



Identification of the Dimensions and Components of the Elementary Science Curriculum Based on an Artificial Intelligence Approach

Hossein Bahari* ;Alireza Assare**  Mostafa Ghaderi***, Mohammadreza Imamjome****, Rasool Emadi*****

* PhD student of Curriculum Studies, Shahid Rajaei Tarbiat University, Tehran, Iran Email: h.bahari2631@gmail.com

**Professor of Curriculum Studies, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Shahid Rajaei Tarbiat University, Tehran, Iran (Corresponding Author), Email: alireza_assareh@yahoo.com

***Associate Professor of Curriculum Studies, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran, Email: m.ghaderi@atu.ac.ir

****Associate Professor of Curriculum Planning, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Shahid Rajaei Tarbiat University, Tehran, Iran, Email: m_r_imam@yahoo.com

*****Associate Professor of Educational Technology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Shahid Rajaei Tarbiat University, Tehran, Iran, Email: r.emadi@sru.ac.ir

Article Info

Abstract

Article type:
Research Article

Key words: Nature of
Science, Family
Resemblance

Article history:
Received :1 October
2024
Accepted : 24 November
2024

The purpose of this research is to "Identification of the Dimensions and Components of the Elementary Science Curriculum Based on an Artificial Intelligence Approach. The research method is a descriptive application of the type of document content analysis. The sources analyzed in this research were the texts and sources related to the artificial intelligence approach, among which 30 internal sources and 40 external sources were identified. To collect data, the method of content analysis with checklist was used. For data analysis, Marsh synthesis model and open axial coding method were used. Two evaluators have been consulted to ensure the coding. The findings of the research showed that the curriculum of experimental sciences is more influenced by Vygotsky theories of behaviorism, constructionism, and social culture. Among the elements of science curriculum with artificial intelligence approach, target element with 12, content with 4, teaching-learning strategies with 4 and evaluation with 3 components were identified. meanwhile the personal learning experience in the goal dimension with 13, creating digital content in the content dimension with 6 abundances, simplifying complex concepts in the dimension of learning-teaching strategies with 4 and Comparative evaluation in the evaluation dimension with 6 frequencies of the most emphasized components in science curriculum with artificial intelligence approach were known.

Cite this Article:

Bahari, H. Assare, A. Ghaderi, M. Imamjome, M. Emadi, R. (2025). Identification of the Dimensions and Components of the Elementary Science Curriculum Based on an Artificial Intelligence Approach. *Biquarterly Journal of Theory and Practice in the Curriculum*, 12(24), 15-34. DOI: 10.22034/tpcj.2025.486801.1047



© 2016 by Iranian Curriculum Association Press Publisher:

Iranian Curriculum Association Press

Extended Abstract

Introduction:

With the rapid evolution of educational technologies, Artificial Intelligence (AI) has emerged as a powerful driver in transforming teaching and learning processes. AI technologies such as intelligent tutoring systems, chatbots, machine learning, and virtual laboratories provide unprecedented opportunities for adaptive, learner-centered, and personalized instruction. In science education, particularly at the elementary level, AI can foster inquiry-based learning, support conceptual understanding, and enhance student engagement through interactive digital content and simulations. However, the effective integration of AI into science curricula requires a systematic understanding of its pedagogical foundations and curriculum implications. This study addresses a critical gap by identifying the core dimensions and components of an elementary science curriculum rooted in an AI-based approach.

Objective:

The primary goal of this research is to identify and validate the fundamental dimensions and components of the elementary science curriculum that align with an artificial intelligence-based educational approach.

Methodology:

The study is descriptive-applied in nature and uses document analysis combined with research synthesis methodology. Data were collected from 70 academic sources, including 30 national and 40 international documents, selected through systematic searches in both Persian and English academic databases between 2016–2024. The Marsh seven-step synthesis model was used for content integration, and open and axial coding were conducted to categorize and interpret data. The validity of the coding was ensured through expert evaluation by two curriculum specialists.

Findings:

Analysis of the data revealed four core dimensions of the science curriculum under the AI approach:

1. **Goals (12 components):**
 - Most emphasized: *Personalized learning experiences*
 - Other key elements include equitable access to resources, immediate feedback, dynamic learning environments, critical thinking and problem-solving skills, addressing technological gaps, lifelong learning, and self-efficacy.
2. **Content (4 components):**
 - Most emphasized: *Creation of digital content*
 - Additional components: use of simulations, digital storytelling, and networking.
3. **Teaching-Learning Strategies (4 components):**
 - Most emphasized: *Simplification of complex concepts*
 - Other strategies include project-based learning, deep learning techniques, and guided brainstorming.
4. **Evaluation (3 components):**
 - Most emphasized: *Immediate formative feedback*
 - Others include innovative and comparative evaluation methods.

Theoretical Framework:

The AI-based science curriculum aligns predominantly with three major learning theories:

- **Constructivism:** Promotes knowledge building through active, inquiry-based learning supported by AI tools.
- **Behaviorism:** Reinforces correct responses using gamified environments and instant feedback mechanisms.
- **Sociocultural theory (Vygotsky):** Encourages collaborative learning, peer support, cultural sensitivity, and global classroom interactions.

Implications:

AI tools offer significant potential in enhancing the curriculum by:

- Supporting differentiated instruction and personal learning paths.
 - Providing immersive simulations to explain abstract scientific concepts.
 - Enabling real-time diagnostics and tailored feedback.
 - Encouraging cross-disciplinary projects and integrating environmental and engineering topics.
 - Facilitating multilingual communication and inclusivity for learners with special needs.
- Furthermore, the research highlighted specific AI applications for science curriculum such as:
- Virtual labs for chemistry and biology.
 - Story-driven physics lessons using fantasy elements.
 - Real-time molecular structure visualization using AI platforms like IBM RXN.
 - AI-enhanced project planning for scientific investigations (e.g., the water cycle or photosynthesis).

Challenges Identified:

Despite the transformative potential of AI in education, the study identified several implementation challenges:

- Insufficient teacher readiness and lack of AI-related pedagogical training.
- Technical limitations in school infrastructure.
- Limited availability of culturally contextualized AI educational resources.
- Concerns over ethical use, misinformation, and digital inequity.

Conclusion:

The integration of AI into elementary science curricula promises to revolutionize teaching and learning by providing personalized, engaging, and inclusive experiences. This study contributes to curriculum development by offering a validated framework that outlines the core goals, content areas, instructional strategies, and assessment methods within an AI-enhanced educational context. Emphasizing AI's compatibility with foundational learning theories, the research advocates for strategic planning, teacher empowerment, and investment in infrastructure to maximize the benefits of AI in science education.

Recommendations:

- Develop national curriculum guidelines that incorporate AI literacy and competencies.
- Train educators to design AI-integrated lesson plans and assessments.
- Facilitate access to AI platforms and tools in public schools.
- Encourage international collaborations to exchange best practices in AI-enhanced science teaching.

By aligning AI technologies with pedagogical frameworks, curriculum designers and educators can build future-ready science programs that foster innovation, inclusivity, and deeper learning outcomes among elementary learners.

شناسایی ابعاد و مولفه های برنامه درسی علوم ابتدایی بر اساس رویکرد هوش مصنوعی

حسین بهاری*، علیرضا عصاره**، مصطفی قادری***، محمدرضا امام جمعه****، رسول عمادی*****

*دانشجوی دکتری مطالعات برنامه درسی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران، رایانامه:

h.bahari2631@gmail.com

**استاد مطالعات برنامه درسی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران (نویسنده

مسئول)، رایانامه alireza_assareh@yahoo.com

***دانشیار مطالعات برنامه درسی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران، رایانامه:

m.ghaderi@atu.ac.ir

****دانشیار برنامه ریزی درسی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران، رایانامه:

m_r_imam@yahoo.com

*****دانشیار تکنولوژی آموزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران، رایانامه:

r.emadi@sru.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

هدف اصلی این پژوهش شناسایی ابعاد و مولفه های برنامه درسی علوم ابتدایی براساس رویکرد هوش مصنوعی است. روش پژوهش، کاربردی توصیفی از نوع سنتزپژوهی و تحلیل محتوای اسناد است. منابع مورد تحلیل در این پژوهش، متون و منابع مرتبط با رویکرد هوش مصنوعی بود که از میان آنها ۳۰ منبع داخلی و ۴۰ منبع خارجی شناسایی و تحلیل شدند. برای گردآوری داده ها از روش گزارش و ثبت اطلاعات و سیاهه تحلیل محتوای محقق ساخته با فهرست وارسی استفاده شده است. برای تحلیل داده ها از الگوی هفت مرحله ای سنتزپژوهی مارش و روش کدگذاری باز و محوری استفاده شد. برای اطمینان از نحوه کدگذاری یافته ها از دو ارزشیاب نظرخواهی شده است. در تحلیل محتوا، میزان فراوانی هر مولفه در منابع تعیین و درصد آن از کل مشخص شد. یافته های پژوهش نشان داد که برنامه درسی علوم تجربی بیشتر از نظریه های رفتارگرایی، ساختن گرایی و فرهنگ- اجتماعی ویگوتسکی تاثیر می پذیرد. در بین عناصر برنامه درسی علوم با رویکرد هوش مصنوعی عنصر هدف با ۱۲ مولفه، محتوا با ۴ مولفه، راهبردهای یاددهی - یادگیری با ۴ مولفه و ارزشیابی با ۳ مولفه شناسایی شدند. ضمن اینکه تجربه یادگیری شخصی در بعد هدف با ۱۳ فراوانی، ایجاد محتوای دیجیتال در بعد محتوا با ۶ فراوانی، ساده سازی مفاهیم پیچیده در بعد راهبردهای یادگیری - یاددهی با ۴ فراوانی و ارزیابی تطبیقی در بعد ارزشیابی با ۶ فراوانی بیشترین مولفه مورد تاکید در برنامه درسی علوم با رویکرد هوش مصنوعی شناخته شدند.

نوع مقاله:

علمی-پژوهشی

واژگان کلیدی: برنامه

درسی، علوم تجربی،

هوش مصنوعی، دوره

ابتدایی.

