



## Sociology of Education

# Identifying Dimensions and Components of the Metaverse in Middle School Science Education

Adeleh Hanifi<sup>1</sup>, Mahbubeh Abdollahi<sup>2\*</sup>, Sharare Habibi<sup>1</sup>

1. Department of Educational Sciences, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran.
2. Department of Educational Sciences, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran (Corresponding Author).

❖ Corresponding Author Email: mahbubeh\_abdollahi@yahoo.com

### Research Paper

### Abstract

**Receive:** 2024/05/16  
**Accept:** 2024/08/19  
**Published:** 2024/08/28

#### Keywords:

Metaverse, Science Education, Middle School, Media Literacy, Educational Technology, Interactive Learning.

#### Article Cite:

Hanifi A, Abdollahi M, Habibi M. (2024). Identifying Dimensions and Components of the Metaverse in Middle School Science Education, *Sociology of Education*. 10(2): 78-89.

**Purpose:** The objective of this study was to identify the key dimensions and components of the metaverse in middle school science education. The research explored the role of the metaverse as an innovative technology in improving the quality of education and enhancing student engagement in learning scientific concepts.

**Methodology:** This study employed a qualitative approach utilizing content analysis methods. The research population included two sections: scientific documents and educational experts. The scientific documents consisted of articles, journals, and theses related to the research topic, published between 1390 to 1403 in Persian and 2000 to 2024 in English. The second section involved semi-structured interviews with 12 educational experts with a minimum of 5 years of managerial and executive experience in schools. The interview data were coded and analyzed using MaxQDA software.

**Findings:** The findings revealed that the metaverse can enhance the quality of science education in schools through factors such as media literacy, technological maturity, technological infrastructure, and supportive policies. Additionally, issues related to privacy and data security were identified as significant challenges. The proposed strategies included the development of interactive and personalized learning, improvement of technological infrastructure, and teacher training in the effective use of the metaverse.

**Conclusion:** The results of this study indicate that the metaverse can serve as an innovative tool for improving the quality of science education in middle schools. However, successful implementation of this technology requires attention to factors such as media literacy, technological infrastructure, and supportive policies. Moreover, addressing security and privacy concerns is essential.



<https://doi.org/10.22034/ijes.2021.541983.1184>



<https://dorl.net/dor/20.1001.1.23221445.1401.15.1.1.0>



Creative Commons: CC BY 4.0



eISSN: 2322-1445

دوره ۱۰ شماره ۲ پاییز و زمستان ۱۴۰۳ صفحات ۸۹-۷۸

# جامعه‌شناسی آموزش و پرورش

## شناسایی ابعاد و مولفه‌های متاورس در آموزش علوم مدارس متوسطه دوره اول

عادلہ حنیفی<sup>۱</sup>، محبوبہ عبدالہی<sup>۲\*</sup>، شرارہ حبیبی<sup>۱</sup>

۱. گروه علوم تربیتی، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران.

۲. گروه علوم تربیتی، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران (نویسنده مسئول).

✉ ایمیل نویسنده مسئول: mabubeh\_abdollahi@yahoo.com

چکیده	مقاله تحقیقاتی
<p><b>هدف:</b> هدف از این پژوهش شناسایی ابعاد و مؤلفه‌های کلیدی متاورس در آموزش علوم در مدارس متوسطه دوره اول بود. این پژوهش به بررسی نقش متاورس به عنوان یک فناوری نوین در بهبود کیفیت آموزش و افزایش مشارکت دانش‌آموزان در یادگیری مفاهیم علمی پرداخت.</p> <p><b>روش‌شناسی:</b> این پژوهش با استفاده از رویکرد کیفی و به کارگیری روش‌های تحلیل محتوا انجام شد. جامعه آماری شامل دو بخش اسناد علمی و خبرگان آموزشی بود. اسناد علمی شامل مقالات، نشریات و پایان‌نامه‌های مرتبط با موضوع پژوهش از سال ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۳ به زبان فارسی و از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ به زبان انگلیسی بودند. بخش دوم شامل مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱۲ نفر از خبرگان آموزشی با حداقل ۵ سال سابقه مدیریتی و اجرایی در مدارس بود که داده‌های آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار MaxQDA کدگذاری و تحلیل شد.</p> <p><b>یافته‌ها:</b> یافته‌های پژوهش نشان داد که متاورس می‌تواند از طریق عواملی مانند سواد رسانه‌ای، بلوغ تکنولوژیکی، زیرساخت‌های فناوری و سیاست‌های حمایتی به بهبود کیفیت آموزش علوم در مدارس کمک کند. همچنین، مسائل مربوط به حریم خصوصی و امنیت اطلاعات به عنوان چالش‌های مهم شناسایی شدند. راهبردهای پیشنهادی شامل توسعه آموزش تعاملی و شخصی‌سازی محتوا، بهبود زیرساخت‌های فناوری و آموزش معلمان در استفاده از متاورس بود.</p> <p><b>نتیجه‌گیری:</b> نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که متاورس می‌تواند به عنوان یک ابزار نوآورانه در بهبود کیفیت آموزش علوم در مدارس متوسطه دوره اول به کار گرفته شود. با این حال، برای موفقیت در پیاده‌سازی این فناوری، نیاز به توجه به عواملی مانند سواد رسانه‌ای، زیرساخت‌های فناوری، و سیاست‌های حمایتی وجود دارد. همچنین، توجه به مسائل امنیتی و حریم خصوصی نیز ضروری است.</p>	<p><b>دریافت:</b> ۱۴۰۳/۰۲/۲۷</p> <p><b>پذیرش:</b> ۱۴۰۳/۰۵/۲۹</p> <p><b>انتشار:</b> ۱۴۰۳/۰۶/۰۷</p> <p><b>واژگان کلیدی:</b> متاورس، آموزش علوم، مدارس متوسطه، سواد رسانه‌ای، فناوری آموزشی، یادگیری تعاملی.</p> <p><b>استناد مقاله:</b> حنیفی ع، عبدالہی، حبیبی ش. (۱۴۰۳). شناسایی ابعاد و مولفه‌های متاورس در آموزش علوم مدارس متوسطه دوره اول. جامعه‌شناسی آموزش و پرورش، ۱۰(۲): ۸۹-۷۸.</p>



<https://doi.org/10.22034/ijes.2021.541983.1184>



<https://dorl.net/dor/20.1001.1.23221445.1401.15.1.1.0>



Creative Commons: CC BY 4.0

## مقدمه

ظهور متاورس، که تلفیقی از واقعیت فیزیکی تقویت شده دیجیتالی و فضای مجازی پایدار است، دوره‌ای جدید از امکانات فناورانه را در حوزه‌های مختلف از جمله آموزش به ارمغان آورده است (Cai, 2024; Kalnkara, 2023; Li, 2024). این اکوسیستم دیجیتالی که با محیط‌های تعاملی و غوطه‌ور مشخص می‌شود، پتانسیل عظیمی برای تحول در شیوه‌های آموزشی به ویژه در آموزش علوم مدارس متوسطه دارد. با تغییر پارادایم‌های آموزشی به سوی رویکردهای دانش‌آموز محور و مبتنی بر فناوری، یکپارچه‌سازی فناوری‌های متاورس فرصتی نوین برای بهبود تجربیات یادگیری، افزایش مشارکت و تقویت درک عمیق‌تر مفاهیم علمی ارائه می‌دهد (Bernaschina, 2023; Mhamdi, 2024).

