



43815
Iranian Educational Technology Association

A Systematic Review of the Impact of Augmented Reality on Learning Scientific Concepts in Elementary Education

Monir Mosavar *1 

1. *Corresponding Author*, M.A. in Educational Technology, University of Isfahan, Isfahan, Iran.
E-mail: monirmosavar72@gmail.com

Print ISSN:

3060-7167

Online ISSN:

3060-656X

Article Type:

Reserch Article

Article history:

Received January 04,
2024

Received in revised
form March 15,
2025

Accepted March 18,
2025

Published Online
March 25, 2025

Keywords:

Systematic Review,
Augmented Reality,
Interactive Learning,
Science Education,
Elementary Student

ABSTRACT

With the advancement of modern educational technologies, new opportunities have emerged to enhance the quality of teaching and learning in schools. Augmented Reality (AR), as one of the emerging technologies, can play a significant role in the learning of scientific concepts—particularly in elementary education—by providing interactive, visual, and multisensory learning environments. The present study aims to systematically review existing research on the impact of augmented reality on the learning of scientific concepts among elementary school students. To achieve this goal, a systematic search was conducted using both Persian and English keywords across three reputable databases: Google Scholar, Scopus, and ScienceDirect, within the timeframe of 2005 to 2023. A total of 142 articles were retrieved, and after removing duplicates, screening titles and abstracts, and applying inclusion and exclusion criteria, 31 articles (15 in English and 16 in Persian) were selected for qualitative content analysis. The findings revealed that augmented reality positively influences the learning of scientific concepts, increases motivation, deepens understanding, and promotes active student engagement. Furthermore, the use of AR in science education enhances students' cognitive and emotional interaction with learning content.

Cite this Article: Mosavar, M. (2025). A Systematic Review of the Impact of Augmented Reality on Learning Scientific Concepts in Elementary Education. *Trends and Achievements in Learning Technology*, 2(5), 65-90. <https://doi.org/10.22034/jlt.2025.2058335.1037>



© Author(s)

Publisher: Iranian Educational Technology Association

DOI: <https://doi.org/10.22034/jlt.2025.2058335.1037>

Introduction

In recent decades, the rapid advancement of technology has significantly challenged traditional educational approaches and opened new pathways in teaching and learning. Emerging technologies—particularly in the field of education—have gained attention as empowering tools, increasingly used to enhance the quality of learning (Heick, 2020). Among these technologies, augmented reality (AR) has shown remarkable growth in recent years and is gradually being integrated into formal education systems. AR, by blending digital information into the real world, creates multisensory and interactive learning experiences for students (Billinghurst & Duenser, 2012). In traditional education systems, learning was often unidirectional, focused on transferring information from teacher to student. However, with the emergence of modern technologies, the learning process has shifted toward active learner participation and meaning-making through interaction with content (Papplee, 2020). In this regard, the use of augmented reality—particularly in elementary education, which serves as the foundation of any educational system—can make learning experiences more meaningful, deeper, and longer-lasting for young learners. Elementary education is considered the most sensitive and fundamental stage of formal learning, playing a vital role in developing scientific thinking, curiosity, and problem-solving skills. Scientific concepts at this level are often abstract and challenging for children to comprehend (Ayres, 2010). Since young learners acquire knowledge primarily through sensory and concrete experiences, they require tools that can make abstract ideas observable and interactive. By superimposing virtual objects onto the real world, AR serves as an effective tool to facilitate the understanding of complex scientific concepts (Yilmaz, 2021). Numerous studies, both international and national, have investigated the effects of augmented reality on the learning process. Findings indicate that AR enhances the effectiveness of learning by making educational content more engaging, interactive, focused, and conceptually accessible (Bacca et al., 2014; Alibeigi et al., 2021). In science education in particular, AR has proven effective in visualizing abstract topics such as molecular structures, blood circulation, the solar system, and more—making them tangible and comprehensible for students (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018). Moreover, studies have shown that AR increases learners' motivation and eagerness to participate in educational activities. Through interacting with 3D objects, students experience curiosity and joy in learning, which contributes to the long-term retention of knowledge (Sirakaya & Cakmak, 2018). In Iran, for example, a study by Arabzadeh and

Karimi (2019) showed that the use of AR in elementary classrooms not only improved students' academic performance but also enhanced their satisfaction with the learning experience. Despite these significant advantages, the integration of AR in elementary education faces several challenges. These include insufficient infrastructure, lack of standard educational resources, limited teacher proficiency in digital tools, and a scarcity of localized research (Mazhari et al., 2022). Therefore, identifying the potential, limitations, and actual impacts of AR on learning scientific concepts—especially through a systematic review—can provide valuable insights for educational policymakers, teachers, and content developers. A systematic review is a rigorous and evidence-based research method aimed at collecting, evaluating, and critically analyzing previous studies to answer a specific research question (Booth et al., 2016). With its structured approach, it allows for broader and more reliable conclusions on the topic under investigation. The present study employs a systematic review methodology to identify and analyze both national and international studies concerning the impact of augmented reality on learning scientific concepts in elementary education. The primary goal is to extract scientific evidence regarding the effectiveness of AR in science learning and to provide a clear picture of its opportunities and challenges within the context of elementary instruction.

Literature Review

With the growing use of modern technologies in education, augmented reality (AR) has attracted increasing attention from researchers as a novel educational tool. In recent years, numerous national and international studies have examined the impact of this technology on various dimensions of learning, particularly in teaching scientific concepts at the elementary level.

Kazemi and Karimi (2020), in a study titled “The Application of Augmented Reality in Teaching Science to Fifth-Grade Students,” concluded that the use of AR led to increased student motivation, better conceptual understanding, and improved academic performance. Their findings emphasized that the presentation of interactive and 3D content promotes greater learner engagement in the classroom.

Rahmani et al. (2021) explored the impact of augmented reality on learning scientific concepts in fourth-grade science classes. Their study found that AR not only enhanced the depth of learning but also reduced learning anxiety and increased student interest in the subject.

In an international study, Yilbas (2019) demonstrated that using augmented reality in teaching scientific concepts to children improved cognitive performance, spatial understanding, and facilitated the learning of complex topics such as the water cycle and cell structure. He further noted that AR, due to its visual and interactive features, reduces learners' cognitive load and leads to more lasting learning outcomes.

Sarinie et al. (2020), in a study on "The Application of Augmented Reality in Elementary Education," highlighted the role of AR in promoting experiential and active learning. They suggested that AR can serve as a complement to traditional education by creating more effective learning environments.

Another study by Evans et al. (2021) found that the integration of augmented reality in science instruction for elementary students had a direct impact on enhancing problem-solving skills, critical thinking, and classroom participation.

Yazdani and Fattahi (2022) investigated teachers' attitudes toward the use of AR in elementary science education. The results revealed that although teachers were interested in using AR, several barriers hindered its widespread application in classrooms—chief among them being lack of equipment, insufficient digital skills, and a shortage of standard educational content.

Garcia (2022), in a systematic review of 32 international articles, concluded that augmented reality not only improves academic performance in science subjects but also positively influences emotional aspects of learning, including enthusiasm, curiosity, and self-confidence.

Considering the findings of these studies, it can be concluded that augmented reality holds great potential in improving the quality of science education in elementary schools. However, further investigation is needed, especially regarding its practical implementation, challenges in classroom integration, and long-term effects on student learning.

Methodology

The present study is a systematic review aimed at collecting, analyzing, and synthesizing existing research on the impact of augmented reality (AR) on learning scientific concepts in elementary education. This method provides a comprehensive and evidence-based perspective on the topic under investigation. In the first phase, a systematic search was conducted in three reputable scientific databases—Google Scholar, Scopus, and ScienceDirect—to identify relevant sources. The search process involved the use of both Persian and English keywords, including: "Augmented Reality," "Science Learning," "Elementary

Students,” and “Educational Technology.” The search covered a time range from 2005 to 2023, ensuring a broad and up-to-date coverage of relevant literature. A total of 142 academic articles were initially retrieved. After removing duplicates, screening titles and abstracts, and applying inclusion and exclusion criteria, 28 articles (15 in English and 13 in Persian) met the eligibility requirements and were selected for in-depth analysis. The inclusion criteria were as follows:

- Studies focusing on the impact of augmented reality on the learning of scientific concepts
- Research conducted on elementary school students
- Publications in reputable academic journals
- Full-text accessibility of the articles

The exclusion criteria included:

- Studies not centered on elementary education
- Lack of access to full-text articles
- Weaknesses in research design or methodology
- Focus solely on technical or software-related aspects without examining educational effects.

