریسک»، «تعامل و مشارکت عمومی»، «بهبود چرخه انتشار علمی»، «ارزیابی اثرگذاری» و «تولید محتوای چندرسانه‌ای» را در بر می‌گیرد. این استراتژی‌ها پس از استقرار سطح اول، اثربخشی و کارآمدی نظام ترویج علم را افزایش می‌دهند. سطح سوم با اولویت پایین‌تر اما حائز اهمیت برای آینده‌نگری، استراتژی‌های نوآورانه و تکاملی شامل «نوآوری در ترویج علم»، «شخصی‌سازی و هدف‌گیری مخاطب» و «ملاحظات ترکیبی (سوگیری و دسترسی)» را شامل می‌شود. فلش‌های ارتباطی در این مدل، وابستگی متقابل سطوح را نشان می‌دهد؛ به‌گونه‌ای که استقرار موفق سطح دوم و سوم، مستلزم تحقق اهداف سطح اول است. این مدل می‌تواند به‌عنوان نقشه‌راه عملی برای سیاست‌گذاران، مدیران مؤسسات علمی و مروجان علم در طراحی و اولویت‌بندی برنامه‌های ترویج علم مبتنی بر هوش مصنوعی مورد استفاده قرار گیرد.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

عصر حاضر، شاهد تحولی شگرف در تولید و انتشار دانش تحت تأثیر فناوری‌های نوظهور به‌ویژه هوش مصنوعی است. هوش مصنوعی، به‌طور خاص مدل‌های زبانی بزرگ و هوش مصنوعی مولد، پتانسیل بی‌سابقه‌ای برای همگانی‌سازی دسترسی به علم، تسریع فرآیندهای ارتباطی و تعامل با مخاطبان متنوع فراهم کرده است (کسلر و همکاران، ۲۰۲۵؛ شافر، ۲۰۲۳). از تولید خودکار خلاصه‌های قابل فهم برای عموم (دونگوسکی و همکاران، ۲۰۲۱) و شخصی‌سازی محتوای علمی (کامینسکا[1]، ۲۰۲۵) تا تسهیل نگارش و ویرایش متون پژوهشی (پروکو و همکاران، ۲۰۲۳؛ هارپر، ۲۰۲۴)، کاربردهای هوش مصنوعی در حال بازتعریف زیست‌بوم ارتباطات علم است.

پژوهش حاضر با هدف تبیین ابعاد و استراتژی‌های کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم و بررسی ادراک متخصصان نسبت به این تحول انجام شد. یافته‌های حاصل از آزمون فریدمن نشان داد که از دیدگاه متخصصان، مؤلفه‌های مختلف کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم دارای اولویت‌های متفاوتی هستند. این اولویت‌بندی را می‌توان در چارچوب تحول تاریخی پژوهش‌های این حوزه تفسیر کرد. نتایج آزمون تی تک‌نمونه‌ای نشان داد که میانگین تمامی مؤلفه‌ها به طور معناداری بالاتر از حد متوسط (۳) است ($p<0.01$). این بدان معناست که از دیدگاه متخصصان، تمامی مؤلفه‌های شناسایی‌شده برای کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم دارای اهمیت هستند. این یافته، اعتبار چارچوب مفهومی استخراج‌شده از مرور ادبیات را تأیید می‌کند.

همچنین یافته‌ها نشان داد که از دیدگاه ۲۶ متخصص حوزه ترویج علم در ایران، مؤلفه‌های «مقابله با شبه‌علم و اطلاعات نادرست»، «آموزش و ارتقای سواد علمی» و «ساده‌سازی و فهم‌پذیری محتوا» بالاترین اولویت را دارند.

مؤلفه «مقابله با شبه‌علم و اطلاعات نادرست» با میانگین رتبه ۹۵.۸ بالاترین اولویت را از دیدگاه متخصصان کسب کرد. میانگین بالای این مؤلفه (۳۸.۴) نیز مؤید این اولویت بالاست. این یافته با دغدغه‌های مطرح‌شده در موج دوم پژوهش‌ها (چالش‌های انتقادی و اخلاقی) همسویی کامل دارد. همان‌طور که شافر (۲۰۲۳) در مقاله خود تأکید کرده، ظهور هوش مصنوعی مولد هم‌زمان با ایجاد فرصت‌های بی‌سابقه، چالش‌های عمده‌ای را برای متخصصان ارتباطات علم به همراه داشته است. یکی از مهم‌ترین این چالش‌ها، گسترش اطلاعات نادرست و شبه‌علمی است که می‌تواند اعتماد عمومی به علم را تضعیف کند. علاوه بر این، اشینتلر و مک‌نیلی (۲۰۲۳) در چارچوب تحلیلی خود درباره مشروعیت هوش مصنوعی در ارتباطات علم، بر لزوم انطباق با هنجارها و ارزش‌های علمی تأکید کرده‌اند. یافته