مفهوم متاورس، با وجود جدید بودن، به سرعت در بخش آموزشی جایگاه خود را پیدا کرده است. متاورس به عنوان یک فضای مجازی مشترک که دنیای فیزیکی و دیجیتال را با هم ترکیب می‌کند، تعریف شده و به کاربران امکان می‌دهد تا در محیط‌های غوطه‌ور به فعالیت بپردازند و تعاملات اجتماعی و آموزشی را تجربه کنند (Zhang et al., 2022). این فضای مجازی نه تنها یک گسترش ساده از اینترنت نیست بلکه یک اکوسیستم پیچیده و چند لایه است که کاربران می‌توانند در زمان واقعی از طریق آواتارها در آن فعالیت کنند. در زمینه آموزش، متاورس فرصتی را برای بازنگری در روش‌های سنتی آموزشی فراهم می‌آورد و امکان تجربه‌های تعاملی را فراهم می‌کند که می‌تواند به سبک‌ها و نیازهای مختلف یادگیری پاسخ دهد (Zhang, 2024).

پتانسیل متاورس برای ایجاد تجربیات یادگیری تعاملی و جذاب در مطالعات مختلفی برجسته شده است. به عنوان مثال، Adel (2023) به بررسی چگونگی استفاده از متاورس برای ایجاد یک تجربه تعاملی برای گردشگران پرداخته و پیشنهاد می‌دهد که اصول مشابهی می‌تواند در محیط‌های آموزشی برای افزایش مشارکت دانش‌آموزان به کار گرفته شود (Adel, 2023). طبیعت غوطه‌ور متاورس این امکان را فراهم می‌کند که محیط‌های یادگیری پویا ایجاد شود که در آن دانش‌آموزان می‌توانند مفاهیم علمی را به صورت عملی و ملموس تجربه کنند که این موضوع به ویژه در دروسی مانند علوم که نیاز به درک عملی دارند بسیار مفید است (Agrati, 2023).

آموزش علوم در مدارس متوسطه به طور قابل توجهی از یکپارچه‌سازی فناوری‌های متاورس بهره‌مند خواهد شد. همانطور که Saphira (2024) اشاره می‌کند، متاورس پتانسیل دارد تا پارادایم آموزش STEM را تغییر دهد و یک پلتفرم فراهم کند که دانش‌آموزان بتوانند در خارج از محیط کلاس درس سنتی به یادگیری علوم بپردازند (Saphira, 2024). متاورس می‌تواند شبیه‌سازی پدیده‌های علمی را تسهیل کند و به دانش‌آموزان این امکان را بدهد که مفاهیم پیچیده را که اغلب از طریق روش‌های تدریس سنتی به سختی قابل درک هستند، به صورت بصری و تعاملی درک کنند. برای مثال، آزمایشگاه‌های مجازی در متاورس می‌توانند به دانش‌آموزان این امکان را بدهند که آزمایش‌ها را در یک محیط بدون خطر انجام دهند و به این ترتیب درک اصول علمی آن‌ها را افزایش دهند (Zaidi, 2024).

علاوه بر این، متاورس از رویکرد ساخت‌گرایانه به آموزش پشتیبانی می‌کند که در آن دانش‌آموزان می‌توانند به طور فعال از طریق تعامل با محیط و همسالان خود دانش جدیدی بسازند. این رویکرد با اصول آموزش دانش‌آموز محور همسو است که نشان داده شده در تقویت یادگیری عمیق و مهارت‌های تفکر انتقادی مؤثر است (Suh & Ahn, 2022). در مطالعه‌ای توسط Pregowska (2023) نشان داده شده که متاورس می‌تواند تجربیات یادگیری تعاملی و همکاری محور را تسهیل کند و به دانش‌آموزان این امکان را بدهد که در فضاهای مجازی با یکدیگر کار کنند و پروژه‌ها و مسائل را حل کنند. اینگونه تجربیات در آموزش علوم که مهارت‌های همکاری و تیم‌ورک ضروری هستند، بسیار ارزشمند است (Pregowska, 2023).

یکی از چالش‌های کلیدی در آموزش مدارس متوسطه، حفظ مشارکت و انگیزه دانش‌آموزان به ویژه در دروسی است که ممکن است برای آن‌ها دشوار یا غیرجذاب باشد (Almurumudhe et al., 2024; Emami Khotbesara et al., 2024; Gooran Savadkahi et al., 2023; Mahmodi et al., 2023; Mohajervatan et al., 2021; Mohkamkar et al., 2024; Omale, 2024). متاورس یک راه‌حل برای این چالش ارائه می‌دهد و آن فراهم کردن محیطی است که به طور ذاتی جذاب و انگیزشی است. بر اساس تحقیقات Celik (2023)، استفاده از فناوری‌های متاورس در آموزش نشان داده است که می‌تواند مشارکت، حضور و احساس جامعه دانش‌آموزان را افزایش دهد که این عوامل برای دستیابی به نتایج یادگیری موفقیت‌آمیز حیاتی هستند. طبیعت غوطه‌ور متاورس به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که به طور کامل در فعالیت‌های یادگیری خود غرق شوند و این تجربه آموزشی را لذت‌بخش‌تر و معنادارتر می‌کند (Celik, 2023).

نقش متاورس در تقویت انگیزه دانش‌آموزان یا یافته‌های Rane (2024) که نشان می‌دهد عناصر بازی‌سازی در متاورس می‌تواند یادگیری را برای دانش‌آموزان جذاب‌تر کند، پشتیبانی می‌شود. با ادغام ویژگی‌های شبیه بازی مانند پاداش‌ها، چالش‌ها و سطوح مختلف، معلمان می‌توانند محیطی آموزشی ایجاد کنند که دانش‌آموزان را ترغیب کند که به طور فعالانه شرکت کنند و در تحصیل خود استمرار داشته باشند. این امر به ویژه در آموزش علوم مدارس متوسطه که دانش‌آموزان نیاز به انگیزه اضافی برای درک مفاهیم پیچیده و انتزاعی دارند، بسیار اهمیت دارد (Rane, 2024).

یکی دیگر از مزایای مهم متاورس در آموزش، پتانسیل آن برای پرداختن به مسائل برابری و فراگیری است. سیستم‌های آموزشی سنتی اغلب در ارائه فرصت‌های یادگیری برابر به همه دانش‌آموزان، به ویژه دانش‌آموزان از اقشار حاشیه‌نشین یا محروم، با مشکلاتی روبرو هستند. اما متاورس می‌تواند با فراهم کردن دسترسی به منابع آموزشی با کیفیت بالا و تجربیات آموزشی که در دنیای فیزیکی ممکن است در دسترس نباشد، سطح زمین را برابرتر کند (Bernaschina, 2023). برای مثال، دانش‌آموزان در مدارس کم‌منابع می‌توانند در آزمایشگاه‌ها و شبیه‌سازی‌های مجازی شرکت کنند که ممکن است در دنیای فیزیکی به آن‌ها دسترسی نداشته باشند و به این ترتیب برابری در دسترسی به آموزش تقویت شود.

علاوه بر این، متاورس می‌تواند برای پاسخگویی به نیازها و ترجیحات یادگیری متنوع طراحی شود. همانطور که Anderson-Rowland و همکاران اشاره می‌کنند، محیط‌های متاورس می‌توانند به گونه‌ای سفارشی‌سازی شوند که از سبک‌های یادگیری مختلف پشتیبانی کنند و اطمینان حاصل شود که همه دانش‌آموزان، بدون توجه به توانایی‌ها یا پیشینه‌هایشان، می‌توانند از فرصت‌های آموزشی فراهم‌شده بهره‌مند شوند. این قابلیت تطبیق‌پذیری متاورس را به یک ابزار ایده‌آل برای ترویج آموزش فراگیر و اطمینان از اینکه هیچ دانش‌آموزی جا نماند، تبدیل می‌کند (Anderson-Rowland et al.).

