



© ۱۴۰۵ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است.
انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی CC BY-NC 4.0 صورت گرفته است.

ارزشیابی برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده (AR) و تحلیل تأثیر ترکیبی آن بر هماهنگی حرکتی، خودپنداره تحصیلی، رشد اخلاق سایبری و کاهش رفتارهای پرخطر در فضای مجازی

مشخصات نویسندگان:

- شیوه استناددهی: فخری فرهادی، رزیتا، مسعودیان، پریسا، محدث، نسرين، عبادی باربین، حامد، و اکبرزاده سقای مهدی. (۱۴۰۵). ارزشیابی برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده (AR) و تحلیل تأثیر ترکیبی آن بر هماهنگی حرکتی، خودپنداره تحصیلی، رشد اخلاق سایبری و کاهش رفتارهای پرخطر در فضای مجازی. یادگیری، تربیت و آموزش مدارس در هزاره سوم، ۳(۱)، ۲۵-۱.
۱. رزیتا فخری فرهادی: دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران
 ۲. پریسا مسعودیان: گروه علوم تربیتی، واحد بهبهان، دانشگاه آزاد اسلامی، بهبهان، ایران
 ۳. نسرين محدث: دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران
 ۴. حامد عبادی باربین: دکتری تخصصی مدیریت ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران
 ۵. مهدی اکبرزاده سقای*: دکتری تخصصی برنامه ریزی درسی، گروه مطالعات تربیتی و برنامه ریزی درسی، پردیس علامه امینی، دانشگاه فرهنگیان، تبریز، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: m.akbarzadeh313@gmail.com

چکیده

هدف پژوهش حاضر ارزشیابی برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده و بررسی تأثیر ترکیبی آن بر هماهنگی حرکتی، خودپنداره تحصیلی، رشد اخلاق سایبری و کاهش رفتارهای پرخطر در فضای مجازی در دانش آموزان دوره متوسطه اول شهر تهران بود. پژوهش حاضر از نوع کاربردی و با روش نیمه آزمایشی و طرح پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل انجام شد. جامعه آماری شامل دانش آموزان دوره متوسطه اول شهر تهران در سال تحصیلی ۲۰۲۶-۲۰۲۷ بود. در مجموع ۶۰ دانش آموز انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل، هر کدام ۳۰ نفر، تخصیص یافتند. گروه آزمایش طی هشت هفته، در قالب ۱۶ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای، برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده را دریافت کرد و گروه کنترل آموزش معمول مدرسه را ادامه داد. ابزارهای پژوهش شامل آزمون هماهنگی حرکتی KTK، مقیاس خودپنداره تحصیلی، پرسشنامه اخلاق سایبری و پرسشنامه رفتارهای پرخطر در فضای مجازی بود. داده‌ها با استفاده از تحلیل کوواریانس چندمتغیری و تحلیل‌های کوواریانس تک‌متغیری در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ تحلیل شدند. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری نشان داد اثر کلی برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده بر ترکیب متغیرهای وابسته معنادار بود ($F(4,50)=44.58, p<0.001, Wilks' \Lambda=0.219$). همچنین، اثر مداخله بر خودپنداره تحصیلی ($F=51.27, p<0.001, partial \eta^2=0.492$)، اخلاق سایبری ($F=59.73, p<0.001, partial \eta^2=0.530$) و رفتارهای پرخطر در فضای مجازی ($F=55.46, p<0.001, partial \eta^2=0.511$) معنادار بود. برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده توانست به طور هم‌زمان موجب بهبود هماهنگی حرکتی، تقویت خودپنداره تحصیلی، ارتقای اخلاق سایبری و کاهش رفتارهای پرخطر در فضای مجازی شود. بر این اساس، واقعیت افزوده می‌تواند به عنوان یک بستر آموزشی چندبعدی و تعاملی در برنامه‌های درسی مدارس برای توسعه هم‌زمان شایستگی‌های جسمانی، تحصیلی و شهروندی دیجیتال مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: واقعیت افزوده، برنامه درسی، هماهنگی حرکتی، خودپنداره تحصیلی، اخلاق سایبری، رفتارهای پرخطر در فضای مجازی

Submit Date: 26 February 2026
Revise Date: 11 April 2026
Accept Date: 16 April 2026
Publish Date: 21 April 2026



© 2026 the authors. This is an open access article under the terms of the [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) License.



Evaluation of an Augmented Reality (AR)-Based Curriculum and Analysis of Its Combined Effects on Motor Coordination, Academic Self-Concept, Cyber Ethics Development, and the Reduction of Risky Online Behaviors

How to cite: Fakhimi Farhadi, R., Masoudian, P., Mohaddes, N., Ebadi Barbin, H., & Akbarzadeh Sagay, M. (2026). Evaluation of an Augmented Reality (AR)-Based Curriculum and Analysis of Its Combined Effects on Motor Coordination, Academic Self-Concept, Cyber Ethics Development, and the Reduction of Risky Online Behaviors. *Learning, Training, and Education in Schools in the Third Millennium*, 3(1), 1-25.

Authors' Information:

1. Rozita Fakhimi Farhadi: Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shab.C., Islamic Azad University, Shabestar, Iran
2. Parisa Masoudian: Department of Educational Sciences, Be.C., Islamic Azad University, Behbahan, Iran
3. Nasrin Mohaddes: Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shab.C., Islamic Azad University, Shabestar, Iran
4. Hamed Ebadi Barbin: PhD in Sports Management, Department of Physical Education and Sports Sciences, Ur.C., Islamic Azad University, Urmia, Iran
5. Mehdi Akbarzadeh Sagay*: PhD in Curriculum Planning, Department of Educational Studies and Curriculum Planning, Allameh Amini Campus, Farhangian University, Tabriz, Iran

Corresponding author's email: m.akbarzadeh313@gmail.com

Abstract

This study aimed to evaluate an augmented reality-based curriculum and examine its combined effects on motor coordination, academic self-concept, cyber ethics development, and the reduction of risky online behaviors among lower-secondary school students in Tehran. This applied study employed a quasi-experimental pretest–posttest design with a control group. The statistical population consisted of lower-secondary school students in Tehran during the 2026–2027 academic year. A total of 60 students were selected and randomly assigned to an experimental group and a control group, with 30 participants in each group. The experimental group received an AR-based curriculum over eight weeks in 16 sessions of 45 minutes each, while the control group continued conventional school instruction. The research instruments included the Körperkoordinationstest für Kinder (KTK), the Academic Self-Concept Scale, a Cyber Ethics Questionnaire, and a Risky Online Behaviors Questionnaire. Data were analyzed using multivariate analysis of covariance and subsequent univariate ANCOVAs in SPSS version 27. MANCOVA results indicated a significant overall effect of the AR-based curriculum on the combined dependent variables (Wilks' Lambda=0.219, $F(4,50)=44.58$, $p<0.001$, partial $\eta^2=0.781$). Univariate analyses showed significant effects on motor coordination ($F=68.94$, $p<0.001$, partial $\eta^2=0.565$), academic self-concept ($F=51.27$, $p<0.001$, partial $\eta^2=0.492$), cyber ethics ($F=59.73$, $p<0.001$, partial $\eta^2=0.530$), and risky online behaviors ($F=55.46$, $p<0.001$, partial $\eta^2=0.511$). The AR-based curriculum significantly improved motor coordination, strengthened academic self-concept, enhanced cyber ethics, and reduced risky online behaviors. These findings indicate that augmented reality can function as a multidimensional and interactive educational platform for simultaneously promoting physical, academic, and digital citizenship competencies in school curricula.

Keywords: *Augmented Reality, Curriculum, Motor Coordination, Academic Self-Concept, Cyber Ethics, Risky Online Behaviors*

مقدمه

تحول دیجیتال در دهه‌های اخیر ساختار، محتوای آموزشی و شیوه‌های تعامل یادگیرندگان با محیط‌های یادگیری را به‌طور اساسی دگرگون کرده است. در این میان، واقعیت افزوده به‌عنوان یکی از فناوری‌های نوظهور آموزشی، امکان تلفیق هم‌زمان عناصر واقعی و مجازی را فراهم می‌کند و از طریق افزودن تصاویر سه‌بعدی، اطلاعات متنی، نشانه‌های دیداری، صدا، انیمیشن و بازخوردهای تعاملی به محیط واقعی، شرایطی را ایجاد می‌کند که یادگیرنده نه‌فقط دریافت‌کننده منفعل محتوا، بلکه مشارکت‌کننده فعال در یک تجربه چندحسی باشد. گسترش اکوسیستم‌های یادگیری هوشمند، واقعیت توسعه‌یافته، متاورس آموزشی و فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی سبب شده است که برنامه درسی از قالب سنتی انتقال دانش به سمت تجربه‌های یادگیری تعاملی، شخصی‌سازی‌شده، موقعیت‌محور و مبتنی بر مشارکت حرکت کند (Chamola et al., 2025; Supriya et al., 2024). چنین تحولی مستلزم بازاندیشی در طراحی برنامه درسی است؛ زیرا استفاده از فناوری زمانی ارزش تربیتی پیدا می‌کند که از سطح جذابیت بصری فراتر رود و با اهداف شناختی، حرکتی، اجتماعی، اخلاقی و رفتاری برنامه آموزشی هماهنگ شود. مطالعات مربوط به یادگیری دیجیتال نشان داده‌اند که فناوری‌های تعاملی زمانی اثربخش‌ترند که در قالب یک نظام آموزشی طراحی‌شده، دارای هدف، بازخورد، تمرین، ارزشیابی و ارتباط روشن با پیامدهای یادگیری به کار گرفته شوند (Bashirynejad et al., 2025; Ernst et al., 2026).

واقعیت افزوده از منظر آموزشی ویژگی‌هایی دارد که آن را از بسیاری از ابزارهای دیجیتال متمایز می‌سازد. برخلاف محیط‌های کاملاً مجازی که یادگیرنده را از فضای فیزیکی جدا می‌کنند، واقعیت افزوده عناصر دیجیتال را بر بستر جهان واقعی قرار می‌دهد و بنابراین می‌تواند هم‌زمان ادراک محیطی، حرکت بدنی، توجه دیداری، حل مسئله و تعامل با محتوای آموزشی را درگیر کند. پژوهش‌ها درباره واقعیت ترکیبی و واقعیت توسعه‌یافته نشان داده‌اند که طراحی صحیح پیوند میان فضای واقعی و عناصر مجازی می‌تواند حضور شناختی، جهت‌یابی فضایی و تعامل کاربر با محیط یادگیری را تقویت کند (Li et al., 2022; Ziker et al., 2021). همچنین، کاربرد واقعیت افزوده در حوزه آموزش هنر و سایر زمینه‌های یادگیری نشان داده است که این فناوری می‌تواند تجربه یادگیری را از حالت بازنمایی انتزاعی به تجربه‌ای دیداری، فضایی و قابل دستکاری تبدیل کند (Orfanidis, 2023). در آموزش‌های تخصصی نیز نگرش یادگیرندگان نسبت به استفاده از واقعیت مجازی و افزوده عموماً با فرصت‌هایی همچون تمرین فعال‌تر، امکان مشاهده ساختارهای پیچیده، تکرار فعالیت‌ها و تجربه یادگیری متفاوت از آموزش متعارف همراه بوده است (Afrashtehfar et al., 2021). از این‌رو، واقعیت افزوده ظرفیت آن را دارد که به‌عنوان بخشی از برنامه درسی و نه صرفاً یک ابزار جانبی، برای تحقق هم‌زمان مجموعه‌ای از اهداف آموزشی مورد استفاده قرار گیرد.

یکی از ابعاد کمتر بررسی‌شده در استفاده از واقعیت افزوده در آموزش، ظرفیت آن برای تقویت هماهنگی حرکتی است. برنامه‌های آموزشی متعارف در بسیاری از موارد، یادگیری شناختی و فعالیت جسمانی را به‌صورت جداگانه سازمان‌دهی می‌کنند، درحالی‌که فناوری‌های تعاملی امکان پیوند حرکت، ادراک و تصمیم‌گیری را در یک فعالیت واحد فراهم می‌آورند. در محیط واقعیت افزوده، دانش‌آموز ممکن است برای یافتن

یک محرک، دنبال کردن یک مسیر، پاسخ دادن به نشانه دیداری، دست کاری شیء مجازی یا انجام یک تکلیف آموزشی، بدن خود را در فضای واقعی حرکت دهد. چنین فعالیت‌هایی هماهنگی چشم و دست، جهت‌یابی فضایی، کنترل حرکتی و هماهنگی حرکات را به‌طور هم‌زمان درگیر می‌کند. تحول فناوری در آموزش ورزش نیز نشان می‌دهد که ابزارهای دیجیتال و تعاملی در حال ایجاد فرصت‌های تازه‌ای برای ترکیب یادگیری، فعالیت بدنی و بازخورد فوری هستند (Putra et al., 2024). همچنین، مطالعات مربوط به برنامه‌های درسی مبتنی بر مهارت‌های ایمنی و حرکت نشان داده‌اند که مداخلات برنامه‌ریزی شده مدرسه‌ای می‌توانند بر مهارت‌های رفتاری و عملکردی کودکان اثرگذار باشند، مشروط بر آنکه آموزش از حالت نظری خارج و به فعالیت عملی و تکرارشونده تبدیل شود (Witte et al., 2026). در نتیجه، قرار دادن تکالیف حرکتی هدفمند در یک برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده می‌تواند زمینه‌ای برای بررسی تأثیر فناوری آموزشی بر پیامدهایی فراتر از یادگیری شناختی فراهم آورد.

شبیه‌سازی و یادگیری مبتنی بر تجربه نیز پشتوانه نظری مهمی برای کاربرد فناوری‌های تعاملی در برنامه درسی فراهم کرده‌اند. شواهد حاصل از آموزش پزشکی نشان می‌دهد که شبیه‌سازی می‌تواند به یادگیرنده امکان دهد مهارت‌ها را در یک محیط کنترل‌شده تمرین کند، اشتباهات را بدون پیامد جدی تجربه نماید، بازخورد دریافت کند و از طریق تکرار هدفمند به سطح بالاتری از عملکرد برسد (Elendu et al., 2024). معرفی زودهنگام شبیه‌سازی در برنامه درسی نیز می‌تواند پیوند میان دانش نظری و عملکرد واقعی را تقویت کند و یادگیری را از حالت انتزاعی خارج سازد (Lembo et al., 2024). رویکردهای مشابه در آموزش‌های تخصصی نشان داده‌اند که طراحی دوره‌های مبتنی بر تمرین و موقعیت‌های واقعی یا شبه‌واقعی می‌تواند مشارکت دانشجویان را در موضوعاتی مانند ایمنی و بهبود کیفیت افزایش دهد (Chavez-Maisterra et al., 2024). حتی در حوزه‌هایی که آموزش مستقیماً با مهارت‌های عملی و ایمنی مرتبط است، ادغام هدفمند موضوعات ایمنی در برنامه درسی، نه به‌عنوان محتوایی حاشیه‌ای بلکه به‌صورت یک جزء ساختاری، مورد تأکید قرار گرفته است (Cardeal & Morcelli, 2025). این یافته‌ها نشان می‌دهند که منطق آموزشی واقعیت افزوده را می‌توان در چارچوب گسترده‌تر یادگیری مبتنی بر تجربه، شبیه‌سازی و مشارکت فعال تبیین کرد.