1 . Kamińska

پژوهش حاضر نشان می‌دهد که متخصصان ایرانی نیز به‌شدت نگران این جنبه هستند و مقابله با اطلاعات نادرست را به‌عنوان اولویت‌ترین حوزه برای مداخله هوش مصنوعی در نظر گرفته‌اند. این یافته همچنین با پژوهش‌های موج سوم که بر تدوین چارچوب‌های کیفیت تأکید دارند، همخوانی دارد. سیلوا لونا و همکاران (۲۰۲۵) در چارچوب اصول‌بنیان خود، «یکپارچگی علمی» و «پاسخگویی اخلاقی» را به‌عنوان دو بعد حیاتی کیفیت در ارتباطات علم مبتنی بر هوش مصنوعی معرفی کرده‌اند. اولویت بالای مقابله با شبه‌علم در پژوهش حاضر، تأکیدی بر اهمیت این دو بعد در زمینه ایران است.

مؤلفه «آموزش و ارتقای سواد علمی» با میانگین رتبه ۳۲.۸ در جایگاه دوم اهمیت قرار گرفت. میانگین بالای این مؤلفه (۳۱.۴) نیز حاکی از اجماع نظر متخصصان درباره اهمیت آن است. این یافته با پژوهش‌های موج اول که بر کاربردهای فنی و عملیاتی هوش مصنوعی تأکید داشتند، قابل پیوند است. یانگ (۲۰۲۱) در مطالعه خود نشان داد که فناوری‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، با پشتیبانی از داده‌های بزرگ و محاسبات ابری، می‌توانند سکوهای آنلاین را برای بهبود انتشار علم و اصلاح آموزشی توسعه دهند. این رویکرد، محیط‌های یادگیری تعاملی و در دسترس را ترویج می‌کند و با استراتژی «توسعه سکوهای آنلاین تطبیقی برای انتشار علم» که در پژوهش حاضر شناسایی شده، همخوانی دارد. همچنین، چن و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه خود درباره آموزش روزنامه‌نگاری و ارتباطات، استدلال کردند که هوش مصنوعی می‌تواند ساخت رشته‌های تخصصی و گروه‌های حرفه‌ای را تسهیل کرده و متخصصانی را برای بهره‌برداری از ابزارهای هوش مصنوعی در انتشار مؤثر دانش علمی آماده سازد. این یافته با اولویت بالای آموزش و ارتقای سواد علمی در پژوهش حاضر همسو است. در چارچوب موج سوم، مطالعه یوگا راتنام (۲۰۲۵) در زمینه ارتباطات بهداشت عمومی، «پشتیبانی از نگارش پژوهشی» و «افزایش وضوح زبانی» را به‌عنوان موضوعات کلیدی شناسایی کرده است. این موضوعات ارتباط نزدیکی با ارتقای سواد علمی دارند و اولویت بالای این مؤلفه در پژوهش حاضر را تأیید می‌کنند.

مؤلفه «ساده‌سازی و فهم‌پذیری محتوا» با میانگین رتبه ۸۸.۷ سومین اولویت را به خود اختصاص داد. این یافته به‌وضوح با پژوهش‌های موج اول که بر توسعه ابزارهای فنی برای تبدیل محتوای پیچیده علمی به قالب‌های قابل‌دسترس تمرکز داشتند، مرتبط است. واداپالی و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه پیشگامانه خود، ابزاری تعاملی برای تولید خودکار عنوان‌های جذاب از چکیده مقالات پژوهشی ارائه کردند که هدف آن تبدیل اصطلاحات تخصصی به زبان قابل‌فهم بود. این ایده توسط دونگوسکی و همکاران (۲۰۲۱) با معرفی مفهوم «روزنامه‌نگاری علمی خودکار» برای تولید خلاصه‌ای از مقالات پژوهشی به زبان ساده گسترش یافت. ولک و همکاران (۲۰۲۵) نیز با تحلیل چگونگی بازنمایی علم توسط Chat-

GPT نشان دادند که هوش مصنوعی مولد می‌تواند علم و ارتباطات علم را از منظر مخاطبان مختلف به تصویر بکشد. این یافته اهمیت ساده‌سازی و تطبیق محتوا با نیازهای مخاطبان گوناگون را برجسته می‌سازد.