با وجود مزایای فراوان، یکپارچه‌سازی فناوری‌های متاورس در آموزش نیز با چالش‌ها و ملاحظات اخلاقی همراه است که باید به آن‌ها پرداخته شود. یکی از نگرانی‌های اصلی مسئله برابری دیجیتال است. همانطور که Kabanda و همکاران (۲۰۲۲) اشاره می‌کنند، دسترسی به متاورس نیازمند زیرساخت‌های فناوری قوی از جمله اینترنت پرسرعت و سخت‌افزار پیشرفته است که ممکن است برای همه دانش‌آموزان، به ویژه در مناطق روستایی یا کم‌درآمد، در دسترس نباشد (Kabanda et al., 2022). این شکاف دیجیتال می‌تواند نابرابری‌های موجود در آموزش را تشدید کند، بنابراین لازم است سیاست‌گذاران اطمینان حاصل کنند که همه دانش‌آموزان به منابع لازم برای شرکت در یادگیری مبتنی بر متاورس دسترسی دارند. یکی دیگر از چالش‌های مهم نیاز به آموزش و حمایت مناسب از معلمان است. همانطور که Kaddoura و Husseiny (2023) مطرح می‌کنند، بسیاری از معلمان ممکن است فاقد مهارت‌ها و دانش لازم برای یکپارچه‌سازی مؤثر فناوری‌های متاورس در روش‌های تدریس خود باشند. برنامه‌های توسعه حرفه‌ای و حمایت‌های مستمر ضروری است تا به معلمان کمک کند به این شکل جدید از آموزش تطبیق یابند و از مزایای بالقوه آن به حداکثر بهره‌برداری کنند (Kaddoura & Husseiny, 2023).

ملاحظات اخلاقی نیز در اجرای فناوری‌های متاورس در آموزش نقش مهمی ایفا می‌کنند. مسائلی همچون حریم خصوصی داده‌ها، امنیت و امکان بروز قلدری در محیط‌های مجازی باید به دقت مدیریت شوند تا از دانش‌آموزان محافظت شود و یک محیط یادگیری امن فراهم آید (Iwanaga et al., 2022). علاوه بر این، نگرانی‌هایی در مورد احتمال اینکه فناوری‌های متاورس دانش‌آموزان را از تحصیل منحرف کرده یا به اعتیاد به صفحه نمایش منجر شود، وجود دارد که می‌تواند تأثیرات منفی بر سلامتی کلی آن‌ها داشته باشد (Kalinkara, 2023).

همانطور که متاورس به تکامل خود ادامه می‌دهد، پژوهش‌های مستمر برای بررسی کامل پتانسیل آن در آموزش و پرداختن به چالش‌های مرتبط با اجرای آن ضروری است. به گفته Li (2024)، وضعیت فعلی پژوهش‌های متاورس هنوز در مراحل ابتدایی قرار دارد و سؤالات بسیاری در مورد موثرترین روش‌های یکپارچه‌سازی این فناوری‌ها در محیط‌های آموزشی بی‌پاسخ مانده است (Li, 2024). تحقیقات آینده باید بر توسعه بهترین شیوه‌ها برای آموزش مبتنی بر متاورس تمرکز کنند که شامل استراتژی‌هایی برای اطمینان از دسترسی برابر، طراحی محیط‌های یادگیری مؤثر و پرداختن به مسائل اخلاقی می‌شود.

علاوه بر این، همانطور که Roy و همکاران (۲۰۲۳) اشاره می‌کنند، نیاز به مطالعات طولی وجود دارد تا تأثیرات بلندمدت فناوری‌های متاورس بر نتایج یادگیری دانش‌آموزان ارزیابی شود. چنین پژوهش‌هایی می‌توانند دیدگاه‌های ارزشمندی در مورد چگونگی استفاده از این فناوری‌ها برای بهبود شیوه‌های آموزشی و حمایت از پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در طول زمان فراهم کنند (Roy et al., 2023). همچنین، بررسی بیشتر پتانسیل فناوری‌های متاورس برای حمایت از یادگیری میان‌رشته‌ای به ویژه در موضوعاتی مانند علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (STEM) می‌تواند مسیرهای جدیدی را برای نوآوری در آموزش باز کند (Haibin, 2024). یکپارچه‌سازی فناوری‌های متاورس در آموزش علوم مدارس متوسطه یک گام مهم به جلو در تکامل شیوه‌های آموزشی به شمار می‌رود. با فراهم کردن محیط‌های یادگیری غوطه‌ور، تعاملی و جذاب، متاورس پتانسیل آن را دارد که شیوه آموزش و یادگیری علوم را متحول کند و آن را دسترس‌پذیرتر، فراگیرتر و مؤثرتر سازد. با این حال، برای بهره‌برداری کامل از مزایای متاورس در آموزش، ضروری است که به چالش‌ها و ملاحظات اخلاقی مرتبط با استفاده از آن پرداخته شود. با انجام این کار، معلمان و سیاست‌گذاران می‌توانند اطمینان حاصل کنند که همه دانش‌آموزان فرصت بهره‌مندی از قدرت تحول‌آفرین متاورس را دارند و راه را برای آینده‌ای نوآورانه‌تر و برابرتر در آموزش هموار کنند. از این رو، هدف از این پژوهش شناسایی ابعاد و مؤلفه‌های کلیدی متاورس در آموزش علوم در مدارس متوسطه دوره اول بود. این پژوهش به بررسی نقش متاورس به عنوان یک فناوری نوین در بهبود کیفیت آموزش و افزایش مشارکت دانش‌آموزان در یادگیری مفاهیم علمی پرداخت.

## روش‌شناسی

این پژوهش با رویکرد کیفی انجام شد و بر دو منبع اصلی داده‌ها تمرکز داشت:

بررسی اسناد و ادبیات: بخش اول مطالعه شامل بررسی مقالات علمی، نشریات و پایان‌نامه‌های منتشر شده در پایگاه‌های معتبر علمی بود. ادبیات زبان فارسی از سال ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۳ و ادبیات زبان انگلیسی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ مورد بررسی قرار گرفت. این بررسی گسترده به شناسایی دانش و روندهای موجود در زمینه یکپارچه‌سازی مفاهیم متاورس در محیط‌های آموزشی، به ویژه در آموزش علوم مدارس متوسطه، کمک کرد.

مصاحبه با خبرگان: بخش دوم مطالعه شامل مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان بود که بر اساس معیارهای خاصی انتخاب شدند:

- تجربه: هر یک از خبرگان دارای حداقل ۵ سال تجربه مدیریتی و اجرایی در سطح مدارس بودند.
- دانش: این خبرگان با جنبه‌های نظری و عملی موضوع پژوهش به خوبی آشنا بودند.
- پیشینه فنی: آن‌ها تجربه‌ای در زمینه فناوری‌های مرتبط با مدارس داشتند.

در این پژوهش، از روش نمونه‌گیری هدفمند برای انتخاب شرکت‌کنندگان استفاده شد و برای شناسایی و جذب خبرگان از روش نمونه‌گیری زنجیره‌ای یا گلوله‌برفی بهره برده شد. پژوهشگر با شناسایی یک شرکت‌کننده که شرایط لازم را داشت، شروع کرد و هر خبرگان مصاحبه‌شده فرد بعدی را معرفی کرد. این فرآیند تا زمانی ادامه یافت که حجم نمونه به ۱۲ نفر رسید که بر اساس معیار اشباع نظری کافی در نظر گرفته شد.