در کنار پیامدهای حرکتی، خودپنداره تحصیلی یکی از متغیرهای مهم در موفقیت آموزشی دانش‌آموزان است. خودپنداره تحصیلی به ادراک فرد از توانایی، شایستگی و کارآمدی خود در محیط یادگیری اشاره دارد و تحت تأثیر تجربه موفقیت یا شکست، بازخورد، مقایسه اجتماعی، نوع فعالیت آموزشی و میزان مشارکت دانش‌آموز شکل می‌گیرد. محیط‌های آموزشی که امکان تعامل، انتخاب، بازخورد فوری و تجربه موفقیت تدریجی را فراهم می‌کنند می‌توانند ادراک دانش‌آموز از قابلیت‌های خود را تقویت کنند. در مقابل، برنامه‌های آموزشی یکنواخت، کم‌تعامل و مبتنی بر دریافت منفعل محتوا ممکن است برای برخی دانش‌آموزان فرصت کافی برای تجربه شایستگی ایجاد نکنند. مطالعات مربوط به آموزش‌های نوین در رشته‌های مختلف نشان می‌دهد که بازطراحی برنامه‌های درسی و استفاده از فناوری‌های آموزشی جدید باید نه‌فقط بر انتقال اطلاعات، بلکه بر پیامدهای یادگیرنده، مشارکت و کیفیت تجربه آموزشی متمرکز باشد (Recker et al., 2025; Xu, 2026). همچنین، تجربه‌های حاصل از طراحی دوره‌های مجازی نشان داده‌اند که ساختاردهی مناسب محتوا، فعالیت و بازخورد می‌تواند امکان توسعه

شایستگی‌های جدید را در محیط‌های دیجیتال فراهم سازد (Abrams et al., 2021). از این منظر، برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده می‌تواند از طریق ارائه چالش‌های متناسب، بازخورد فوری و تجربه موفقیت قابل مشاهده، زمینه‌ای برای تقویت خودپنداره تحصیلی ایجاد کند. پیامدهای روان‌شناختی برنامه‌های درسی نیز در سال‌های اخیر اهمیت بیشتری یافته‌اند. مدرسه صرفاً محل انتقال دانش نیست، بلکه بستری است که در آن دانش‌آموزان تجربه شایستگی، فشار تحصیلی، موفقیت، شکست، اضطراب و تاب‌آوری را تجربه می‌کنند. مطالعات مداخله‌ای نشان داده‌اند که چارچوب‌های آموزشی ساختارمند می‌توانند بر تاب‌آوری، استرس و سایر پیامدهای روان‌شناختی دانشجویان اثرگذار باشند (Wadi et al., 2024). همچنین، برخی مداخلات آموزشی و روان‌شناختی مبتنی بر تمرین نشان داده‌اند که تجربه منظم فعالیت‌های هدفمند می‌تواند بر سازوکارهای خودتنظیمی و سازگاری تأثیر بگذارد (Trombka et al., 2021). در آموزش دیجیتال نیز کیفیت تجربه کاربر، ادراک حضور، تعامل اجتماعی و احساس کنترل بر فرایند یادگیری از عوامل مهم در پذیرش و اثربخشی محیط آموزشی محسوب می‌شوند. به همین دلیل، طراحی یک برنامه درسی واقعیت افزوده باید به‌گونه‌ای باشد که علاوه بر فناوری، ساختار روان‌شناختی تجربه یادگیری را نیز در نظر بگیرد و فرصت مشارکت، موفقیت و تعامل معنادار را برای دانش‌آموز فراهم کند.

با گسترش حضور کودکان و نوجوانان در محیط‌های دیجیتال، ضرورت توجه به اخلاق سایبری و شهروندی دیجیتال نیز به یکی از چالش‌های اساسی نظام‌های آموزشی تبدیل شده است. دانش‌آموز امروزی تنها یادگیرنده محتوای درسی نیست، بلکه کاربر شبکه‌های اجتماعی، پلتفرم‌های ارتباطی، بازی‌ها، محیط‌های اشتراک محتوا و ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی نیز هست. این وضعیت سبب شده است که موضوعاتی مانند حریم خصوصی، حفاظت از اطلاعات شخصی، احترام به حقوق دیگران، مالکیت فکری، مسئولیت در انتشار محتوا، هویت دیجیتال، امنیت آنلاین و رفتار اخلاقی در فضای مجازی به بخشی از شایستگی‌های ضروری دانش‌آموزان تبدیل شوند. پژوهش در زمینه شهروندی دیجیتال نشان داده است که آموزش اخلاق در فضای سایبری باید از سطح آگاهی نظری فراتر رود و توان تصمیم‌گیری مسئولانه در موقعیت‌های واقعی یا شبیه‌سازی شده را توسعه دهد (Isdendi et al., 2023). همچنین، شواهد نشان می‌دهد دانش، باورها و مهارت‌های شهروندی دیجیتال با پیشگیری از رفتارهایی که ممکن است فرد را در معرض جرایم یا آسیب‌های سایبری قرار دهد ارتباط دارد (Althibyani & Al-Zahrani, 2023).

با این حال، ادغام مؤلفه‌های شهروندی دیجیتال در برنامه‌های درسی همواره یکسان و نظام‌مند نیست. نوع درس، پایه تحصیلی و سن دانش‌آموز می‌تواند بر میزان و شیوه ورود موضوعات شهروندی دیجیتال به برنامه درسی اثر بگذارد (Almethen & Al-Omar, 2024). این موضوع نشان می‌دهد که آموزش اخلاق سایبری باید متناسب با ویژگی‌های رشدی دانش‌آموزان طراحی شود و صرفاً به چند توصیه عمومی درباره استفاده از اینترنت محدود نماند. در همین راستا، مرور آموزش امنیت سایبری در دوره K-۱۲ نشان داده است که آشنایی دانش‌آموزان با امنیت دیجیتال، تهدیدهای سایبری و رفتارهای ایمن به یکی از محورهای رو به رشد آموزش رسمی تبدیل شده است، هرچند رویکردها و میزان پوشش موضوعات در کشورها و نظام‌های آموزشی متفاوت است (Ibrahim et al., 2024). کتابخانه‌ها و سایر نهادهای آموزشی نیز می‌توانند از طریق آموزش سواد رسانه‌ای، تفکر انتقادی و ایمنی آنلاین به نوجوانان کمک کنند تا محتوای دیجیتال را آگاهانه‌تر ارزیابی کنند و رفتارهای

پرخاطر را کاهش دهند (Liu et al., 2023). بر این اساس، برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده می‌تواند سناریوهای ملموسی از موقعیت‌های اخلاقی و امنیتی فضای مجازی ایجاد کند و یادگیرنده را در فرایند تصمیم‌گیری فعال قرار دهد.

کاهش رفتارهای پرخاطر آنلاین از اهداف مهم چنین آموزش‌هایی است. رفتارهایی نظیر افشای اطلاعات شخصی، ارتباط با افراد ناشناس، استفاده از گذرواژه‌های ناایمن، انتشار تصاویر خصوصی، کلیک بر پیوندهای مشکوک، آزارگری آنلاین، مشاهده یا اشتراک محتوای نامناسب و استفاده بی‌ضابطه از رسانه‌های دیجیتال می‌توانند پیامدهای روانی، اجتماعی و امنیتی برای دانش‌آموزان ایجاد کنند. رابطه سوادهای مختلف با بهزیستی دیجیتال دانش‌آموزان نیز نشان می‌دهد که مسئله رفتار آنلاین را نمی‌توان فقط در قالب دانش فنی تحلیل کرد، بلکه توانایی فهم، ارزیابی، خودکنترلی و تصمیم‌گیری نیز در تجربه سالم دیجیتال نقش دارد (Arkan & Bal, 2025). طراحی آموزشی در محیط‌های واقعیت مجازی و افزوده نیز خود با مسائل اخلاقی مرتبط است و لازم است امنیت، رفاه، حریم خصوصی و منافع یادگیرندگان از مرحله طراحی فناوری مورد توجه قرار گیرد (Steele et al., 2020). بنابراین، استفاده آموزشی از واقعیت افزوده باید دو نقش هم‌زمان داشته باشد: از یک سو ابزاری برای ایجاد تجربه تعاملی باشد و از سوی دیگر بستری برای آموزش مسئولیت، اخلاق و خودتنظیمی در فضای دیجیتال فراهم کند.

واقعیت توسعه‌یافته همچنین ظرفیت ویژه‌ای برای آموزش شهروندی دارد؛ زیرا موقعیت‌های اجتماعی پیچیده را می‌توان به‌صورت تجربه‌های تعاملی بازنمایی کرد و از دانش‌آموز خواست که در آن‌ها مشاهده، انتخاب و تصمیم‌گیری کند (Stegeman, 2021). آموزش اخلاق در محیط‌های آنلاین نیز نشان داده است که برنامه‌های ساختاریافته می‌توانند برای مواجهه یادگیرندگان با موقعیت‌های پیچیده اخلاقی، ایجاد زبان مشترک و تقویت حساسیت نسبت به پیامدهای تصمیم‌ها مفید باشند (Modlin et al., 2022). از سوی دیگر، بازی‌وارسازی، محیط‌های متاورسی و شبیه‌سازی‌های تعاملی می‌توانند مشارکت یادگیرنده را افزایش دهند و مفاهیم پیچیده را به فعالیت‌هایی تجربه‌محور تبدیل کنند (Kutbay & Bozbuğa, 2022). تجربه آموزش مجازی در برخی حوزه‌ها نیز نشان داده است که یادگیری غنی‌شده با فناوری می‌تواند شکل تازه‌ای از حضور، تعامل و دریافت بازخورد ایجاد کند (Sacco-Bene et al., 2022). این ویژگی‌ها نشان می‌دهد که آموزش اخلاق سایبری در محیط واقعیت افزوده می‌تواند نسبت به روش‌های صرفاً سخنرانی یا متن‌محور ظرفیت بیشتری برای تمرین تصمیم‌گیری داشته باشد.

در عین حال، فناوری آموزشی بدون طراحی برنامه درسی مناسب الزاماً به یادگیری بهتر منجر نمی‌شود. تجربه آموزش‌های مجازی و آزمایشگاهی نشان داده است که انتقال فعالیت آموزشی به محیط دیجیتال می‌تواند برخی محدودیت‌های مالی، اخلاقی و اجرایی را کاهش دهد، اما کیفیت یادگیری همچنان به طراحی فعالیت، مشارکت فعال و تناسب روش با هدف آموزشی وابسته است (Gaganis et al., 2021). استفاده از یادگیری آنلاین و مشارکتی در شرایط محدودیت‌های حضوری نیز نشان داده است که فناوری می‌تواند استمرار تجربه عملی و علمی دانش‌آموزان را ممکن سازد، به‌ویژه زمانی که فعالیت‌ها به محیط زندگی و مشاهده مستقیم پیوند داده شوند (Haefen et al., 2020). همچنین، آموزش و تمرین در حوزه‌هایی که با تصمیم‌گیری در شرایط پیچیده سروکار دارند نیازمند طراحی چندلایه، تمرین مستمر و سناریوهای قابل انتقال به موقعیت واقعی است (Rooij et al., 2020). حتی در برنامه‌های درسی حرفه‌ای مرتبط با کار عملی با موجودات زنده، تدوین دستورالعمل‌های روشن، رعایت اصول اخلاقی و انتخاب روش آموزشی مناسب بخشی جدایی‌ناپذیر از کیفیت برنامه آموزشی محسوب می‌شود.

(Aavmc et al., 2024). در نتیجه، ارزشیابی برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده باید فراتر از سنجش رضایت یا جذابیت فناوری باشد و پیامدهای قابل اندازه‌گیری آن را بررسی کند.

یکی دیگر از ابعاد مهم این موضوع، ضرورت حرکت از ارزشیابی تک‌بعدی به ارزشیابی چندبعدی برنامه‌های آموزشی است. بخش قابل توجهی از مطالعات فناوری آموزشی تنها یک پیامد مانند دانش، رضایت، مهارت یا نگرش را بررسی می‌کنند، درحالی‌که یک برنامه درسی می‌تواند به‌طور هم‌زمان بر چند حوزه عملکرد دانش‌آموز اثر بگذارد. فناوری‌های هوشمند در آموزش ظرفیت ایجاد ارتباط میان یادگیری شناختی، عملکرد عملی، مشارکت و مهارت‌های اجتماعی را دارند (Ke, 2024). روندهای جدید آموزش نیز نشان می‌دهند که برنامه‌های آینده بیش از گذشته به یادگیری ترکیبی، شبیه‌سازی، فناوری‌های تعاملی و طراحی انعطاف‌پذیر وابسته خواهند بود (Bashirynejad et al., 2025). از این منظر، بررسی هم‌زمان هماهنگی حرکتی، خودپنداره تحصیلی، اخلاق سایبری و رفتارهای پرخطر آنلاین می‌تواند تصویری جامع‌تر از پیامدهای یک برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده ارائه کند.