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۲

استناد به این مقاله:

بهاری، حسین؛ عصاره، علیرضا؛ قادری، مصطفی؛ امام جمعه، محمدرضا و عمادی، رسول. (۱۴۰۳). شناسایی ابعاد و مولفه های برنامه درسی علوم ابتدایی بر اساس رویکرد هوش مصنوعی. *دوفصلنامه نظریه و عمل در برنامه درسی*. انجمن مطالعات برنامه درسی ایران؛ ۱۵-۳۴، ۱۲(۲۴). doi: 10.22034/tpcj.2025.486801.1047



مقدمه

در چهارچوب گسترش روندهای جدید از دانش فناوری در آموزش از جمله فناوری های دیجیتال، سیستم های عامل، هوش مصنوعی^۱، سخت افزارهای کامپیوتری و استفاده از نرم افزارهای مانند پردازشگر متون، صفحات مرورگر، پست الکترونیک، سیستم های مدیریت یادگیری و تدریس آنلاین، پتانسیل و تحول قابل توجهی در آموزش ایجاد شده است (فالون^۲، ۲۰۲۰). در این میان هوش مصنوعی و ابزارهای مبتنی بر آن به عنوان یکی از فن آوری های کلیدی ضمن متحول کردن آموزش (تالان^۳، ۲۰۲۱)، فرصت های جدیدی را برای آموزش با رویکرد یادگیرنده محور ایجاد می کند (لوان^۴ و همکاران، ۲۰۲۰). رویکردی که به تغییر شیوه سنتی آموزش و سازگاری آن با پیشرفت های تکنولوژیکی دنیای مدرن کمک می کند (سادیکو^۵ و همکاران، ۲۰۲۱). هوش مصنوعی که می تواند دانش را در انواع مختلفی از وظایف در سطح یک انسان یاد بگیرد و به درک، تطبیق و پیاده سازی آن بپردازد (پریتن شاه، ۲۰۲۳)، به توانایی یک ماشین دیجیتال گفته می شود که برای انجام وظایف با تقلید از هوش انسانی به یادگیری و تفکر اشاره دارد (شیاء^۶ و همکاران، ۲۰۲۲؛ چیو^۷ و همکاران، ۲۰۲۳). در صورت ادغام هوش مصنوعی در آموزش و یادگیری، ضمن ایجاد فرصت ها و چالش های قابل توجه این پتانسیل ایجاد می شود که با ساده سازی و فعال کردن تجربیات یادگیری به شخصی سازی^۸ و تقویت مهارت های اساسی در فرایند یادگیری در دنیای دیجیتالی منجر شود (پریتن، ۲۰۲۳). چیو و همکاران (۲۰۲۳) ضمن بیان ظرفیت های بالقوه هوش مصنوعی در آموزش، اذعان می کنند این فناوری با شخصی سازی فعالیت های یادگیری به درک فرآیند یادگیری دانش آموزان کمک می کند و در هر مکان و زمانی فرصت بازآموزی، ارزیابی و ارائه بازخورد را بهبود می بخشد (کالاتایود^۹ و همکاران، ۲۰۲۱). کاربرد مولفه های همچون، شخصی سازی یادگیری، تحلیل فرایند یادگیری، شبیه سازی^{۱۰}، یادگیری ماشین^{۱۱}، شناسایی نیازهای شناختی و عاطفی فراگیران و ارائه بازخورد فوری بیانگر این است که رویکرد آموزش و یادگیری از طریق هوش مصنوعی سازگار با نظریه های ساختن گرایی^{۱۲}، رفتارگرایی^{۱۳} و اجتماعی- فرهنگی ویگوتسکی^{۱۴} است و می تواند به غنا و توسعه برنامه درسی در این عصر کمک کند (دیاز^{۱۵} و همکاران، ۲۰۲۴، پریتن، ۲۰۲۳). بر همین اساس در عصر حاضر با ظهور فناوری های جدید ضمن تغییر فرآیند ساخت دانش، هوش مصنوعی به عنوان یک کاتالیزور برای یادگیری فعال، مسیرهای یادگیری را

1- Artificial intelligence

2- Falloon

3 - Talan

4 - Luan

5 - Sadiku

6 - Xia

7 - Chiu

8 - Personalized learning

9 - Calatayud

10 - Simulation

11 - Machine learning

12 - Constructivism

13 - Behaviouralism

14 - Vygotsky

15 - Diaz et al

شخصی سازی و درک عمیق تری از یادگیری ایجاد می کند. در چارچوب فعالیت های یاددهی و یادگیری مبتنی بر رویکرد ساختن گرایی، هوش مصنوعی می تواند به تسهیل پرس و جو، یادگیری شخصی، یادگیری متنی، حل مسئله، داربست آموزشی، تجسم دانش، انعکاس و فراشناخت دانش آموزان کمک کند. پلتفرم های مجهز به هوش مصنوعی همچنین با تاکید بر شاخص های همچون؛ زمان واقعی، ارائه تقویت کننده ها، بازخورد فوری، یادگیری تطبیقی^{۱۶} (وانگ^{۱۷} و همکاران، ۲۰۲۲)، افزایش کارایی، گیمیفیکشن، یادگیری در حد تسلط و بینش های مبتنی بر داده ها، می تواند از پتانسیل نظریه رفتارگرایی در هدف گذاری، طراحی، کیفیت بخشی به محتوا، روش و ارزیابی بهره ببرد (بنگ^{۱۸} و همکاران، ۲۰۲۳). از منظر دیگر هوش مصنوعی ضمن تسهیل کلاس های درس جهانی، تجربیات یادگیری مشارکتی، کمک به درک دیدگاه های فرهنگی مختلف، ترجمه زبان، ارائه بینش فرهنگی، آموزش همتایان، از ظرفیت نظریه اجتماعی- فرهنگی جهت پشتیبانی و طراحی برنامه درسی مبتنی بر هوش مصنوعی در درس علوم استفاده کند (پرتین، ۲۰۲۳).

با توجه به اینکه در همه نظام های آموزشی جهان، آموزش علوم در دوره ابتدایی نقشی محوری در شکل دهی به تفکر علمی و پرورش کنجکاوی پایدار نسبت به محیط پیرامون را بر عهده می گیرد (اوب^{۱۹}، ۲۰۱۸). در سال های اخیر در چهارچوب گسترش روندهای جدید از دانش فناوری و کاربرد هوش مصنوعی، پتانسیل و تحول قابل توجهی در آموزش علوم به ویژه در دوره ابتدایی ایجاد شد. به طوری که با استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی مانند سیستم های آموزشی هوشمند^{۲۰} (درموال^{۲۱} و همکاران، ۲۰۱۸) رباتیک، چت بات^{۲۲}ها (نگ^{۲۳} و همکاران 2023)، شبیه سازی های واقعیت مجازی (هارمون و همکاران، ۲۰۲۱)، و پلتفرم های یادگیری شخصی (آمبل^{۲۴} و همکاران، ۲۰۲۲)، فرصت یادگیری علمی و عملی برای دانش آموزان فراهم می شود (کاپیچی و همکاران، ۲۰۲۲). با توجه به اینکه سیستم های آموزشی هوشمند مبتنی بر یادگیری از طریق رایانه هستند از هوش مصنوعی برای ارائه آموزش های شخصی و تطبیقی برای دانش آموزان استفاده می کنند. این سیستم ها می توانند حالت های روان شناختی دانش آموزان، مانند انگیزه، عاطفه، شناخت و همچنین دانش، مهارت ها و ترجیحات قبلی را مدل سازی کرده ضمن نظارت بر پیشرفت دانش آموزان، بازخورد، نکات و داربست آموزشی ارائه دهند و تکالیف مناسب را برای تمرین دانش آموزان انتخاب کنند. (چانگ لین و همکاران، ۲۰۲۳). بنابراین کاربرد این منابع دیجیتالی دانش آموزان را قادر می سازد تا ضمن شرکت در محیط های آزمایشگاهی مشاهدات و داده های خود را در یک محیط مجازی تجزیه و تحلیل کنند و اصول پیچیده علمی را درک کنند. علاوه بر این برای

¹⁶ -Adaptive learning

¹⁷ - Wang et al

¹⁸ - Bang et al

¹⁹ - Obe

²⁰ - intelligent tutoring system

²¹ - Dermeval et al

²² -Chatbot

²³ - Ng et al

²⁴ - Ambele

تطبیق سبک‌ها و سرعت یادگیری می‌توان آزمایشگاه‌های مجازی طراحی و آن را به عنوان یک ابزار آموزشی چندمنظوره و ارزشمند برای معلمان معرفی کرد (گرونوالد و همکاران، ۲۰۲۴).

علیرغم پتانسیل بی‌نظیر یادگیری در بستر هوش مصنوعی، استفاده گسترده از آن چالش‌های را پیش روی معلمان قرار می‌دهد اینکه ممکن است کاربرد هوش مصنوعی در آموزش علوم توانایی معلمان را برای به کارگیری آن در کلاس و همچنین در کیفیت تدریس تضمین نکند. زیرا ممکن است معلمان هنوز به طور کامل برای پیاده‌سازی هوش مصنوعی آمادگی نداشته باشند. در عین حال هنوز گروهی از معلمان هستند که به کاربرد فناوری در کلاس درس با نگرش منفی می‌نگرند و تمایلی به استفاده از آن ندارند (هبرت^{۲۵} و همکاران، ۲۰۲۱). در عین حال مولفه‌های همچون: دشواری درک هوش مصنوعی، فقدان دانش فنی در علوم کامپیوتر، اصطلاحات پیچیده و گاه انتزاعی (چیو^{۲۶} و همکاران، ۲۰۲۰)، انتشار اطلاعات نادرست، منابع ساختگی، ناکافی بودن زیرساخت‌های فنی مدارس برای پشتیبانی (سلیک^{۲۷} و همکاران، ۲۰۲۲)، از چالش‌های کاربرد هوش مصنوعی در آموزش مطرح است.

نتایج پژوهش مطلبی نژاد و همکاران (۱۴۰۲) با عنوان «بررسی نظام مند نویدها و چالش‌های هوش مصنوعی برای معلمان» نشان می‌دهد که این فناوری فرصت‌های متعددی را برای بهبود برنامه‌ریزی، پیاده‌سازی و ارزشیابی تدریس در اختیار معلمان می‌گذارد و به طور متقابل معلمان نیز نقش‌های مختلفی را در توسعه‌ی هوش مصنوعی ایفا می‌کنند. یافته‌ها همچنین مبین این امر بود که چالش‌های متعددی در زمینه به کارگیری هوش مصنوعی در امر تدریس وجود دارد که می‌توان از آن به عنوان راهنمایی برای توسعه‌ی این حوزه استفاده کرد.