Following the final selection of studies, qualitative inductive content analysis was used for data analysis. In this phase, the unit of analysis was defined, and main themes were extracted from each study. Similar themes were categorized and coded into conceptual clusters. Ultimately, the findings of the selected studies were organized into several core themes and interpreted accordingly. The purpose of this analytical approach was to reach a cohesive understanding of the impacts, opportunities, and challenges associated with the use of augmented reality in teaching scientific concepts to elementary students and to provide a clear framework for the futuristic application of this technology in the formal education system of the country.

Discussion and Conclusion

The aim of this study was to systematically review existing research on the impact of augmented reality (AR) on the learning of scientific concepts among elementary school students. The findings from the review of 18 scholarly articles indicate that AR has multifaceted, positive, and significant effects on teaching and learning processes in elementary science education. In this section, the core results of the study are interpreted and discussed in light of theoretical frameworks and prior research. 1. Facilitating the Understanding of Complex Concepts: The findings reveal that AR, through its three-dimensional,

interactive, and visual content, facilitates students' understanding of abstract and complex scientific concepts. Topics such as the water cycle, cell structure, magnetic fields, and states of matter—often difficult to comprehend through traditional textbooks—become more accessible through simulation and direct experience. This is consistent with the results of studies such as Akçayır & Akçayır (2017) and Wu et al. (2013), which emphasize AR's ability to promote “active conceptualization” of scientific content.

2. **Enhancing Motivation, Interest, and Student Engagement:** A prominent impact of AR, as reported in the reviewed studies, is its role in fostering intrinsic motivation among students. AR transforms the learning environment into a game-like, interactive space, increasing student interest, attention, and active participation. This feature is especially critical for younger students whose learning is closely tied to enjoyment and emotional engagement (Bacca et al., 2014). In educational systems where capturing children's attention is a challenge, AR can serve as a highly effective solution.

3. **Promoting Active, Interactive, and Self-Regulated Learning:** Due to its interactive nature, AR actively involves learners with educational content. Many reviewed studies found that AR leads to improved self-regulated learning, increased self-confidence, and a stronger sense of learner agency. Unlike traditional methods that position the learner as a passive recipient, AR enables students to act as explorers in their learning journey. This aligns with constructivist theories by scholars such as Vygotsky and Piaget, who view learning as an active and social process (Yilmaz, 2008).

4. **Developing Higher-Order Cognitive Skills:** The reviewed studies show that AR is not limited to the transmission of information; it also enhances skills such as analysis, evaluation, problem-solving, and creativity. Several studies reported that students who engaged with AR-based science content performed better in problem-solving tasks and conceptual assessments. This is especially important in science education, which relies on inductive and process-oriented thinking (Radu, 2014).

5. **Reducing Cognitive Load and Improving Educational Access** Another key result is AR's ability to reduce cognitive load through multisensory learning. By combining visuals, sound, and interaction, AR supports simultaneous processing of information and alleviates mental strain. Furthermore, its flexibility to be used in various settings—home, classroom, or outdoor environments—enhances educational accessibility and supports educational equity. Students from diverse backgrounds can benefit from equal learning opportunities (Cheng & Tsai, 2013).

6. **Practical Requirements and Challenges** Despite these advantages, several limitations and challenges must be

considered in implementing AR in elementary education. These include the cost of equipment, lack of appropriate technological infrastructure, the need for teacher training in designing interactive content, and balancing digital content with traditional learning methods. Although most reviewed studies reported positive outcomes, the success of AR depends on proper instructional design, accurate learner needs assessment, and alignment with curriculum objectives.

Final Conclusion Based on the findings of this systematic review, augmented reality can be considered a powerful tool in elementary science education. In addition to its appeal and interactivity, AR's features—such as visualization, facilitation of learning, increased motivation, and cognitive skill development—can contribute meaningfully to long-term learning outcomes. To realize this potential, it is essential for educational policymakers, teachers, and instructional designers to take deliberate steps toward the effective integration of AR into the school curriculum.



پروژه شکارگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مرور نظام‌مند بر تأثیر واقعیت افزوده در یادگیری مفاهیم علمی در دوره ابتدایی

منیر مصور* ۱

۱. نویسنده مسئول، کارشناسی ارشد رشته تکنولوژی آموزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: monirmosavar72@gmail.com

چکیده

با گسترش فناوری‌های نوین آموزشی، فرصت‌های تازه‌ای برای بهبود کیفیت یاددهی-یادگیری در مدارس فراهم شده است. واقعیت افزوده به‌عنوان یکی از فناوری‌های نوظهور، با فراهم کردن محیط‌های تعاملی، تصویری و چندحسی، می‌تواند در یادگیری مفاهیم علمی به‌ویژه در دوره ابتدایی نقش مؤثری ایفا کند. هدف پژوهش حاضر، مرور نظام‌مند مطالعات انجام‌شده درباره تأثیر واقعیت افزوده بر یادگیری مفاهیم علمی در دانش‌آموزان ابتدایی است. بدین منظور، جستجوی نظام‌مند با استفاده از کلیدواژه‌های فارسی و انگلیسی در سه پایگاه معتبر ScienceDirect، Scopus و Google Scholar در بازه زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۳ انجام گرفت. در مجموع ۱۴۲ مقاله بازیابی شد که پس از حذف موارد تکراری، بررسی عنوان و چکیده، و اعمال معیارهای ورود و خروج، ۳۱ مقاله (۱۵ مقاله انگلیسی و ۱۶ مقاله فارسی) واجد شرایط انتخاب و با روش تحلیل محتوای کیفی بررسی شدند. نتایج نشان داد که واقعیت افزوده تأثیر مثبتی بر یادگیری مفاهیم علمی، افزایش انگیزه، تقویت درک عمیق و مشارکت فعال دانش‌آموزان دارد. همچنین استفاده از این فناوری در آموزش علوم، به ارتقای تعامل ذهنی و عاطفی دانش‌آموزان با محتوای درسی کمک می‌کند.

شاپا چاپی:

۳۰۶-۷۱۶۷

شاپا الکترونیکی:

۳۰۶-۶۵۶X

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخچه مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۲/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۱/۰۵

کلیدواژه‌ها:

آموزش علوم، دانش‌آموزان ابتدایی، مرور نظام‌مند، واقعیت افزوده یادگیری تعاملی

استناد به این مقاله: مصور، منیر. (۱۴۰۴). مرور نظام‌مند بر تأثیر واقعیت افزوده در یادگیری مفاهیم علمی در دوره ابتدایی. نشریه روندها و

دستاوردها در فناوری یادگیری، ۲(۵)، ۶۵-۹۰. <https://doi.org/10.22034/jlt.2025.2058335.1037>

© نویسنده (گان)

ناشر: انجمن فناوری‌های آموزشی ایران



مقدمه

با وجود گسترش فناوری‌های نوین مانند واقعیت افزوده و شواهد فراوانی که از تأثیر مثبت آن‌ها بر یادگیری علمی حکایت دارد، هنوز تردیدهایی درباره اثربخشی واقعی و پایدار این فناوری‌ها در آموزش رسمی وجود دارد. یکی از مشکلات اساسی این است که بسیاری از پژوهش‌ها به صورت موردی و بدون چارچوب نظام‌مند انجام شده‌اند و نتایج آن‌ها در بسترهای متفاوت، گاه متناقض گزارش شده است. علاوه بر این، در آموزش ابتدایی که مرحله‌ای حساس از فرایند رشد شناختی و هیجانی دانش‌آموزان محسوب می‌شود، کمبود منابع پژوهشی منسجم و مبتنی بر شواهد، تصمیم‌گیری برای سیاست‌گذاران و طراحان آموزشی را با دشواری‌هایی همراه کرده است. مسئله اصلی این پژوهش آن است که مشخص نیست واقعیت افزوده دقیقاً تا چه اندازه و در چه ابعاد و شرایطی می‌تواند بر یادگیری مفاهیم علمی در دوره ابتدایی مؤثر باشد. شناخت فرصت‌ها و چالش‌های این فناوری در بافت آموزشی ایران، نیازمند تحلیل نظام‌مند مطالعات گذشته و تبیین نقاط ضعف و قوت به‌کارگیری آن است. از این رو، انجام مرور نظام‌مند پژوهش‌های داخلی و خارجی در این زمینه، ضرورتی انکارناپذیر برای تبیین دقیق‌تر جایگاه واقعیت افزوده در آموزش علوم ابتدایی به شمار می‌رود همچنین تحولات گسترده‌ی فناوری در دو دهه‌ی اخیر، شیوه‌های سنتی آموزش را به چالش کشیده و مسیر جدیدی را در یاددهی-یادگیری گشوده است. در این میان، فناوری‌های نوظهور به‌ویژه در حیطه‌ی آموزش و پرورش، به‌عنوان ابزارهای توانمندساز موردتوجه قرار گرفته‌اند و در جهت ارتقاء کیفیت یادگیری، به کار گرفته می‌شوند (Heick, 2020). یکی از این فناوری‌ها که در سال‌های اخیر رشد چشم‌گیری داشته و به تدریج جای خود را در آموزش رسمی باز کرده است، واقعیت افزوده^۱ است؛ فناوری‌ای که با ادغام اطلاعات دیجیتال در محیط واقعی، امکان تجربه‌ی یادگیری چندحسی و تعاملی را برای یادگیرندگان فراهم می‌آورد (Billinghurst & Duenser, 2012). در نظام‌های آموزشی سنتی، یادگیری به‌صورت یک‌سویه و مبتنی بر انتقال اطلاعات از معلم به دانش‌آموز صورت می‌گرفت؛ اما با ورود فناوری‌های نوین، نگاه به فرایند یادگیری تغییر یافته و نقش فعال یادگیرنده در تعامل با محتوا و ساخت معنا مورد تأکید قرار گرفته است (پاپلی، ۱۳۹۹). در همین راستا، استفاده از فناوری واقعیت افزوده، به‌ویژه در دوره ابتدایی که پایه و اساس نظام آموزشی هر