علاوه بر این، هرگونه نوآوری برنامه درسی باید با نیازهای واقعی یادگیرندگان و الزامات محیط آموزشی هماهنگ شود. فناوری زمانی ارزشمند است که به مسئله‌ای مشخص پاسخ دهد و از یک منطق تربیتی روشن تبعیت کند، نه اینکه صرفاً به دلیل نوظهور بودن وارد کلاس درس شود. تحولات اخیر آموزش دیجیتال در رشته‌های تخصصی بر ضرورت هماهنگی ابزارهای فناورانه با شایستگی‌های مورد انتظار، ساختار برنامه درسی و نتایج یادگیری تأکید دارند (Ernst et al., 2026). روندهای آموزش حرفه‌ای نیز نشان می‌دهند که برنامه‌های درسی در پاسخ به تحولات اجتماعی، فناوری و نیازهای عملکردی به‌طور مستمر نیازمند بازطراحی هستند (Recker et al., 2025). در سطح مدرسه، این بازطراحی اهمیت بیشتری دارد، زیرا دانش‌آموزان هم‌زمان در حال رشد جسمانی، شناختی، اجتماعی و اخلاقی هستند و فناوری می‌تواند بر همه این حوزه‌ها اثر بگذارد. از این‌رو، ارزیابی جامع فناوری‌های آموزشی باید نسبت میان تجربه دیجیتال و ابعاد چندگانه رشد را مورد توجه قرار دهد. در مجموع، شواهد موجود نشان می‌دهد که واقعیت افزوده و فناوری‌های هم‌خانواده آن از ظرفیت بالایی برای ایجاد یادگیری تعاملی، شبیه‌سازی موقعیت‌ها، تقویت مشارکت و پیوند میان دانش و عمل برخوردارند؛ در عین حال، شهروندی دیجیتال، امنیت آنلاین، اخلاق سایبری و بهزیستی دیجیتال نیز به بخش جدایی‌ناپذیر آموزش نسل جدید تبدیل شده‌اند. با وجود این، هنوز نیاز به مطالعاتی وجود دارد که برنامه درسی واقعیت افزوده را نه فقط بر اساس یک پیامد آموزشی منفرد، بلکه بر اساس مجموعه‌ای از نتایج جسمانی، تحصیلی، اخلاقی و رفتاری مورد ارزشیابی قرار دهند. چنین رویکردی می‌تواند مشخص کند که آیا تلفیق فعالیت حرکتی، بازخورد آموزشی، سناریوهای اخلاقی و تمرین تصمیم‌گیری دیجیتال در یک محیط واقعیت افزوده می‌تواند اثری ترکیبی و چندبعدی ایجاد کند یا خیر. همچنین، توجه هم‌زمان به افزایش هماهنگی حرکتی و خودپنداره تحصیلی در کنار رشد اخلاق سایبری و کاهش رفتارهای پرخطر آنلاین می‌تواند فاصله میان فناوری آموزشی، تربیت بدنی، روان‌شناسی تربیتی و آموزش شهروندی دیجیتال را کاهش دهد و چارچوبی جامع‌تر برای ارزشیابی برنامه‌های درسی نوین فراهم سازد. بنابراین، هدف پژوهش حاضر ارزشیابی برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده و بررسی تأثیر ترکیبی آن بر هماهنگی حرکتی، خودپنداره تحصیلی، رشد اخلاق سایبری و کاهش رفتارهای پرخطر در فضای مجازی در دانش‌آموزان دوره متوسطه اول شهر تهران بود.

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش، نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و گروه کنترل بود. جامعه آماری پژوهش شامل دانش‌آموزان دوره متوسطه اول مدارس شهر تهران در سال تحصیلی ۲۰۲۶-۲۰۲۷ بود. از میان مناطق آموزشی شهر تهران، یک منطقه به‌صورت تصادفی انتخاب شد و سپس از میان مدارس آن منطقه، دو مدرسه دارای امکانات فنی لازم برای اجرای محتوای آموزشی مبتنی بر واقعیت افزوده انتخاب شدند. در ادامه، دانش‌آموزانی که واجد معیارهای ورود به پژوهش بودند، مورد غربالگری قرار گرفتند و در نهایت ۶۰ دانش‌آموز در مطالعه شرکت کردند. شرکت‌کنندگان به‌صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل، هر گروه شامل ۳۰ دانش‌آموز، تخصیص یافتند. معیارهای ورود شامل اشتغال به تحصیل در دوره متوسطه اول، برخورداری از سلامت جسمانی کافی برای شرکت در فعالیت‌های حرکتی، عدم ابتلا به اختلالات عصبی-حرکتی گزارش‌شده که می‌توانست بر هماهنگی حرکتی تأثیر معنادار داشته باشد، دسترسی معمول به تلفن هوشمند یا تبلت، آشنایی مقدماتی با استفاده از ابزارهای دیجیتال، کسب رضایت آگاهانه والدین و تمایل دانش‌آموز به شرکت در پژوهش بود. غیبت در بیش از دو جلسه آموزشی، شرکت هم‌زمان در برنامه آموزشی مشابه مبتنی بر واقعیت افزوده و ناقص‌بودن پرسشنامه‌های پیش‌آزمون یا پس‌آزمون به‌عنوان معیارهای خروج در نظر گرفته شد. پیش از شروع مداخله، متغیرهای هماهنگی حرکتی، خودپنداره تحصیلی، اخلاق سایبری و رفتارهای پرخطر در فضای مجازی در هر دو گروه اندازه‌گیری شد. سپس گروه آزمایش در یک برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده طی هشت هفته و در قالب دو جلسه ۴۵ دقیقه‌ای در هفته، در مجموع ۱۶ جلسه، شرکت کرد؛ درحالی‌که گروه کنترل در همان بازه زمانی آموزش معمول مدرسه را دریافت کرد. محتوای برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده با تلفیق فعالیت‌های شناختی، حرکتی و موقعیت‌های تعاملی مرتبط با شهروندی دیجیتال طراحی شد. در بخش حرکتی، دانش‌آموزان با استفاده از محرک‌ها، اشیای سه‌بعدی و نشانه‌های مجازی ظاهرشده در محیط واقعی، فعالیت‌هایی مانند دنبال‌کردن مسیرهای حرکتی، هماهنگی چشم و دست، پاسخ حرکتی به محرک‌های دیداری، جهت‌یابی فضایی و اجرای توالی‌های حرکتی را انجام دادند. در بخش تحصیلی، تکالیف تعاملی و بازخوردهای فوری با هدف ایجاد تجربه موفقیت، افزایش ادراک شایستگی و تقویت خودپنداره تحصیلی ارائه شد. همچنین، سناریوهای شبیه‌سازی‌شده درباره حریم خصوصی، امنیت اطلاعات، احترام به دیگران در ارتباطات آنلاین، مالکیت فکری، مسئولیت‌پذیری دیجیتال، مواجهه با محتوای نامناسب و تصمیم‌گیری در موقعیت‌های مخاطره‌آمیز فضای مجازی در برنامه گنجانده شد. اجرای مداخله توسط پژوهشگر و با همکاری معلم آموزش‌دیده انجام گرفت و برای یکسان‌سازی شرایط، محتوا، زمان جلسات و دستورالعمل اجرای فعالیت‌ها از قبل استاندارد شد. یک هفته پس از اتمام آخرین جلسه، پس‌آزمون در هر دو گروه تحت شرایط مشابه پیش‌آزمون اجرا شد. اصول اخلاق پژوهش شامل مشارکت داوطلبانه، اخذ رضایت آگاهانه، محرمانه‌بودن اطلاعات، امکان خروج از مطالعه در هر مرحله و استفاده از داده‌ها صرفاً برای اهداف علمی رعایت شد.

برای سنجش هماهنگی حرکتی از آزمون هماهنگی حرکتی بدن برای کودکان (Körperkoordinationstest für Kinder; KTK) استفاده شد. این آزمون که توسط کیپارد و شیلینگ طراحی شده است، یکی از ابزارهای شناخته‌شده برای سنجش هماهنگی حرکتی عمومی

کودکان و نوجوانان به شمار می‌رود و عملکرد فرد را در تکالیفی که مستلزم کنترل تعادل، هماهنگی اندام‌ها، سرعت و دقت حرکتی هستند ارزیابی می‌کند. آزمون شامل چهار تکلیف اصلی راه‌رفتن به عقب روی تیرهای تعادل، پرش یک‌پا از روی موانع، پرش جانبی و جابه‌جایی جانبی روی صفحات است. نمره خام هر تکلیف بر اساس دستورالعمل استاندارد محاسبه و با توجه به سن و جنس به نمره حرکتی استاندارد تبدیل می‌شود و مجموع نمرات استاندارد، شاخص کلی هماهنگی حرکتی را تشکیل می‌دهد. نمرات بالاتر نشان‌دهنده هماهنگی حرکتی مطلوب‌تر هستند. این آزمون در پژوهش‌های متعدد مربوط به کودکان و نوجوانان مورد استفاده قرار گرفته و شواهد مناسبی درباره پایایی بازآزمایی، همسانی اندازه‌گیری و روایی سازه‌ای آن گزارش شده است. در پژوهش حاضر نیز تمامی آزمون‌ها توسط ارزیاب آموزش‌دیده و در محیطی ثابت و مطابق دستورالعمل استاندارد اجرا شد.

برای سنجش خودپنداره تحصیلی از مقیاس خودپنداره تحصیلی لیو و وانگ (Academic Self-Concept Scale) استفاده شد. این مقیاس برای سنجش برداشت دانش‌آموز از توانایی‌ها، شایستگی و عملکرد تحصیلی خود طراحی شده است و ابعادی از ادراک توانایی تحصیلی و تلاش و درگیری تحصیلی را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. نسخه متداول این ابزار دارای ۲۰ گویه است که پاسخ‌دهندگان میزان موافقت خود را با هر گویه بر اساس یک مقیاس لیکرت گزارش می‌کنند. بخشی از گویه‌ها به ادراک فرد از توانایی در انجام تکالیف و موفقیت تحصیلی و بخشی دیگر به میزان تلاش، پشتکار و مشارکت ادراک‌شده در فعالیت‌های آموزشی مربوط هستند. پس از معکوس کردن نمرات گویه‌های منفی، مجموع نمرات به‌عنوان نمره خودپنداره تحصیلی محاسبه می‌شود و نمره بالاتر نشان‌دهنده خودپنداره تحصیلی مثبت‌تر است. در مطالعات انجام‌شده بر روی دانش‌آموزان، ساختار عاملی این مقیاس تأیید شده و ضرایب مطلوبی برای همسانی درونی و پایایی آن گزارش شده است. در مطالعه حاضر نیز همسانی درونی ابزار با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ بررسی شد.

برای سنجش رشد اخلاق سایبری از پرسشنامه اخلاق سایبری دانش‌آموزان استفاده شد. این ابزار برای ارزیابی میزان پایبندی دانش‌آموزان به اصول اخلاقی در استفاده از اینترنت، شبکه‌های اجتماعی و سایر محیط‌های دیجیتال به کار رفت و حوزه‌هایی نظیر رعایت حریم خصوصی، احترام به حقوق دیگر کاربران، صداقت در ارتباطات آنلاین، رعایت مالکیت فکری، مسئولیت‌پذیری در تولید و انتشار محتوا، امنیت اطلاعات، خودکنترلی در استفاده از رسانه‌های دیجیتال و اجتناب از آسیب‌رساندن به دیگران در محیط سایبری را پوشش داد. گویه‌ها بر اساس طیف پنج‌درج‌های لیکرت از «کاملاً مخالفم» تا «کاملاً موافقم» نمره‌گذاری شدند و پس از معکوس‌سازی گویه‌های دارای جهت منفی، نمره کل از مجموع پاسخ‌ها به دست آمد؛ به‌گونه‌ای که نمرات بالاتر بیانگر سطح بالاتر اخلاق سایبری و مسئولیت‌پذیری دیجیتال بود. پیش از اجرای اصلی مطالعه، روایی محتوایی نسخه مورد استفاده با نظر متخصصان برنامه‌ریزی درسی، روان‌شناسی تربیتی و فناوری آموزشی بررسی شد و همسانی درونی آن نیز با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین، برای اطمینان از تناسب ابزار با گروه سنی مورد مطالعه، وضوح و قابل‌فهم‌بودن گویه‌ها در یک مطالعه مقدماتی بر روی گروهی از دانش‌آموزان خارج از نمونه اصلی بررسی شد.

برای ارزیابی رفتارهای پرخطر در فضای مجازی از پرسشنامه رفتارهای پرخطر آنلاین نوجوانان استفاده شد. این پرسشنامه رفتارهایی را مورد سنجش قرار داد که می‌توانند نوجوان را در معرض پیامدهای روان‌شناختی، اجتماعی، امنیتی یا آموزشی نامطلوب در محیط آنلاین قرار دهند.

محتوای ابزار شامل افشای اطلاعات شخصی، برقراری ارتباط با افراد ناشناس، پذیرش درخواست دوستی از افراد ناشناس، ارسال تصاویر یا اطلاعات خصوصی، کلیک بر پیوندهای نامطمئن، استفاده ناایمن از گذرواژه‌ها، مشارکت در تعاملات خصمانه یا آزارگرانه، مشاهده یا به اشتراک گذاری محتوای نامناسب، استفاده افراطی از شبکه‌های اجتماعی و بی‌توجهی به ملاحظات امنیتی و حریم خصوصی بود. پاسخ‌ها با استفاده از یک طیف فراوانی از «هرگز» تا «بسیار زیاد» نمره‌گذاری شد و مجموع نمرات، شاخص کلی رفتار پرخطر در فضای مجازی را تشکیل داد؛ بنابراین، برخلاف سایر متغیرهای پژوهش، نمره بالاتر در این ابزار نشان‌دهنده فراوانی بیشتر رفتارهای پرخطر بود. روایی محتوایی و صوری ابزار برای جامعه دانش‌آموزی مورد بررسی قرار گرفت و پایایی آن از طریق محاسبه ضریب آلفای کرونباخ تعیین شد. برای کاهش سوگیری مطلوبیت اجتماعی، به دانش‌آموزان تأکید شد که پاسخ‌ها کاملاً محرمانه است، هیچ پاسخ درست یا نادرستی وجود ندارد و نتایج فردی در اختیار مدرسه، والدین یا همکلاسی‌ها قرار نخواهد گرفت.

به‌منظور ارزشیابی نحوه اجرای برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده، یک چک‌لیست وفاداری به مداخله نیز مورد استفاده قرار گرفت. این چک‌لیست بر اساس اهداف، محتوا و توالی جلسات برنامه طراحی شد و مؤلفه‌هایی شامل اجرای کامل فعالیت‌های واقعیت افزوده، رعایت زمان اختصاص‌یافته، مشارکت دانش‌آموزان، ارائه بازخورد، اجرای فعالیت‌های حرکتی، بحث درباره سناریوهای اخلاقی و رعایت دستورالعمل‌های فنی را دربر گرفت. در پایان هر جلسه، میزان اجرای مؤلفه‌های پیش‌بینی‌شده توسط پژوهشگر ثبت شد. این روش امکان بررسی این موضوع را فراهم کرد که تغییرات مشاهده‌شده در متغیرهای وابسته تا حد امکان به اجرای منظم و استاندارد برنامه آموزشی نسبت داده شود.