طبق نتایج پژوهش‌های خارج از کشور، اسماعیل چلیک (۲۰۲۳) در پژوهش خود با عنوان «به سوی هوشمندی دانش فنی، آموزشی و محتوایی: مطالعه تجربی بر روی دانش حرفه‌ای معلمان برای ادغام اخلاقی ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی در آموزش» به این نتیجه رسید که ضمن اینکه توانایی‌های هوش مصنوعی به طور کامل در آموزش استفاده نمی‌شود بلکه برای ادغام موثر آن در آموزش، توجه به دانش فنی و آموزشی معلمان مهم است. همچنین نتایج پژوهش بیانگر آن بود تا زمانی که معلمان دانش بیشتری برای تعامل با ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی داشته باشند، درک بهتری از مولفه‌های آموزشی آن خواهند داشت. باقر و همکاران (۲۰۲۲)، در پژوهشی با عنوان «دیدگاه معلمان علوم در مورد استفاده از هوش مصنوعی در آموزش» به این نتیجه رسیدند که نظرات معلمان در مورد استفاده از هوش مصنوعی در آموزش تحت پنج عنوان (مضمون) طبقه‌بندی شده است این موضوعات عبارتند از: «تاثیر بر دانش‌آموزان، معلمان، فرآیند تدریس، نگرانی و پیشنهاد». برای هر یک از مضامین دو مقوله اثر مثبت و منفی تعیین شد. نتایج پژوهش پولاک و همکاران (۲۰۲۲)، با عنوان «دیدگاه معلمان در مورد آموزش هوش مصنوعی: یک بررسی اولیه» بیانگر آن است که نگرش مثبت نسبت به آموزش هوش مصنوعی و انگیزه بالا برای معرفی محتوای مرتبط با آن در مدرسه وجود دارد. با توجه به عامل مهارت، به نظر می‌رسد معلمان سطح پایه‌ای از مهارت‌های دیجیتالی دارند اما مهارت‌های مرتبط با هوش مصنوعی پایینی دارند. همچنین بر اساس نتیجه پژوهش، شش مفهوم طراحی برای یک پلتفرم آموزشی مبتنی بر وب بر روی هوش مصنوعی فرموله

25 - Hebert

26 - Chiu

27 - Celik

شده است: (۱) ارائه اصول اولیه مورد نیاز (۲) برقراری ارتباط (۳) تعاملی و مشارکتی بودن (۴) جامعیت (۵) در دسترس قرار دادن آن (۶) ایجاد انگیزه در کاربر. سانوسی^{۲۸} و همکاران در مورد موضوع شایستگی های دانش آموز در آموزش هوش مصنوعی مشخص کردند که مهارت های شناختی، ابزار انسانی، خودآموزی، شایستگی مهارت و اخلاق به طور قابل توجهی بر محتوای هوش مصنوعی تأثیر می گذارد.

بررسی پژوهشهای انجام یافته نشان می دهد تاکنون برنامه درسی علوم دوره ابتدایی به صورت اختصاصی در بستر هوش مصنوعی مورد توجه قرار نگرفته است. در واقع برنامه درسی علوم با رویکرد هوش مصنوعی نیازمند شناسایی ابعاد و مولفه های آن است که باید در پژوهشهای آینده مورد توجه قرار بگیرد. لذا پژوهش حاضر با بررسی و شناسایی مبانی و مولفه های هوش مصنوعی در بستر آموزش علوم، ضمن ایجاد و غنی سازی منابع آموزشی به ادبیات برنامه درسی این حوزه کمک می کند زمینه ای برای ادغام آموزش هوش مصنوعی در برنامه درسی و عناصر آن فراهم شود. همچنین با شناسایی مولفه ها و ویژگی های هر کدام، ضمن افزایش ادراکات معلمان نسبت به ابزارهای هوش مصنوعی، اثربخشی تدریس و نتایج یادگیری دانش آموزان را در محیط های آموزش ابتدایی تحت تاثیر قرار می دهد. با این پیش زمینه و برای شناخت و بهره مندی از ابزارهای هوش مصنوعی در درس علوم، پژوهش در صدد پاسخ به سوال زیر است.

۱- مطابق با منابع و اسناد مرتبط، رایج ترین رویکرد و مولفه های برنامه درسی علوم ابتدایی با رویکرد هوش مصنوعی کدامند و به چه میزان در منابع و اسناد مربوطه به این مولفه ها توجه شده است؟

روش شناسی پژوهش

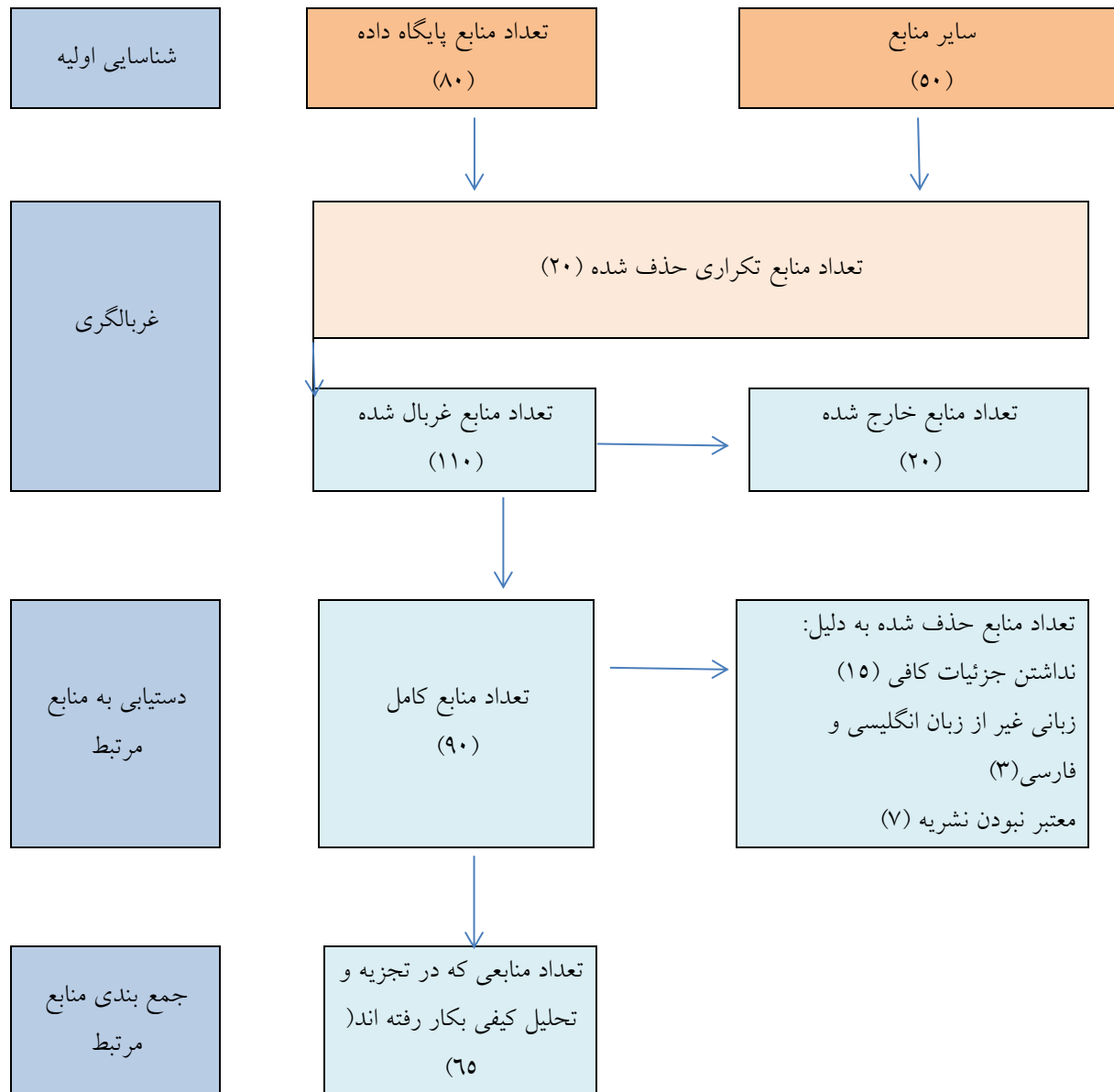
پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، توصیفی و شامل سنتزپژوهی و تحلیل محتوا از نوع تحلیل اسنادی است. منابع مورد تحلیل در این پژوهش، منابع علمی معتبر در زمینه هوش مصنوعی و کاربرد آن در برنامه درسی علوم ابتدایی است که با توجه به جست و جوی منظم در پایگاه های اطلاعاتی، شناسایی و بر اساس معیارهای خروج برای تحلیل نهایی انتخاب شدند. متناسب با اهداف پژوهش، کلید واژگان؛ ابزارهای هوش مصنوعی، آموزش علوم تجربی و هوش مصنوعی، از اطلاعات نشریات داخلی و خارجی شامل: پایگاه مجلات تخصصی (Noormags)، پایگاه علمی (SID)، پایگاه علمی (Irandoc)، و پایگاه های خارجی ProQuest, Springer, sciencedirect و موتور جستجوگر google scholar تمام مقاله ها، پایان نامه ها و رساله های دکتری که به بررسی کاربرد هوش مصنوعی در آموزش علوم تجربی پرداخته بودند، گردآوری شدند. معیارهای ورود و خروج پژوهش شامل موارد زیر بودند:

۱. کتاب ها، پایان نامه ها، رساله ها و مقالات دوره کارشناسی ارشد و دکتری که با محوریت هوش مصنوعی و کاربرد آن در آموزش علوم از سال ۱۴۰۳-۱۳۹۷ در پایگاه های داخلی و از سال ۲۰۲۴-۲۰۱۶ در پایگاه های خارجی با رویکرد کیفی انتشار یافته بودند

۲. موضوع پژوهش آموزش علوم تجربی در دوره ابتدایی مبتنی بر هوش مصنوعی

۳. کاربرد ابزارهای هوش مصنوعی در آموزش علوم تجربی

در قسمت تحلیل محتوا، منابع این پژوهش همه متون و منابع مرتبط با حوزه برنامه‌درسی علوم با رویکرد هوش مصنوعی بودند که از آن میان ۱۵ منبع داخلی و ۵۰ منبع خارجی شناسایی، تحلیل و بررسی شدند. در روش گردآوری داده‌ها، مفاهیم شناسایی شده در قسمت سنتز پژوهی به منزله واحد تحلیل انتخاب و سپس بر اساس چهار عنصر برنامه‌درسی طبقه‌بندی شدند. فراوانی پیامها براساس مقوله‌های چهارگانه یاد شده و به تناسب متون و منابع مرتبط با برنامه‌درسی علوم شمارش شدند. سپس مضمونها و عبارتهای متناسب با برنامه‌درسی با رویکرد هوش مصنوعی مشخص و در فهرست واری‌های ثبت شدند. با شناسایی ابعاد و مولفه‌های برنامه‌درسی با رویکرد هوش مصنوعی، فراوانی هر مولفه شمارش و به طور دقیق تعیین شد که در هر اثر چه میزان به ابعاد و مولفه‌های برنامه‌درسی با رویکرد AI توجه شده است. ابزار گردآوری اطلاعات سیاهه واری‌های محتوا بود. برای تعیین روایی ابزار گردآوری اطلاعات، نخست با بهره‌گیری از متون و پژوهش‌های مرتبط، ابعاد برنامه‌درسی با رویکرد AI و مولفه‌های هر کدام از آنها استخراج شدند و استادان حوزه برنامه‌درسی آنها را تایید کردند.