مؤلفه «ارتباطات بحران و ریسک» با میانگین رتبه ۷.۴۱ در جایگاه چهارم اهمیت جای گرفت. میانگین ۴.۲۱ این مؤلفه نشان‌دهنده اهمیت قابل توجه آن است. این یافته با پژوهش‌های موج دوم و سوم که بر نقش هوش مصنوعی در شرایط بحرانی تأکید دارند، همسو است. اگرچه در پیشینه مرور شده، مطالعه مستقیمی درباره ارتباطات بحران یافت نشد، اما راو و همکاران (۲۰۲۵) در مطالعه خود درباره ارتباطات علم تغذیه و سلامت، بر پتانسیل هوش مصنوعی برای افزایش وضوح، دسترسی و اثربخشی ارتباطات علم در زمینه‌های سلامت تأکید کردند که می‌تواند در شرایط بحران نیز کاربرد داشته باشد.

مؤلفه «تعامل و مشارکت عمومی» با میانگین رتبه ۹۵.۶ در جایگاه پنجم اهمیت قرار گرفت. میانگین ۱۸.۴ این مؤلفه نشان‌دهنده اهمیت متوسط آن است. این یافته با دیدگاه والتر (۲۰۲۴) که بر اهمیت دخالت انسانی در شبکه‌های ارتباطی واسطه‌شده توسط هوش مصنوعی تأکید کرده، قابل پیوند است. والتر اذعان می‌کند که درک تعاملات اجتماعی و شناختی میان انسان و ماشین برای بهینه‌سازی فرآیندهای ارتباطات علم حیاتی است. کلین-آوراهام و همکاران (۲۰۲۴) نیز هوش مصنوعی مولد را به‌عنوان «نوع جدیدی از مروج علم» معرفی کرده و بر ضرورت تعامل انتقادی با اطلاعات علمی تأکید دارند.

مؤلفه «بهبود چرخه انتشار علمی» با میانگین رتبه ۲۸.۶ رتبه ششم را به خود اختصاص داد. این یافته با پژوهش‌های موج اول که بر تسهیل نگارش و انتشار علمی تمرکز داشتند، همخوانی دارد. پروکو و همکاران (۲۰۲۳) چگونگی استفاده از مدل‌های زبانی برای بهبود کارایی در گردش کار سنتی نگارش علمی را بررسی کردند و رده‌بندی از بخش‌های مختلف یک مقاله علمی ارائه دادند. این مطالعه، هم‌زمان نگرانی فزاینده جامعه دانشگاهی درباره محتوای تولیدشده توسط هوش مصنوعی را منعکس کرد که با چالش‌های مطرح‌شده در موج دوم نیز مرتبط است.

مؤلفه «ارزیابی اثرگذاری» با میانگین رتبه ۹۶.۵ در جایگاه هفتم اهمیت جای گرفت. اگرچه در پیشینه مرور شده، مطالعه مستقیمی درباره ارزیابی اثرگذاری یافت نشد، اما این مؤلفه با چارچوب‌های کیفیت مطرح‌شده در موج سوم (مانند چارچوب سیلوا لونا و همکاران، ۲۰۲۵) که بر «تأثیر فراگیر» به‌عنوان یکی از ابعاد کیفیت تأکید دارند، قابل پیوند است.

مؤلفه «تولید محتوای چندرسانه‌ای» با میانگین رتبه ۳۴.۵ جایگاه هشتم را در اختیار گرفت. این یافته با پژوهش‌های موج اول و سوم که بر تولید محتوای بصری و چندرسانه‌ای تأکید دارند، مرتبط است. اگرچه در پیشینه مرور شده مطالعه مستقیمی در این زمینه یافت

نشد، اما ابزارهایی مانند «TranSlider» (کیم و همکاران، ۲۰۲۵) که ترجمه‌های شخصی‌شده تولید می‌کنند، می‌توانند برای تولید محتوای چندرسانه‌ای نیز به کار گرفته شوند.

مؤلفه «نوآوری در ترویج علم» با میانگین رتبه ۶۷.۴ به رتبه نهم رسید. این یافته نشان می‌دهد که متخصصان ایرانی، نوآوری‌های پیشرفته مانند آواتارهای هوش مصنوعی و ربات‌های اجتماعی را در اولویت پایین‌تری قرار داده‌اند. این موضوع می‌تواند به دلیل محدودیت‌های زیرساختی یا اولویت داشتن مسائل بنیادی‌تر مانند مقابله با شبه‌علم باشد. با این حال، مطالعه ولک و همکاران (۲۰۲۵) که به تحلیل بازنمایی علم توسط ChatGPT پرداخته، نشان‌دهنده پتانسیل بالای این فناوری‌ها برای نوآوری در ترویج علم است.