داده‌های حاصل از پیش‌آزمون و پس‌آزمون پس از کدگذاری و بررسی اولیه با استفاده از نرم‌افزار IBM SPSS Statistics نسخه ۲۷ تحلیل شدند. ابتدا داده‌ها از نظر مقادیر گمشده، خطاهای ورود داده و داده‌های پرت بررسی شد و سپس برای توصیف ویژگی‌های نمونه و متغیرهای پژوهش از شاخص‌های آمار توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار، فراوانی و درصد استفاده شد. به‌منظور بررسی پیش‌فرض‌های لازم برای تحلیل‌های استنباطی، نرمال‌بودن توزیع متغیرها از طریق آزمون شاپیرو-ویلک و بررسی شاخص‌های چولگی و کشیدگی، همگنی واریانس‌ها با آزمون لوین، همگنی ماتریس‌های کوواریانس با آزمون Box's M و همگنی شیب‌های رگرسیون از طریق بررسی اثر متقابل متغیرهای پیش‌آزمون و عامل گروه ارزیابی شد. با توجه به وجود چهار متغیر وابسته مرتبط شامل هماهنگی حرکتی، خودپنداره تحصیلی، اخلاق سایبری و رفتارهای پرخطر در فضای مجازی و با هدف کنترل هم‌زمان نمرات پایه، برای آزمون اثر کلی مداخله از تحلیل کوواریانس چندمتغیری (MANCOVA) با استفاده از نمرات پس‌آزمون به‌عنوان متغیرهای وابسته، عضویت گروهی به‌عنوان عامل بین‌آزمودنی و نمرات پیش‌آزمون متناظر به‌عنوان هم‌پراش استفاده شد. پس از مشاهده اثر چندمتغیری معنادار، تحلیل‌های کوواریانس تک‌متغیری برای هر پیامد به‌طور جداگانه انجام شد تا اثر برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده بر هر یک از متغیرهای پژوهش مشخص شود. برای گزارش اثر چندمتغیری از آماره لامبدای ویلکز و برای تحلیل‌های تک‌متغیری از آماره F ، سطح معناداری و اندازه اثر مجذور اتای جزئی استفاده شد. علاوه بر این، میانگین‌های تعدیل‌شده پس‌آزمون و فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای هر یک از متغیرهای وابسته گزارش شد. سطح معناداری آماری در تمامی تحلیل‌ها

۰۰۵ در نظر گرفته شد. در تفسیر نتایج، افزایش نمره هماهنگی حرکتی، خودپنداره تحصیلی و اخلاق سایبری و کاهش نمره رفتارهای پرخطر در فضای مجازی به عنوان الگوی مطلوب اثرگذاری برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این پژوهش، داده‌های مربوط به ۶۰ دانش‌آموز دوره متوسطه اول شهر تهران در دو گروه آزمایش و کنترل، هر گروه شامل ۳۰ نفر، مورد تحلیل قرار گرفت. میانگین سنی شرکت‌کنندگان در کل نمونه ۱۳.۶۷ سال با انحراف معیار ۰.۸۲ بود؛ میانگین سن در گروه آزمایش ۱۳.۶۳ سال با انحراف معیار ۰.۸۱ و در گروه کنترل ۱۳.۷۰ سال با انحراف معیار ۰.۸۴ به دست آمد. از نظر پایه تحصیلی، در گروه آزمایش ۱۰ دانش‌آموز معادل ۳۳.۳۳ درصد در پایه هفتم، ۱۱ دانش‌آموز معادل ۳۶.۶۷ درصد در پایه هشتم و ۹ دانش‌آموز معادل ۳۰.۰۰ درصد در پایه نهم تحصیل می‌کردند. در گروه کنترل نیز ۱۱ دانش‌آموز معادل ۳۶.۶۷ درصد در پایه هفتم، ۱۰ دانش‌آموز معادل ۳۳.۳۳ درصد در پایه هشتم و ۹ دانش‌آموز معادل ۳۰.۰۰ درصد در پایه نهم قرار داشتند. از نظر جنسیت، در گروه آزمایش ۱۶ نفر معادل ۵۳.۳۳ درصد پسر و ۱۴ نفر معادل ۴۶.۶۷ درصد دختر و در گروه کنترل ۱۵ نفر معادل ۵۰.۰۰ درصد پسر و ۱۵ نفر معادل ۵۰.۰۰ درصد دختر بودند. بررسی وضعیت استفاده از اینترنت نیز نشان داد میانگین استفاده روزانه از اینترنت و شبکه‌های اجتماعی در گروه آزمایش ۳.۴۱ ساعت با انحراف معیار ۱.۰۷ و در گروه کنترل ۳.۳۶ ساعت با انحراف معیار ۱.۱۱ بود. آزمون‌های مقایسه‌ای اولیه نشان داد بین دو گروه از نظر سن، جنسیت، پایه تحصیلی و مدت استفاده روزانه از اینترنت تفاوت آماری معناداری وجود نداشت و بنابراین دو گروه از نظر ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و زمینه‌ای در ابتدای مطالعه قابل مقایسه بودند.

جدول ۱. شاخص‌های توصیفی متغیرهای پژوهش در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون به تفکیک گروه

متغیر	مرحله	گروه آزمایش، میانگین	گروه آزمایش، انحراف معیار	گروه کنترل، میانگین	گروه کنترل، انحراف معیار
هماهنگی حرکتی	پیش‌آزمون	۸۸.۴۷	۹.۱۸	۸۷.۹۳	۹.۴۴
هماهنگی حرکتی	پس‌آزمون	۱۰۵.۶۳	۸.۷۴	۸۹.۱۰	۹.۱۶
خودپنداره تحصیلی	پیش‌آزمون	۵۸.۳۷	۷.۴۲	۵۸.۸۰	۷.۶۶
خودپنداره تحصیلی	پس‌آزمون	۶۹.۹۳	۶.۸۸	۵۹.۶۳	۷.۳۹
اخلاق سایبری	پیش‌آزمون	۷۲.۴۰	۸.۹۱	۷۱.۸۳	۹.۰۶
اخلاق سایبری	پس‌آزمون	۸۶.۵۷	۸.۰۳	۷۳.۰۷	۸.۷۲
رفتارهای پرخطر در فضای مجازی	پیش‌آزمون	۴۸.۷۳	۷.۸۶	۴۹.۱۷	۸.۰۱
رفتارهای پرخطر در فضای مجازی	پس‌آزمون	۳۶.۲۷	۶.۹۲	۴۷.۹۰	۷.۷۴

همان‌گونه که نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد، میانگین نمرات پیش‌آزمون چهار متغیر اصلی در دو گروه آزمایش و کنترل بسیار نزدیک به یکدیگر بود و الگوی توصیفی اولیه حاکی از همگنی نسبی دو گروه پیش از اجرای برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده بود. در متغیر هماهنگی حرکتی، میانگین گروه آزمایش از ۸۸.۴۷ در پیش‌آزمون به ۱۰۵.۶۳ در پس‌آزمون افزایش یافت که نشان‌دهنده افزایش ۱۷.۱۶ واحدی بود، در حالی که میانگین گروه کنترل تنها از ۸۷.۹۳ به ۸۹.۱۰ افزایش یافت. در متغیر خودپنداره تحصیلی نیز میانگین گروه آزمایش از ۵۸.۳۷ به

۶۹.۹۳ رسید و در مقابل، تغییر گروه کنترل از ۵۸.۸۰ به ۵۹.۶۳ محدود بود. در اخلاق سایبری، گروه آزمایش افزایش قابل توجهی از ۷۲.۴۰ به ۸۶.۵۷ نشان داد، درحالی که میانگین گروه کنترل از ۷۱.۸۳ به ۷۳.۰۷ تغییر کرد. در مورد رفتارهای پرخطر در فضای مجازی، که کاهش نمره نشان دهنده وضعیت مطلوب تر است، میانگین گروه آزمایش از ۴۸.۷۳ در پیش آزمون به ۳۶.۲۷ در پس آزمون کاهش یافت؛ درحالی که در گروه کنترل تغییر محدودتری از ۴۹.۱۷ به ۴۷.۹۰ مشاهده شد. این یافته‌های توصیفی نشان می‌دهد که پس از اجرای مداخله، جهت تغییرات در هر چهار متغیر در گروه آزمایش مطلوب تر از گروه کنترل بوده است؛ باین حال، برای تعیین معناداری آماری این تفاوت‌ها و کنترل اثر نمرات پایه، تحلیل‌های استنباطی چندمتغیری و تک‌متغیری انجام شد.

جدول ۲. نتایج بررسی پیش فرض‌های آماری تحلیل کوواریانس چندمتغیری

پیش فرض	متغیر/آزمون	آماره	سطح معناداری	نتیجه
نرمال بودن	هماهنگی حرکتی، گروه آزمایش	۰.۹۶۸	۰.۴۷۶	تأیید
نرمال بودن	هماهنگی حرکتی، گروه کنترل	۰.۹۶۱	۰.۳۲۶	تأیید
نرمال بودن	خودپنداره تحصیلی، گروه آزمایش	۰.۹۷۲	۰.۶۰۳	تأیید
نرمال بودن	خودپنداره تحصیلی، گروه کنترل	۰.۹۶۵	۰.۳۹۹	تأیید
نرمال بودن	اخلاق سایبری، گروه آزمایش	۰.۹۵۸	۰.۲۷۸	تأیید
نرمال بودن	اخلاق سایبری، گروه کنترل	۰.۹۷۰	۰.۵۳۲	تأیید
نرمال بودن	رفتارهای پرخطر مجازی، گروه آزمایش	۰.۹۶۳	۰.۳۵۵	تأیید
نرمال بودن	رفتارهای پرخطر مجازی، گروه کنترل	۰.۹۵۶	۰.۲۴۶	تأیید
همگنی واریانس‌ها	لوین؛ هماهنگی حرکتی	۰.۳۷	۰.۵۴۵	تأیید
همگنی واریانس‌ها	لوین؛ خودپنداره تحصیلی	۰.۴۲	۰.۵۲۱	تأیید
همگنی واریانس‌ها	لوین؛ اخلاق سایبری	۰.۵۱	۰.۴۷۸	تأیید
همگنی واریانس‌ها	لوین؛ رفتارهای پرخطر مجازی	۰.۲۹	۰.۵۹۲	تأیید
همگنی ماتریس‌های کوواریانس	Box's M	۱۴.۸۳	۰.۲۱۴	تأیید

نتایج جدول ۲ نشان داد پیش فرض‌های لازم برای اجرای تحلیل کوواریانس چندمتغیری برقرار بود. نتایج آزمون شاپیرو-ویلک برای تمامی متغیرها در هر دو گروه غیرمعنادار بود، به طوری که سطوح معناداری همگی بالاتر از ۰.۰۵ قرار داشتند؛ بنابراین، فرض نرمال بودن توزیع نمرات تأیید شد. همچنین، آزمون لوین برای هماهنگی حرکتی با F برابر ۰.۳۷ و سطح معناداری ۰.۵۴۵، برای خودپنداره تحصیلی با F برابر ۰.۴۲ و سطح معناداری ۰.۵۲۱، برای اخلاق سایبری با F برابر ۰.۵۱ و سطح معناداری ۰.۴۷۸ و برای رفتارهای پرخطر در فضای مجازی با F برابر ۰.۲۹ و سطح معناداری ۰.۵۹۲ معنادار نبود. در نتیجه، فرض برابری واریانس‌های خطا در دو گروه برای هر چهار متغیر وابسته برقرار بود. افزون بر این، آزمون Box's M با مقدار ۱۴.۸۳ و سطح معناداری ۰.۲۱۴ غیرمعنادار به دست آمد و نشان داد ماتریس‌های کوواریانس متغیرهای وابسته در دو گروه از همگنی لازم برخوردارند. بررسی اثرات متقابل نمرات پیش آزمون با متغیر گروه نیز نشان داد هیچ یک از تعامل‌ها معنادار نبودند و در نتیجه، پیش فرض همگنی شیب‌های رگرسیون نیز رعایت شده بود. بر این اساس، استفاده از تحلیل کوواریانس چندمتغیری برای بررسی اثر ترکیبی برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده بر چهار پیامد پژوهش از نظر آماری موجه بود.

جدول ۳. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری برای اثر کلی برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده

آزمون چندمتغیری	مقدار	F	درجه آزادی فرضیه	درجه آزادی خطا	سطح معناداری	مجذور اتای جزئی
اثر پیلایی	۰.۷۸۱	۴۴.۵۸	۴	۵۰	<۰.۰۰۱	۰.۷۸۱
لامبدای ویلکز	۰.۲۱۹	۴۴.۵۸	۴	۵۰	<۰.۰۰۱	۰.۷۸۱
اثر هتلینگ	۳.۵۶۶	۴۴.۵۸	۴	۵۰	<۰.۰۰۱	۰.۷۸۱
بزرگ‌ترین ریشه روی	۳.۵۶۶	۴۴.۵۸	۴	۵۰	<۰.۰۰۱	۰.۷۸۱

نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری در جدول ۳ نشان داد که پس از کنترل هم‌زمان اثر نمرات پیش‌آزمون، اثر کلی عضویت گروهی بر ترکیب خطی چهار متغیر وابسته معنادار بود. مقدار لامبدای ویلکز برابر ۰.۲۱۹ و مقدار F برابر ۴۴.۵۸ با درجات آزادی ۴ و ۵۰ به دست آمد که در سطح کمتر از ۰.۰۰۱ از نظر آماری معنادار بود. نتایج سایر شاخص‌های چندمتغیری، شامل اثر پیلایی، اثر هتلینگ و بزرگ‌ترین ریشه روی نیز همین نتیجه را تأیید کردند. مقدار مجذور اتای جزئی برابر ۰.۷۸۱ نشان داد که حدود ۷۸.۱ درصد از واریانس ترکیبی نمرات پس‌آزمون هماهنگی حرکتی، خودپنداره تحصیلی، اخلاق سایبری و رفتارهای پرخطر در فضای مجازی، پس از حذف اثر نمرات پیش‌آزمون، با عضویت در گروه آزمایش یا کنترل مرتبط بود. این اندازه اثر بسیار بزرگ بیانگر آن است که برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده نه تنها بر یک پیامد خاص، بلکه بر مجموعه‌ای از پیامدهای حرکتی، تحصیلی، اخلاقی و رفتاری دانش‌آموزان به صورت هم‌زمان تأثیر قابل توجهی داشته است. با توجه به معناداری اثر چندمتغیری، در مرحله بعد تحلیل‌های کوواریانس تک‌متغیری برای تعیین سهم مداخله در هر یک از پیامدهای پژوهش به‌طور جداگانه انجام شد.