نمودار ۱: فرایند انتخاب منابع براساس جریان کاری پریزما

یافته های پژوهش

در این قسمت منابع و متون بررسی شده مورد تحلیل نهایی قرار گرفت که در جدول شماره ۱ براساس مولفه های عمومی برنامه درسی علوم در منابع مطرح شده اند. مطالعات انجام یافته نشان می دهد که برنامه درسی علوم تجربی با رویکرد هوش مصنوعی در زمینه کاربرد آن اغلب از نظریه های ساختن گرایی، رفتارگرایی و اجتماعی- فرهنگی تاثیر می پذیرد. بر این اساس ابتدا مولفه های عمومی برنامه درسی با رویکرد هوش مصنوعی سپس هر یک از مولفه ها براساس عناصر برنامه درسی به تفکیک در جداول ذکر شده اند.

جدول ۱: مولفه‌های عمومی برنامه‌دستی علوم تجربی مبتنی بر هوش مصنوعی

کد	مولفه‌ها	منابع
۱	ساختن گرایبی، رفتارگرایی، اجتماعی- فرهنگی	بنگ ۲۰۲۳، پریتن ۲۰۲۳
۲	تجربه یادگیری شخصی	ورما ^{۲۹} و همکاران ۲۰۲۳، نگ و همکاران ۲۰۲۳، (کوتسیس ^{۳۰} ۲۰۲۴، رنز و هیلینگ ۲۰۲۰، چیو و همکاران ۲۰۲۳، کارسنتی ۲۰۱۹، آمیل و همکاران ۲۰۲۲، ناکس ۲۰۲۰، هوانگ و همکاران ۲۰۲۰، الدریسیا ۲۰۲۳، تاپالووا و همکاران ۲۰۲۲، احمد و همکاران ۲۰۲۲
۳	فراهم کردن محیط یادگیری پویا	ورما و همکاران ۲۰۲۳، نگ و همکاران ۲۰۲۳، کارسنتی ۲۰۱۹
۴	ارائه اطلاعات فوری	ورما و همکاران ۲۰۲۳، پریتن شاه ۲۰۲۳، نگ و همکاران ۲۰۲۳
۵	دسترسی عادلانه به منابع و اطلاعات	ورما و همکاران ۲۰۲۳، پریتن شاه ۲۰۲۳
۶	ساده سازی مفاهیم پیچیده	کوتسیس ۲۰۲۴، پریتن شاه ۲۰۲۳، چن و همکاران ۲۰۲۱
۷	مهارت تفکر انتقادی و حل مسئله	کوتسیس ۲۰۲۴، پریتن شاه ۲۰۲۳، داگوستینو ۲۰۲۳؛ کرکلند ^{۳۱} ۲۰۲۳، کالو و همکاران ۲۰۲۰
۸	شناسایی و بهبود شکاف های فناوری	کوتسیس ۲۰۲۴، ورما و همکاران، پریتن شاه ۲۰۲۳، چن و همکاران ۲۰۲۰، نگ و همکاران ۲۰۲۳، مارتینز ۲۰۲۲، سوسانتو و همکاران ۲۰۲۳، هولمز و همکاران ۲۰۲۱
۹	بهبود درک دانش آموزان از مفاهیم، نظریه های علمی	کوتسیس، ۲۰۲۴، الدریسیا ۲۰۲۳
۱۰	رویکرد یادگیری مادام العمر	نگ و همکاران ۲۰۲۳، پریتن شاه ۲۰۲۳
۱۱	توسعه مهارت های فراشناختی	پریتن شاه ۲۰۲۳، کی ^{۳۲} و همکاران ۲۰۱۹
۱۲	افزایش خودکارآمدی دانش آموزان	نگ و همکاران ۲۰۲۳، باند ۲۰۲۴، شریف الدین و هاشم ۲۰۲۴
۱۳	ایجاد انگیزه یادگیری	چن و همکاران ۲۰۲۰، سئو و همکاران ۲۰۲۱، وانگ و همکاران ۲۰۲۱، هوانگ و همکاران ۲۰۲۲
۱۴	شبکه سازی	پریتن شاه ۲۰۲۳

29 - Verma

30-Kotsis

31 - Kirkland

32 - Kay

۱۵	شبیه سازی	کوتسیس ۲۰۲۴، پریتن شاه ۲۰۲۳، نگ و همکاران ۲۰۲۳، هارمون و همکاران، ۲۰۲۱
۱۶	خلق روایت های افسانه ای و تخیلی	کوتسیس، ۲۰۲۴، داریانس و همکاران ۲۰۲۳، انجم و همکاران ۲۰۲۳
۱۷	ایجاد محتوای دیجیتال	نگ و همکاران ۲۰۲۳، سالمین و همکاران ۲۰۱۹، پریتن شاه ۲۰۲۳، نگ و همکاران ۲۰۲۳، کوپر ۲۰۲۳، کلارک و همکاران ۲۰۱۸
۱۸	یادگیری مبتنی بر پروژه	پریتن شاه ۲۰۲۳، نگ و همکاران ۲۰۲۳
۱۹	طوفان فکری هدایت شده	پریتن شاه ۲۰۲۳
۲۰	کاربرد تکنیک های یادگیری عمیق	ورما و همکاران، ۲۰۲۳، ریشر ۲۰۱۹
۲۱	ساده سازی مفاهیم پیچیده	کوتسیس ۲۰۲۴، پریتن شاه ۲۰۲۳، لین ۲۰۲۳، جرتیوت و همکاران ۲۰۲۱
۲۲	ارائه بازخورد فوری	کوتسیس ۲۰۲۴، نگ و همکاران ۲۰۲۳، سدراکیان و همکاران ۲۰۲۰، پیرا ^{۳۴} و همکاران ۲۰۲۱، کارسنتی ۲۰۱۹، ما ^{۳۵} و لو ۲۰۲۳، کیلینگ و همکاران ۲۰۲۱، سئو و همکاران ۲۰۲۱، ریشر و همکاران ۲۰۱۹
۲۳	رویکرد ارزشیابی نوآورانه و خودکار	نگ و همکاران ۲۰۲۳، رامش و سانامپودی، ۲۰۲۱، کارسنتی ۲۰۱۹، چیلک ۲۰۲۳
۲۴	ارزیابی تطبیقی	ورما و همکاران ۲۰۲۳، نگ و همکاران ۲۰۲۳، کارسنتی ۲۰۱۹، ناکس ۲۰۲۰، پای و همکاران ۲۰۲۱

پس از استخراج و پالایش پایه های نظری و مضامین اصلی داده ها از منابع مورد استفاده، کد گذاری محوری با مرتب کردن، در آمیختن و سازماندهی انبوهی از داده ها انجام گرفت. سپس طبقه بندی، تحلیل و ترکیب نتایج در یک چارچوب مفهومی و همه جانبه ارائه شد.

جدول ۲. ابعاد و مولفه های برنامه درسی عمومی برنامه درسی علوم با رویکرد هوش مصنوعی

ابعاد	مولفه ها
نظریه های یادگیری	• ساختن گرایی، رفتارگرایی، اجتماعی- فرهنگی
اهداف	• تجربه یادگیری شخصی، محیط یادگیری پویا، دسترسی عادلانه به منابع و اطلاعات، ارائه اطلاعات فوری، ساده سازی مفاهیم، مهارت تفکر انتقادی و حل مسئله، شناسایی و بهبود شکاف های فناوری، رویکرد یادگیری مادام العمر، بهبود درک دانش آموزان از

³³ - Cooper

³⁴ - Pereira

³⁵ -Ma and Lu

مفاهیم و نظریه های علمی، توسعه مهارت‌های فراشناختی، افزایش خودکارآمدی دانش آموزان، ایجاد انگیزه یادگیری	
شبکه سازی، شبیه سازی، خلق روایت های افسانه ای و تخیلی، ایجاد محتوای دیجیتال	محتوا
یادگیری مبتنی بر پروژه، تحقیق و پژوهش، طوفان فکری هدایت شده، کاربرد تکنیک های یادگیری عمیق، ساده سازی مفاهیم پیچیده، تجزیه و تحلیل یادگیری	راهبردهای یاددهی و یادگیری
ارائه بازخورد فوری، رویکرد ارزشیابی نوآورانه، ارزیابی تطبیقی	ارزشیابی

جدول ۳: ویژگی های هر یک از مولفه های برنامه درسی علوم تجربی مبتنی بر هوش مصنوعی

کد	مولفه ها	ویژگی مولفه در منابع
۱	تجربیات یادگیری شخصی	<ul style="list-style-type: none"> سازگار با نیازها و علایق دانش آموزان، کمک به ساخت دانش متناسب با سرعت و سطح درک دانش آموزان فراهم کردن فرصت برای شناسایی علایق و مسیر یادگیری جهت یادگیری موضوعات متنوع، تقویت و اطمینان از یادگیری خود. ابزارهایی مانند Khanmigo, Quizlet's Q-Chat, Socrat.ai به عنوان راهنمای یادگیری شخصی دانش آموزان.
۲	یادگیری تطبیقی	<ul style="list-style-type: none"> عبارت است از؛ ارزیابی مهارت‌ها/ دانش فعلی فراگیران، ارائه بازخورد، محتوا و سپس نظارت مداوم بر پیشرفت با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری از طریق به روزرسانی‌های بلادرنگ. یادگیری تطبیقی زمانی اتفاق می‌افتد که ابزارها و سیستم‌های دیجیتال برای ایجاد مسیرهای یادگیری فردی برای دانش آموزان بر اساس نقاط قوت، ضعف و سرعت یادگیری آنها استفاده شود (تایلرو همکاران، ۲۰۲۱)
۳	دسترس عادلانه	<ul style="list-style-type: none"> اطمینان معلمان علوم از دسترسی و پشتیبانی مکرر و گسترده برای تعامل با هوش مصنوعی، اطمینان از دسترسی عادلانه به اطلاعات
۴	طوفان فکری هدایت شده	<ul style="list-style-type: none"> ارائه پیشنهادات به دانش آموزان جهت ایجاد سؤالات و فرضیه‌های خود.
۶	محیط‌های یادگیری پویا	<ul style="list-style-type: none"> افزایش ارتباطات سازمانی معلمان جهت اشتراک گذاری، تبادل دانش، تجربیات آموزشی و تدریس.
۷	ارائه اطلاعات فوری	<ul style="list-style-type: none"> ارائه یادگیری شخصی شده از طریق ربات های گفتگو، پردازش زبان طبیعی برای راهنمایی و بازخورد به موقع به دانش آموزان.