مؤلفه «شخصی‌سازی و هدف‌گیری مخاطب» با میانگین رتبه ۹۲.۳ در جایگاه دهم گرفت. این یافته با پژوهش‌های موج سوم که بر شخصی‌سازی تأکید دارند (مانند مطالعه کیم و همکاران، ۲۰۲۵ درباره ترجمه‌های شخصی‌شده)، در تضاد نسبی قرار دارد. به نظر می‌رسد متخصصان ایرانی، شخصی‌سازی را در اولویت پایین‌تری نسبت به مسائل بنیادی‌تر مانند مقابله با شبه‌علم و ارتقای سواد علمی قرار داده‌اند. این یافته می‌تواند نشان‌دهنده تفاوت در بافت فرهنگی و اولویت‌های ملی باشد.

مؤلفه «ملاحظات ترکیبی (سوگیری و دسترسی)» با میانگین رتبه ۳۲.۳ پایین‌ترین اولویت را کسب کرد. این یافته با دغدغه‌های مطرح‌شده در موج دوم و سوم در تضاد است. اشینتلر و مک‌نیلی (۲۰۲۳) در چارچوب تحلیلی خود درباره مشروعیت هوش مصنوعی، بر لزوم انطباق با هنجارها و ارزش‌های علمی تأکید دارند که شامل توجه به سوگیری‌ها نیز می‌شود. سیلوا لونا و همکاران (۲۰۲۵) نیز «تأثیر فراگیر» را به‌عنوان یکی از ابعاد حیاتی کیفیت معرفی کرده‌اند که شامل دسترسی عادلانه برای همه گروه‌هاست. اولویت پایین این مؤلفه در پژوهش حاضر می‌تواند نشان‌دهنده آن باشد که متخصصان ایرانی، این مسائل را در مراحل بعدی و پس از استقرار زیرساخت‌های بنیادی قابل پیگیری می‌دانند. با این حال، با توجه به تأکید ادبیات جهانی بر اهمیت این مسائل، غفلت از آنها می‌تواند در بلندمدت به تشدید نابرابری‌ها و کاهش اعتماد عمومی منجر شود.

این پژوهش با ارائه یک چارچوب اولویت‌بندی‌شده از مؤلفه‌های کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم، به غنای ادبیات نظری این حوزه می‌افزاید. یافته‌ها نشان می‌دهد که مدل‌های نظری کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم باید توجه ویژه‌ای به مقابله با اطلاعات نادرست و ارتقای سواد علمی داشته باشند. علاوه بر این، پژوهش حاضر نشان می‌دهد که اولویت‌های متخصصان ایرانی با تأکید ادبیات جهانی بر شخصی‌سازی و نوآوری‌های پیشرفته تفاوت نسبی دارد. این یافته بر اهمیت توجه به بافت فرهنگی و ملی در طراحی مدل‌های کاربست هوش مصنوعی تأکید می‌کند. برای سیاست‌گذاران و متولیان ترویج علم در ایران، یافته‌های

این پژوهش می‌تواند به عنوان نقشه راهی برای سرمایه‌گذاری و اولویت‌بندی منابع عمل کند. پیشنهاد می‌شود:

۱. بر اساس یافته‌های پژوهش، مؤلفه «مقابله با شبه‌علم و اطلاعات نادرست» بالاترین اولویت را از دیدگاه خبرگان کسب کرده است. همچنین، گویه‌های مرتبط با افزایش اعتماد عمومی به علم از طریق مقابله با اطلاعات نادرست و تفکیک محتوای شبه‌علمی از محتوای معتبر، در زمره بالاترین میانگین‌های اهمیت قرار دارند. بنابراین، سرمایه‌گذاری فوری در این حوزه، پاسخ به مهم‌ترین اولویت خبرگان است.

۲. مؤلفه «آموزش و ارتقای سواد علمی» در جایگاه دوم اهمیت قرار دارد و گویه‌های مرتبط با سکوهای یادگیری تطبیقی مبتنی بر هوش مصنوعی در میان گویه‌های برتر شناسایی شده‌اند. این یافته نشان می‌دهد که خبرگان بر اهمیت آموزش و توانمندسازی علمی در عصر هوش مصنوعی تأکید دارند و طراحی برنامه‌های آموزشی تطبیقی باید در اولویت بعدی قرار گیرد.