جدول ۴. نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیری برای اثر برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده بر پیامدهای پژوهش

متغیر وابسته	مجموع مجذورات گروه	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور اتای جزئی
هماهنگی حرکتی	۳۸۴۶.۷۲	۱	۳۸۴۶.۷۲	۶۸.۹۴	<۰.۰۰۱	۰.۵۶۵
خودپنداره تحصیلی	۱۴۵۸.۳۶	۱	۱۴۵۸.۳۶	۵۱.۲۷	<۰.۰۰۱	۰.۴۹۲
اخلاق سایبری	۲۳۹۷.۸۱	۱	۲۳۹۷.۸۱	۵۹.۷۳	<۰.۰۰۱	۰.۵۳۰
رفتارهای پرخطر در فضای مجازی	۱۷۶۴.۵۲	۱	۱۷۶۴.۵۲	۵۵.۴۶	<۰.۰۰۱	۰.۵۱۱

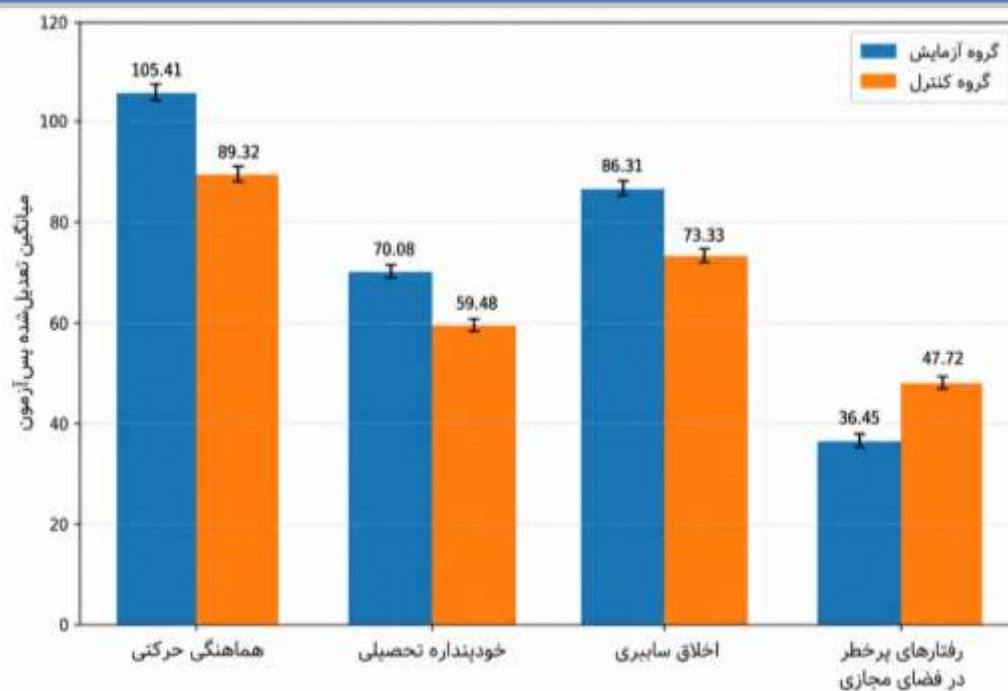
نتایج جدول ۴ نشان داد پس از کنترل اثر نمرات پیش‌آزمون، تفاوت بین گروه آزمایش و کنترل در هر چهار متغیر وابسته از نظر آماری معنادار بود. در هماهنگی حرکتی، مقدار F برابر ۶۸.۹۴ و سطح معناداری کمتر از ۰.۰۰۱ به دست آمد و مجذور اتای جزئی ۰.۵۶۵ نشان داد ۵۶.۵ درصد از واریانس تعدیل‌شده هماهنگی حرکتی در پس‌آزمون به اثر برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده مربوط بوده است. در خودپنداره تحصیلی نیز اثر گروه معنادار بود و مقدار F برابر ۵۱.۲۷ با سطح معناداری کمتر از ۰.۰۰۱ و اندازه اثر ۰.۴۹۲ به دست آمد؛ بنابراین، حدود ۴۹.۲ درصد از تغییرات تعدیل‌شده خودپنداره تحصیلی با مداخله مرتبط بود. در متغیر اخلاق سایبری، مقدار F برابر ۵۹.۷۳ و سطح معناداری کمتر از ۰.۰۰۱ بود و اندازه اثر ۰.۵۳۰ نشان داد که برنامه مداخله توانسته است ۵۳.۰ درصد از واریانس تعدیل‌شده این متغیر را تبیین کند. در نهایت، برای رفتارهای پرخطر در فضای مجازی مقدار F برابر ۵۵.۴۶ و سطح معناداری کمتر از ۰.۰۰۱ به دست آمد و مجذور اتای جزئی

۵۱۱. نشان داد که ۵۱.۱ درصد از واریانس پس‌آزمون این متغیر پس از کنترل پیش‌آزمون با عضویت گروهی مرتبط بود. بر پایه این نتایج، برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده در تمامی حوزه‌های مورد بررسی اثر معنادار و از نظر اندازه اثر، قابل توجهی ایجاد کرده است.

جدول ۵. میانگین‌های تعدیل‌شده پس‌آزمون و فاصله اطمینان ۹۵ درصد متغیرهای پژوهش در دو گروه

متغیر	گروه	میانگین تعدیل‌شده	خطای استاندارد	حد پایین فاصله اطمینان ۹۵ درصد	حد بالای فاصله اطمینان ۹۵ درصد
هماهنگی حرکتی	آزمایش	۱۰۵.۴۱	۱.۳۷	۱۰۲.۶۶	۱۰۸.۱۶
هماهنگی حرکتی	کنترل	۸۹.۳۲	۱.۳۷	۸۶.۵۷	۹۲.۰۷
خودپنداره تحصیلی	آزمایش	۷۰.۰۸	۰.۹۸	۶۸.۱۱	۷۲.۰۵
خودپنداره تحصیلی	کنترل	۵۹.۴۸	۰.۹۸	۵۷.۵۱	۶۱.۴۵
اخلاق سایبری	آزمایش	۸۶.۳۱	۱.۱۶	۸۳.۹۸	۸۸.۶۴
اخلاق سایبری	کنترل	۷۳.۳۳	۱.۱۶	۷۱.۰۰	۷۵.۶۶
رفتارهای پرخطر در فضای مجازی	آزمایش	۳۶.۴۵	۱.۰۴	۳۴.۳۶	۳۸.۵۴
رفتارهای پرخطر در فضای مجازی	کنترل	۴۷.۷۲	۱.۰۴	۴۵.۶۳	۴۹.۸۱

نتایج میانگین‌های تعدیل‌شده در جدول ۵ جهت و ماهیت تفاوت‌های بین دو گروه را روشن‌تر می‌کند. پس از کنترل نمرات پیش‌آزمون، میانگین تعدیل‌شده هماهنگی حرکتی در گروه آزمایش ۱۰۵.۴۱ و در گروه کنترل ۸۹.۳۲ بود که اختلاف ۱۶.۰۹ واحدی به نفع گروه آزمایش را نشان می‌دهد. همچنین، میانگین تعدیل‌شده خودپنداره تحصیلی در گروه آزمایش برابر ۷۰.۰۸ و در گروه کنترل ۵۹.۴۸ بود؛ بنابراین، شرکت‌کنندگان دریافت‌کننده برنامه مبتنی بر واقعیت افزوده پس از مداخله از ادراک مثبت‌تری نسبت به توانایی‌ها، شایستگی و عملکرد تحصیلی خود برخوردار بودند. در اخلاق سایبری نیز میانگین تعدیل‌شده گروه آزمایش برابر ۸۶.۳۱ و گروه کنترل برابر ۷۳.۳۳ به دست آمد که نشان می‌دهد مداخله با افزایش قابل توجه رعایت اصول اخلاقی و مسئولیت‌پذیری در محیط دیجیتال همراه بوده است. در مقابل، در متغیر رفتارهای پرخطر در فضای مجازی، که نمره پایین‌تر نشان‌دهنده وضعیت مطلوب‌تر است، میانگین تعدیل‌شده گروه آزمایش ۳۶.۴۵ و گروه کنترل ۴۷.۷۲ بود. فاصله‌های اطمینان ۹۵ درصد دو گروه در تمامی متغیرها نیز جدایی قابل‌ملاحظه‌ای نشان دادند و این الگو با نتایج آزمون‌های استنباطی همسو بود. در مجموع، این یافته‌ها نشان می‌دهد که برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده توانسته است به‌طور هم‌زمان موجب ارتقای هماهنگی حرکتی، بهبود خودپنداره تحصیلی، توسعه اخلاق سایبری و کاهش رفتارهای پرخطر آنلاین در دانش‌آموزان شود.



شکل ۱. مقایسه میانگین‌های تعدیل‌شده پس‌آزمون هماهنگی حرکتی، خودپنداره تحصیلی، اخلاق سایبری و رفتارهای پرخطر در فضای

مجازی در گروه‌های آزمایش و کنترل

به‌طور کلی، یافته‌های حاصل از تحلیل‌های توصیفی و استنباطی الگوی منسجمی را نشان داد. دو گروه در مرحله پیش‌آزمون از نظر متغیرهای مورد مطالعه وضعیت نسبتاً مشابهی داشتند، اما پس از اجرای ۱۶ جلسه برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده، گروه آزمایش در تمامی پیامدهای مورد انتظار تغییرات مطلوب‌تری نسبت به گروه کنترل نشان داد. بیشترین اندازه اثر مربوط به هماهنگی حرکتی با مجذور اتای جزئی ۰.۵۶۵ بود و پس از آن اخلاق سایبری با ۰.۵۳۰، رفتارهای پرخطر در فضای مجازی با ۰.۵۱۱ و خودپنداره تحصیلی با ۰.۴۹۲ قرار داشتند. در نتیجه، یافته‌ها نشان می‌دهد که مداخله واقعیت افزوده علاوه بر پیامدهای مستقیم حرکتی، با پیامدهای شناختی-تحصیلی، اخلاقی و رفتاری نیز همراه بوده و اثر آن محدود به یک بعد خاص از عملکرد دانش‌آموزان نبوده است. بر این اساس، فرض کلی پژوهش مبنی بر تأثیر ترکیبی برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده بر هماهنگی حرکتی، خودپنداره تحصیلی، رشد اخلاق سایبری و کاهش رفتارهای پرخطر در فضای مجازی مورد تأیید قرار گرفت.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر ارزشیابی برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده و بررسی اثر ترکیبی آن بر هماهنگی حرکتی، خودپنداره تحصیلی، رشد اخلاق سایبری و کاهش رفتارهای پرخطر در فضای مجازی در دانش‌آموزان دوره متوسطه اول شهر تهران بود. یافته‌های پژوهش نشان داد که پس از کنترل نمرات پیش‌آزمون، اثر کلی عضویت گروهی بر ترکیب متغیرهای وابسته معنادار بود؛ به‌گونه‌ای که مقدار لامبدای ویلکز برابر ۰.۲۱۹ و مقدار F برابر ۴۴.۵۸ به دست آمد و اندازه اثر چندمتغیری ۰.۷۸۱ نشان داد بخش قابل توجهی از واریانس ترکیبی پیامدهای پژوهش

با اجرای برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده ارتباط داشت. همچنین، نتایج تحلیل‌های تک‌متغیری نشان داد این برنامه موجب افزایش معنادار هماهنگی حرکتی، خودپنداره تحصیلی و اخلاق سایبری و کاهش معنادار رفتارهای پرخطر در فضای مجازی شد. اندازه اثر برای هماهنگی حرکتی ۰.۵۶۵، اخلاق سایبری ۰.۵۳۰، رفتارهای پرخطر در فضای مجازی ۰.۵۱۱ و خودپنداره تحصیلی ۰.۴۹۲ بود. در مجموع، این الگو نشان می‌دهد برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده توانسته است فراتر از یک اثر محدود آموزشی، مجموعه‌ای از پیامدهای حرکتی، تحصیلی، اخلاقی و رفتاری را به‌صورت هم‌زمان تحت تأثیر قرار دهد.

نخستین یافته پژوهش نشان داد برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده موجب بهبود معنادار هماهنگی حرکتی دانش‌آموزان شد. میانگین تعدیل‌شده هماهنگی حرکتی در گروه آزمایش ۱۰۵.۴۱ و در گروه کنترل ۸۹.۳۲ بود و اندازه اثر ۰.۵۶۵ نشان داد که مداخله از قدرت تبیین بالایی در این متغیر برخوردار بوده است. این یافته را می‌توان با ماهیت تعاملی و جسمانی واقعیت افزوده توضیح داد. در این نوع محیط آموزشی، یادگیری محدود به دریافت دیداری یا شنیداری محتوا نیست، بلکه دانش‌آموز برای پاسخ به محرک‌های دیجیتال باید حرکت کند، جهت فضایی خود را تغییر دهد، مسیر مشخصی را دنبال کند، نسبت به محرک‌های دیداری واکنش نشان دهد و هماهنگی بین ادراک و اجرای حرکتی را به کار گیرد. چنین ساختاری می‌تواند تمرین‌های مکرر ادراکی-حرکتی را در بستری جذاب و هدفمند فراهم سازد. یافته حاضر با نتایج مطالعاتی که بر نقش فناوری‌های تعاملی در آموزش حرکتی و ورزش تأکید دارند همسو است. Putra و همکاران نشان داده‌اند که نوآوری‌های فناوری اطلاعات در آموزش ورزش می‌توانند یادگیری حرکتی را از طریق بازخورد، مشارکت فعال و ایجاد تجربه‌های تعاملی تقویت کنند (Putra et al., 2024). همچنین، Witte و همکاران در ارزیابی یک برنامه درسی مبتنی بر آموزش مهارت‌های حرکتی و ایمنی نشان دادند که برنامه‌های ساختاریافته مدرسه‌ای می‌توانند عملکرد مهارتی کودکان را بهبود دهند (Witte et al., 2026). از این منظر، ادغام فعالیت بدنی با محرک‌های واقعیت افزوده می‌تواند باعث افزایش تکرار هدفمند حرکت و در نتیجه ارتقای هماهنگی حرکتی شود.