۸	تکنیک های یادگیری عمیق	<ul style="list-style-type: none"> ارائه عملکرد با کیفیت در زمینه طبقه بندی اسناد، پاسخگویی به سؤالات، ترجمه چند زبانه و تولید پاسخ های دقیق و منطقی
۹	شبکه سازی	<ul style="list-style-type: none"> ارتباط با سایر مربیان در رسانه های اجتماعی، انجمن ها و سمینارهای حضوری برای تبادل نظر و یادگیری
۱۰	شبیه سازی	<ul style="list-style-type: none"> شبیه سازی سناریوهای دنیای واقعی از طریق AI جهت به چالش کشاندن دانش آموزان برای به کارگیری مهارت های تفکر انتقادی و حل مشکلات بین رشته ای.
۱۲	ساده سازی مفاهیم پیچیده	<ul style="list-style-type: none"> شیوه ای سرگرم کننده و تعاملی جهت درک موضوعات چالش برانگیزی مانند جاذبه، مغناطیس و الکتریسیته ...
۱۳	خلق روایت های افسانه ای و تخیلی	<ul style="list-style-type: none"> ایجاد محیط یادگیری مهیج با ادغام داستان سرایی و فناوری هوش مصنوعی جهت تقویت حس کنجکاوی و تعامل در بین دانش آموزان
۱۴	مهارت تفکر انتقادی و حل مسئله	<ul style="list-style-type: none"> استفاده از یادگیری مبتنی بر پروژه برای ارائه تجربیات عملی و واقعی جهت به چالش کشاندن دانش آموزان برای تفکر انتقادی، همکاری و نوآوری
۱۵	ارائه بازخورد فوری	<ul style="list-style-type: none"> برجسته کردن اشتباه مکرر دانش آموز در حل یک نوع خاص از مسائل ریاضی جهت یادگیری از اشتباهات درسی و اصلاح آن
۱۶	شناسایی شکاف های فناوری	<ul style="list-style-type: none"> تضمین و ترویج دسترسی برای همه یادگیرندگان به ویژه یادگیرندگان دارای نیازهای آموزشی ویژه. حذف موانع دسترسی از طریق تشخیص تصویر و چهره برای دانش آموزان دارای اختلال بینایی تشخیص لب خوانی برای دانش آموزان دارای اختلال شنوایی ترجمه و زیرنویس همزمان برای دانش آموزان دارای آسیب شنوایی
۱۷	بهبود درک دانش آموزان از مفاهیم و نظریه های علمی	<ul style="list-style-type: none"> ترکیب مفاهیم فیزیک در افسانه ها جهت درک اصول پیچیده علمی گنجانیدن قوانین اساسی فیزیک مانند گرانش، تکانه، اصطکاک در روایت های افسانه ی با زمینه تخیلی و پویانمایی
۱۸	ایجاد محتوای دیجیتال	<ul style="list-style-type: none"> تولید متن، تصویر و سایر محتوای با کیفیت توسط هوش مصنوعی مولد (Generative Artificial Intelligence) بر اساس داده های آموزشی
۱۹	یادگیری مادام العمر	<ul style="list-style-type: none"> یادگیری، توسعه مداوم مهارت های نرم توسط دانش آموزان و کاربرد آنها در موقعیت های مختلف. پیگیری رویکرد چگونه یاد گرفتن
۲۱	یادگیری مبتنی بر پروژه	<ul style="list-style-type: none"> پشتیبانی فناوری های هوش مصنوعی از تجربیات یادگیری بین رشته ای و مبتنی بر پروژه

۲۲	توسعه مهارت‌های فراشناختی	<ul style="list-style-type: none"> • تسهیل فعالیت‌های بازتابی، مانند آزمون‌های خودارزیابی یا درخواست‌های ژورنال بازتابی توسط هوش مصنوعی
۲۳	ایجاد انگیزه یادگیری	<ul style="list-style-type: none"> • تشخیص بیشتر کاربرد هوش مصنوعی به منزله تقویت انگیزه و مشارکت بیشتر یادگیرنده.
۲۴	افزایش خودکارآمدی دانش آموزان	<ul style="list-style-type: none"> • تجزیه و تحلیل داده‌های گسترده توسط هوش مصنوعی برای پیش‌بینی عملکرد دانش‌آموزان • غنی‌سازی سفر آموزشی توسط هوش مصنوعی برای مربیان و یادگیرندگان جهت ایجاد محیط یادگیری کارآمدتر و موثرتر.
۲۵	رویکردهای ارزشیابی نوآورانه	<ul style="list-style-type: none"> • ارزیابی و درجه بندی خودکار فعالیت های نوشتاری دانش‌آموزان توسط ابزارهای نوشتاری هوش مصنوعی • چت‌بات‌ها به عنوان دستیار معلم مجازی برای پرسیدن سؤالات از دانش‌آموزان با آموزش ساده.

با تحلیل منابع، برنامه درسی مبتنی بر هوش مصنوعی با تاکید بر عناصر برنامه درسی در چهار بعد اهداف، محتوا، راهبردهای یاددهی - یادگیری و ارزشیابی مورد توجه است. بنابراین میزان توجه به ابعاد برنامه درسی با رویکرد هوش مصنوعی در متون و منابع در دسترس مرتبط با حوزه در جدولهای مربوط به ابعاد چهارگانه آورده شده است.

جدول ۴. تحلیل جایگاه (اهداف) در منابع مرتبط با حوزه برنامه درسی با رویکرد هوش مصنوعی

ابعاد	مولفه ها	فراوانی	درصد
اهداف	تجربه یادگیری شخصی	۱۳	۲۶
	فراهم کردن محیط یادگیری پویا	۳	۶
	دسترسی عادلانه به منابع و اطلاعات	۲	۴
	ارائه اطلاعات فوری	۳	۶
	ساده سازی مفاهیم پیچیده	۳	۶
	مهارت تفکر انتقادی و حل مسئله	۵	۱۰
	شناسایی و بهبود شکاف های فناوری	۸	۱۶
	رویکرد یادگیری مادام العمر	۲	۴
	بهبود درک دانش آموزان از مفاهیم و نظریه های علمی،	۲	۴
	توسعه مهارت‌های فراشناختی	۲	۴
افزایش خودکارآمدی دانش آموزان	۳	۶	

۸	۴	ایجاد انگیزه یادگیری
۱۰۰	۵۰	جمع

یافته های بعد اهداف نشان می دهد که این بعد ۱۲ مولفه و ۵۰ فراوانی از ابعاد و مولفه های برنامه درسی علوم با رویکرد هوش مصنوعی را به خود اختصاص داده است که در این میان مولفه تجربه یادگیری شخصی با ۱۳ فراوانی و مولفه های؛ دسترسی عادلانه به منابع و اطلاعات، رویکرد یادگیری مادام العمر، بهبود درک دانش آموزان از مفاهیم و نظریه های علمی و توسعه مهارت های فراشناختی با فراوانی ۲ به ترتیب بیشترین و کمترین میزان توجه را داشته اند.

جدول ۵. تحلیل جایگاه (محتوا) در منابع مرتبط با حوزه برنامه درسی علوم با رویکرد هوش مصنوعی

بعد	مولفه ها	فراوانی	درصد
محتوا	شبکه سازی	۱	۷/۱۴
	شبیه سازی	۴	۲۸/۵۷
	خلق روایت های افسانه ای و تخیلی	۳	۲۱/۴۲
	ایجاد محتوای دیجیتال	۶	۴۲/۸۵
جمع		۱۴	۹۹/۹۸

یافته های بعد محتوا نشان می دهد که این بعد ۴ مولفه و ۱۴ فراوانی از ابعاد و مولفه های برنامه درسی علوم با رویکرد هوش مصنوعی را به خود اختصاص داده است که در این میان ایجاد محتوای دیجیتال با ۶ فراوانی و شبکه سازی با ۱ فراوانی به ترتیب بیشترین و کمترین میزان توجه را داشته اند.

جدول ۶. تحلیل جایگاه راهبردهای یاددهی و یادگیری در منابع مرتبط با حوزه برنامه درسی علوم با رویکرد هوش مصنوعی

بعد	مولفه	فراوانی	درصد
راهبردهای یاددهی و یادگیری	یادگیری مبتنی بر پروژه	۲	۲۲/۲۲
	کاربرد تکنیک های یادگیری عمیق	۲	۲۲/۲۲
	بارش فکری	۱	۱۱/۱۱
	ساده سازی مفاهیم پیچیده	۴	۴۴/۴۴
جمع		۹	۹۹/۹۹

یافته های مربوط به بعد راهبردهای یاددهی و یادگیری نشان می دهد که این بعد ۴ مولفه و ۹ فراوانی از ابعاد و مولفه های برنامه درسی علوم با رویکرد هوش مصنوعی را به خود اختصاص داده است که در این میان ساده سازی مفاهیم پیچیده با ۴ فراوانی و بارش فکری با ۱ فراوانی به ترتیب بیشترین و کمترین میزان توجه را داشته اند.

جدول ۷. تحلیل جایگاه ارزشیابی در منابع مرتبط با حوزه برنامه‌دستی علوم با رویکرد هوش مصنوعی

بعد	مولفه	فراوانی	درصد
ارزشیابی	بازخورد فوری	۱۰	۵۲/۶۳
	رویکردهای ارزشیابی نوآورانه	۴	۲۱/۰۵
	ارزیابی تطبیقی	۵	۲۶/۳۱
	جمع	۱۹	۹۹/۹۹

یافته‌های مربوط به بعد ارزشیابی نشان می‌دهد که این بعد ۳ مولفه و ۱۹ فراوانی از ابعاد و مولفه‌های برنامه‌دستی علوم با رویکرد هوش مصنوعی را به خود اختصاص داده است که در این میان مولفه بازخورد فوری با ۱۰ فراوانی و رویکردهای ارزشیابی نوآورانه با ۴ فراوانی به ترتیب بیشترین و کمترین میزان توجه را داشته‌اند.