کشور محسوب می‌شود، می‌تواند تجربه‌ی یادگیری را برای دانش‌آموزان معنادارتر، عمیق‌تر و ماندگارتر کند. دوره ابتدایی به‌عنوان حساس‌ترین و بنیادی‌ترین مرحله آموزش رسمی، نقش مهمی در پرورش تفکر علمی، کنجکاوی و مهارت‌های حل مسئله دارد. مفاهیم علمی در این دوره، اغلب انتزاعی و برای درک کودکان چالش‌برانگیز هستند (Ayres, 2010). از آنجاکه کودکان بیشتر از طریق تجربه‌های حسی و عینی یاد می‌گیرند، نیاز به ابزارهایی دارند که مفاهیم را برای آن‌ها قابل مشاهده و تعامل‌پذیر سازند. واقعیت افزوده با تلفیق اشیای مجازی در محیط واقعی، می‌تواند ابزار مؤثری برای این هدف باشد و باعث تسهیل درک مفاهیم علمی پیچیده شود (Yilmaz, 2021). پژوهش‌های متعددی در سال‌های اخیر در سطح بین‌المللی و داخلی، به بررسی اثرات واقعیت افزوده بر فرآیند یادگیری پرداخته‌اند. یافته‌ها نشان داده‌اند که این فناوری می‌تواند با ایجاد جذابیت، تقویت تعامل، افزایش تمرکز و ارتقاء درک مفاهیم، فرایند یادگیری را اثربخش‌تر سازد (Bacca et al., 2014؛ علی‌بیگی و همکاران، ۱۴۰۰). به‌ویژه در آموزش علوم، استفاده از واقعیت افزوده موجب شده تا مفاهیم انتزاعی مانند ساختار مولکول‌ها، گردش خون، منظومه شمسی و... به‌صورت بصری و قابل لمس برای دانش‌آموزان به نمایش درآید و یادگیری را تعمیق بخشد (Delgado-Kloos & Ibáñez, 2018). افزون بر این، پژوهش‌ها بیانگر آن هستند که واقعیت افزوده موجب افزایش انگیزه و اشتیاق یادگیرندگان به مشارکت در فعالیت‌های درسی می‌شود. دانش‌آموزان با مشاهده و تعامل با اشیای سه‌بعدی، احساس کنجکاوی و لذت از یادگیری را تجربه می‌کنند، که این خود به افزایش ماندگاری مطالب در ذهن آن‌ها می‌انجامد (Sirakaya & Cakmak, 2018). در کشور ما نیز، برخی مطالعات مانند پژوهش عرب‌زاده و کریمی (۱۳۹۸) نشان داده‌اند که استفاده از واقعیت افزوده در کلاس‌های درس ابتدایی، موجب ارتقاء نمرات عملکرد علمی و همچنین افزایش رضایت دانش‌آموزان از یادگیری شده است. با وجود مزایای چشم‌گیر، به‌کارگیری این فناوری در مدارس ابتدایی با چالش‌هایی نیز همراه است. از جمله این چالش‌ها می‌توان به نبود زیرساخت مناسب، کمبود منابع آموزشی استاندارد، ضعف معلمان در استفاده از ابزارهای دیجیتال و کمبود پژوهش‌های بومی اشاره کرد (مظهری و همکاران، ۱۴۰۱). از این‌رو، شناسایی دقیق ظرفیت‌ها، موانع و اثرات واقعیت افزوده بر یادگیری مفاهیم علمی، به‌ویژه از طریق مرور نظام‌مند پژوهش‌های انجام‌شده، می‌تواند اطلاعات ارزشمندی برای سیاست‌گذاران آموزشی، معلمان و طراحان محتوا فراهم کند. مرور نظام‌مند

به‌عنوان روشی معتبر و مبتنی بر شواهد، به دنبال گردآوری، ارزیابی و تحلیل منتقدانه پژوهش‌های گذشته با هدف پاسخ به یک سؤال پژوهشی مشخص است (Booth et al., 2016). این روش با ساختار دقیق خود، امکان نتیجه‌گیری کلی‌تر و علمی‌تر درباره موضوع موردبررسی را فراهم می‌کند. در پژوهش حاضر، تلاش شده است تا با بهره‌گیری از روش مرور نظام‌مند، مطالعات داخلی و خارجی انجام‌شده درباره تأثیر واقعیت افزوده بر یادگیری مفاهیم علمی در دوره ابتدایی شناسایی و تحلیل شوند. هدف اصلی، استخراج شواهد علمی مرتبط با اثربخشی این فناوری در یادگیری علوم، و ارائه‌ی تصویری روشن از فرصت‌ها و چالش‌های آن در زمینه آموزش ابتدایی است.

سؤالات پژوهش از قرار زیر است:

- فناوری واقعیت افزوده چه تأثیری بر یادگیری مفاهیم علمی در دانش‌آموزان دوره ابتدایی دارد؟
- واقعیت افزوده چگونه بر انگیزش، مشارکت و علاقه‌مندی دانش‌آموزان به یادگیری علوم تأثیر می‌گذارد؟
- آیا استفاده از واقعیت افزوده موجب بهبود مهارت‌های شناختی سطح بالا مانند حل مسئله، تفکر انتقادی و خلاقیت در دانش‌آموزان ابتدایی می‌شود؟
- واقعیت افزوده تا چه میزان در تسهیل درک مفاهیم پیچیده و انتزاعی علمی مؤثر است؟
- چه چالش‌ها، محدودیت‌ها و موانعی در به‌کارگیری فناوری واقعیت افزوده در آموزش علوم در دوره ابتدایی وجود دارد؟
- فرصت‌ها و ظرفیت‌های بالقوه واقعیت افزوده برای ارتقاء آموزش علوم در دوره ابتدایی چیست؟

دوره ابتدایی به‌عنوان نخستین مرحله از آموزش رسمی، نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌گیری بنیان‌های شناختی، عاطفی و مهارتی دانش‌آموزان ایفا می‌کند. در این مرحله، یادگیری مفاهیم علمی که عمدتاً انتزاعی و پیچیده‌اند، چالشی جدی برای معلمان و یادگیرندگان به شمار می‌رود. در شرایطی که رویکردهای سنتی آموزش علوم مبتنی بر متون درسی ایستا و انتقال‌محور، پاسخ‌گوی نیازهای یادگیری نسل جدید نیست، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین می‌تواند افق‌های تازه‌ای در این حوزه بگشاید. واقعیت افزوده، به‌عنوان یکی از نوآورانه‌ترین فناوری‌های آموزشی،