۳. مؤلفه «ساده‌سازی و فهم‌پذیری محتوا» در رتبه سوم اهمیت قرار دارد و گویه‌های مرتبط با ترجمه اصطلاحات تخصصی به زبان ساده، در زمره بالاترین میانگین‌های اهمیت شناسایی شده‌اند. این یافته نشان می‌دهد که ساده‌سازی محتوا و ترجمه اصطلاحات تخصصی، یکی از اولویت‌های اساسی از دیدگاه خبرگان است و توسعه سکوهایی مشابه «TranSlider» (کیم و همکاران، ۲۰۲۵) می‌تواند پاسخگوی این نیاز باشد.

۴. اگرچه مؤلفه «ملاحظات ترکیبی (سوگیری و دسترسی)» در پایین‌ترین رتبه قرار دارد، اما یافته‌ها نشان می‌دهد که تمامی مؤلفه‌های شناسایی‌شده از اهمیت بالایی برخوردار هستند. همچنین، گویه‌های مرتبط با کاهش سوگیری فرهنگی و جنسیتی و افزایش دسترسی‌پذیری برای گروه‌های کم‌برخوردار، با وجود قرارگیری در میان گویه‌های با پایین‌ترین میانگین، همچنان حائز اهمیت هستند. بنابراین، تدوین چارچوب‌های اخلاقی همسو با چارچوب سیلوا لونا و همکاران (۲۰۲۵) برای استفاده مسئولانه از هوش مصنوعی در ترویج علم ضروری است.

۵. یافته‌ها نشان می‌دهد که شخصی‌سازی و نوآوری‌های پیشرفته، اولویت فعلی خبرگان نیست و باید در مراحل بعدی و پس از استقرار زیرساخت‌های بنیادی (سطح اول و دوم مدل سه‌سطحی) مورد توجه قرار گیرند به این ترتیب، توجه تدریجی به شخصی‌سازی و نوآوری‌های پیشرفته در مراحل بعدی، پس از استقرار زیرساخت‌های بنیادی پیشنهاد می‌شود.

چالش‌ها، محدودیت‌ها و افق‌های آینده

با وجود پتانسیل بالای هوش مصنوعی برای دگرگونی ترویج علم، مسیر کاربست موفقیت‌آمیز آن با چالش‌ها و فرصت‌های متعددی همراه است که توجه به آنها برای طراحی استراتژی‌های مؤثر، همچنان نیازمند توجه نظری و سیاستی است.

۱. مقابله با سوگیری هوش مصنوعی. الگوریتم‌ها اغلب سوگیری‌های موجود در مجموعه‌داده‌های آموزشی خود را ارث می‌برند. تضمین اینکه مجموعه‌داده‌های آموزشی جامع، متنوع و نماینده باشند، برای استراتژی‌های ارتباطی عادلانه حیاتی است (آلسقیانی و همکاران[1]، ۲۰۲۵؛ اورتگا-بولانوس و همکاران[2]، ۲۰۲۴).

۲. تعادل میان خودکارسازی و تخصص انسانی. درحالی‌که هوش مصنوعی می‌تواند بسیاری از فرآیندها را ساده‌سازی کند، تفسیر ظریف اغلب همچنان نیازمند نظارت انسانی است. ترکیب بینش‌های تولیدشده توسط هوش مصنوعی با هدایت متخصصان، اصالت و دقت محتوا را تضمین می‌کند (شافر، ۲۰۲۳).

۳. ایجاد و توسعه سواد دیجیتال. مخاطبان باید مجهز شوند تا مواد تولیدشده توسط هوش مصنوعی را به‌طور انتقادی تفسیر کنند، که این امر نیاز به ابتکارات آموزشی علمی مکمل را برجسته می‌سازد (ارن و پرز[3]، ۲۰۲۵).

۴. گسترش ارتباطات علم چندوجهی. سکوهای نوظهور، مانند فناوری‌های غوطه‌ور واقعیت افزوده/واقعیت مجازی ترکیب‌شده با هوش مصنوعی، پارادایم‌های جدیدی برای ارتباط تعاملی پدیده‌های علمی پیچیده ارائه می‌دهند، مانند آزمایشگاه‌های مجازی یا کاوش‌های افزوده‌شده از فرآیندهای سلولی (هو[4]، ۲۰۲۴).

محدودیت‌های پژوهش

این پژوهش با وجود تلاش برای جامعیت و دقت، با محدودیت‌هایی مواجه بود که باید مورد توجه قرار گیرند:

تعداد محدود خبرگان: حجم نمونه در مرحله کمّی (۲۶ نفر) ممکن است برای تعمیم‌پذیری نتایج کافی نباشد. این موضوع لزوم انجام مطالعات مشابه با حجم نمونه بزرگ‌تر را روشن می‌کند.