جمع‌آوری داده‌ها در دو مرحله انجام شد:

- بررسی اسناد: در مرحله اول، تحلیل جامعی از اسناد مرتبط، شامل مقالات علمی، نشریات و پایان‌نامه‌ها انجام شد. این بررسی اسنادی به ایجاد درک پایه‌ای از وضعیت فعلی یکپارچه‌سازی متاورس در آموزش کمک کرد و مبنای تنظیم پروتکل مصاحبه قرار گرفت.
- مصاحبه‌ها: مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان انتخاب شده انجام شد. این مصاحبه‌ها به منظور کشف دیدگاه‌های شرکت‌کنندگان درباره ابعاد و مؤلفه‌های متاورس در آموزش علوم مدارس متوسطه طراحی شدند. پروتکل مصاحبه بر اساس مدل استراوس و کوربین تهیه شد تا اطمینان حاصل شود که تمام جنبه‌های مربوطه پوشش داده می‌شوند.
- فرآیند مصاحبه به صورت تکراری انجام شد؛ پس از هر مصاحبه، داده‌ها کدگذاری و تحلیل شدند. این رویکرد تکراری به پژوهشگر این امکان را داد که سوالات مصاحبه را اصلاح کرده و در مصاحبه‌های بعدی به بررسی عمیق‌تر موضوعات جدید بپردازد. مصاحبه‌ها تا زمان دستیابی به اشباع نظری ادامه یافت، یعنی زمانی که اطلاعات یا موضوعات جدید از داده‌ها استخراج نمی‌شد.
- تحلیل داده‌ها در چندین مرحله انجام شد:
- کدگذاری: داده‌های کیفی به دست‌آمده از مصاحبه‌ها رونوشت‌برداری و با استفاده از نرم‌افزار MaxQDA کدگذاری شدند. کدهای اولیه مستقیماً از داده‌های مصاحبه استخراج شدند و فرآیند کدگذاری باز انجام شد. با جمع‌آوری داده‌های بیشتر، کدگذاری محوری برای شناسایی روابط بین کدهای اولیه به کار گرفته شد.
- اعتبارسنجی محتوا: برای اطمینان از قابلیت اطمینان یافته‌ها، اعتبار محتوای ابزار پژوهش (پروتکل مصاحبه) با استفاده از فرمول CVR ارزیابی شد. این ارزیابی با مشارکت ۱۰ نفر از خبرگان و اعضای هیئت علمی انجام شد و مقدار CVR به دست‌آمده ۰.۸۶ بود که نشان‌دهنده سطح بالایی از اعتبار محتوا است.
- تحلیل تماتیک: پس از کدگذاری، تحلیل تماتیک برای شناسایی ابعاد و مؤلفه‌های کلیدی متاورس که به آموزش علوم مدارس متوسطه مرتبط هستند، انجام شد. تم‌ها سپس با یافته‌های بررسی ادبیات تطبیق داده شدند تا از ثبات و جامعیت آن‌ها اطمینان حاصل شود.

## یافته‌ها

مشخصات جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان در این پژوهش به شرح زیر است: ۵۰ درصد از افراد در گروه معاونین، ۳۳ درصد در گروه مدیریت، و ۱۷ درصد در گروه کارشناسان بودند. از نظر سابقه کاری، ۲۵ درصد دارای سابقه کاری بین ۵ تا ۱۰ سال، ۵۰ درصد دارای سابقه کاری بین ۱۰ تا ۱۵ سال، و ۲۵ درصد نیز دارای سابقه کاری بالای ۱۵ سال بودند. از نظر جنسیتی، ۵۰ درصد از مشارکت‌کنندگان زن و ۵۰ درصد مرد بودند. از نظر سن، ۴۱ درصد افراد دارای سن بالای ۴۶ سال، ۲۵ درصد دارای سن بین ۳۶ تا ۴۵ سال، و ۳۴ درصد دارای سن زیر ۳۵ سال بودند. همچنین، ۴۲ درصد از مشارکت‌کنندگان دارای مدرک کارشناسی ارشد و ۵۸ درصد دارای مدرک دکتری بودند.

## جدول ۱. نتایج نهایی کدگذاری انتخابی

مقوله‌های محوری	مقوله‌های اصلی	کدها
عوامل علی	سواد رسانه و آگاهی	سطح سواد رسانه‌ای جامعه
		میزان آگاهی والدین از فناوری مورد نظر
	بلوغ تکنولوژیکی	سطح تکنولوژی مورد استفاده در مدارس
		میزان آگاهی دانش‌آموزان
		بلوغ تکنولوژیکی مدارس
	فناوری و محتوا	سطح پذیرش تکنولوژی توسط همکاران و معلمان
		زیرساخت فناوری مدارس
		محتوای تولید شده در سطح متاورس
	توجیه‌پذیری مالی	اقتصادی بودن استفاده از متاورس
	همگام‌سازی و شخصی‌سازی	قابلیت ادغام فناوری‌های موجود در سطح مدارس
		همگام‌سازی محتوای متاورس با محتوای کتاب‌های درسی
		طراحی جذاب و شخصی‌سازی شده محتوای دروس

عوامل زمینه‌ای (بستر)	سیاست‌های حمایتی	حمایت وزارتخانه در توسعه فناوری متاورس
	زیرساخت فناوری	حمایت مدیریت مدرسه از اجرای تکنولوژی
	ایمنی و حریم خصوصی	حمایت‌های اجتماعی از کاربرد فناوری‌های نوین
	قابلیت کنترل و نظارت	سیاست‌های کلی نظام در بخش فناوری مدارس
	دسترسی و مدیریت	زیرساخت‌های فناوری در سطح جامعه
	قوانین و مقررات	اینترنت و سرعت آن در سطح جامعه
	استانداردسازی محتوا	امنیت و حفاظت اطلاعات در فضای متاورس
راهبردها	تعاملی‌سازی محتوا	حفظ حریم خصوصی در فضای متاورس
	راهبرد تعامل و مشارکت	قابلیت‌های ارزیابی و نظارت بر یادگیری در فضای متاورس
	راهبرد مهارتی	قابلیت کنترل و مدیریت محتوا در فضای متاورس
	راهبرد همگام‌سازی	قابلیت‌های محتوایی برای ارزیابی سطح پیشرفت تحصیلی در فضای متاورس
پیامدها	راهبرد کاهش هزینه‌ها	دسترسی به تکنولوژی توسط معلمان
	نتایج عملکردی تحصیلی	قابلیت مدیریت زمان در فضای متاورس
		عوامل حقوقی و قوانین مؤثر بر استفاده از متاورس
		استانداردسازی محتوای تولیدی
		ایجاد قابلیت مشارکت در تولید و انتشار محتوا
		راهبرد توسعه آموزش تعاملی در سطح متاورس
		راهبرد تولید محتوای مشارکتی در متاورس
		راهبرد ارتقای مهارت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در سطح مدارس
		راهبرد همگام‌سازی و ادغام تکنولوژی‌های درسی آنلاین و آفلاین
		راهبرد کاهش هزینه و افزایش دسترسی به زیرساخت
		ارتقای پیشرفت تحصیلی
		بهبود سطح یادگیری
		افزایش سطح خلاقیت دانش‌آموزان
		بهبود تجربه یادگیری
		افزایش انگیزه دانش‌آموزان
		بهبود مشارکت دانش‌آموزان
		شخصی‌سازی آموزش بر اساس نیاز دانش‌آموز
		کاهش هزینه‌های آموزشی
		بهبود ارتباط معلم-دانش‌آموز-والدین
		بهبود سیستم‌های ارزیابی و نظارت بر عملکرد