امکان ایجاد محیط‌های یادگیری تعاملی، بصری و چندحسی را فراهم می‌سازد. این ویژگی‌ها، به‌ویژه برای کودکان دبستانی که درکی تجربی و عینی از پدیده‌ها دارند، از اهمیت بالایی برخوردار است. با این حال، علیرغم رشد چشمگیر پژوهش‌های موردی در زمینه کاربرد واقعیت افزوده در آموزش علوم، همچنان خلأ قابل توجهی در ادبیات علمی از حیث ارزیابی جامع، نظام‌مند و تحلیلی این فناوری وجود دارد. ضرورت انجام این پژوهش از چند منظر قابل تبیین است. نخست آن‌که، این تحقیق با مرور نظام‌مند مطالعات ملی و بین‌المللی، تصویری یکپارچه و مبتنی بر شواهد از تأثیرات واقعیت افزوده بر یادگیری مفاهیم علمی در دانش‌آموزان ابتدایی ارائه می‌دهد. این تحلیل، می‌تواند به‌جای اتکا به شواهد پراکنده، دیدگاه کل‌نگر و قابل اتکایی را در اختیار پژوهشگران و سیاست‌گذاران آموزشی قرار دهد. دوم، یافته‌های این پژوهش می‌تواند راهنمایی عملی برای طراحان برنامه درسی، تولیدکنندگان محتواهای آموزشی دیجیتال و معلمان فراهم کند تا بتوانند با شناخت دقیق فرصت‌ها، محدودیت‌ها و زمینه‌های کاربردی واقعیت افزوده، تصمیم‌گیری‌های اثربخش‌تری داشته باشند. سوم، با توجه به چالش‌های زیرساختی، فرهنگی و آموزشی موجود در نظام تعلیم و تربیت ایران، شناسایی عوامل تسهیل‌کننده و بازدارنده‌ی بهره‌گیری از واقعیت افزوده در بستر بومی، اهمیت مضاعفی می‌یابد. بررسی تجارب جهانی، در کنار تحلیل داده‌های بومی، می‌تواند مسیر توسعه پایدار فناوری‌های آموزشی در مدارس ابتدایی را هموار سازد درنهایت، این پژوهش می‌کوشد شکاف موجود میان پژوهش‌های فناورانه و واقعیت‌های آموزشی را پر کرده و نقش واقعیت افزوده را نه فقط در بهبود نتایج آموزشی، بلکه در تحول در شیوه‌های یاددهی-یادگیری و ارتقای عدالت آموزشی موردبررسی قرار دهد. در ادامه تعاریف مفهومی مفاهیم کلیدی پژوهش بیان شده است.

واقعیت افزوده فناوری‌ای است که اطلاعات مجازی (مانند تصاویر، صداها، یا متون دیجیتال) را بر محیط واقعی اطراف کاربر افزوده و از طریق دستگاه‌هایی نظیر تلفن همراه یا عینک‌های خاص، تجربه‌ای تعاملی، چندبعدی و زنده را برای یادگیرنده فراهم می‌کند. واقعیت افزوده امکان تعامل هم‌زمان با اشیای مجازی و محیط واقعی را فراهم می‌آورد و در آموزش به‌ویژه برای درک مفاهیم انتزاعی مفید است. مفاهیم علمی به مجموعه‌ای از اصول، قوانین، فرایندها و پدیده‌های علمی گفته می‌شود که در قالب دروس علوم تجربی به دانش‌آموزان آموزش داده می‌شود؛ از جمله موضوعاتی مانند چرخه آب، ساختار سلول، فازهای ماده، انرژی، و منظومه شمسی. این مفاهیم

معمولاً انتزاعی هستند و درک آن‌ها برای دانش‌آموزان ابتدایی دشوار است، مگر آنکه با ابزارهای بصری و تعاملی ارائه شوند. بار شناختی اشاره به میزان فشار ذهنی‌ای دارد که هنگام پردازش اطلاعات بر حافظه فعال وارد می‌شود. هرچه بار شناختی بیشتر باشد، فرایند یادگیری دشوارتر خواهد شد. استفاده از ابزارهایی نظیر واقعیت افزوده که هم‌زمان از کانال‌های دیداری، شنیداری و حرکتی بهره می‌گیرند، می‌تواند این فشار را کاهش داده و یادگیری را مؤثرتر کند. یادگیری معنادار نوعی یادگیری است که در آن دانش‌آموزان اطلاعات جدید را به دانش قبلی خود مرتبط می‌سازند و به درک عمیق‌تری از مفاهیم دست می‌یابند. در این نوع یادگیری، صرفاً حفظ مطالب موردنظر نیست، بلکه تأکید بر فهم مفاهیم و توانایی به‌کارگیری آن‌ها در موقعیت‌های مختلف است. خودتنظیمی یادگیری به توانایی دانش‌آموز در مدیریت فرایند یادگیری خود گفته می‌شود، شامل تعیین اهداف، انتخاب راهبردهای یادگیری، نظارت بر عملکرد، و ارزیابی نتایج. واقعیت افزوده می‌تواند با فراهم کردن محیط‌های یادگیری مستقل و تعاملی، این توانمندی را تقویت کند. انگیزش درونی به اشتیاق و تمایل فرد برای یادگیری ناشی از علاقه و لذت شخصی از موضوع مورد یادگیری گفته می‌شود، نه به خاطر پاداش‌های بیرونی. فناوری‌هایی مانند واقعیت افزوده با ایجاد محیط‌های جذاب و بازی‌گونه می‌توانند انگیزش درونی را در دانش‌آموزان افزایش دهند. مهارت‌های شناختی سطح بالا شامل توانایی‌هایی مانند تحلیل، ارزیابی، حل مسئله، خلاقیت و تفکر انتقادی است که فراتر از حفظ و یادآوری صرف اطلاعات هستند. در آموزش علوم، تقویت این مهارت‌ها یکی از اهداف اصلی به شمار می‌رود و واقعیت افزوده می‌تواند بستری برای رشد آن‌ها فراهم کند.

پیشینه پژوهش

با گسترش کاربرد فناوری‌های نوین در آموزش، واقعیت افزوده به‌عنوان یکی از ابزارهای نوین آموزشی توجه پژوهشگران بسیاری را به خود جلب کرده است. در سال‌های اخیر، مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور به بررسی تأثیر این فناوری بر ابعاد گوناگون یادگیری، به‌ویژه در آموزش مفاهیم علمی در دوره ابتدایی پرداخته‌اند. مرور مطالعات داخلی و خارجی در زمینه کاربرد واقعیت افزوده در آموزش علوم نشان می‌دهد که با وجود توجه روزافزون به این فناوری، همچنان خلأهایی در حوزه آموزش ابتدایی وجود دارد که انجام پژوهش حاضر را ضروری

می‌سازد. نخست آن‌که بیشتر پژوهش‌های پیشین به‌صورت موردی و تجربی انجام شده‌اند و تاکنون پژوهشی نظام‌مند که با رویکردی تحلیلی و مقایسه‌ای، یافته‌های مطالعات مختلف را گردآوری، دسته‌بندی و تفسیر کند، انجام نشده است. این مسئله باعث شده تا درک جامعی از میزان اثربخشی، فرصت‌ها و چالش‌های واقعیت افزوده در آموزش علوم در دست نباشد. دوم آن‌که، در اغلب مطالعات پیشین تمرکز بر موضوعاتی کلی چون بهبود نمرات درسی، انگیزش یا یادگیری عمومی بوده و کمتر پژوهشی به‌طور اختصاصی به نقش واقعیت افزوده در فهم بهتر مفاهیم علمی، به‌ویژه مفاهیم انتزاعی در علوم دوره ابتدایی پرداخته است. سوم آن‌که، در فضای پژوهشی ایران اگرچه برخی مطالعات اولیه انجام شده، اما از نظر پراکندگی، محدودیت نمونه، و نبود طراحی دقیق پژوهش، این مطالعات قابلیت تعمیم محدود دارند و تاکنون تلاش کافی برای جمع‌بندی و تحلیل منسجم آن‌ها صورت نگرفته است. چهارم، بیشتر مطالعات به مزایای فناوری واقعیت افزوده پرداخته‌اند، درحالی‌که چالش‌ها و موانع اجرایی آن مانند نبود زیرساخت مناسب، ضعف دانش فنی معلمان، یا ناسازگاری با محتوای درسی، کمتر موردبررسی قرار گرفته‌اند. درنهایت، پژوهش‌های گذشته معمولاً فاقد چارچوب نظری مشخص برای استفاده بهینه از واقعیت افزوده در آموزش علوم بوده‌اند؛ ازاین‌رو، انجام مطالعه‌ای نظام‌مند که بتواند ضمن شناسایی و تحلیل مطالعات قبلی، تصویری جامع، علمی و کاربردی از این فناوری در زمینه آموزش علوم در دوره ابتدایی ارائه دهد، بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

Garcia (2022) در مرور نظام‌مند خود، با تحلیل ۳۲ مقاله بین‌المللی، بیان کرد که واقعیت افزوده نه‌تنها موجب بهبود عملکرد تحصیلی در دروس علوم می‌شود، بلکه بر ابعاد عاطفی یادگیری مانند اشتیاق، کنجکاوی و اعتمادبه‌نفس نیز اثرگذار است.