ماهیت پویای فناوری‌های هوش مصنوعی: فناوری‌های هوش مصنوعی به‌سرعت در حال تغییر و پیشرفت هستند. این پویایی ممکن است بر اعتبار بلندمدت مدل پیشنهادی تأثیر

1 . Alseqyani et al.

2 . Ortega-Bolaños et al.

3 . Eren & Perez

4 . Hu

بگذارد.

وابستگی به دیدگاه‌های داخلی: این پژوهش عمدتاً براساس دیدگاه متخصصان داخلی انجام شده است و ممکن است نیاز به مقایسه با دیدگاه‌های بین‌المللی داشته باشد.

چالش‌های اخلاقی و فرهنگی: این مدل در زمینه‌هایی مانند اخلاق و حاکمیت در کاربست هوش مصنوعی، نیازمند بررسی دقیق‌تر در سایر بافت‌های فرهنگی و اجتماعی است.

پیشنهادها برای پژوهش‌های آینده

براساس نتایج و محدودیت‌های این پژوهش، پیشنهادهای زیر برای پژوهش‌های آینده ارائه می‌شود:

بررسی تطبیقی: انجام مطالعات تطبیقی بین کشورهای مختلف برای شناسایی تفاوت‌ها و شباهت‌های استراتژی‌های کاربرد هوش مصنوعی در ترویج علم.

افزایش حجم نمونه: انجام مطالعات مشابه با حجم نمونه بزرگ‌تر و شامل طیف گسترده‌تری از خبرگان و ذی‌نفعان.

تحلیل طولی: بررسی تأثیرات بلندمدت استراتژی‌های پیشنهادی در ترویج علم و ارزیابی پایداری آن‌ها در شرایط مختلف.

بررسی چالش‌های اخلاقی: مطالعات تخصصی برای بررسی چالش‌های اخلاقی و فرهنگی در کاربست هوش مصنوعی در ترویج علم.

بررسی فناوری‌های نوظهور: ارزیابی تأثیر فناوری‌های نوظهور مانند واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و مدل‌های یادگیری عمیق در ترویج علم.

بررسی تأثیرات اجتماعی: مطالعاتی برای بررسی تأثیرات اجتماعی و روان‌شناختی استفاده از هوش مصنوعی در افزایش سواد علمی و کاهش شبه‌علم.

منابع

آزادی احمدآبادی، قاسم. (۱۳۹۹). داستان‌سرایی دیجیتال در خدمت ارتباطات علمی. ترویج علم، ۱۱(۲)، ۱۱۵–۱۳۹. doi: ۱۰,۲۲۰۳۴/popsci.۱۰,۷۱.۲۶۴۵۹۰,۲۰۲۱

آزادی احمدآبادی، قاسم. (۱۴۰۱). آسیب‌شناسی جایگاه حوزه ترویج علم در اسناد بالادستی کشور. ترویج علم، ۱۳(۱)، ۱–۹. doi: ۱۰,۲۲۰۳۴/popsci.۱۱۶۲.۳۲۸۶۳۷,۲۰۲۲

آزادی احمدآبادی، قاسم؛ شهریاری، پرویز. (۱۳۹۸). تبیین مفهوم خلاصه همگان‌فهم و استخراج شاخص‌های نگارش آن. مطالعات فرهنگی و ارتباطات، ۱۵(۵۷)، ۱۱۱–۱۳۹. doi: ۱۰,۲۲۰۳۴/jcsc.۳۸۲۶۶.۲۰۲۰

سازمان توسعه و همکاری اقتصادی (۱۴۰۵). هوش مصنوعی در علم: چالش‌ها، فرصت‌ها و آیندهٔ پژوهش. ترجمه قاسم آزادی احمدآبادی، تهران: مؤسسه مطالعات فرهنگی، اجتماعی و تمدنی.

قدیمی، اکرم. (۱۳۹۶). ترویج علم: روش‌ها، شاخص‌ها و نمونه‌های موردی. تهران: مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.

قدیمی، اکرم؛ حجازی، الهه. (۱۳۹۸). سیاست‌گذاری علم، فناوری و ترویج علم در ایران: یک ضرورت ملی. ترویج علم، ۱۰(۲)، ۵–۳۱.