#### عوامل علی

سواد رسانه و آگاهی:

یکی از عوامل کلیدی شناسایی شده در این پژوهش، سطح سواد رسانه‌ای جامعه است که نقش مهمی در اجرای مؤثر فناوری‌های متاورس در آموزش دارد. شرکت‌کنندگان تأکید کردند که "فهم عمومی از رسانه‌های دیجیتال و پتانسیل آموزشی آن‌ها هنوز در مراحل اولیه است." همچنین، میزان آگاهی والدین از فناوری مورد نظر به عنوان یک نگرانی مهم مطرح شد. یکی از مصاحبه‌شوندگان بیان کرد: "والدین اغلب دانش لازم برای حمایت از فرزندان خود در استفاده از این فناوری‌های جدید را ندارند که می‌تواند مانعی برای پذیرش آن‌ها در محیط‌های آموزشی باشد." بلوغ تکنولوژیکی:

سطح تکنولوژی مورد استفاده در مدارس و بلوغ تکنولوژیکی مدارس از جمله موضوعات مطرح شده در مصاحبه‌ها بودند. خیرگان اشاره کردند که "بسیاری از مدارس هنوز با مشکلات اساسی در زمینه یکپارچه‌سازی فناوری دست و پنجه نرم می‌کنند، چه برسد به استفاده از پلتفرم‌های پیشرفته‌ای مانند متاورس." علاوه بر این، میزان آگاهی دانش‌آموزان از این فناوری‌ها نابرابر در نظر گرفته شد؛ یک متخصص اظهار داشت: "دانش‌آموزان اغلب از بزرگسالان اطراف خود بیشتر به فناوری‌های دیجیتال

آشنا هستند، اما آگاهی آن‌ها بیشتر محدود به استفاده‌های تفریحی است تا آموزشی. "همچنین، سطح پذیرش تکنولوژی توسط همکاران و معلمان نیز به عنوان یک عامل حیاتی شناخته شد، برخی از شرکت‌کنندگان بیان کردند که "مقاومت در برابر تغییر در میان معلمان همچنان یک مانع بزرگ است". فناوری و محتوا:

این مطالعه بر اهمیت زیرساخت فناوری مدارس و محتوای تولید شده در سطح متاورس تأکید داشت. مصاحبه‌شوندگان بیان کردند که "زیرساخت موجود در بسیاری از مدارس توانایی پشتیبانی از نیازهای فناوری متاورس را ندارد." همچنین، اقتصادی بودن استفاده از متاورس مگرراً مطرح شد، یک شرکت‌کننده اظهار داشت: "بدون منافع مالی واضح، مدارس احتمالاً تمایلی به سرمایه‌گذاری در فناوری‌های متاورس نخواهند داشت." قابلیت ادغام فناوری‌های موجود در سطح مدارس نیز یک عامل کلیدی دیگر بود، جایی که یک متخصص پیشنهاد کرد که "یکپارچه‌سازی موفق نیازمند همگام‌سازی دقیق محتوای متاورس با برنامه‌های درسی موجود است". همگام‌سازی و شخصی‌سازی:

همگام‌سازی محتوای متاورس با محتوای کتاب‌های درسی و نیاز به طراحی جذاب و شخصی‌سازی شده محتوای دروس نیز مورد تأکید قرار گرفتند. شرکت‌کنندگان اشاره کردند که "برای مؤثر بودن، محتوای متاورس باید با استانداردهای آموزشی موجود هماهنگ شده و برای دانش‌آموزان جذاب باشد." شخصی‌سازی به عنوان یک عنصر اساسی در نظر گرفته شد، یک مصاحبه‌شونده بیان کرد: "محتوای شخصی‌سازی شده که نیازهای فردی دانش‌آموزان را برآورده کند می‌تواند نتایج یادگیری را به طور قابل توجهی بهبود بخشد".

عوامل زمینه‌ای (بستر)

سیاست‌های حمایتی:

مطالعه نشان داد که حمایت وزارتخانه از توسعه فناوری متاورس و حمایت مدیریت مدرسه از اجرای تکنولوژی اهمیت بالایی دارد. مصاحبه‌شوندگان تأکید کردند که "سیاست‌های دولتی و رهبری مدارس نقش مهمی در ایجاد محیطی مناسب برای نوآوری‌های فناوری ایفا می‌کنند." علاوه بر این، حمایت‌های اجتماعی از کاربرد فناوری‌های نوین نیز به عنوان یک عامل اساسی شناخته شد، یک متخصص اشاره کرد: "پشتیبانی اجتماعی و والدین می‌تواند موفقیت یا شکست پذیرش فناوری‌های جدید آموزشی را تعیین کند." سیاست‌های کلی نظام در بخش فناوری مدارس نیز به عنوان یک عنصر اساسی برای اطمینان از همسویی میان ابتکارات سطح مدرسه و اهداف آموزشی گسترده‌تر مطرح شد.

زیرساخت فناوری:

زیرساخت‌های فناوری در سطح جامعه و از جمله اینترنت و سرعت آن به عنوان یک عامل تسهیل‌کننده یا مانع شناسایی شد. یکی از شرکت‌کنندگان اظهار داشت: "در بسیاری از مناطق، سرعت پایین اینترنت و اتصال ناپایدار تلاش‌ها برای یکپارچه‌سازی فناوری‌های دیجیتال پیشرفته در آموزش را تضعیف می‌کند." همچنین، امنیت و حفاظت اطلاعات در فضای متاورس و حفظ حریم خصوصی نیز به عنوان نگرانی‌های اساسی مطرح شدند، یک مصاحبه‌شونده تأکید کرد که "بدون تدابیر امنیتی قوی، پذیرش فناوری‌های متاورس در مدارس ممکن است دانش‌آموزان را در معرض خطرات قابل توجهی قرار دهد".

عوامل مداخله‌گر

قابلیت کنترل و نظارت:

مطالعه نشان داد که قابلیت‌های ارزیابی و نظارت بر یادگیری در فضای متاورس برای تضمین نتایج یادگیری مؤثر ضروری است. شرکت‌کنندگان درباره نیاز به قابلیت کنترل و مدیریت محتوا در فضای متاورس بحث کردند، یک متخصص بیان کرد: "معلمین باید بتوانند محتوا را در فضای متاورس کنترل و مدیریت کنند تا اطمینان حاصل شود که با اهداف آموزشی همخوانی دارد. همچنین، قابلیت‌های محتوایی برای ارزیابی سطح پیشرفت تحصیلی در فضای متاورس نیز به عنوان یک عامل کلیدی مورد تأکید قرار گرفتند. یکی از مصاحبه‌شوندگان اظهار داشت: "توانایی پیگیری و ارزیابی عملکرد دانش‌آموزان در فضای متاورس یک مزیت مهم است که می‌تواند یادگیری شخصی‌سازی شده را تقویت کند".

دسترسی و مدیریت:

دسترسی معلمان به تکنولوژی و توانایی آن‌ها در مدیریت زمان به صورت مؤثر در فضای متاورس نیز از عوامل مهم شناسایی شدند. مصاحبه‌شوندگان اشاره کردند که "دسترسی به تکنولوژی در مدارس مختلف متفاوت است و این می‌تواند نابرابری‌هایی در نتایج آموزشی ایجاد کند." همچنین، عوامل حقوقی و قوانین مؤثر بر استفاده از متاورس به عنوان چالش‌های بالقوه مطرح شدند. یکی از شرکت‌کنندگان نگرانی خود را از این موضوع ابراز کرد که "قوانین فعلی ممکن است به طور کامل برای مدیریت چالش‌های منحصر به فردی که فناوری‌های متاورس در آموزش به همراه دارند، آماده نباشند".