جدول ۸. مولفه‌های اختصاصی برنامه‌دستی علوم تجربی با رویکرد هوش مصنوعی

مولفه	ویژگی مولفه
هوش مصنوعی و علوم محیطی	استفاده از هوش مصنوعی برای تحلیل و پیش‌بینی تغییرات محیطی، بررسی پتانسیل راه‌حل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در پرداختن به تغییرات آب و هوا و سایر چالش‌های جهانی.
هوش مصنوعی و رباتیک	طراحی، ساخت و نظارت بر ربات‌های مجهز به هوش مصنوعی، ادغام مهندسی، برنامه‌نویسی و هوش مصنوعی برای حل مشکلات دنیای واقعی.
طراحی گرافیکی تقویت شده با هوش مصنوعی	استفاده دانش آموزان از پلتفرم‌های طراحی هوش مصنوعی مانند Adobe Sensei برای ایجاد و ویرایش پروژه‌های بصری.
ابزارهای چندگانه نمایش	تولید محتوا از طریق هوش مصنوعی در حالت‌های مختلف (تصاویر، جدولی، شنیداری، نمودارها، متن، و غیره) جهت مطابقت با سبک‌های مختلف یادگیری.
طراحی علمی آزمایش	درک مفهوم فتوسنتز با ایجاد آزمایش، تشویق دانش آموز به پیش‌بینی نتایج، انجام مشاهدات و تأمل در نتایج
ارائه طرح درس	ایجاد یک طرح درسی تعاملی درباره چرخه آب در طبیعت جهت درک دانش آموزان از چرخه آب و همچنین پیش‌بینی، مشاهده و توضیح مراحل مختلف.
ترکیب اصول علمی با داستان‌های جذاب	تلفیق مفاهیمی مانند گرانش، نیرو، حرکت، انرژی در خط داستان افسانه‌ای جهت تعاملی تر و لذت بخش کردن یادگیری

نمایش ساختار	کاربرد هوش مصنوعی به نام IBM RXN جهت ترسیم مولکول های هدف، تولید واکنش های شیمیایی، نمایش ساختار توسط خود دانش آموزان.
--------------	--

طبق جدول ۸ آنچه از مطالعه منابع و متون قابل استنباط است ابزارهای هوش مصنوعی می تواند مولفه های برنامه درسی علوم از جمله؛ علوم محیطی، رباتیک، طراحی، آزمایش، مفاهیم موضوعی (گرانش، نیرو، حرکت و انرژی و...)، مولکولی و شیمیایی را تحت تاثیر قرار دهند.

بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان داد که نظریه های یادگیری برنامه درسی علوم تجربی مبتنی بر رویکرد هوش مصنوعی بیشتر با نظریه یادگیری ساختن گرایی، رفتارگرایی و فرهنگی - اجتماعی همسو است. بر این اساس در چارچوب فعالیت های یاددهی و یادگیری ساختن گرایی و با بهره گیری از ابزارهای هوش مصنوعی می توان به تسهیل پرس و جو، یادگیری شخصی، حل مسئله، داربست آموزشی، تجسم دانش، یادگیری مبتنی بر تحقیق، یادگیری انعکاسی و فراشناخت دانش آموزان در درس علوم کمک کرد. دانش آموزان با بهره گیری از ابزارهای همچون ChatGPT، Bard، Chat Bing ضمن دسترسی به منابع و اطلاعات گسترده علمی قادر خواهند بود موضوعات را بر اساس علایق و نیاز شخصی به طور مستقل کاوش و بررسی کنند. در این راستا از طریق طراحی فعالیت های همچون یادگیری مبتنی بر مسئله یا تحقیق، انعطاف پذیری شناختی و نقشه مفهومی دانش آموزان پتانسل لازم را جهت تدوین سناریو های متعدد درباره ایده های علوم تجربی از جمله؛ اتم ها، اجسام، نیرو، انرژی، سطح زمین، فضا، سلول، تغذیه، ژنتیک، تنوع موجودات، علت و معلول، تئوری ها و مدل ها و غیره کسب می کند. همسو با کاربرد رویکرد ساختن گرایی در طرح ریزی برنامه درسی علوم مبتنی بر رویکرد هوش مصنوعی می توان از مولفه های نظریه رفتارگرایی هم بهره جست. بدین صورت که در چارچوب هوش مصنوعی با تطبیق یادگیری مفاهیم علوم، طراحی یادگیری در حد تسلط، گیمیفیکشن، تقویت پاسخ های صحیح و بازخورد فوری، ضمن مداخلات هدفمند در محتوای درس علوم، بسیاری از باورهای غلط و سوء تفاهم های علمی دانش آموزان را نسبت به موضوعات علمی بر طرف و به اثربخشی آموزش علوم کمک کرد. بر اساس نتیجه پژوهش حاضر در چارچوب نظریه های یادگیری، تعدادی از مولفه های فرهنگی - اجتماعی همچون؛ ارتباطات جهانی، تسهیل کلاس های درس جهانی، تجربیات یادگیری مشارکتی، ایفای نقش، کمک به درک دیدگاه های فرهنگی مختلف، ترجمه زبان، ارائه بینش فرهنگی، آموزش همتایان، یادگیری چندوجهی شناسایی شدند. بدین معنا پلتفرم های هوش مصنوعی در چارچوب برنامه درسی علوم پتانسیل لازم و کافی برای به اشتراک گذاشتن دانش در عصر حاضر را دارند و این رویکرد به معلمان اجازه می دهد ضمن ارتباط و به اشتراک گذاشتن منابع در سطح جهانی، فرصتی خواهند داشت تا در طراحی برنامه درسی علوم، استفاده از استراتژی ها برای ادغام فناوری در کلاس درس و اتخاذ بهترین شیوه ها آموزش علوم بحث کنند. به طوری که از طریق پلتفرم های هوش مصنوعی می توان کنفرانس علمی در حیطه موضوعات مهم علوم یعنی تغییرات آب و هوا، تحلیل و بررسی تاثیرات فرهنگی، اجتماعی انرژی، تغذیه و غیره طراحی و ایده ها را به اشتراک گذاشت. بنابراین ابزارهای هوش مصنوعی در چارچوب نظریه فرهنگی و اجتماعی با تقویت حس اجتماعی در بین معلمان و دانش آموزان می توانند با افزایش کیفیت آموزش و ارتقای

توسعه حرفه‌ای، به بهبود نتایج آموزش دانش‌آموزان کمک کنند. یافته‌های این پژوهش همسو با دیدگاه‌های پریتن (۲۰۲۳) و ژای (۲۰۲۱) است. پریتن در فصل چهارم کتاب «هوش مصنوعی و آینده آموزش» در باب نظریه اجتماعی-فرهنگی ضمن یادآوری این نکته که یادگیری در بافت‌های اجتماعی اتفاق می‌افتد و تحت تأثیر باورها و نگرش‌های فرهنگی است، فعالیت‌های یادگیری طراحی شده بر اساس پلتفرم‌های هوش مصنوعی را به عنوان زمینه‌ی معرفی می‌کند که از تسهیل کلاس‌های درس جهانی پشتیبانی می‌کند و تجربیات یادگیری مشارکتی را از مرزهای جغرافیایی فراتر برده و به یادگیرندگان این امکان را می‌دهد تا دیدگاه‌های فرهنگی مختلف را درک کنند. در همین راستا پریتن با بیان اینکه در عصر کنونی فرآیند ساخت دانش تغییر شکل خواهد داد در چارچوب نظریه یادگیری ساختن‌گرایی، هوش مصنوعی را به عنوان یک کاتالیزور برای یادگیری فعال می‌داند که ضمن داربست زنی آموزشی مسیرهای یادگیری را شخصی‌سازی و درک عمیق‌تری در یادگیری ایجاد می‌کند. در همین مسیر ژای (۲۰۲۱) معتقد است که هوش مصنوعی در چارچوب رویکرد رفتارگرایی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی ضمن ارائه بازخورد فوری با توجه به ورودی دانش‌آموزان، شرایطی را فراهم می‌کند دانش‌آموزان به تدریج به مفاهیم انتزاعی دسترسی پیدا کرده و با تمرین‌های عملی و دریافت بازخورد عملکردی در زمان واقعی و شخصی‌سازی شده، رفتارهای مثبت را تقویت کرده و باورهای غلط را اصلاح کنند.

طبق نتایج پژوهش حاضر در بعد اهداف برنامه درسی علوم مبتنی بر هوش مصنوعی، مولفه‌های؛ تجربه یادگیری شخصی، فراهم کردن محیط یادگیری پویا، دسترسی عادلانه به منابع و اطلاعات علمی، ارائه اطلاعات فوری، ساده‌سازی مفاهیم، مهارت تفکر انتقادی، حل مسئله، شناسایی شکاف فناوری، یادگیری مادام‌العمر، بهبود درک دانش‌آموزان از مفاهیم و نظریه علمی، توسعه مهارت‌های فراشناختی، افزایش خودکارآمدی، ایجاد انگیزه یادگیری شناسایی شدند. در چارچوب اهداف فرضی برنامه درسی علوم در بستر هوش مصنوعی می‌توان به طبقه‌بندی بلوم اشاره کرد. در این طبقه‌بندی که اهداف آموزشی بر اساس پیچیدگی شناختی فراگیران و به صورت تدریجی طراحی می‌شود با کاربرد ابزار هوش مصنوعی به دانش‌آموزان کمک کرد تا ضمن کاهش حجم فعالیت‌ها، با درک مفاهیم اولیه علمی بتدریج در سناریوهای حل مسئله پیچیده درگیر شوند. برای تلفیق طبقه‌بندی بلوم با ابزارهای هوش مصنوعی می‌توان به تراز کردن اهداف یادگیری علوم، طراحی فعالیت‌های کلاسی (هدف قرار دادن سطوح مختلف پیچیدگی شناختی با هر فعالیت هوش مصنوعی) ارزیابی یادگیری، تسهیل تفکر، تطبیق محتوا، بازخورد تکوینی اقدام کرد. در بعد محتوای برنامه درسی علوم مبتنی بر هوش مصنوعی مولفه‌های شبکه و شبیه‌سازی، خلق روایت‌های افسانه‌ای و تخیلی، ایجاد محتوای دیجیتال، ایجاد پروژه و آزمایش علمی، کمک به تدوین مقالات علمی شناسایی شدند. با بکارگیری هوش مصنوعی ضمن اینکه می‌توان به تشخیص شکاف یادگیری، پیش‌بینی عملکرد و افزایش نتایج یادگیری دانش‌آموزان در طول زمان کمک کرد بلکه این امر منجر به پیشرفت پایدار در دستاورد دانش‌آموز و موفقیت در رشته‌های (علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات) می‌شود. ابزارهای هوش مصنوعی مانند آزمایشگاه مجازی و شبیه‌سازها شرایطی را فراهم می‌کنند تا بسیاری از مفاهیم تخصصی علوم از جمله؛ مفهوم فتوسنتز، چرخه آب در طبیعت را به صورت عملی که در محیط کلاس درس سنتی امکان‌پذیر نیست ارائه کرد. این ابزارها روشی عملی برای دانش‌آموزان جهت کشف مفاهیم