در مطالعه‌ای دیگر، Evans و همکاران (2021) به این نتیجه رسیدند که استفاده از واقعیت افزوده در تدریس علوم برای دانش‌آموزان ابتدایی، تأثیر مستقیمی بر افزایش مهارت‌های حل مسئله، تفکر انتقادی و بهبود مشارکت کلاسی دارد.

Sarinie و همکاران (2020) در پژوهشی با موضوع «کاربرد واقعیت افزوده در آموزش ابتدایی»، بر نقش این فناوری در افزایش یادگیری تجربی و فعال تأکید کردند و پیشنهاد نمودند که این نوع فناوری می‌تواند به‌عنوان مکملی برای آموزش سنتی، محیط‌های یادگیری اثربخش‌تری را ایجاد نماید.

در پژوهشی بین‌المللی، Yilbas (2019) نشان داد که استفاده از فناوری واقعیت افزوده در آموزش مفاهیم علمی به کودکان، موجب بهبود عملکرد شناختی، درک فضایی، و تسهیل یادگیری مفاهیم پیچیده مانند چرخه آب و ساختار سلولی می‌شود. وی همچنین بیان کرد که واقعیت افزوده به دلیل جذابیت‌های بصری و تعاملی خود، بار شناختی فراگیران را کاهش می‌دهد و یادگیری را پایدارتر می‌سازد.

دیانت و همکاران (۱۴۰۳) پژوهشی با موضوع بررسی کاربرد واقعیت افزوده در دروس علوم تجربی با استفاده از روش پژوهش ترکیبی در مدارس چندین استان کشور انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از واقعیت افزوده موجب ارتقای تعامل بین دانش‌آموزان با مطالب آموزشی تسهیل فهم مفاهیم پیچیده و افزایش دسترسی به منابع چندرسانه‌ای شده است.

ملک محمدی و همکاران (۱۴۰۳) پژوهشی با موضوع بررسی تأثیر استفاده از فناوری واقعیت افزوده بر افزایش خلاقیت دانش‌آموزان در درس علوم انجام دادند و به این نتیجه رسیدند استفاده از فناوری واقعیت افزوده می‌تواند به عنوان یک ابزار آموزشی مؤثر برای بهبود آموزش و پرورش در مدارس استفاده شود و به افزایش خلاقیت دانش‌آموزان کمک کند.

در پژوهشی که یزدانی و فتاحی (۱۴۰۱) انجام دادند، به بررسی نگرش معلمان نسبت به کاربرد واقعیت افزوده در آموزش علوم ابتدایی پرداخته شد. نتایج نشان داد که علی‌رغم علاقه‌مندی معلمان به استفاده از این فناوری، کمبود تجهیزات، ضعف در مهارت‌های دیجیتال و نبود محتوای استاندارد از موانع اصلی کاربرد گسترده آن در کلاس‌های درس است.

رحمانی و همکاران (۱۴۰۰) با بررسی تأثیر واقعیت افزوده بر یادگیری مفاهیم علمی در درس علوم پایه چهارم ابتدایی، دریافتند که این فناوری، ضمن افزایش عمق یادگیری، باعث کاهش اضطراب یادگیری و افزایش علاقه‌مندی دانش‌آموزان به درس علوم شده است.

کاظمی و کریمی (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان «کاربرد واقعیت افزوده در آموزش علوم تجربی پایه پنجم ابتدایی» به این نتیجه رسیدند که استفاده از واقعیت افزوده منجر به افزایش انگیزه، درک بهتر مفاهیم و بهبود نمرات درسی دانش‌آموزان می‌شود. نتایج این مطالعه تأکید دارد که ارائه محتوای تعاملی و سه‌بعدی باعث مشارکت بیشتر فراگیران در کلاس می‌شود.

با توجه به مجموع یافته‌های پیشین، می‌توان گفت که واقعیت افزوده دارای ظرفیت‌های گسترده‌ای در بهبود کیفیت آموزش علوم در دوره ابتدایی است؛ اما همچنان نیازمند مطالعه و

بررسی بیشتر، به‌ویژه در زمینه کاربرد عملی، چالش‌های پیاده‌سازی، و تأثیرات بلندمدت آن بر یادگیری دانش‌آموزان است.

روش

پژوهش حاضر از نوع مرور نظام‌مند است و با هدف گردآوری، تحلیل و جمع‌بندی مطالعات انجام‌شده در زمینه تأثیر فناوری واقعیت افزوده بر یادگیری مفاهیم علمی دانش‌آموزان ابتدایی صورت گرفته است. این روش، امکان دستیابی به تصویری جامع و مبتنی بر شواهد را در مورد موضوع موردبررسی فراهم می‌سازد. در مرحله نخست، به‌منظور شناسایی منابع مرتبط، جستجوی نظام‌مند در سه پایگاه علمی معتبر شامل پایگاه علمی گوگل اسکالر، اسکوپوس و ساینس دایرکت انجام گرفت. واژگان کلیدی مورداستفاده در فرآیند جستجو شامل مواردی چون «واقعیت افزوده»، «یادگیری مفاهیم علمی»، «دانش‌آموزان ابتدایی»، «فناوری آموزشی»، و معادل‌های انگلیسی آن‌ها نظیر *Augmented Reality, Science Learning, Elementary Students, Educational Technology* بود. محدوده زمانی جستجو، از ابتدای سال ۲۰۰۵ تا پایان سال ۲۰۲۳ در نظر گرفته شد تا بازه‌ای مناسب از پژوهش‌های نوین و مرتبط را پوشش دهد. در این فرآیند، در مجموع ۱۴۲ مقاله علمی شناسایی شد. پس از حذف موارد تکراری، بررسی عنوان و چکیده، و اعمال معیارهای ورود و خروج، ۳۱ مقاله (۱۵ مقاله انگلیسی و ۱۶ مقاله فارسی) واجد شرایط انتخاب شدند. معیارهای ورود به پژوهش عبارت بودند از: بررسی تأثیر واقعیت افزوده بر یادگیری مفاهیم علمی، انجام پژوهش بر روی گروه سنی دانش‌آموزان ابتدایی، انتشار در نشریات معتبر علمی و دسترسی به متن کامل مقاله. همچنین معیارهای خروج شامل موارد زیر بود: عدم تمرکز بر دوره ابتدایی، عدم دسترسی به متن کامل مقاله، ضعف در طراحی یا روش پژوهش گزارش‌شده، تمرکز صرف بر جنبه‌های فنی یا نرم‌افزاری بدون بررسی اثر آموزشی. پس از نهایی‌سازی فهرست مطالعات، تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌صورت تحلیل محتوای کیفی استقرایی انجام شد. در این مرحله، پس از تعریف واحد تحلیل، مضامین اصلی از هر مقاله استخراج گردید. سپس مضامین مشابه در قالب دسته‌بندی‌های مفهومی کدگذاری و طبقه‌بندی شدند. در نهایت، یافته‌های پژوهش‌ها در قالب چند محور اصلی دسته‌بندی و تفسیر گردید. هدف از این شیوه تحلیل، دستیابی به درکی منسجم از تأثیرات، فرصت‌ها و چالش‌های استفاده از واقعیت

افزوده در آموزش مفاهیم علمی به دانش‌آموزان دوره ابتدایی و ارائه چارچوبی روشن برای استفاده آینده‌پژوهانه از این فناوری در حوزه آموزش رسمی کشور بوده است.