قدیمی، اکرم؛ صفوی، بهاره. (۱۳۹۹). اهمیت ترویج علم درکاهش شبه‌علم در دوران کووید ۱۹. رهیافت، ۳۰(۳)، ۲۵–۳۶. doi: ۱۰,۲۲۰۳۴/rahyaft.۱۳۸۵۶.۲۰۲۰

Alseqyani, A., Alotaibi, S., & Alotaibi, S. (2025). Ethical Consideration in Artificial Intelligence Development and Deployment. International Journal of Artificial Intelligence & Applications, 16(2), 01–06. https://doi.org/10.5121/ijaia.2025.16201

Alvarez, A., Caliskan, A., Crockett, M. J., Ho, S. S., Messeri, L., & West, J. (2024). Science communication with generative AI. Nature Human Behaviour, 8(4), 625–627. https://doi.org/10.1038/s41562-024-01846-3

Andrejevic, M. (2019). Automated media. Routledge.

Bajorath, J. (2025). From scientific theory to duality of predictive artificial intelligence models. Cell Reports Physical Science, 6(4). https://doi.org/10.1016/j.xcrp.2025.102516

Bodmer, W. (1985). The public understanding of science. Royal Society.

Bucchi, M., & Trench, B. (2021). Introduction: Science communication as the social conversation around science. In *Routledge handbook of public communication of science and technology* (pp. 1-13). Routledge.

Cao, Shuxu. "Research on Mobile Communication Technology in the Internet+ Era." *Probe - Media and Communication Studies* 3, no. 1 (2021): 9. http://dx.doi.org/10.18686/mcs.v3i1.1378.

Chan, H. Y., & Erduran, S. (2025). How Scientists' Narratives on AI Signal a New Era for Science Education. *Research in Science Education*, 1-22. https://doi.org/10.1007/s11165-025-10307-4

Chen, Y., Li, B., & Huang, Z. (2024). Journalism and Communication Education Enabled by Artificial Intelligence: Reflections on the Construction of Majors and Professional Groups. *intelligence*, *1*, 5. DOI: 10.62517/jnme.202410315

Cooper, G., Tang, K. S., & Rappa, N. A. (2024). Generative artificial intelligence as epistemic authority? Perspectives from higher education. In *Artificial intelligence applications in higher education* (pp. 106-122). Routledge.

Dangovski, R., Shen, M., Byrd, D., Jing, L., & et al. (2021). We Can Explain Your Research in Layman's Terms: Towards Automating Science Journalism at Scale. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 35(17), 14983–14991. https://doi.org/10.1609/aaai.v35i17.17765

Duke, M. (2012). How to Write a Lay Summary? DCC How-to Guides, Edinburgh: Digital Curation Centre. Available from: http://www.dcc.ac.uk/resources/how-guides

Eren, M. E., & Perez, D. M. (2025). Rethinking Science in the Age of Artificial Intelligence (Version 1). arXiv. https://doi.org/10.48550/ARXIV.2511.10524

Fedorchenko, S. (2020). Artificial intelligence in politics, media and public administration: Reflections on the thematic portfolio. *Journal of Political Research*, *4*(2), 3-9. DOI:10.12737/2587-6295-2020-3-9

Gibson, D., Kovanovic, V., Ifenthaler, D., Dexter, S., & Feng, S. (2023). Learning theories for artificial intelligence promoting learning processes. British Journal of Educational Technology, 54(5), 1125-1146.

Guzman, A. L. (2018). Human-machine communication: Rethinking communication, technology and ourselves. Peter Lang.

Guzman, A. L., & Lewis, S. C. (2020). Artificial intelligence and communication: A human–machine communication research agenda. *New media & society*, *22*(1), 70-86. https://doi.org/10.1177/1461444819858691

Harper, J. R. (2024). The Future of Scientific Publishing: Automated Article Generation. arXiv preprint arXiv:2404.17586. https://arxiv.org/abs/2404.17586

Helberger, N., Van Drunen, M., Moeller, J., Vrijenhoek, S., & Eskens, S.

(2022). Towards a normative perspective on journalistic AI: Embracing the messy reality of normative ideals. *Digital Journalism*, *10*(10), 1605-1626. DOI: 10.1080/21670811.2022.2152195

Hepp, A. (2021). Artificial Companions, Social Bots und Work Bots: Kommunikative Roboter als Forschungsgegenstand der Kommunikations-und Medienwissenschaft. In *Digitaler Strukturwandel der Öffentlichkeit: Historische Verortung, Modelle und Konsequenzen* (pp. 471-491). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Hornsey, M. J., Smith, A. E., Pearson, S., Bretter, C., & Nylund, J. L. (2026). Using conversational AI to reduce science skepticism. Current Opinion in Psychology, 67, 102216. https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2025.102216

Hu, M. (2024). Unleashing the power of artificial intelligence in phonon thermal transport: Current challenges and prospects. Journal of Applied Physics, 135(17). https://doi.org/10.1063/5.0201778

Hudson, S., & Franklin, M. (2023). Science Communications for Explainable Artificial Intelligence. *arXiv preprint arXiv:2308.16377*.