پیچیده علمی در یک محیط امن و تعاملی ارائه می دهند. همچنین تلفیق مفاهیم علوم با افسانه و داستان ها در بستر هوش مصنوعی ابزاری قدرتمند برای کمک به دانش آموزان برای کشف و درک اصول پیچیده علمی می باشد که با روشی سرگرم کننده و جذاب دانش آموزان مفاهیمی مانند گرانش، نیرو، اصطکاک، حرکت و انرژی را در خط داستانی افسانه در یک زمینه تخیلی و قابل ربط طراحی کرده تا یادگیری تعاملی تر و لذت بخش تر شود. این یافته ها با نتایج پژوهش کوتسیس (۲۰۲۴) همسو است. ایشان نقش هوش مصنوعی را در آموزش علوم دوره ابتدایی موثر دانسته و اذعان می کند که در این بستر می توان اهداف و محتوای برنامه درسی علوم را با رویکرد تجربیات یادگیری شخصی شده و از طریق تطبیق با نیازهای فردی دانش آموز و ارائه بازخورد هدفمند تدوین کرد. این سازگاری می تواند منجر به بهبود مشارکت دانش آموزان و عملکرد تحصیلی شود. در همین راستا از نظر تاپالووا و همکاران، ۲۰۲۲؛ سئو و همکاران، ۲۰۲۱؛ جیان، ۲۰۲۳، هوش مصنوعی دانش آموزان را قادر می سازد تا بر اساس نیازهای منحصربه فرد و اولویت های یادگیری خود دستورالعمل های متناسب دریافت کنند. داده های مربوط به نقاط قوت، ضعف و پیشرفت دانش آموز برای طراحی و تولید یک برنامه یادگیری سفارشی مربیان را قادر می سازد تا پشتیبانی و مداخلات دقیق ارائه دهند که در نهایت منجر به افزایش مشارکت دانش آموز و موفقیت تحصیلی می شود. علاوه بر این، سیستم های هوش مصنوعی می توانند با سرعت یادگیری دانش آموز در زمان واقعی تنظیم شوند و اطمینان حاصل کنند که هر دانش آموز به طور مناسب به چالش کشیده می شود و از پشتیبانی کافی برخوردار است.

در صورتی که برنامه درسی علوم براساس هوش مصنوعی تدوین و اجرایی شود پیامدهای متعددی مورد انتظار است. اولین پدیده ای که اتفاق می افتد تحول عظیم در طراحی، تدوین و پیش نویس طرح های برنامه درسی است که منجر به تولید محتوای متنوع، ادغام ابزارهای دیجیتال در برنامه درسی و ایجاد پروژه ها، تغییر در روند ارزیابی ها و فعالیت های متنوع یادگیری می شود. علاوه بر تحول در برنامه درسی و کیفیت بخشی به محتوا، می توان انتظار داشت دانش آموزان قادر خواهند بود از هوش مصنوعی برای تحلیل، ارزیابی و پیش بینی موضوعات مربوط به انرژی، زمین شناسی، مواد، جانداران، نیرو، تغییرات محیطی، کاوشگری علمی و سایر چالش های جهانی استفاده کنند. دانش آموزان می توانند با بکارگیری مدل های زبان مبتنی بر هوش مصنوعی مانند جت بات آزمایش کنند، قطعات نوشتاری خلاقانه تولید یا ساختارهای روایت را تحلیل کرده و در عین حال ربات های مجهز به هوش مصنوعی را طراحی و بسازند و ادغام مهندسی، برنامه نویسی و هوش مصنوعی را برای حل مشکلات دنیای واقعی بررسی کنند. همسو با تحلیل و نتایج بدست آمده در این پژوهش، سیموت و همکاران (۲۰۲۴) با تاکید بر اینکه نگرش مثبت نسبت به هوش مصنوعی در میان مربیان برای تقویت توسعه شایستگی های چندوجهی وجود دارد با برجسته کردن تلفیق هوش مصنوعی در برنامه درسی، ضرورت توسعه هوش مصنوعی در برنامه درسی را مولفه های همچون؛ دسترسی عادلانه به منابع آموزشی و فناوری، پر کردن شکاف دیجیتال و ادغام آن در برنامه های درسی اعلام می کنند. در همین راستا ورما و همکاران (۲۰۲۳) معتقدند که مهارت دانش آموزان در ابزارهای هوش مصنوعی و دسترسی به منابع هوش مصنوعی تأثیر قابل توجهی بر نتایج آموزشی خواهد داشت. ضمن اینکه پر کردن شکاف دیجیتال و اطمینان از دسترسی عادلانه به ابزارهای هوش مصنوعی، گام

های اساسی در استفاده از این فناوری ها به نفع همه دانش آموزان و مربیان است. همچنین ژای (۲۰۲۱) و پریتن (۲۰۲۳) با برشمردن کاربرد ابزارهای هوش مصنوعی در آموزش، مولفه های تولید محتوا، یادگیری مبتنی بر پروژه، تجزیه و تحلیل مفاهیم علمی، پرورش خلاقیت و نوآوری، طراحی بازی، داستان سرایی، ارزیابی نوآورانه و بازخورد را از رویکردهای مهم الگوهای یادگیری فراگیران در بستر هوش مصنوعی می داند. علی رغم فوایدی که برای هوش مصنوعی در آموزش علوم بیان شد یکسری از مطالعات چالش های این حوزه را برای آموزش مطرح کرده اند که در ارتباط با مزیت های آن مدنظر است. چالش های از جمله؛ فاقد دانش و مهارت بودن معلمان برای آموزش هوش مصنوعی، نگرش ضعیف معلمان نسبت به آموزش هوش مصنوعی، عدم برنامه های درسی منسجم و در حال تکامل برای آموزش هوش مصنوعی، بودجه ناکافی، منابع آموزشی نابالغ و زیرساخت های فنی ناکافی

بر این اساس با توجه به چالش ها و یافته های پژوهش، پیشنهادهای کاربردی زیر را می توان ارائه داد :

سازمان پژوهش و برنامه ریزی درسی با ایجاد سازو کار های لازم در قالب همایش ها، کارگاه ها و ضمن خدمت، با افزایش دانش، نگرش و مهارت مدیران و معلمان، زمینه را جهت بکارگیری پلتفرم های هوش مصنوعی در مدارس به روز رسانی و آماده کنند.

با انجام مطالعات تطبیقی با تجربیات موفق کشورهای پیشرو در زمینه کاربرد هوش مصنوعی در آموزش و پرورش آگاهی صورت گیرد.

با بررسی اسناد، مقالات خارجی و داخلی و همچنین دیدگاه متخصصان این حوزه و متناسب با شرایط فرهنگی و اجتماعی و هم چنین چالش های حوزه، سند برنامه درسی مبتنی بر هوش مصنوعی تهیه و در اختیار ارگان های مربوطه قرار گیرد.

References

- Ahmad, S. F., Alam, M. M., Rahmat, M. K., Mubarik, M. S., & Hyder, S. I. (2022). Academic and administrative role of artificial intelligence in education. *Sustainability*, 14 (3), 1101.
- Al, Darayseh. (2023) . Acceptance of artificial intelligence in teaching science: Science teachers' perspective. journal homepage: www.sciencedirect.com/journal/computers-and-education-artificial-intelligence.
- Ambele, R., Kaijage, S., Dida, M., Trojer, L., & Kyando., N. (2022). A review of the Development Trend of Personalized learning Technologies and its Applications. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*.
- Anjum, A., & Lieberum., N. (2023). Automatic Simplification of Scientific Texts using Pre-trained Language Models: A Comparative Study at CLEF Symposium. <https://ceur-ws.org/Vol-3497/paper-242.pdf>
- B, Diaz ,. M, Nussbaum. (2024). Artificial intelligence for teaching and learning in schools: The need for pedagogical intelligence. *Computers & Education*, 217, 119.
- Bagir, M., Onal-Karakoyun, G., & Asilturk, E. (2022). Views of Science Teachers on the Use of Artificial Intelligence in Education. *International Online Journal of Educational Sciences*, 14(5), 1223-1234.
- Bang, H. J., L. Li., & Flynn, K. (۲۰۲۳). Efficacy of an adaptive game-based math learning app to support personalized learning and improve early elementary school students' learning, *Early Childhood Education Journal* 51 (4) 717–732
- Bond, M., Khosravi, H., De Laat, M., Bergdahl, N., Negrea, V., Oxley, E., Pham, P., Chong, S. W., & Siemens, G. (2024). A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: A call for increased ethics, collaboration, and rigour. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 1-41.
- Calatayud, V., Espinosa, P. & Vila, R. (2021). Artificial Intelligence for Student Assessment: A Systematic Review. *Applied Sciences*, 11(12), p. 5467.
- Callo, E., & Yazon, A. (2020). Exploring the factors influencing the readiness of faculty and students on online teaching and learning as an alternative delivery mode for the new normal. *Universal Journal of Educational Research*, 8(8), 3509-3318.
- Celik, I., (۲۰۲۳) .Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior* 138 .107468.
- Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H. & Järvelä, S. (202۱). The Promises and Challenges of Artificial Intelligence for Teachers: a Systematic Review of Research. *TechTrends*, 66(4), pp. 616-630. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715>
- Chang Lin, C., Huang, A. Y. Q., & Lu, O.H.T.(۲۰۲۳) . Artificial intelligence in intelligent tutoring systems toward sustainable education: a systematic review. Lin et al . *Smart Learning Environments*. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00260>

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278. <https://doi.org>.

Chen, X., Zou, D., Xie, H., & Cheng, G. (2021). Twenty years of personalized language learning: Topic modeling and knowledge mapping. *Educational Technology & Society*, 24(1), 205–222.

Chiu, T.K.F. and Chai, C., (2020). Sustainable Curriculum Planning for Artificial Intelligence Education: A Self-Determination Theory Perspective. *Sustainability*, 12(14), article no. 5568. <https://doi.org/10.3390/su12145568>.

Chiu, T.K.F., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C.S. and Cheng, M., (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, article no. 100118.

Clark, E., Ross, A. S., Tan, C., Ji, Y., & Smith, N. A. (2018). Creative writing with a machine in the loop: Case studies on slogans and stories. In *23rd International Conference on Intelligent User Interfaces* (pp. 329–340).