یافته‌ها

بررسی نظام‌مند مطالعات انجام‌شده در زمینه به‌کارگیری واقعیت افزوده در آموزش مفاهیم علمی به دانش‌آموزان دوره ابتدایی، بیانگر تأثیرات مثبت و چندبعدی این فناوری بر فرآیند یادگیری است. نتایج حاصل از تحلیل مقالات منتخب نشان داد که واقعیت افزوده با فراهم ساختن محیط‌های یادگیری تعاملی و چندحسی، موجب افزایش انگیزه، درک مفاهیم پیچیده، و مشارکت فعال‌تر دانش‌آموزان می‌شود. مطالعات موردبررسی تأکید دارند که فناوری واقعیت افزوده به‌واسطه‌ی تلفیق دنیای واقعی و عناصر مجازی، توانسته است مفاهیم انتزاعی علمی مانند چرخه آب، ساختار سلول، یا حرکت سیارات را به شکلی ملموس‌تر و قابل‌فهم‌تر برای کودکان تبدیل کند. این فناوری همچنین با فراهم کردن امکان تعامل فیزیکی و بصری با محتوای آموزشی، باعث افزایش یادگیری معنادار و کاهش بار شناختی در دانش‌آموزان شده است. در پژوهش‌های مرور شده، علاوه بر بهبود عملکرد تحصیلی، ارتقای مهارت‌هایی چون حل مسئله، تفکر انتقادی، و همکاری گروهی نیز گزارش شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که واقعیت افزوده به‌ویژه در آموزش گروه‌های سنی پایین‌تر، می‌تواند نقش مؤثری در برانگیختن حس کنجکاوی، خلاقیت و یادگیری پایدار ایفا کند. به‌طورکلی، تحلیل یافته‌ها نشان داد که بهره‌گیری از واقعیت افزوده در آموزش علوم دوره ابتدایی، در صورت طراحی اصولی و هماهنگ با سطح شناختی دانش‌آموزان، نه تنها در انتقال مفاهیم علمی مؤثر است، بلکه می‌تواند تجربه‌ای یادگیری غنی، انگیزشی و تعاملی برای آنان فراهم آورد. در تحلیل نهایی پژوهش، ۱۸ مقاله علمی که با معیارهای ورود تطابق داشتند، موردبررسی و کدگذاری قرار گرفتند. روش تحلیل محتوای کیفی به کار گرفته شد. تسهیل درک مفاهیم علمی مطالعات متعددی نشان دادند که واقعیت افزوده با تجسم‌سازی و شبیه‌سازی مفاهیم علمی، به‌ویژه مفاهیم انتزاعی و پیچیده، به درک بهتر دانش‌آموزان کمک می‌کند. در این راستا، ابزارهای مبتنی بر واقعیت افزوده توانسته‌اند فرآیندهایی مانند چرخه آب، ساختار سلول، میدان مغناطیسی و... را به‌صورت تصویری، سه‌بعدی و تعاملی به دانش‌آموزان نشان دهند.

افزایش انگیزش و علاقه‌مندی به یادگیری: واقعیت افزوده با ایجاد محیطی جذاب و تعاملی، سبب برانگیخته شدن حس کنجکاوی و علاقه‌مندی بیشتر دانش‌آموزان شده است. بسیاری از مطالعات گزارش داده‌اند که دانش‌آموزان در مواجهه با واقعیت افزوده، تمرکز بیشتری داشته و با اشتیاق در فعالیت‌های آموزشی شرکت می‌کنند.

یادگیری فعال و تعاملی: یکی از مزایای کلیدی واقعیت افزوده، فراهم کردن امکان تعامل مستقیم با محتواست. این ویژگی منجر به یادگیری فعال، خودتنظیمی و مشارکت گروهی دانش‌آموزان می‌شود. به‌ویژه در سنین پایین که یادگیری از طریق تجربه و بازی مؤثرتر است، این فناوری نقش قابل توجهی ایفا می‌کند.

توسعه مهارت‌های شناختی و فرامرفتی: مطالعات نشان می‌دهند که واقعیت افزوده می‌تواند به تقویت مهارت‌های سطح بالای شناختی مانند حل مسئله، تحلیل، ارزیابی، و همچنین خلاقیت و تفکر انتقادی منجر شود. این مهارت‌ها به‌ویژه در درس علوم که نیازمند تحلیل اطلاعات و فرضیه‌سازی است، اهمیت ویژه‌ای دارند.

کاهش بار شناختی و افزایش دسترسی: واقعیت افزوده با استفاده از ترکیب تصویر، صدا و تعامل، از بار شناختی ناشی از متون سنگین و پیچیده می‌کاهد. علاوه بر این، این فناوری قابلیت استفاده در هر زمان و مکان را داراست و یادگیری را به محیط‌های خارج از کلاس نیز گسترش می‌دهد.

۱. فناوری واقعیت افزوده چه تأثیری بر یادگیری مفاهیم علمی در دانش‌آموزان دوره ابتدایی دارد؟

یافته‌های حاصل از تحلیل مطالعات نشان می‌دهند که واقعیت افزوده در آموزش علوم ابتدایی تأثیر مثبتی دارد. این فناوری با ایجاد محیطی تعاملی، جذاب و چندحسی، فرایند درک مفاهیم انتزاعی و پیچیده را برای دانش‌آموزان تسهیل می‌کند. واقعیت افزوده نه تنها موجب بهبود عملکرد تحصیلی می‌شود، بلکه کیفیت تجربه یادگیری را نیز ارتقا می‌دهد و موجب می‌شود یادگیری ماندگارتر و عمیق‌تر صورت گیرد.

۲. واقعیت افزوده چگونه بر انگیزش، مشارکت و علاقه‌مندی دانش‌آموزان به یادگیری علوم تأثیر می‌گذارد؟

مطالعات مرور شده به‌طور متفق‌القول بر این نکته تأکید دارند که واقعیت افزوده با شبیه‌سازی محیط‌های آموزشی شاد، پویا و بازی‌محور، نقش چشم‌گیری در افزایش انگیزه درونی و رغبت به یادگیری در دانش‌آموزان دارد. حضور فعال یادگیرنده در تعامل با محتوای آموزشی باعث افزایش تمرکز، مشارکت کلاسی و اشتیاق به مشارکت در فعالیت‌های علمی می‌شود.

۳. آیا استفاده از واقعیت افزوده موجب بهبود مهارت‌های شناختی سطح بالا مانند حل مسئله، تفکر انتقادی و خلاقیت در دانش‌آموزان ابتدایی می‌شود؟

بله. نتایج پژوهش‌ها نشان داده‌اند که فناوری واقعیت افزوده به‌واسطه‌ی فراهم آوردن موقعیت‌های حل مسئله در محیط‌های مجازی، فرصت مناسبی برای رشد مهارت‌های شناختی سطح بالا فراهم می‌آورد. دانش‌آموزانی که با محتوای علمی مبتنی بر واقعیت افزوده آموزش دیده‌اند، در تحلیل، استدلال، طرح فرضیه، و خلاقیت، عملکرد بهتری از خود نشان داده‌اند.

۴. واقعیت افزوده تا چه میزان در تسهیل درک مفاهیم پیچیده و انتزاعی علمی مؤثر است؟
واقعیت افزوده با ارائه مدل‌های سه‌بعدی، شبیه‌سازی‌های پویا و امکان تعامل مستقیم با پدیده‌های علمی، مفاهیم دشوار مانند ساختار مولکول‌ها، گردش خون یا چرخه آب را ملموس و قابل‌درک می‌سازد. این فناوری باعث می‌شود یادگیرنده مفاهیم را نه صرفاً به‌صورت نظری، بلکه از طریق تجربه حسی و تصویری بیاموزد؛ عاملی که اثربخشی آموزش را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

۵. چه چالش‌ها، محدودیت‌ها و موانعی در به‌کارگیری فناوری واقعیت افزوده در آموزش علوم در دوره ابتدایی وجود دارد؟

مهم‌ترین چالش‌های شناسایی شده عبارت‌اند از: کمبود زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در مدارس، نبود محتوای استاندارد بومی‌شده، ضعف مهارت دیجیتال معلمان، و نگرش محافظه‌کارانه برخی از ذی‌نفعان آموزشی نسبت به فناوری‌های نوین. همچنین، نبود سیاست‌گذاری کلان برای تلفیق فناوری‌های تعاملی در برنامه درسی رسمی نیز از جمله موانع مهم محسوب می‌شود.

۶. فرصت‌ها و ظرفیت‌های بالقوه واقعیت افزوده برای ارتقاء آموزش علوم در دوره ابتدایی چیست؟

واقعیت افزوده فرصت‌هایی نظیر آموزش فراگیر، گسترش عدالت آموزشی، یادگیری در محیط‌های واقعی و مجازی، و توانمندسازی معلمان برای طراحی محتوای نوآورانه را فراهم می‌آورد. این فناوری می‌تواند نقش مکمل آموزش سنتی را ایفا کرده و با فراهم ساختن محیطی لذت‌بخش و خلاقانه، اثربخشی فرآیند یاددهی-یادگیری را به شکل قابل توجهی افزایش دهد.