یافته مربوط به هماهنگی حرکتی همچنین با ادبیات یادگیری مبتنی بر شبیه‌سازی قابل تبیین است. در محیط‌های شبیه‌سازی‌شده، یادگیرنده امکان دارد مهارت را در فضایی کنترل‌شده تمرین کند، بازخورد دریافت کند و بدون پیامدهای جدی ناشی از خطا، عملکرد خود را اصلاح نماید. مطالعات در آموزش پزشکی نشان داده‌اند که شبیه‌سازی می‌تواند به توسعه مهارت‌های عملی و تقویت پیوند میان دانش و عملکرد منجر شود (Elendu et al., 2024). همچنین، معرفی زود هنگام شبیه‌سازی در برنامه درسی به‌عنوان راهی برای ایجاد تمرین فعال و آماده‌سازی یادگیرنده برای موقعیت‌های واقعی مورد تأکید قرار گرفته است (Lembo et al., 2024). از سوی دیگر، فناوری‌های واقعیت ترکیبی امکان تعامل هم‌زمان با عناصر فیزیکی و دیجیتال را فراهم می‌کنند و می‌توانند جهت‌یابی فضایی و ادراک محیطی را فعال سازند (Li et al., 2022; Ziker et al., 2021). بنابراین، اثر برنامه واقعیت افزوده بر هماهنگی حرکتی را می‌توان حاصل ترکیب تکرار، بازخورد، درگیری فضایی و مشارکت بدنی دانست.

دومین یافته پژوهش نشان داد برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده موجب افزایش معنادار خودپنداره تحصیلی دانش‌آموزان شد. میانگین تعدیل‌شده این متغیر در گروه آزمایش ۷۰.۰۸ و در گروه کنترل ۵۹.۴۸ بود و اندازه اثر ۰.۴۹۲ نشان داد که برنامه آموزشی توانسته است تغییر

مهمی در ادراک دانش‌آموزان از شایستگی تحصیلی خود ایجاد کند. این نتیجه را می‌توان با ویژگی‌های انگیزشی و بازخوردی محیط‌های واقعیت افزوده توضیح داد. هنگامی که دانش‌آموز در یک محیط آموزشی تعاملی امکان دارد فعالیت را به‌صورت گام‌به‌گام انجام دهد، بازخورد فوری دریافت کند، موفقیت خود را مشاهده کند و با سرعت متناسب با توانایی خویش پیش برود، احتمال شکل‌گیری تجربه‌های موفقیت افزایش می‌یابد. این تجربه‌ها می‌توانند به تدریج باور فرد درباره توانایی‌های تحصیلی خود را تقویت کنند. طراحی برنامه‌های درسی نوین نیز بر توجه به پیامدهای یادگیرنده، تجربه آموزشی و مشارکت فعال تأکید دارد (Recker et al., 2025; Xu, 2026). افزون بر این، بررسی روندهای نوین در آموزش نشان داده است که محیط‌های آموزشی دیجیتال، هنگامی که بر فعالیت، بازخورد و تعامل مبتنی باشند، می‌توانند تجربه یادگیری را شخصی‌تر و معنادارتر کنند (Bashirynejad et al., 2025).

این یافته با مطالعات مربوط به استفاده از واقعیت مجازی و افزوده در آموزش نیز همسو است. Afrashtehfar و همکاران نشان داده‌اند که استفاده از واقعیت مجازی و افزوده در تجربه یادگیری می‌تواند نگرش مثبت‌تر دانشجویان نسبت به فرایند یادگیری و مشارکت آموزشی ایجاد کند (Afrashtehfar et al., 2021). همچنین، Sacco-Bene و همکاران بر ظرفیت آموزش مجازی غنی‌شده برای تقویت حضور، تعامل و تجربه یادگیری تأکید کرده‌اند (Chamola, 2022). Sacco-Bene et al., 2022 و همکاران نیز در بررسی توسعه متاورس آموزشی، تعامل، غوطه‌وری و شخصی‌سازی را از مهم‌ترین قابلیت‌های فناوری‌های نوین در آموزش معرفی کرده‌اند (Chamola et al., 2025). از این رو، می‌توان گفت واقعیت افزوده از طریق افزایش درگیری دانش‌آموز با تکلیف، کاهش یکنواختی آموزش و فراهم کردن بازخورد قابل مشاهده، محیطی ایجاد کرده است که دانش‌آموزان در آن توانایی‌های خود را مثبت‌تر ارزیابی کرده‌اند. این فرایند می‌تواند در نهایت خودپنداره تحصیلی را ارتقا دهد.

سومین یافته پژوهش نشان داد که برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده باعث رشد معنادار اخلاق سایبری شد. میانگین تعدیل‌شده اخلاق سایبری در گروه آزمایش ۸۶.۳۱ و در گروه کنترل ۷۳.۳۳ بود و اندازه اثر ۰.۵۳۰. نشان داد مداخله در این حوزه نیز اثر چشمگیری داشته است. این یافته از آن جهت اهمیت دارد که آموزش اخلاق سایبری در بسیاری از برنامه‌های درسی به توصیه‌های نظری و قواعد کلی محدود می‌شود، درحالی‌که در مداخله حاضر، دانش‌آموزان با سناریوهای تعاملی درباره حریم خصوصی، امنیت اطلاعات، مالکیت فکری، ارتباط محترمانه، انتشار محتوا و تصمیم‌گیری اخلاقی مواجه شدند. زمانی که دانش‌آموز به جای شنیدن صرف یک قاعده اخلاقی، در موقعیتی قرار می‌گیرد که باید بین گزینه‌های مختلف انتخاب کند و پیامد تصمیم خود را مشاهده نماید، یادگیری اخلاقی می‌تواند از سطح دانش به سطح قضاوت و رفتار نزدیک‌تر شود.

نتیجه حاضر با پژوهش‌های مرتبط با شهروندی دیجیتال همسو است. Isdendi و همکاران تأکید کرده‌اند که تحقق اخلاق در فضای سایبری نیازمند توسعه مؤلفه‌های شهروندی دیجیتال و مسئولیت‌پذیری در استفاده از فناوری است (Isdendi et al., 2023). همچنین، Althibyani و Al-Zahrani نشان داده‌اند که دانش، باورها و مهارت‌های شهروندی دیجیتال با ظرفیت پیشگیری از رفتارهای آسیب‌زا و جرایم سایبری ارتباط دارد (Almethen, 2023). Althibyani & Al-Zahrani, 2023 و Al-Omair نیز بر ضرورت ادغام عناصر شهروندی

دیجیتال در برنامه درسی متناسب با سن و پایه تحصیلی دانش‌آموزان تأکید کرده‌اند (Almethen & Al-Omar, 2024). این نتایج نشان می‌دهند که اخلاق سایبری زمانی اثربخش‌تر آموزش داده می‌شود که در بافت برنامه درسی و در قالب تجربه‌های متناسب با شرایط واقعی دانش‌آموزان قرار گیرد. استفاده از واقعیت افزوده در پژوهش حاضر نیز احتمالاً به این دلیل مؤثر بوده است که مفاهیم اخلاقی انتزاعی را به موقعیت‌های دیداری، ملموس و تصمیم‌محور تبدیل کرده است.

از منظر نظری، فناوری‌های واقعیت توسعه‌یافته ظرفیت ویژه‌ای برای آموزش شهروندی و موقعیت‌های اخلاقی دارند. Stegeman نشان داده است که محیط‌های واقعیت توسعه‌یافته می‌توانند به دانش‌آموزان امکان دهند مفاهیم شهروندی را از طریق تجربه و قرار گرفتن در موقعیت‌های شبه‌واقعی فراگیرند (Stegeman, 2021). همچنین، Modlin و همکاران نشان داده‌اند که برنامه‌های اخلاقی آنلاین ساختاریافته می‌توانند حساسیت اخلاقی و توان مواجهه با موقعیت‌های پیچیده را تقویت کنند (Steele, 2022). Modlin et al. و همکاران نیز تأکید کرده‌اند که خود طراحی محصولات واقعیت مجازی و افزوده باید مبتنی بر اصول اخلاقی، حفاظت از کاربر و توجه به پیامدهای رفتاری باشد (Steele et al., 2020). بنابراین، واقعیت افزوده نه تنها یک ابزار ارائه محتوا، بلکه می‌تواند بستری برای تمرین قضاوت اخلاقی باشد؛ به‌ویژه زمانی که یادگیرنده مجبور است پیامد یک انتخاب دیجیتال را در قالب سناریویی تعاملی مشاهده کند.

چهارمین یافته پژوهش نشان داد که برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده موجب کاهش معنادار رفتارهای پرخطر در فضای مجازی شد. میانگین تعدیل‌شده رفتارهای پرخطر در گروه آزمایش ۳۶.۴۵ و در گروه کنترل ۴۷.۷۲ بود و اندازه اثر ۰.۵۱۱ نشان داد برنامه آموزشی توانسته است به‌طور قابل توجهی فراوانی یا گرایش به رفتارهای پرخطر آنلاین را کاهش دهد. این نتیجه می‌تواند پیامد مستقیم افزایش آگاهی، بهبود تصمیم‌گیری و رشد اخلاق سایبری باشد. هنگامی که دانش‌آموز با موقعیت‌هایی مانند دریافت پیام از فرد ناشناس، درخواست ارسال اطلاعات شخصی، انتخاب گذرواژه، انتشار تصویر، کلیک بر پیوند مشکوک یا مواجهه با رفتار آزارگرانه در قالب سناریوی تعاملی روبه‌رو می‌شود، احتمال دارد درک او از خطر واقعی‌تر و تصمیم‌گیری او سنجیده‌تر شود. در این شرایط، آموزش از شکل هشدارهای انتزاعی خارج می‌شود و به تمرینی برای مواجهه با موقعیت‌های مشابه در زندگی واقعی تبدیل می‌گردد.

این یافته با ادبیات آموزش امنیت سایبری سازگار است. مرور نظام‌مند Ibrahim و همکاران درباره آموزش امنیت سایبری در مدارس K-۱۲ نشان می‌دهد که آموزش رسمی امنیت دیجیتال و رفتارهای ایمن برای کودکان و نوجوانان اهمیت فزاینده‌ای پیدا کرده است و برنامه‌های مؤثر باید فراتر از دانش نظری، مهارت‌های عملی و تصمیم‌گیری را پوشش دهند (Liu, 2024). Ibrahim et al. و همکاران نیز بر نقش سواد رسانه‌ای، تفکر انتقادی و آموزش ایمنی آنلاین در کاهش آسیب‌پذیری نوجوانان در محیط دیجیتال تأکید کرده‌اند (Liu et al., 2023). علاوه بر این، Arkan و Bal در مرور نظام‌مند خود نشان داده‌اند که سوادهای مختلف با بهزیستی دیجیتال دانش‌آموزان ارتباط دارند و توانایی استفاده سنجیده از محیط دیجیتال می‌تواند از مواجهه با پیامدهای نامطلوب جلوگیری کند (Arkan & Bal, 2025). در نتیجه، کاهش رفتارهای پرخطر در مطالعه حاضر احتمالاً نه صرفاً ناشی از افزایش دانش، بلکه محصول ترکیب سواد دیجیتال، تمرین موقعیت‌محور و رشد مسئولیت‌پذیری بوده است.

بررسی همزمان چهار پیامد پژوهش نشان می‌دهد که برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده یک اثر چندبعدی ایجاد کرده است. این نتیجه با دیدگاه‌هایی همسو است که فناوری آموزشی را نه یک ابزار منفرد، بلکه بخشی از یک اکوسیستم یادگیری می‌دانند. Supriya و همکاران در بررسی آموزش هوشمند در چارچوب صنعت ۵.۰ نشان داده‌اند که فناوری‌های آموزشی جدید می‌توانند حوزه‌های شناختی، رفتاری و تعاملی یادگیری را به‌صورت همزمان تحت تأثیر قرار دهند (Ke, 2024). (Supriya et al., 2024) نیز بر نقش فناوری‌های هوشمند در ایجاد نوآوری آموزشی، افزایش مشارکت و توسعه شیوه‌های جدید تعامل با محتوا تأکید کرده است (Ke, 2024). همچنین، Ernst و همکاران در حوزه یادگیری دیجیتال بر این نکته تأکید دارند که فناوری زمانی اثربخش است که با اهداف آموزشی، تمرین، ارزیابی و نیازهای یادگیرندگان همسو باشد (Ernst et al., 2026). از این منظر، یافته چندمتغیری پژوهش حاضر نشان می‌دهد طراحی برنامه‌ای که به‌طور آگاهانه فعالیت حرکتی، تکلیف تحصیلی، اخلاق دیجیتال و ایمنی سایبری را تلفیق کرده باشد می‌تواند اثری فراتر از استفاده مستقل از یک ابزار فناوری ایجاد کند. همچنین، نتایج حاضر بر اهمیت طراحی آموزشی در اثربخشی فناوری تأکید می‌کند. فناوری به‌خودی‌خود تضمین‌کننده پیامد مثبت نیست و کیفیت نتایج به نحوه سازمان‌دهی محتوا و فعالیت وابسته است. Gaganis و همکاران نشان داده‌اند که انتقال آموزش به محیط‌های مجازی می‌تواند مزایایی داشته باشد، اما تحقق نتایج مطلوب به نحوه طراحی تجربه آموزشی و میزان فعالیت یادگیرنده بستگی دارد (Gaganis et al., 2021). Haeften و همکاران نیز در آموزش علوم نشان داده‌اند که پیوند فعالیت‌های دیجیتال با تجربه عملی می‌تواند مشارکت دانش‌آموزان را افزایش دهد (Haeften et al., 2020). همچنین، Rooij و همکاران بر اهمیت آموزش، تمرین و شبیه‌سازی ساختاریافته برای آمادگی در موقعیت‌های پیچیده تأکید کرده‌اند (Rooij et al., 2020). بنابراین، اثربخشی برنامه حاضر را باید نتیجه طراحی نظام‌مند محتوا، تکرار فعالیت، بازخورد، سناریوهای واقعی‌نما و ادغام هدفمند عناصر مختلف یادگیری دانست، نه صرفاً نتیجه استفاده از AR. یافته‌های پژوهش از منظر طراحی برنامه درسی نیز قابل توجه است. برنامه‌های درسی نوین باید بتوانند بین اهداف سنتی مدرسه و مهارت‌های مورد نیاز زندگی دیجیتال ارتباط برقرار کنند. تغییرات سریع فناوری باعث شده است برنامه درسی صرفاً با تمرکز بر دانش موضوعی نتواند نیازهای نسل جدید را به‌طور کامل پاسخ دهد. Aavmc در راهنمای آموزشی خود بر اهمیت طراحی آموزش عملی بر پایه اصول اخلاقی، اهداف مشخص و استانداردهای اجرایی تأکید کرده است (Aavmc et al., 2024). در آموزش‌های حرفه‌ای نیز اصلاح برنامه درسی در پاسخ به نیازهای جدید، فناوری و تغییر شرایط یادگیری مورد توجه قرار گرفته است (Recker et al., 2025). همچنین، Morcelli و Cardeal نشان داده‌اند که ادغام موضوعات ایمنی در برنامه درسی زمانی مؤثرتر است که به‌صورت ساختاری و در پیوند با فعالیت‌های آموزشی اجرا شود (Cardeal & Morcelli, 2025). از این رو، نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد می‌توان از واقعیت افزوده برای ایجاد یک برنامه درسی چندهدفه استفاده کرد که به‌طور همزمان مهارت جسمانی، نگرش تحصیلی، اخلاق دیجیتال و رفتار ایمن آنلاین را پوشش دهد. در مجموع، یافته‌ها نشان داد برنامه درسی مبتنی بر واقعیت افزوده دارای ظرفیت قابل توجهی برای ایجاد تغییر همزمان در چند حوزه رشد دانش‌آموزان است. بهبود هماهنگی حرکتی را می‌توان با تمرین جسمانی، تعامل فضایی و بازخورد دیداری توضیح داد؛ افزایش خودپنداره تحصیلی احتمالاً از تجربه موفقیت، مشارکت و بازخورد فوری ناشی شده است؛ رشد اخلاق سایبری با مواجهه فعال دانش‌آموزان با سناریوهای

اخلاقی و تصمیم‌گیری موقعیت‌محور ارتباط دارد؛ و کاهش رفتارهای پرخطر در فضای مجازی را می‌توان نتیجه افزایش آگاهی، سواد دیجیتال، توان ارزیابی خطر و تمرین تصمیم‌گیری ایمن دانست. در نتیجه، واقعیت افزوده هنگامی که در قالب یک برنامه درسی ساختاریافته و چندبعدی به کار گرفته شود، می‌تواند از سطح جذابیت فناورانه فراتر رفته و به یک ابزار تربیتی برای ارتقای هم‌زمان شایستگی‌های جسمانی، تحصیلی و شهروندی دیجیتال تبدیل شود.