Cooper, G., (2023). Examining Science Education in ChatGPT: An Exploratory Study of Generative Artificial Intelligence. *Journal of Science Education and Technology* 32:444–452 <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039>

Dagostino, S. (2023). *How AI tools both help and hinder equity*. Inside Higher Ed. <https://www.insidehighered.com/news/tech-innovation/artificial-intelligence>.

Darics, E., & Poppel, L. (2023). Debate: Chat GPT offers unseen opportunities to sharpen students' critical skills. *The Conversation*. <https://theconversation.com>.

Daryanes, F., Darmadi, D., Fikri, K., Sayuti, I., Rusandi, M.A., & Situmorang, D. (2023). The development of articulate storyline interactive learning media based on case methods to train students' problem-solving ability. *Heliyon*, 9(4), e15082.

Dermeval, D., Paiva, R., Bittencourt, I. I., Vassileva, J., & Borges, D. (2018). Authoring tools for designing intelligent tutoring systems: a systematic review of the literature. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 28, 336-384.

Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: The teacher digital competency (TDC) framework. *Educational Technology Research and Development*, 68(5), 2449–2472.

Groenewald, E. S., Kumar, N., Avinash, S. I., & Yerasuri, S. (2024). Virtual Laboratories Enhanced by AI for hands-on Informatics Learning. *Journal of Informatics Education and Research*, 4(1).

H'ebert, C., Jenson, J., & Terzopoulos, T. (2021). Access to technology is the major challenge?": Teacher perspectives on barriers to DGBL in K-12 classrooms. *E-Learning and Digital Media*, 18(3), 307–324. <https://doi.org/10.1177/2042753021995315>

Harmon, J., Pitt, V., Summons, P., & Inder, K. J. (2021). Use of artificial intelligence and virtual reality within clinical simulation for nursing pain education: A scoping review. *Nurse Education Today*, 97, 104700.

Holmes, W., Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., & Koedinger, K. R. (2021). Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 1–23. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>

- Hwang, G. J., Tu, Y. F., & Tang, K. Y. (2022). AI in online-learning research: Visualizing and interpreting the journal publications from 1997 to 2019. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 23(1), 104–130.
- Jian, M.J. (2023). Personalized learning through AI. *Advances in Engineering Innovation*, Vol. 5, 16-19. <https://doi.org/10.54254/2977-3903/5/2023039>.
- Jortveit, M., & Kovač, V. (2022). Co-teaching that works: special and general educators' perspectives on collaboration. *Teaching Education*, 33(3), 286-300. <https://doi.org/10.1080/10476210.2021.1895105>
- Kapici, H. O., Akcay, H., & Cakir, H. (2022). Investigating the effects of different levels of guidance in inquiry-based hands-on and virtual science laboratories. *International Journal of Science Education*, 44(2), 324-345.
- Karsenti, T. (2019). Artificial intelligence in education: The urgent need to prepare teachers for tomorrow's schools. *Formation et profession*, 27(1), 105-111.
- Kay, J., & Kummerfeld, B. (2019). From data to personal user models for life-long, life-wide learners. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 2871–2884.
- Keeling, A.B., Piitz, M., Semrau, J.A., Hill, M.D., Scott, S.H. & Dukelow, S.P. (2021). Robot enhanced stroke therapy optimizes rehabilitation (RESTORE): a pilot study. *Journal Neuro Engineering Rehabil* 18, 10 <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00804-8>
- Kirkland, D. (2023). The persistence of future: Guidance for the equitable use of AI in education. *Forward ED*. <https://www.forward-ed.com/post/the-persistence-of-future>
- Knox, J. (2020). Artificial intelligence and education in China. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 298-311.
- Kotsisi, K.T.(2024). Artificial Intelligence in creating fairy tales to enhance physics teaching in primary education. *European Journal of Open Education and E-learning Studies*. ISSN-L: 2501-9120. Available on-line at: www.oapub.org/edu.
- Li, T., Reigh, E., He, P., & Adah Miller, E. (2023). Can we and should we use artificial intelligence for formative assessment in science? *Journal of Research in Science Teaching*, 60(6), 1385–1389.
- Lin, C. C., Huang, A. Y., & Lu, O. H. (2023). Artificial intelligence in intelligent tutoring systems toward sustainable education: a systematic review. *Smart Learning Environments*, 10(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00260>
- Luan, H., Geczy, P., Lai, H., Gobert, J., Yang, S. J., Ogata, H., & Tsai, C. C. (2020). Challenges and future directions of big data and artificial intelligence in education. *Frontiers in Psychology*.
- Ma, C., & Lu, J. (2023). Research on the Application Strategies of Teaching Methods in Physics Teaching. *International Journal of New Developments in Education*. Vol. 5, Issue 9: 11-19.
- Martinez, C. (2022). Artificial intelligence and accessibility: Examples of a technology that serves people with disabilities. Retrieved November, from [https:// www. inclu sive cityma ker](https://www.inclusivcitymaker.com).
- Motlabinejad, Alireza; Fazeli, Farzaneh; Navaei, Elham (2013). A systematic review of the promises and challenges of artificial intelligence for teachers. *Journal of Technology and Research in Education*, Year 3, Issue 1.

Nazaretsky, T., Ariely, M., Cukurova, M., & Alexandron, G. (2022). Teachers' trust in AI-powered educational technology and a professional development program to improve it. *British Journal of Educational Technology*, 53(4), 914–931.

Ng, D.T.K., Leung, J.K.L., Chu, S.K.W. & Qiao, M.S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, article no. 100041.

Obe, W. H. (2018). *The teaching of science in primary schools*. David Fulton Publishers. <https://doi.org/10.4324/9781315398907>.

Pai, K. C., Kuo, B. C., Liao, C. H., & Liu, Y. M. (2021). An application of Chinese dialogue-based intelligent tutoring system in remedial instruction for mathematics learning. *Educational Psychology*, 41(2), 137–152.

Pereira, F. D., Fonseca, S. C., Oliveira, E. H., Cristea, A. I., Bellhäuser, H., Rodrigues, L., Oliveira, D. B., Isotani, S., & Carvalho, L. S. (2021). Explaining individual and collective programming students' behavior by interpreting a black-box predictive model. *IEEE Access*, 9, 117097–117119.

Polak, S., Schiavo, G., & Zancanaro, M. (۲۰۲۲). Teachers' perspective on artificial intelligence education: An initial investigation. *CHI EA '22: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Extended Abstracts*. Article No.: 431, Pages 1 - 7 <https://doi.org/10.1145/3491101.35198>

Ramesh, D., & Sanampudi, S. K. (2021). An automated essay scoring systems: a systematic literature review. *Artificial Intelligence Review*, 55, 1–33.

Renz, A., & Hilbig, R. (2020). Prerequisites for artificial intelligence in further education: Identification of drivers, barriers, and business models of educational technology companies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 1–21.

Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1–27.

Sadiku, M., Ashaolu, T., Majebi, A. & Musa, S. (2021). Artificial Intelligence in Education. *International Journal of Scientific Advances*, 2(1), pp. 5-11.

Salminen, J., Yoganathan, V., Corporan, J., Jansen, B. J., & Jung, S. G. (2019). Machine learning approach to auto-tagging online content for content marketing efficiency: A comparative analysis between methods and content type. *Journal of Business Research*, 101, 203–217.

Sanusi, I.T., Olaleye, S.A., Oyelere, S.S., & Dixon, R.A. (2022). Investigating learners' competencies for artificial intelligence education in an African K-12 setting. *Computers and Education Open*.

Schwarz, B.B., Prusak, N., Swidan, O., Livny, A., Gal, K., & Segal, A. (2018). Orchestrating the emergence of conceptual learning: a case study in a geometry class. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 13(2), pp. 189-211.

Sedrakyan, G., Malmberg, J., Verbert, K., Järvelä, S., & Kirschner, P. A. (2020). Linking learning behavior analytics and learning science concepts: Designing a learning analytics dashboard for feedback to support learning regulation. *Computers in Human Behavior*, 107, 105512.

Seo, K., Tang, J., Roll, I., Fels, S., & Yoon, D. (2021). The impact of artificial intelligence on learner– instructor interaction in online learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1–23.

Shah,p.(2023). AI and the future of education. *Teaching in the Age of Artificial Intelligence*. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. Published simultaneously in Canada.

Sharifuddin, N.S., & Hashim, H. (2024). Benefits and Challenges in Implementing Artificial Intelligence in Education (AIED) in ESL Classroom: A Systematic Review (2019-2022). *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*.

Simuț, R., Simuț , C., Badulescu, D., & Badulescu,. A. (2024) . Artificial intelligence and the modelling of teachers' competencies, *Amfiteatru Economic Journal*, ISSN 2247-9104, The Bucharest University of Economic Studies, Bucharest, Vol. 26, Iss. 65, pp. 181-200

Susanto, P. C., Syailendra, S., & Suryawan, R. F. (2023). Determination of Motivation and Performance: Analysis of Job Satisfaction, Employee Engagement and Leadership. *International Journal of Business and Applied Economics*, 2(2), 59-68.

Talan, T. (2021). Artificial Intelligence in Education: A Bibliometric Study. *International Journal of Research in Education and Science*, 7(3), pp. 822-837.

Tapalova, O., & Zhiyenbayeva, N. (2022). Artificial intelligence in education: AIED for personalised learning pathways. *Electronic Journal of e-Learning*, 20(5), 639-653.

Taylor, D. L., Yeung, M., & Basset, A. Z. (۲۰۲۱). Personalized and Adaptive Learning. *Innovative Learning Environments in STEM Higher Education*, SpringerBriefs in Statistics, https://doi.org/10.1007/978-3-030-58948-6_2

Verma, G., Campbell, T., Melville, W., & Park, B. (2023). Navigating Opportunities and Challenges of Artificial Intelligence: Chat GPT and Generative Models in Science Teacher Education, *Journal of Science Teacher Education*, 34:8, 793-798, DOI: 10.1080/1046560X.2023.2263251

Wang, K., Ma, Z., Baker, R., & Li,Y. (۲۰۲۲) . Iterative refinement of an AIS rewards system, in: *International conference on human-computer interaction*, Springer International Publishing, Cham, ,pp. 113–125.

Wang, T., & Cheng, E. C. K. (2021). An investigation of barriers to Hong Kong K–12 schools incorporating artificial intelligence in education. *Computers in Education: Artificial Intelligence*.

Zhai, X., Krajcik, J., & Pellegrino, J. W. (2021). On the validity of machine learning-based next generation science assessments: A validity inferential network. *Journal of Science Education and Technology*, 30(2), 298–312.