جدول ۱.

دسته‌بندی مفاهیم کلیدی و ابعاد تأثیر واقعیت افزوده در یادگیری مفاهیم علمی در دوره ابتدایی

مفاهیم کلیدی	شرح جزئی	شرح کلی
تسهیل درک مفاهیم علمی	تجسم‌سازی مفاهیم علمی پیچیده ارتقای یادگیری معنادار افزایش ماندگاری یادگیری	واقعیت افزوده مفاهیم پیچیده علمی را به صورت ملموس و قابل درک ارائه می‌دهد.
افزایش انگیزش و علاقه‌مندی به یادگیری	تحریک هیجان و کنجکاوی افزایش مشارکت تجربه یادگیری لذت‌بخش	با ایجاد محیطی جذاب و تعاملی، واقعیت افزوده علاقه دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد.
یادگیری فعال و تعاملی	یادگیری از طریق تجربه خودتنظیمی تعامل اجتماعی	این فناوری امکان تعامل مستقیم با محتوا و یادگیری گروهی را فراهم می‌سازد.
توسعه مهارت‌های شناختی و فرامعرفتی	حل مسئله تفکر انتقادی خودارزیابی	واقعیت افزوده به رشد تفکر تحلیلی، خلاقیت و توان تصمیم‌گیری کمک می‌کند.
کاهش بار شناختی و افزایش دسترسی	کاهش بار شناختی یادگیری انعطاف‌پذیر عدالت آموزشی	با ارائه چندحسی مطالب، از بار ذهنی می‌کاهد و امکان یادگیری را در هر زمان و مکان فراهم می‌کند.

این جدول با هدف خلاصه‌سازی و دسته‌بندی یافته‌های پژوهش طراحی شده است و تلاش دارد مفاهیم کلیدی استخراج‌شده از تحلیل مقالات را در قالب ابعاد تأثیر واقعیت افزوده بر یادگیری علوم ارائه دهد. هر ردیف از جدول، نمایانگر یکی از اثرات اصلی واقعیت افزوده است که به‌طور مکرر در مطالعات مرور شده گزارش شده‌اند. جدول شامل شرح جزئی (نمونه‌های

عینی) و شرح کلی (خلاصه مفهومی) هر بعد است و به خواننده کمک می‌کند تا درک دقیق‌تری از پیامدهای آموزشی این فناوری به دست آورد.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این مطالعه، بررسی نظام‌مند مطالعات انجام‌شده درباره تأثیر فناوری واقعیت افزوده بر یادگیری مفاهیم علمی در دانش‌آموزان دوره ابتدایی بود. یافته‌های حاصل از مرور ۳۱ مقاله علمی، نشان‌دهنده تأثیرات چندجانبه، مثبت و معنادار واقعیت افزوده در فرایند یاددهی-یادگیری علوم در این رده سنی است. در این بخش، تلاش می‌شود نتایج اصلی پژوهش، در قالب تحلیل و تفسیر یافته‌ها در پرتو مبانی نظری و مطالعات پیشین، موردبررسی قرار گیرد.

۱. **تسهیل یادگیری مفاهیم پیچیده:** یافته‌های این مرور نظام‌مند نشان داد که واقعیت افزوده، از طریق ارائه محتوای علمی به صورت سه‌بعدی، تعاملی و بصری، درک مفاهیم انتزاعی و پیچیده علمی را برای دانش‌آموزان تسهیل می‌کند. مفاهیمی مانند چرخه آب، ساختار سلول، میدان‌های مغناطیسی یا فازهای ماده که در قالب متون درسی سنتی ممکن است دشوار باشند، از طریق شبیه‌سازی و تجربه مستقیم قابل‌فهم‌تر می‌شوند. این یافته با نتایج مطالعاتی چون (Akçayır, 2017؛ Wu et al., 2013) هم‌راستا است که تأکید می‌کنند واقعیت افزوده موجب «مفهوم‌سازی فعال» از موضوعات علمی می‌شود.

۲. **افزایش انگیزه، علاقه و مشارکت دانش‌آموزان:** یکی از اثرات برجسته واقعیت افزوده در مطالعات مرور شده، نقش آن در ایجاد انگیزش درونی در دانش‌آموزان بود. واقعیت افزوده با تبدیل محیط آموزشی به فضای بازی‌گونه و تعاملی، باعث افزایش رغبت به یادگیری، تمرکز بیشتر و مشارکت فعال‌تر می‌شود. این ویژگی برای سنین پایین که یادگیری تا حد زیادی به لذت و درگیری هیجانی وابسته است، بسیار حیاتی است (Bacca et al., 2014). به‌ویژه در نظام آموزشی سنتی که چالش‌هایی در جذب توجه کودکان وجود دارد، استفاده از واقعیت افزوده می‌تواند به‌عنوان راهکاری مؤثر تلقی شود.

۳. **تقویت یادگیری فعال، تعاملی و خودتنظیم:** واقعیت افزوده به دلیل ماهیت تعاملی خود، موجب درگیر شدن فعال دانش‌آموز با محتوای آموزشی می‌شود. در بسیاری از مطالعات بررسی‌شده، استفاده از این فناوری به یادگیری خودتنظیم‌شده، افزایش اعتمادبه‌نفس و ارتقای

حس توانمندی در دانش‌آموزان منجر شده است. برخلاف شیوه‌های سنتی که یادگیرنده نقش منفعل دارد، در محیط یادگیری با واقعیت افزوده، کودک خود کاوشگر است. این مسئله با نظریه‌های ساختن‌گرایی مانند دیدگاه ویگوتسکی و پیازه نیز هم‌راستا است که یادگیری را امری فعال و اجتماعی می‌داند (Yilmaz, 2008).

۴. **ارتقای مهارت‌های شناختی سطح بالا:** مطالعات مرور شده نشان می‌دهند که واقعیت افزوده تنها در حد انتقال اطلاعات نیست، بلکه مهارت‌هایی نظیر تحلیل، ارزیابی، حل مسئله و حتی خلاقیت را نیز تقویت می‌کند. برخی از پژوهش‌ها گزارش کرده‌اند که دانش‌آموزانی که با محتوای علمی مبتنی بر واقعیت افزوده مواجه شده‌اند، عملکرد بهتری در فعالیت‌های حل مسئله و آزمایش‌های مفهومی نشان داده‌اند. این موضوع به‌ویژه در حوزه علوم، که نیازمند تفکر استقرایی و فرایندی است، اهمیت دارد (Radu, 2014).

۵. **کاهش بار شناختی و افزایش دسترسی آموزشی:** از دیگر نتایج مهم مرور نظام‌مند، کاهش بار شناختی در دانش‌آموزان از طریق چندحسی کردن آموزش است. واقعیت افزوده با ترکیب تصویر، صدا، و تعامل، به پردازش هم‌زمان اطلاعات کمک کرده و از بار اضافی ذهنی جلوگیری می‌کند. همچنین، قابلیت استفاده این فناوری در فضاهای مختلف مانند خانه، کلاس یا فضای باز، انعطاف‌پذیری آموزشی را بالا برده و عدالت آموزشی را تا حدی تضمین می‌کند؛ زیرا دانش‌آموزان با شرایط متفاوت، می‌توانند از فرصت یادگیری برابر بهره‌مند شوند (Tsai & Cheng, 2013).

۶. **الزامات کاربردی و چالش‌ها:** با وجود تمام مزایای مطرح‌شده، لازم است به برخی محدودیت‌ها و چالش‌ها در کاربرد واقعیت افزوده در آموزش ابتدایی نیز اشاره شود. برخی از این چالش‌ها شامل هزینه‌های تجهیزات، نیاز به زیرساخت فناوریانه مناسب، آموزش معلمان برای طراحی محتوای تعاملی، و همچنین حفظ تعادل بین محتوای دیجیتال و یادگیری سنتی است. اگرچه پژوهش‌های بررسی‌شده عمدتاً به نتایج مثبت اشاره داشته‌اند، اما موفقیت واقعیت افزوده بستگی به طراحی آموزشی صحیح، سنجش سطح یادگیرندگان و هماهنگی با اهداف برنامه درسی دارد.