استانداردسازی محتوا:

استانداردسازی محتوای تولیدی و نیاز به تعاملی‌سازی محتوا نیز مورد تأکید قرار گرفت. یکی از متخصصان بیان کرد: "محتوای استاندارد شده برای اطمینان از ثبات و کیفیت در محیط‌های آموزشی مختلف ضروری است." همچنین، ایجاد قابلیت مشارکت در تولید و انتشار محتوا به عنوان راهی برای افزایش تعامل مورد توجه قرار گرفت. یک مصاحبه‌شونده اظهار داشت: "محتوای تعاملی و مشارکتی می‌تواند انگیزه و مشارکت دانش‌آموزان را به طور قابل توجهی افزایش دهد".

راهبردها

راهبرد تعامل و مشارکت:

در این مطالعه بر نیاز به راهبرد توسعه آموزش تعاملی در سطح متاورس و راهبرد تولید محتوای مشارکتی در متاورس تأکید شده است. شرکت‌کنندگان پیشنهاد کردند که "محیط‌های یادگیری تعاملی و مشارکتی می‌توانند آموزش را جذاب‌تر و مؤثرتر کنند." همچنین، راهبرد ارتقای مهارت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در سطح مدارس به عنوان یک عنصر کلیدی شناخته شد. یکی از متخصصان بیان کرد: "بهبود سواد دیجیتال در میان معلمان و دانش‌آموزان برای موفقیت در یکپارچه‌سازی فناوری‌های متاورس ضروری است."

راهبرد همگام‌سازی:

یک راهبرد برای همگام‌سازی و ادغام تکنولوژی‌های درسی آنلاین و آفلاین به عنوان یک نیاز مطرح شد. یکی از شرکت‌کنندگان اظهار داشت: "ترکیب روش‌های یادگیری سنتی و دیجیتال می‌تواند تجربه آموزشی جامع‌تری ایجاد کند." همچنین، راهبرد کاهش هزینه و افزایش دسترسی به زیرساخت به عنوان یک نیاز حیاتی شناخته شد. یک مصاحبه‌شونده بیان کرد: "کاهش هزینه‌ها و بهبود دسترسی به زیرساخت‌های لازم برای استفاده از فناوری‌های متاورس در آموزش ضروری است."

پیامدها

نتایج عملکردی تحصیلی:

این مطالعه نشان داد که اجرای فناوری‌های متاورس می‌تواند منجر به ارتقای پیشرفت تحصیلی و بهبود سطح یادگیری شود. شرکت‌کنندگان اشاره کردند که "متاورس پتانسیل ایجاد یادگیری بیشتر و مؤثرتر را دارد که منجر به نتایج تحصیلی بهتر می‌شود." افزایش سطح خلاقیت دانش‌آموزان و بهبود تجربه یادگیری نیز به عنوان نتایج مهم شناسایی شدند. یکی از مصاحبه‌شوندگان اظهار داشت: "امکان‌ات خلاقانه موجود در متاورس می‌تواند دانش‌آموزان را الهام بخشد و تجربه یادگیری آن‌ها را بهبود بخشد."

نتایج انگیزشی-مشارکتی:

افزایش انگیزه دانش‌آموزان و بهبود مشارکت دانش‌آموزان به عنوان نتایج مهم یکپارچه‌سازی متاورس شناسایی شدند. یک متخصص توضیح داد: "وقتی دانش‌آموزان بیشتر درگیر و با انگیزه هستند، مشارکت آن‌ها در فعالیت‌های کلاسی به طور طبیعی بهبود می‌یابد." همچنین، شخصی سازی آموزش بر اساس نیاز دانش‌آموز به عنوان یک مزیت بزرگ در نظر گرفته شد. یکی از شرکت‌کنندگان بیان کرد: "یادگیری شخصی‌سازی شده در متاورس می‌تواند نیازهای فردی دانش‌آموزان را به طور مؤثرتری برآورده کند نسبت به روش‌های سنتی."

نتایج عملکردی مدارس (سازمانی):

مطالعه همچنین به مزایای بالقوه در سطح سازمانی اشاره داشت که شامل کاهش هزینه‌های آموزشی و بهبود ارتباط معلم-دانش‌آموز-والدین می‌شود. شرکت‌کنندگان ذکر کردند که "متاورس می‌تواند فرآیندهای آموزشی را بهبود بخشد و آن‌ها را کارآمدتر و کم‌هزینه‌تر کند." همچنین، بهبود سیستم‌های ارزیابی و نظارت بر عملکرد به عنوان یک نکته اساسی شناخته شد. یکی از متخصصان اشاره کرد: "متاورس ابزارهای جدیدی برای نظارت و ارزیابی پیشرفت دانش‌آموزان و عملکرد معلمان فراهم می‌کند که منجر به بهبود نتایج کلی آموزشی می‌شود."

## بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به بررسی ابعاد و مؤلفه‌های کلیدی متاورس در آموزش علوم در مدارس متوسطه دوره اول پرداخته است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که متاورس به عنوان یک فناوری نوین می‌تواند تحولات عمده‌ای در نظام آموزشی به ویژه در حوزه آموزش علوم ایجاد کند. با این حال، پیاده‌سازی موفق این فناوری نیازمند توجه به مجموعه‌ای از عوامل علی، زمینه‌ای و مداخله‌گر است که در این پژوهش شناسایی و مورد تحلیل قرار گرفته‌اند.

عوامل علی شناسایی شده در این پژوهش شامل سطح سواد رسانه‌ای جامعه، بلوغ تکنولوژیکی مدارس، و اقتصادی بودن استفاده از متاورس است. این عوامل به طور مستقیم بر پذیرش و موفقیت فناوری متاورس در محیط‌های آموزشی تأثیر می‌گذارند. برای مثال، سطح پایین سواد رسانه‌ای در میان والدین و دانش‌آموزان می‌تواند مانعی بر سر راه پذیرش این فناوری باشد. همچنین، بلوغ تکنولوژیکی مدارس، که شامل زیرساخت‌های فناوری و آمادگی معلمان برای استفاده از فناوری‌های نوین است، نقش مهمی در اجرای مؤثر متاورس دارد. این نتایج با یافته‌های پژوهش‌های قبلی که به اهمیت آمادگی زیرساخت‌ها و دانش فناوری در پذیرش فناوری‌های جدید اشاره کرده‌اند، همخوانی دارد (Fitria, 2022; Kalmkara, 2023).

عوامل زمینه‌ای شامل سیاست‌های حمایتی، زیرساخت‌های فناوری در سطح جامعه، و ایمنی و حریم خصوصی اطلاعات است. سیاست‌های حمایتی از سوی وزارتخانه‌ها و مدیریت مدارس می‌تواند نقش مهمی در تسهیل پذیرش و استفاده از متاورس در مدارس ایفا کند. همچنین، زیرساخت‌های فناوری در سطح جامعه، نظیر سرعت و دسترسی به اینترنت، از جمله عواملی هستند که می‌توانند به طور مستقیم بر اجرای متاورس در مدارس تأثیر بگذارند. از سوی دیگر، مسائلی همچون حفظ حریم خصوصی و امنیت اطلاعات در فضای متاورس نیازمند توجه ویژه هستند تا از بروز مشکلات احتمالی جلوگیری شود (Kabanda et al., 2022; Kaddoura & Husseiny, 2023).