پژوهش حاضر با چند محدودیت همراه بود که در تفسیر نتایج باید مورد توجه قرار گیرد. نخست، نمونه پژوهش به ۶۰ دانش‌آموز دوره متوسطه اول شهر تهران محدود بود و انتخاب شرکت‌کنندگان از تعداد محدودی مدرسه انجام شد؛ بنابراین، تعمیم نتایج به دانش‌آموزان سایر مناطق جغرافیایی، گروه‌های سنی، مدارس روستایی یا نظام‌های آموزشی متفاوت باید با احتیاط صورت گیرد. دوم، دوره مداخله هشت هفته بود و ارزیابی پیگیری بلندمدت انجام نشد؛ از این رو مشخص نیست که تغییرات مشاهده‌شده در هماهنگی حرکتی، خودپنداره تحصیلی، اخلاق سایبری و رفتارهای پرخطر تا چه مدت پس از پایان برنامه پایدار باقی می‌ماند. سوم، بخشی از داده‌ها، به‌ویژه اخلاق سایبری و رفتارهای پرخطر آنلاین، بر اساس خودگزارشی دانش‌آموزان گردآوری شد و احتمال سوگیری مطلوبیت اجتماعی یا عدم گزارش دقیق برخی رفتارها وجود دارد. همچنین، تفاوت در میزان آشنایی قبلی دانش‌آموزان با فناوری، کیفیت دستگاه‌های مورد استفاده و دسترسی آنان به اینترنت در خارج از مدرسه می‌توانست بر تجربه آنان از مداخله اثر بگذارد. علاوه بر این، با وجود استانداردسازی اجرای برنامه، حذف کامل اثر ویژگی‌های معلم، محیط مدرسه و تعاملات بین دانش‌آموزان امکان‌پذیر نبود.

پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده برنامه‌های درسی مبتنی بر واقعیت افزوده را در نمونه‌های بزرگ‌تر و متنوع‌تر، شامل دانش‌آموزان پایه‌های مختلف، مناطق شهری و روستایی و مدارس با سطوح متفاوت دسترسی به فناوری بررسی کنند. انجام مطالعات طولی و افزودن مراحل پیگیری سه‌ماهه، شش‌ماهه و یک‌ساله می‌تواند پایداری اثرات مداخله را مشخص کند. همچنین، استفاده از طرح‌های چندگروهی که در آن واقعیت افزوده با آموزش سنتی، واقعیت مجازی، بازی‌وارسازی یا یادگیری مبتنی بر ویدئو مقایسه شود می‌تواند مشخص سازد کدام مؤلفه فناوری نقش بیشتری در تغییر پیامدها دارد. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های بعدی علاوه بر ابزارهای خودگزارشی، از داده‌های رفتاری عینی مانند عملکرد واقعی در سناریوهای امنیت سایبری، مشاهده رفتار آنلاین، آزمون‌های رایانه‌ای تصمیم‌گیری و داده‌های حرکتی ثبت‌شده توسط حسگرها استفاده شود. بررسی متغیرهای میانجی مانند درگیری تحصیلی، خودکارآمدی، انگیزش، سواد دیجیتال و حضور شناختی و همچنین متغیرهای تعدیل‌کننده مانند جنسیت، سن، تجربه قبلی فناوری و سطح دسترسی دیجیتال نیز می‌تواند سازوکار اثرگذاری برنامه‌های واقعیت افزوده را دقیق‌تر روشن کند.

بر اساس یافته‌های پژوهش، پیشنهاد می‌شود مدارس و طراحان برنامه درسی از واقعیت افزوده به‌صورت هدفمند و نه صرفاً تزئینی در فعالیت‌های آموزشی استفاده کنند. محتوای واقعیت افزوده بهتر است به‌گونه‌ای طراحی شود که دانش‌آموز را به حرکت، حل مسئله، تصمیم‌گیری، دریافت بازخورد و مشارکت فعال وادار کند و در کنار اهداف تحصیلی، مهارت‌های شهروندی دیجیتال و رفتار ایمن آنلاین را نیز پوشش دهد. توصیه می‌شود برای معلمان دوره‌های کوتاه‌مدت طراحی و اجرای فعالیت‌های AR برگزار شود و سناریوهای استاندارد مرتبط با حریم خصوصی، امنیت

اطلاعات، ارتباط محترمانه، مالکیت فکری و تشخیص موقعیت‌های پرخطر در اختیار آنان قرار گیرد. همچنین، مدارس می‌توانند برنامه‌های واقعیت افزوده را در قالب فعالیت‌های میان‌رشته‌ای میان درس‌های تربیت بدنی، فناوری، مطالعات اجتماعی و مهارت‌های زندگی اجرا کنند تا پیامدهای جسمانی، تحصیلی و اخلاقی به‌صورت یکپارچه تقویت شوند. در اجرای چنین برنامه‌هایی باید دسترسی برابر دانش‌آموزان به تجهیزات، ایمنی فیزیکی هنگام حرکت، حفاظت از اطلاعات شخصی، محدودیت زمان استفاده از نمایشگر و تناسب محتوای دیجیتال با سن دانش‌آموزان مورد توجه جدی قرار گیرد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

موازین اخلاقی

در تمامی مراحل پژوهش حاضر اصول اخلاقی مرتبط با نشر و انجام پژوهش رعایت گردیده است.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که در انجام این پژوهش ما را همراهی کردند تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

EXTENDED SUMMARY

Introduction

The rapid expansion of digital technologies has transformed the conceptual and practical foundations of curriculum design, moving educational systems beyond conventional teacher-centered instruction toward interactive, immersive, experiential, and technology-mediated learning environments. Among emerging educational technologies, augmented reality (AR) has attracted particular attention because it enables digital information, three-dimensional objects, visual cues, animations, and interactive elements to be superimposed onto the physical environment while preserving learners' engagement with real-world surroundings. In contrast to fully virtual environments, AR allows learners to simultaneously interact with physical and digital stimuli, thereby creating opportunities for integrating cognitive, motor, perceptual, social, and behavioral learning processes. Recent developments in digitally assisted learning, smart education, extended reality, and educational metaverse environments have emphasized that emerging technologies can become meaningful components of curriculum only when they are systematically aligned with learning objectives, instructional activities, feedback mechanisms, and measurable educational outcomes (Chamola et al., 2025; Ernst et al., 2026; Supriya et al., 2024). Accordingly, AR should not be viewed merely as an attractive technological supplement but as a potentially multidimensional curriculum environment capable of supporting several domains of student development.

One particularly important feature of AR-based learning is its capacity to integrate physical movement with perceptual and cognitive activity. Learners may be required to locate virtual objects, follow visual pathways, respond to spatial cues, manipulate digital information, coordinate eye-hand movements, and physically reposition themselves while completing instructional tasks. Research on technological innovation in sports education has demonstrated that digital technologies can enhance interactive learning, immediate feedback, movement-related engagement, and opportunities for skill practice (Putra et al., 2024). Similarly, curriculum-based school interventions focused on practical and movement-related skills have indicated that systematically designed instructional experiences can improve behavioral and performance outcomes among school-aged

students (Witte et al., 2026). Mixed and extended reality technologies also create distinctive opportunities for spatial interaction and embodied learning by integrating virtual stimuli with physical surroundings (Li et al., 2022; Ziker et al., 2021). These characteristics suggest that an AR-based curriculum may contribute not only to academic learning but also to the development of motor coordination.

AR may also influence students' academic self-concept by creating repeated experiences of active participation, successful task completion, individualized feedback, and visible progress. Contemporary curriculum reform increasingly emphasizes learner engagement, experiential learning, and the development of competencies rather than passive transmission of information (Recker et al., 2025; Xu, 2026). Research on the adoption of virtual and augmented reality in education has similarly indicated that immersive technologies can positively shape learners' experiences and perceptions of instructional engagement (Afrashtehfar et al., 2021). Moreover, technologically enriched learning environments can promote interaction, learner presence, and active participation when their instructional design is consistent with students' needs and expected competencies (Bashirnejad et al., 2025; Sacco-Bene et al., 2022). Thus, when students encounter achievable challenges, receive immediate feedback, and experience progressive mastery within AR activities, their perceptions of academic competence may also improve.

At the same time, the increasing involvement of adolescents in digital environments has made cyber ethics, digital citizenship, and online safety essential educational priorities. Students routinely interact through social networks, communication platforms, games, content-sharing environments, and other digital applications, exposing them to issues related to privacy, intellectual property, cyberbullying, misinformation, online communication, personal data protection, and risky interactions. Research has emphasized that digital citizenship should encompass not only technical knowledge but also ethical responsibility and appropriate conduct in cyberspace (Isdendi et al., 2023). Students' knowledge, beliefs, and digital citizenship skills have also been associated with their ability to prevent cybercrime and avoid potentially harmful digital practices (Althibyani & Al-Zahrani, 2023). The inclusion of digital citizenship components in school curricula may vary according to age, grade level, and subject area, highlighting the importance of developmentally appropriate curriculum design (Almethen & Al-Omar, 2024). Furthermore, K–12 cybersecurity education has increasingly been recognized as necessary for preparing young people to identify digital threats and engage in safer online behaviors (Ibrahim et al., 2024). Media literacy and critical thinking also contribute to online safety and more responsible engagement with digital content (Liu et al., 2023).

The use of immersive and extended reality may be particularly suitable for cyber ethics education because it allows abstract ethical principles to be transformed into simulated decision-making situations. Students can encounter scenarios involving privacy breaches, unsafe links, communication with strangers, intellectual property, inappropriate content, and responsible online interaction, allowing them to practice judgment rather than merely memorize rules. Extended reality has been proposed as a potentially valuable context for citizenship education (Stegeman, 2021), while structured online ethics curricula have demonstrated the feasibility of teaching complex ethical reasoning through digital environments (Modlin et al., 2022). At the same time, ethical considerations must be incorporated into the design of virtual and augmented reality experiences themselves, particularly regarding safety, privacy, and student well-being (Steele et al., 2020). Digital literacy and well-being are also closely interconnected, suggesting that students require competencies that allow them to participate in digital environments without exposing themselves to unnecessary harm (Arkan & Bal, 2025).

Despite these developments, many evaluations of educational technology remain focused on a single learning outcome. Such an approach may underestimate the multidimensional nature of AR-based curricula, particularly when instructional content intentionally combines physical movement, academic engagement, digital citizenship, and online safety. Therefore, a broader evaluation framework is needed to determine whether AR can simultaneously influence physical, academic, ethical, and behavioral dimensions of student development. The present study aimed to evaluate an augmented reality-based curriculum and investigate its combined effects on motor coordination, academic self-concept, cyber ethics development, and the reduction of risky online behaviors among lower-secondary school students in Tehran.

Methods and Materials

This applied study employed a quasi-experimental pretest–posttest design with an experimental group and a control group. The statistical population consisted of lower-secondary school students in Tehran during the 2026–2027 academic year. One educational district was randomly selected, followed by the selection of two schools with the technological infrastructure required for AR-based instruction. Following eligibility screening, 60 students participated and were randomly assigned to an experimental group and a control group, with 30 students in each group. Eligibility criteria included enrollment in lower-secondary education, sufficient physical health to participate in movement activities, absence of reported neurological or motor disorders that could substantially affect motor coordination, basic familiarity with digital devices, routine access to a smartphone or tablet, parental informed consent, and student willingness to participate.

The experimental group received an AR-based curriculum for eight weeks, consisting of two 45-minute sessions per week and 16 sessions in total, whereas the control group continued with the conventional school curriculum. The intervention integrated cognitive tasks, physical movement, and interactive digital citizenship scenarios. Motor activities involved visual tracking, eye-hand coordination, movement in response to AR cues, spatial orientation, and performance of sequential motor tasks. Academic activities incorporated interactive assignments and immediate feedback designed to support competence and successful task completion. Cyber ethics and online safety components presented simulated scenarios related to privacy, information security, intellectual property, respectful communication, inappropriate online content, digital responsibility, and risky decision-making. Motor coordination was assessed using the Körperkoordinationstest für Kinder, academic self-concept was measured using the Academic Self-Concept Scale, and cyber ethics and risky online behavior were assessed using corresponding student questionnaires. Intervention fidelity was also monitored throughout implementation. Data were analyzed in IBM SPSS Statistics version 27. Descriptive statistics were calculated first. The assumptions of normality, homogeneity of variance, equality of covariance matrices, and homogeneity of regression slopes were examined. Multivariate analysis of covariance was then conducted using posttest scores as dependent variables, group membership as the independent variable, and corresponding pretest scores as covariates. Following a significant multivariate effect, separate univariate ANCOVAs were performed. Statistical significance was set at 0.05, and partial eta squared was reported as the effect-size index.

Findings

The final analysis included all 60 students, with 30 participants in each group. The overall mean age was 13.67 years with a standard deviation of 0.82. The experimental and control groups were comparable at baseline in terms of age, gender distribution, grade level, daily internet use, and pretest scores.