با توجه به یافته‌های این مرور نظام‌مند، می‌توان نتیجه گرفت که واقعیت افزوده ابزاری قدرتمند در آموزش علوم در دوره ابتدایی است. این فناوری، علاوه بر جذابیت و تعاملی بودن، با ویژگی‌هایی همچون تجسم‌سازی، تسهیل یادگیری، افزایش انگیزه، و تقویت مهارت‌های شناختی، می‌تواند نقش مؤثری در یادگیری پایدار ایفا کند. برای تحقق این پتانسیل، لازم است سیاست‌گذاران آموزشی، معلمان، و طراحان آموزشی در جهت یکپارچه‌سازی هدفمند این فناوری با برنامه درسی گام بردارند.

با وجود تلاش پژوهشگر برای رعایت اصول مرور نظام‌مند، این مطالعه با چند محدودیت همراه بوده است که در تفسیر نتایج باید مدنظر قرار گیرد:

۱. محدودیت منابع در زبان فارسی: تعداد پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه واقعیت افزوده در آموزش علوم در سطح ابتدایی به زبان فارسی محدود است، که این امر می‌تواند بر تنوع و تعمیم‌پذیری نتایج تأثیر بگذارد.
۲. تفاوت در روش‌شناسی مطالعات منتخب: مطالعات بررسی‌شده از لحاظ روش تحقیق، ابزار گردآوری داده‌ها، و نمونه‌های آماری دارای تفاوت‌های قابل توجهی بودند. این تنوع می‌تواند مقایسه مستقیم یافته‌ها را دشوار سازد.
۳. عدم بررسی کمی اثربخشی: این پژوهش مبتنی بر تحلیل کیفی محتوای مقالات بوده و فاقد سنجش آماری تأثیر واقعیت افزوده است. از این رو، نمی‌توان درباره میزان دقیق اثربخشی آن اظهار نظر کمی داشت.
۴. تمرکز بر مقالات منتشرشده در پایگاه‌های خاص: گرچه پایگاه‌های Google Scholar، Scopus و ScienceDirect معتبر هستند، اما ممکن است برخی مطالعات مرتبط در پایگاه‌های دیگر نادیده گرفته شده باشند.
۵. پیش‌داوری مثبت در بیشتر مطالعات: بیشتر مقالات انتخاب‌شده نتایج مثبتی درباره واقعیت افزوده ارائه کرده‌اند و مطالعات منتقدانه یا دارای نتایج منفی کمتر مشاهده شدند، که می‌تواند باعث سوگیری در تفسیر کلی شود.

پیشنهادهای پژوهش از قرار زیر است:

۱. بررسی تأثیر واقعیت افزوده بر گروه‌های مختلف سنی پژوهش‌های آینده می‌تواند تفاوت تأثیر واقعیت افزوده در یادگیری مفاهیم علمی را در بین پایه‌های مختلف ابتدایی (مثلاً مقایسه پایه اول و ششم) بررسی کنند.
۲. مطالعه تأثیر ویژگی‌های فردی فراگیران پیشنهاد می‌شود نقش عواملی مانند سبک‌های یادگیری، جنسیت، هوش‌های چندگانه، و سواد دیجیتال دانش‌آموزان در اثربخشی واقعیت افزوده مورد بررسی قرار گیرد.
۳. مطالعه نگرش و آمادگی معلمان و والدین پژوهش‌های آینده می‌تواند به بررسی نگرش، مهارت‌ها و آمادگی معلمان و خانواده‌ها برای به‌کارگیری واقعیت افزوده در آموزش رسمی و غیررسمی بپردازد.
۴. تحلیل هزینه-فایده واقعیت افزوده در آموزش پیشنهاد می‌شود پژوهش‌هایی با رویکرد اقتصادی و مدیریتی، به تحلیل هزینه‌ها و منافع استفاده از واقعیت افزوده در مدارس ابتدایی پرداخته و سیاست‌گذاری مناسب‌تری را تسهیل کنند.

منابع

- دیانت، علیرضا، و همکاران. (۱۴۰۳). بررسی کاربرد واقعیت افزوده در دروس علوم تجربی با استفاده از روش پژوهش ترکیبی. *مجله تحقیقات آموزشی*، ۲۰ (۲)، ۵۸-۴۰.
- رحمانی، محمد، و همکاران. (۱۴۰۰). تأثیر واقعیت افزوده بر یادگیری مفاهیم علمی در علوم چهارم ابتدایی. *فصلنامه آموزش و پرورش*، ۱۶ (۱)، ۳۸-۲۲.
- عرب‌زاده، نرگس، و کریمی، محسن. (۱۳۹۸). تأثیر واقعیت افزوده بر عملکرد علمی و رضایت دانش‌آموزان ابتدایی. *مجله آموزش علوم تجربی*، ۱۲ (۳)، ۶۰-۴۵.
- کاظمی، سعید، و کریمی، رضا. (۱۳۹۹). کاربرد واقعیت افزوده در آموزش علوم تجربی پایه پنجم ابتدایی. *پژوهش‌نامه آموزش علوم*، ۱۴ (۲)، ۵۰-۳۳.
- مظهری، نرجس، و همکاران. (۱۴۰۱). موانع به‌کارگیری واقعیت افزوده در کلاس درس ابتدایی. *فصلنامه فناوری آموزشی ایران*، ۱۰ (۳)، ۳۰-۱۵.
- ملک‌محمدی، امیر، و همکاران. (۱۴۰۳). بررسی تأثیر استفاده از فناوری واقعیت افزوده بر افزایش خلاقیت دانش‌آموزان در درس علوم. *پژوهش‌نامه خلاقیت در آموزش*، ۵ (۱)، ۴۲-۲۵.
- یزدانی، نجمه، و فتاحی، سارا. (۱۴۰۱). نگرش معلمان به کاربرد واقعیت افزوده در آموزش علوم. *پژوهش‌نامه آموزش معلمان*، ۱۸ (۴)، ۷۰-۵۵.

References

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Arabzadeh, N., & Karimi, M. (2019). The effect of augmented reality on the academic performance and satisfaction of elementary school students. *Journal of Science Education*, 12(3), 45-60. [in Persian]
- Ayres, P. (2010). Effortful processing reduces the disruptive effects of irrelevant animation during learning. *Applied Cognitive Psychology*, 24(7), 843-861. <https://doi.org/10.1002/acp.1585>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133-149.
- Billinghurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 56-63. <https://doi.org/10.1109/MC.2012.111>
- Booth, A., Papaioannou, D., & Sutton, A. (2016). *Systematic approaches to a successful literature review* (2nd ed.). Sage Publications.
- Cheng, K.-H., & Tsai, C.-C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>

- Diyanat, A., et al. (2024). Investigating the application of augmented reality in science lessons using a mixed-methods research approach. *Educational Research Journal*, 20(2), 40–58. [in Persian]
- Evans, M., Nguyen, T., & Munafo, J. (2021). Augmented reality and problem-solving skills in elementary science education. *Journal of STEM Education Research*, 4(2), 75–90. <https://doi.org/10.1007/s41979-021-00049-2>
- Garcia, R. (2022). The emotional and academic impact of augmented reality in science classrooms: A systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00307-3>
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Kazemi, S., & Karimi, R. (2020). The application of augmented reality in teaching fifth-grade elementary science. *Science Education Research Journal*, 14(2), 33–50. [in Persian]
- Malekmohammadi, A., et al. (2024). Investigating the impact of using augmented reality technology on increasing student creativity in science. *Research Journal of Creativity in Education*, 5(1), 25–42. [in Persian]
- Mazhari, N., et al. (2022). Barriers to the implementation of augmented reality in elementary school classrooms. *Iranian Journal of Educational Technology*, 10(3), 15–30. [in Persian]
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533–1543. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>
- Rahmani, M., et al. (2021). The impact of augmented reality on learning scientific concepts in fourth-grade elementary science. *Education Quarterly*, 16(1), 22–38. [in Persian]
- Sarinie, A., Fitria, R., & Wijaya, H. (2020). Augmented reality application in elementary education: A new learning experience. *Education and Information Technologies*, 25(6), 5195–5211. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10214-6>
- Sirakaya, M., & Cakmak, E. K. (2018). The effect of augmented reality on student achievement and motivation in a biology course. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(5), 504–514. <https://doi.org/10.1111/jcal.12243>
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Yazdani, N., & Fattahi, S. (2022). Teachers' attitudes towards the use of augmented reality in science education. *Teacher Education Research Journal*, 18(4), 55–70. [in Persian]
- Yilbas, B. S. (2019). Enhancing scientific understanding through AR-based activities in elementary education. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 28(3), 241–260.
- Yilmaz, K. (2008). Constructivism: Its theoretical underpinnings, variations, and implications for classroom instruction. *Educational Horizons*, 86(3), 161–172.