عوامل مداخله‌گر شناسایی شده در این پژوهش شامل قابلیت‌های کنترل و نظارت، دسترسی به تکنولوژی توسط معلمان، و استانداردهای محتوا است. این عوامل می‌توانند به عنوان تسهیل‌کننده یا بازدارنده در اجرای متاورس عمل کنند. برای مثال، توانایی معلمان در دسترسی و استفاده مؤثر از تکنولوژی و همچنین استانداردهای محتوای آموزشی در فضای متاورس از جمله عواملی هستند که می‌توانند بر کیفیت و اثربخشی آموزش در این فضا تأثیر بگذارند. این یافته‌ها بر اهمیت آموزش معلمان و توسعه مهارت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات آنان تأکید دارند، که در تحقیقات پیشین نیز مورد تأیید قرار گرفته است (Rane, 2024; Zhang, 2024).

راهبردهای پیشنهاد شده در این پژوهش شامل توسعه آموزش تعاملی در سطح متاورس، تولید محتوای مشارکتی، و ارتقای مهارت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در سطح مدارس است. این راهبردها می‌توانند به عنوان راه‌حل‌هایی برای غلبه بر چالش‌های شناسایی شده و بهره‌گیری کامل از پتانسیل‌های متاورس در آموزش علوم مورد استفاده قرار گیرند. به ویژه، توسعه محتوای تعاملی و شخصی‌سازی شده و همچنین هماهنگی بین محتوای متاورس و برنامه‌های درسی موجود، از جمله عواملی هستند که می‌توانند به بهبود کیفیت یادگیری و افزایش انگیزه دانش‌آموزان کمک کنند (Pregowska, 2023; Suh & Ahn, 2022).

این پژوهش نشان داد که متاورس می‌تواند نقش مهمی در بهبود کیفیت آموزش علوم در مدارس متوسطه دوره اول ایفا کند. با این حال، برای موفقیت در پیاده‌سازی این فناوری، لازم است که به مجموعه‌ای از عوامل علی، زمینه‌ای و مداخله‌گر توجه شود. افزایش سواد رسانه‌ای، بهبود زیرساخت‌های فناوری، و تدوین سیاست‌های حمایتی مناسب از جمله اقداماتی هستند که می‌توانند به تسهیل پذیرش و استفاده مؤثر از متاورس در محیط‌های آموزشی کمک کنند.

همچنین، توجه به مسائل اخلاقی و امنیتی مانند حفظ حریم خصوصی و امنیت اطلاعات، و همچنین ارائه آموزش‌های لازم به معلمان و دانش‌آموزان، برای موفقیت در استفاده از متاورس ضروری است. این پژوهش با ارائه راهبردهای مشخص برای پیاده‌سازی متاورس در آموزش علوم، به معلمان، مدیران و سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا از این فناوری به عنوان ابزاری مؤثر برای بهبود یادگیری و افزایش انگیزه دانش‌آموزان استفاده کنند.

در نهایت، این مطالعه نشان می‌دهد که با توجه به فرصت‌ها و چالش‌های موجود، متاورس می‌تواند به عنوان یک ابزار نوآورانه و تحول‌آفرین در آموزش علوم مدارس متوسطه دوره اول مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، تحقیقات بیشتری در زمینه چگونگی بهینه‌سازی این فناوری و بررسی اثرات طولانی‌مدت آن بر نتایج یادگیری دانش‌آموزان مورد نیاز است تا بتوان از تمامی مزایای آن بهره‌برداری کرد.

این پژوهش با وجود نتایج قابل توجه، محدودیت‌هایی نیز داشته است که باید در تفسیر نتایج مورد توجه قرار گیرد. نخست، پژوهش به دلیل استفاده از روش‌های کیفی و محدود بودن نمونه به ۱۲ نفر از خبرگان، نتایج به دست آمده ممکن است به طور کامل قابل تعمیم به سایر زمینه‌ها یا گروه‌های آموزشی نباشد. همچنین، بررسی ادبیات پژوهش به بازه‌های زمانی مشخصی محدود شده است که ممکن است برخی از مطالعات جدیدتر یا قدیمی‌تر را شامل نشده باشد. علاوه بر این، تمرکز پژوهش بر روی مدارس متوسطه دوره اول بوده و نتایج ممکن است به دیگر مقاطع تحصیلی یا رشته‌های آموزشی به راحتی قابل انتقال نباشد. در نهایت، امکان وجود سوگیری در فرآیند جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها وجود دارد، هرچند تلاش شده است که این سوگیری به حداقل ممکن کاهش یابد.

با توجه به نتایج و محدودیت‌های این پژوهش، پیشنهادات پژوهشی زیر برای تحقیقات آینده مطرح می‌شود:

- گسترش نمونه پژوهش: پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آینده، نمونه‌ای بزرگ‌تر و متنوع‌تر از خبرگان و همچنین معلمان و دانش‌آموزان مدارس مختلف مورد بررسی قرار گیرد تا نتایج به دست آمده قابل تعمیم‌پذیری بیشتری داشته باشند.

- استفاده از روش‌های ترکیبی: پژوهش‌های آینده می‌توانند با استفاده از روش‌های ترکیبی (کمی و کیفی) انجام شوند تا داده‌های دقیق‌تر و جامع‌تری درباره تأثیرات متاورس بر آموزش علوم به دست آید.

- بررسی طولانی‌مدت: تحقیقاتی که تأثیرات متاورس را در بلندمدت بر یادگیری و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان ارزیابی کنند، می‌توانند اطلاعات ارزشمندی را فراهم آورند که در این پژوهش به دلیل محدودیت زمانی ممکن نبوده است.

- مقایسه بین مقاطع تحصیلی مختلف: پیشنهاد می‌شود که تحقیقات آینده به مقایسه تأثیرات متاورس بر آموزش علوم در مقاطع تحصیلی مختلف بپردازند تا تفاوت‌ها و شباهت‌های این تأثیرات مشخص شود.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که متاورس می‌تواند به عنوان ابزاری نوآورانه در بهبود کیفیت آموزش علوم در مدارس متوسطه دوره اول مورد استفاده قرار گیرد. بر این اساس، پیشنهادات کاربردی زیر برای معلمان، مدیران و سیاست‌گذاران ارائه می‌شود:

- آموزش معلمان: ارائه دوره‌های آموزشی و کارگاه‌های عملی برای معلمان به منظور افزایش مهارت‌های آن‌ها در استفاده از فناوری‌های متاورس و همچنین آشنایی با اصول و کاربردهای آن در آموزش، ضروری است.

- توسعه زیرساخت‌های فناوری: بهبود زیرساخت‌های فناوری در مدارس، از جمله افزایش سرعت و دسترسی به اینترنت و فراهم کردن تجهیزات لازم، می‌تواند به پذیرش و اجرای موفق متاورس در محیط‌های آموزشی کمک کند.

- تدوین سیاست‌های حمایتی: سیاست‌گذاران باید سیاست‌هایی حمایتی را تدوین و اجرا کنند که مدارس را در پیاده‌سازی و استفاده از فناوری‌های متاورس یاری دهد. این سیاست‌ها می‌توانند شامل تأمین مالی برای تجهیزات و زیرساخت‌ها، تدوین استانداردهای آموزشی و نظارتی، و ایجاد چارچوب‌های قانونی برای حفظ حریم خصوصی و امنیت اطلاعات باشند.