Descriptive results demonstrated favorable changes in all four outcomes in the experimental group. Mean motor coordination increased from 88.47 at pretest to 105.63 at posttest in the experimental group, whereas the control group showed only a small increase from 87.93 to 89.10. Academic self-concept increased from 58.37 to 69.93 in the experimental group compared with a change from 58.80 to 59.63 in the control group. Cyber ethics increased from 72.40 to 86.57 in the experimental group, while the control group changed from 71.83 to 73.07. Risky online behavior decreased from 48.73 to 36.27 in the experimental group, whereas the control group showed a smaller reduction from 49.17 to 47.90.

The statistical assumptions required for multivariate analysis were satisfied. Shapiro-Wilk tests were nonsignificant for all variables in both groups. Levene's tests were also nonsignificant for motor coordination, academic self-concept, cyber ethics, and risky online behavior, indicating homogeneity of error variances. Box's M was 14.83 with a significance level of 0.214, confirming the equality of covariance matrices.

MANCOVA indicated a statistically significant overall effect of the AR-based curriculum on the combined dependent variables. Wilks' Lambda was 0.219, $F(4, 50) = 44.58$, $p < 0.001$, with a partial eta squared of 0.781. Thus, approximately 78.1% of the adjusted multivariate variance was associated with group membership.

Univariate analyses showed significant group effects for every dependent variable. Motor coordination produced $F = 68.94$, $p < 0.001$, partial $\eta^2 = 0.565$. Academic self-concept produced $F = 51.27$, $p < 0.001$, partial $\eta^2 = 0.492$. Cyber ethics produced $F = 59.73$, $p < 0.001$, partial $\eta^2 = 0.530$. Risky online behavior produced $F = 55.46$, $p < 0.001$, partial $\eta^2 = 0.511$. Adjusted posttest means further demonstrated higher motor coordination, academic self-concept, and cyber ethics in the experimental group and lower risky online behavior compared with the control group.

Discussion and Conclusion

The findings demonstrate that the AR-based curriculum produced a substantial multidimensional effect on students' physical, academic, ethical, and behavioral outcomes. The strongest effect was observed for motor coordination, suggesting that AR activities involving spatial orientation, visual cues, movement sequences, and repeated motor responses successfully integrated embodied activity into the curriculum. Rather than separating movement from academic learning, the intervention required students to coordinate physical responses with visual and cognitive information, which may have strengthened perceptual-motor integration.

The improvement in academic self-concept suggests that AR-based learning may also influence how students perceive their own academic competence. Interactive tasks, immediate feedback, successful completion of progressively structured activities, and active engagement may have increased students' sense of mastery. Because self-concept develops partly through repeated interpretations of success and competence, a learning environment that makes progress visible may positively shape students' beliefs about their academic abilities.

The substantial increase in cyber ethics indicates that ethical learning benefited from the use of interactive scenarios. Ethical principles such as privacy, responsible communication, intellectual property, and information security are often taught abstractly. In the present curriculum, these concepts were transformed into situations requiring students to make decisions and consider potential consequences. This experiential format may have facilitated the transition from declarative knowledge about appropriate online behavior to more applied ethical judgment.

The reduction in risky online behaviors was likewise an important finding. The intervention exposed students to situations resembling common digital risks and required them to evaluate safer and less safe alternatives. Consequently, students may have developed greater awareness of risk, stronger digital judgment, and more cautious decision-making patterns. The simultaneous increase in cyber ethics and reduction in risky online behavior further suggests that ethical competence and behavioral safety may reinforce one another.

Overall, the findings support the value of evaluating AR-based curricula through multidimensional outcome frameworks rather than restricting assessment to academic achievement alone. A carefully structured AR curriculum can potentially integrate physical activity, academic engagement, ethical development, and online safety within a unified learning experience. The large multivariate effect observed in this study indicates that the intervention was associated with meaningful changes across all four domains after baseline differences were controlled. It can therefore be concluded that augmented reality, when incorporated into a systematically designed curriculum rather than used merely as an instructional novelty, can serve as an effective educational environment for promoting motor coordination, strengthening academic self-concept, developing cyber ethics, and reducing risky online behaviors among lower-secondary school students.

References

- Aavmc, Hunt, J., Delcambre, J., & Baillie, S. (2024). AAVMC Use of Animals in Veterinary Education Handbook. <https://doi.org/10.35542/osf.io/5k894>
- Abrams, M. P., Hartman, E., Kay, D., Kauffman, C., & Castiglioni, A. (2021). Lessons Learned in the Design and Implementation of Virtual Telemedicine Curriculum for Third Year Medical Students Incorporating New AAMC Telehealth Competencies. *Mededpublish*, 10(1). <https://doi.org/10.15694/mep.2021.000154.1>
- Afrashtehfar, K. I., Yang, J., Al-Sammarraie, A. A., Chen, H., & Saeed, M. H. (2021). Pre-Clinical Undergraduate Students' Perspectives on the Adoption of Virtual and Augmented Reality to Their Dental Learning Experience: A One-Group Pre- And Post-Test Design Protocol. *F1000research*, 10, 473. <https://doi.org/10.12688/f1000research.53059.1>
- Almethen, A., & Al-Omair, M. A. (2024). The Role of Age, Grade Level, and Subject Area in Determining the Inclusion of Digital Citizenship Elements in Elementary School Curricula: Perspectives of Teachers in the Kingdom of Saudi Arabia. *Heliyon*, 10(14), e34597. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34597>
- Althibyani, H. A., & Al-Zahrani, A. M. (2023). Investigating the Effect of Students' Knowledge, Beliefs, and Digital Citizenship Skills on the Prevention of Cybercrime. *Sustainability*, 15(15), 11512. <https://doi.org/10.3390/su151511512>
- Arkan, Z., & Bal, M. (2025). The Relationship Between School-Age Students' Literacy Skills and Digital Well-Being: A Systematic Review. *BMC psychology*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s40359-025-03573-4>
- Bashirnejad, M., Soleymani, F., Nikfar, S., Zackery, A., Kebriaeezadeh, A., Majdzadeh, R., Fatemi, B., & Zare, N. (2025). Trends Analysis and Future Study of Medical and Pharmacy Education: A Scoping Review. *BMC Medical Education*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-025-08037-2>
- Cardeal, J. S., & Morcelli, A. V. (2025). Implementing Process Safety Education in a Chemical Engineering Curriculum in Southern Brazil: The Role of an AIChE Student Chapter. *Process Safety Progress*, 44(3), 351-358. <https://doi.org/10.1002/prs.12696>
- Chamola, V., Peelam, M. S., Mittal, U., Hassija, V., Singh, A., Pareek, R., Mangal, P., Sangwan, D., Victor Hugo, C. d. A., Mahmud, M., & Brown, D. J. (2025). Metaverse for Education: Developments, Challenges, and Future Direction. *Computer Applications in Engineering Education*, 33(3). <https://doi.org/10.1002/cae.70018>
- Chavez-Maisterra, I., Corona-Pantoja, A. C., Madrigal-Gómez, L. E., Zamora-González, E. O., & López-Hernández, L. B. (2024). Student Engagement in Patient Safety and Healthcare Quality Improvement: A Brief Educational Approach. *Healthcare*, 12(16), 1617. <https://doi.org/10.3390/healthcare12161617>
- Elendu, C., Amaechi, D. C., Okatta, A. U., Amaechi, E. C., Elendu, T. C., Ezech, C. P., & Elendu, I. D. (2024). The Impact of Simulation-Based Training in Medical Education: A Review. *Medicine*, 103(27), e38813. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000038813>
- Ernst, S., Almorad, A., Badertscher, P., Duncker, D., Gallagher, A. G., Li, A., Nisbet, A., Ponti, R. D., Porta-Sánchez, A., Mont, L. M. L., Riva, M., Sarkozy, A., Pravda, N. S., Svennberg, E., Tjong, F. V., Trines, S. A., Serdoz, L. V., & Bovéda, S. (2026). Digitally Assisted Learning in Cardiac Electrophysiology and Cardiac Implantable Electronic Devices: A Scientific Statement of the European Heart Rhythm Association of the ESC. *EP Europace*, 28(6). <https://doi.org/10.1093/europace/euag081>
- Gaganis, V., Beckett, E. A. H., Choate, J., Aguilar-Roca, N., Etherington, S. J., Haigh, C., Scott, D. A., Sweeney, T., Zubek, J., & French, M. (2021). Virtual Delivery: A Panacea for the Financial and Ethical Challenges Associated With Physiology Laboratory Classes? *Ajp Advances in Physiology Education*, 45(4), 744-748. <https://doi.org/10.1152/advan.00242.2020>
- Haeften, S. V., Milić, A., Smith, B. A., Butcher, C., & Davies, J. M. (2020). Grass Gazers: Using Citizen Science as a Tool to Facilitate Practical and Online Science Learning for Secondary School Students During the COVID-19 Lockdown. <https://doi.org/10.22541/au.159355916.63436191>
- Ibrahim, A., McKee, M., Sikos, L. F., & Johnson, N. F. (2024). A Systematic Review of K-12 Cybersecurity Education Around the World. *IEEE Access*, 12, 59726-59738. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3393425>
- Isdendi, R. R., Nanda, I., & Suganda, M. W. (2023). The Role of Indonesia's Digital Citizenship Generation in the Realization of Ethics in Cyberspace. 514-525. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-096-1_57

- Ke, G. (2024). Research on Artificial Intelligence Empowering Innovation in Ideological and Political Teaching in Colleges and Universities. *Education Reform and Development*, 6(11), 74-80. <https://doi.org/10.26689/erd.v6i11.8899>
- Kutbay, E., & Bozbuğa, N. (2022). Health Education: Gamification, Health Literacy, and the New Era; Metaverse. <https://doi.org/10.26650/b/et07.2022.012.13>
- Lembo, D., Daga, F. A., Cali, C., Garbossa, D., Manfredi, M., Odetto, L., Ostacoli, L., Paccotti, P., Raimondo, S., Reimondo, G., & Sciascia, S. (2024). Early Introduction of Simulation in the Medical Curriculum: The MedInTo Perspective. *Frontiers in Medicine*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1280592>
- Li, K., Schmidt, S., Bacher, R., Leemans, W., & Steinicke, F. (2022). Mixed Reality Tunneling Effects for Stereoscopic Untethered Video-See-Through Head-Mounted Displays. 44-53. <https://doi.org/10.1109/ismar55827.2022.00018>
- Liu, Z., Pei, Y., Liu, Y., & Zhang, B. (2023). The Role of Public Libraries in Digital Media Literacy: Fostering Critical Thinking and Online Safety Among Youth. *Studies in Social Science & Humanities*, 2(10), 67-73. <https://doi.org/10.56397/sssh.2023.10.08>
- Modlin, C., DeCamp, M., Barry, M., Rockney, D., & Sugarman, J. (2022). An Online Ethics Curriculum for Short-Term Global Health Experiences: Evaluating a Decade of Use. *Annals of Global Health*, 88(1), 74. <https://doi.org/10.5334/aogh.3716>
- Orfanidis, D. (2023). Art Didactics and Augmented Reality Application in the PostDigital Era. <https://doi.org/10.33422/6th.tleconf.2023.06.103>
- Putra, C. A., Permadi, A. S., & Setiawan, M. A. (2024). Information Technology Innovation in Sports Learning: Understanding Global Trends and Challenges. *Retos*, 58, 844-854. <https://doi.org/10.47197/retos.v58.106485>
- Recker, F., Neubauer, R., Adams, J., Ludwig, S., & Groten, T. (2025). Medical Education in Obstetrics and Gynecology: A Global Update From 2025. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 105(1), 166-175. <https://doi.org/10.1111/aogs.70105>
- Rooij, D. d., Belfroid, E., Hadjichristodoulou, C. S., Mouchtouri, V. A., Raab, J., & Timen, A. (2020). Educating, Training, and Exercising for Infectious Disease Control With Emphasis on Cross-Border Settings: An Integrative Review. *Globalization and Health*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12992-020-00604-0>
- Sacco-Bene, C., Walsh, M., Dawson, R. D., Petrino, J., & Boening, E. (2022). Virtual Enhanced Education in Counselor Education: Is This for Real? *Counselor Education and Supervision*, 61(3), 276-292. <https://doi.org/10.1002/ceas.12245>
- Steele, P., Burleigh, C., Kroposki, M., Magabo, M., & Bailey, L. (2020). Ethical Considerations in Designing Virtual and Augmented Reality Products—Virtual and Augmented Reality Design With Students in Mind: Designers' Perceptions. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(2), 219-238. <https://doi.org/10.1177/0047239520933858>
- Stegeman, G. (2021). Citizenship Education, International Competences and Extended Reality: Immerse Yourself. *Polis*, 20(2), 5-26. <https://doi.org/10.58944/gest3408>
- Supriya, Y., Bhulakshmi, D., Bhattacharya, S., Gadekallu, T. R., Vyas, P., Kaluri, R., Koppu, S., Brown, D. J., & Mahmud, M. (2024). Industry 5.0 in Smart Education: Concepts, Applications, Challenges, Opportunities, and Future Directions. *IEEE Access*, 12, 81938-81967. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3401473>
- Trombka, M., Creedon, T. B., Demarzo, M., Cuoco, L. T., Smith, L., Oxnard, A., Rozembaque, A. T., Hirayama, M. S., Moreno, N. B., Comeau, A., Gawande, R., Griswold, T., Cook, B. L., Rocha, N. S. d., & Schuman-Olivier, Z. (2021). Mindfulness Training for Primary Care for Portuguese-Speaking Immigrants: A Pilot Study. *Frontiers in Psychiatry*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.664381>
- Wadi, M., Shorbagi, A., Shorbagi, S., Taha, M. H., & Yusoff, M. S. B. (2024). The Impact of the Systematic Assessment for Resilience (SAR) Framework on Students' Resilience, Anxiety, Depression, Burnout, and Academic-Related Stress: A Quasi-Experimental Study. *BMC Medical Education*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05444-9>
- Witte, M. M., Brady, A. D., Kim, H., Liu, T., & Hotz, G. A. (2026). Evaluation of a Curriculum-Based Elementary School <sc>BikeSafe</Sc> Program. *Journal of School Health*, 96(6). <https://doi.org/10.1111/josh.70162>
- Xu, S. (2026). A Narrative Discussion on the Impact of Respiratory Infectious Diseases on Dental Education in China: Implications for Curriculum Design and Student Outcomes. *Frontiers in Dental Medicine*, 7. <https://doi.org/10.3389/fdmed.2026.1897947>
- Ziker, C., Truman, B., & Dodds, H. (2021). Cross Reality (XR): Challenges and Opportunities Across the Spectrum. 55-77. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58948-6_4