Kamińska, A. M. (2025). Tailoring Scientific Knowledge: How Generative AI Personalizes Academic Reading Experiences. Publications, 13(1), 5. https://doi.org/10.3390/publications13010005

Katz, E., et al. (1974). Utilization of mass communication by the individual. In The uses of mass communications. Sage.

Kessler, S. H., Mahl, D., Schäfer, M. S., & Volk, S. C. (2025). All Eyez on AI: A roadmap for science communication research in the age of artificial intelligence. Journal of Science Communication, 24(2), A04. https://doi.org/10.22323/2.24020401

Kim, T., Agarwal, D., Ackerman, J., & Saha, M. (2025). Steering AI-driven personalization of scientific text for general audiences. Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, 9(CSCW1), 1–28. https://doi.org/10.1145/3637356

Klein-Avraham, I., Greussing, E., Taddicken, M., & et al. (2024). How to make sense of generative AI as a science communication researcher? A conceptual framework in the context of critical engagement with scientific information. Journal of Science Communication, 23(4), N01. https://doi.org/10.22323/2.23040801

Kunda, Z. (1990). The case for motivated reasoning. *Psychological bulletin*, *108*(3), 480.

McCombs, M. (1977). Agenda setting function of mass media. Public relations review, 3(4), 89-95.

Miller, S. (2001). Public understanding of science at the crossroads. *Public understanding of science*, *10*(1), 115-120.

Moscovici, S. (1961). La psychanalyse, son image et son public. PUF.

Nogare, D., & Silveira, I. F. (2025). Interpersonal trust in the era of scientific communication with artificial intelligence-an essay. *Authorea Preprints*. *echRxiv.* July 24, 2025. DOI: 10.36227/techrxiv.173929431.19545867/v2

Olenick, J., & Outland, N. (2025). Artificial Intelligence as Theoretical Workshop: Using AI to Improve the Theory Problem in Organizational Sciences. *Organizational Psychology Review*, 20413866251397842. https://doi.org/10.1177/20413866251397842

Ortega-Bolaños, R., Bernal-Salcedo, J., Germán Ortiz, M., Galeano Sarmiento, J., Ruz, G. A., & Tabares-Soto, R. (2024). Applying the ethics of AI: a systematic review of tools for developing and assessing AI-based systems. Artificial Intelligence Review, 57(5). https://doi.org/10.1007/s10462-024-10740-3

Rowe, S., & Alexander, N. (2025). Artificial Intelligence in Guiding Nutrition and Health Science Communication: Exciting or Scary? *Nutrition Today*, *60*(4), 176-179. DOI: 10.1097/NT.0000000000000741

Royal Society. (2023). Science in the age of AI. Royal Society Report.

Schäfer, M. S. (2023). The Notorious GPT: Science communication in the age of artificial intelligence. Journal of Science Communication, 22(02), N01. https://doi.org/10.22323/2.22020402

Schintler, L., & McNeely, C. L. (2023). The Ethics of AI Use in Scientific Discovery and Communication. Available at SSRN 4553437. https://ssrn.com/abstract=4553437

Silva Luna, D., Broer, I., Bilandzic, H., Taddicken, M., Schuller, B. W., & Bürger, M. (2025). Quality in science communication with communicative artificial intelligence: A principle-based framework. Public Understanding of Science, 34(8), 966–987. https://doi.org/10.1177/09636625251328854

Vadapalli, R., Syed, B., Prabhu, N., & et al. (2018, November). When sci-

ence journalism meets artificial intelligence: An interactive demonstration. In Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing: System Demonstrations (pp. 139-144). https://aclanthology.org/D18-2024

Volk, S. C., Schäfer, M. S., Lombardi, D., & et al. (2025). How generative artificial intelligence portrays science: Interviewing ChatGPT from the perspective of different audience segments. Public Understanding of Science, 34(1), 3–22. https://doi.org/10.1177/09636625241280785

Walter, S. (2024). Harmonising humans and technology: Exploring the dynamics of cognitive production, artificial intelligence and social communication in cybernetic systems. *Open Research Europe*, *4*(201), 201.

Xie, Z., & Xu, Y. (2021, September). Artificial Intelligence in 5G NR Communication Development. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2037, No. 1, p. 012103). IOP Publishing.

Yoga Ratnam, K. K. (2025). Generative artificial intelligence in public health research and scientific communication: A narrative review of real applications and future directions. Digital Health, 11. https://doi.org/10.1177/20552076251316938