- ترغیب به شخصی‌سازی محتوا: تشویق معلمان و طراحان آموزشی به ایجاد محتوای شخصی‌سازی شده و جذاب در فضای متاورس می‌تواند به بهبود تجربه یادگیری دانش‌آموزان کمک کند و انگیزه و مشارکت آن‌ها را افزایش دهد.
  - استفاده از متاورس به عنوان یک ابزار تکمیلی: متاورس می‌تواند به عنوان یک ابزار تکمیلی در کنار روش‌های آموزشی سنتی مورد استفاده قرار گیرد. این ترکیب می‌تواند به بهبود درک مفاهیم پیچیده علمی و افزایش انگیزه دانش‌آموزان کمک کند.
- با اجرای این پیشنهادات، می‌توان از پتانسیل‌های متاورس به طور کامل بهره‌برداری کرد و گام‌های موثری در جهت بهبود کیفیت آموزش علوم در مدارس متوسطه دوره اول برداشت.

### تشکر و قدرانی

بدین وسیله پژوهشگران از شرکت‌کنندگان در پژوهش به دلیل مشارکت فعال در پژوهش و از مسئولان آن‌ها به دلیل موافقت جهت انجام پژوهش و انجام پرسشنامه تقدیر و تشکر می‌شود.



## References

- Adel, M. (2023). The Role of Metaverse to Create an Interactive Experience for Tourists. *Journal of Association of Arab Universities for Tourism and Hospitality*, 24(1), 242-269. [DOI]
- Agrati, L. S. (2023). Tutoring in the Metaverse. Study on Student-Teachers' and Tutors' Perceptions About NPC Tutor. *Frontiers in Education*, 8. [DOI]
- Almurumudhe, L. K. A., Mahdad, A., Abdulkadhim Johni, A., & Yousefi, Z. (2024). The Mediating Role of Self-Esteem in the Relationship between Psychological Capital, Academic Engagement, and Academic Procrastination with Academic Performance among Students in Al-Diwaniyah, Iraq [Research Article]. *Iranian Journal of Educational Sociology*, 7(3), 1-9. [DOI]
- Anderson-Rowland, M. R., Baker, D. R., Secola, P. M., Smiley, B. A., Evans, D., & Middleton, J. A. Integrating Engineering Concepts Under Current K 12 State and National Standards. [DOI]
- Bernaschina, D. (2023). Inclusive Metaverse in Media Arts Education: New Innovative-Methodological Proposal for Inclusive School. *Metaverse*, 4(2). [DOI]
- Cai, C. (2024). Research on the Effectiveness of Metaverse-Based Learning in Business Courses: A Systematic Review. *Journal of Education and Educational Research*, 7(2), 251-257. [DOI]
- Celik, F. (2023). The Effect of Metaverse on L2 Vocabulary Learning, Retention, Student Engagement, Presence, and Community Feeling. [DOI]
- Emami Khotbesara, Z., Mahdian, H., & Bakhshipour, A. (2024). Comparing the Effectiveness of Academic Buoyancy and Psychological Capital Training on Academic Procrastination in Female High School Students [Research Article]. *Iranian Journal of Educational Sociology*, 7(3), 149-160. [DOI]
- Fitria, T. N. (2022). Possibility of Metaverse in Education: Opportunity and Threat. *Sosmaniora Jurnal Ilmu Sosial Dan Humaniora*, 1(3). [DOI]
- Gooran Savadkohi, L., Kamyabi, M., & Saadati Shamir, A. (2023). The Effectiveness of Metacognitive Skills Training on Increasing the Fluid Intelligence of First Secondary Students. *Sociology of Education*, 9(1), 424-440. [DOI]
- Haibin, T. (2024). Application of Metaverse Technology in Entrepreneurship Education: A Systematic Review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 13(1). [DOI]
- Iwanaga, J., Muo, E. C., Tabira, Y., Watanabe, K., Tubbs, S. J., D'Antoni, A. V., Rajaram Gilkes, M., Loukas, M., Khalil, M. K., & Tubbs, R. S. (2022). Who Really Needs a Metaverse in Anatomy Education? A Review With Preliminary Survey Results. *Clinical Anatomy*, 36(1), 77-82. [DOI]
- Kabanda, G., Chipfumbu, C. T., & Chingoriwo, T. (2022). A Cybersecurity Model for a Roblox-Based Metaverse Architecture Framework. *British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies*, 3(2), 105-141. [DOI]
- Kaddoura, S., & Hussein, F. A. (2023). The Rising Trend of Metaverse in Education: Challenges, Opportunities, and Ethical Considerations. *PeerJ Computer Science*, 9, e1252. [DOI]
- Kalinkara, Y. (2023). Anatomy in the Metaverse: Exploring Student Technology Acceptance Through the UTAUT2 Model. *Anatomical Sciences Education*, 17(2), 319-336. [DOI]
- Li, H. (2024). The State of Metaverse Research: A Bibliometric Visual Analysis Based on CiteSpace. *Journal of Big Data*, 11(1). [DOI]
- Mahmodi, A., Yarahmadi, Y., & Moradi, O. (2023). Comparing the Effectiveness of Reverse Learning Model and Cooperative Learning on the Academic Engagement of Secondary School Students. *Sociology of Education*, 10(1), 366-376. [DOI]
- Mhamdi, N. A. (2024). Metaverse Integration in Moroccan Schools: A Quantitative Study of Educator's Perspectives. *SMJC*, 2(1), 53-62. [DOI]
- Mohajervatan, M., Shahvarani Semnani, A., & Ebrahimi Bagha, D. (2021). Presenting a Model of Developing the Attitudinal Skills of Secondary School Mathematics Teachers. *Sociology of Education*, 6(2), 278-287. [DOI]
- Mohkamkar, A., Shaterian, F., & Nikookar, A. (2024). The Effectiveness of Education based on Successful Intelligence on Emotional Self-Awareness and Academic Engagement of Secondary School Students. *Sociology of Education*, 10(1), 305-313. [DOI]
- Omale, O. (2024). Innovating Assessment Through the use of Tailored Testing on Student Achievement of Senior Secondary Mathematics Students in Kogi State. *International Journal of Education and Cognitive Sciences*, 5(3), 1-7. [DOI]
- Pregowska, A. (2023). What Will the Education of the Future Look Like? How Have Metaverse and Extended Reality Affected the Higher Education Systems? *Metaverse Basic and Applied Research*, 3, 57. [DOI]
- Rane, N. (2024). Leading-Edge Metaverse in Education: Framework, Applications, Challenges, and Future Development. *Tesol and Technology Studies*, 5(2). [DOI]
- Roy, R., Babakerkhell, M. D., Mukherjee, S., Pal, D., & Funilkul, S. (2023). Development of a Framework for Metaverse in Education: A Systematic Literature Review Approach. *IEEE Access*, 11, 57717-57734. [DOI]
- Saphira, H. V. (2024). Metaverse: A Paradigm Shift in STEM Education for Science Learning Beyond the Review. *E3s Web of Conferences*, 482, 04004. [DOI]

- Suh, W., & Ahn, S. (2022). Utilizing the Metaverse for Learner-Centered Constructivist Education in the Post-Pandemic Era: An Analysis of Elementary School Students. *Journal of Intelligence*, 10(1), 17. [DOI]
- Zaidi, S. S. B. (2024). Metaverse-Powered Basic Sciences Medical Education: Bridging the Gaps for Lower Middle-Income Countries. *Annals of Medicine*, 56(1). [DOI]
- Zhang, L. (2024). Online Learning With Metaverse for History Education at Primary School Education Level. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 13(2). [DOI]
- Zhang, X., Chen, Y. C., Hu, L., & Wang, Y. (2022). The Metaverse in Education: Definition, Framework, Features, Potential Applications, Challenges, and Future Research Topics. *Frontiers in psychology*, 13. [DOI]

