Investigating the Effectiveness of Virtual Augmented Reality on Creativity of Architecture Students in the Building Technical Design Course

Abstract

Despite the numerous transformations in architectural education over recent decades, fostering creativity and strengthening problem-solving abilities have remained the cornerstone of this discipline. There is ongoing debate in academic research about the impact of digital technologies, particularly their role in enhancing students' creative thinking and problem-solving skills. While digital tools promise innovation, their practical outcomes in education require careful investigation to determine their efficacy and address their limitations. This study adopts an applied approach with a mixed-method descriptive design to evaluate the influence of augmented reality (AR) technology on higher-order thinking skills among architecture students, specifically within a Building Technical Design course. To achieve this, the study incorporated both quantitative and qualitative research methods. A questionnaire was administered to compare differences in performance between the experimental group, which utilized AR technology, and the control group, which relied on conventional teaching methods. The qualitative phase included semi-structured interviews and field observations to provide deeper insights into the student experience and learning outcomes. The findings revealed that the use of augmented reality had a significant and positive impact on the creative thinking abilities of students in the experimental group. Specifically, AR technology enhanced three essential components of creative thinking: curiosity, imagination, and flexibility. Students demonstrated a greater ability to explore new ideas, visualize abstract concepts, and adapt their thinking to solve complex design problems. In contrast, the control group, which did not have access to AR, showed comparatively limited progress in these areas. The study also examined the relationship between AR technology and problem-solving skills. The results indicated that augmented reality improved the experimental group's ability to identify, analyze, and resolve design challenges effectively. A notable finding was that AR reduced the cognitive load on students by offering immersive visualizations and tangible representations of abstract ideas. This reduction in mental effort enabled students to focus their energy on critical thinking and creative problem-solving processes, thereby achieving deeper learning outcomes. In addition to these benefits, qualitative observations and interviews confirmed that augmented reality provided a stimulating and engaging learning environment. By visualizing concepts in three dimensions, AR made complex architectural ideas more accessible, facilitating deeper understanding. Furthermore, the technology increased students' motivation, fostered a greater sense of curiosity, and strengthened their imaginative thinking, which are essential for nurturing creative design solutions. However, the study also identified key challenges associated with AR technology. One significant drawback was a noticeable reduction in social interactions among students. While AR promotes individual engagement, it can inadvertently limit collaborative learning experiences, which are crucial for teamwork and communication skills in architecture. Additionally, the reliance on virtual tools may impede the development of practical, hands-on skills and real-world experience that are fundamental to architectural practice. The research concludes that augmented reality is a powerful educational tool that can significantly enhance creativity, problem-solving abilities, and cognitive efficiency in architecture students. Nevertheless, to maximize its effectiveness, a balanced approach is necessary—integrating AR technology with conventional teaching methods that emphasize teamwork, practical skills, and experiential learning.

Received: 25 Apr 2023
Received in revised form: 9 Jun 2023
Accepted: 21 Jun 2024

Abbas Sedaghati iD
Assistant Professor, Department of Architectural Engineering, Faculty of Technology and Engineering, Urmia Branch, Islamic Azad University, Urmia, Iran. E-mail: Sedaghati7263@ut.ac.ir

DOI: https://doi.org/10.22059/jfaup.2025.379611.672997

Keywords
Architectural Education, Building Technical Design, Creativity, Problem-Solving, Augmented Reality

Citation: Sedaghati, Abbas (2024). Investigating the effectiveness of virtual augmented reality on Creativity of architecture students in the building technical design course, *Journal of Fine Arts: Architecture and Urban Planning*, *29*(2), 87-103. (In Persian)

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

نشریه هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی ● دوره ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۳

واکاوی اثربخشی واقعیت‌افزوده‌مجازی بر خلاقیت دانشجویان معماری در درس طراحی فنی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۲/۰۶
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۳/۲۰
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۰۴/۰۱

عباس صداقتی: استادیار گروه مهندسی معماری، دانشکده فنی و مهندسی، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران.
E-mail: sedaghati7263@ut.ac.ir

DOI: https://doi.org/10.22059/jfaup.2025.379611.672997

چکیده

علی‌رغم تمامی تحولات در آموزش معماری، پرورش خلاقیت و تقویت توانایی‌های حل‌مسئله همچنان به‌عنوان ارکان اصلی این حوزه حوزه باقی مانده‌است. مطالعات مختلف نشان می‌دهد درباره تأثیر فناوری‌های‌دیجیتال بر ارتقای خلاقیت و حل‌مسئله دانشجویان معماری ابهام وجود دارد. این پژوهش، با رویکردی کاربردی و روش آمیخته-تشریحی، تأثیر بهره‌گیری از فناوری واقعیت‌افزوده مجازی را بر خلاقیت دانشجویان در درس طراحی‌فنی بررسی کرده است. برای ارزیابی تفاوت‌ها بین دو گروه آزمایش و کنترل، از پرسشنامه *ویلیامز و هوانگ* استفاده شد. بخش کیفی پژوهش نیز از طریق مصاحبه نیمه‌ساختاریافته و مشاهده میدانی انجام گرفت. یافته‌ها نشان دادند که استفاده از این فناوری موجب شد گروه آزمایش در سه مؤلفه تفکر خلاق، یعنی حس‌کنجکاوی، پنداره، و انعطاف‌پذیری، عملکردی چشمگیرتر از گروه کنترل داشته باشد. هم‌چنین فناوری واقعیت‌افزوده ضمن کاهش بارشناختی دانشجویان، توانایی حل‌مسئله دانشجویان را ارتقا داد. مشاهدات و مصاحبه‌ها نیز تأیید کردند که واقعیت‌افزوده از طریق عینی‌سازی مفاهیم، تسهیل فرآیند یادگیری، افزایش انگیزه و تقویت حس‌کنجکاوی و تخیل، با کاهش تلاش ذهنی ابزار مؤثری در آموزش معماری به‌شمار می‌رود. با این وجود، چالش‌هایی نظیر کاهش تعاملات اجتماعی و ضعف در توسعه مهارت‌ها و تجربه عملی نیز به‌همراه دارد. برای بهره‌وری بهینه، باید تعادلی میان استفاده از فناوری‌های نوین و روش‌های مرسوم آموزشی برقرار شود.

واژه‌های کلیدی
آموزش معماری، خلاقیت، حل‌مسئله، طراحی‌فنی، واقعیت‌افزوده

استناد: صداقتی، عباس (۱۴۰۳)، واکاوی اثربخشی واقعیت‌افزوده‌مجازی بر خلاقیت دانشجویان معماری در درس طراحی فنی ، *نشریه هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی*، ۲۹ (۲)، ۸۷-۱۰۳.

© نگارنده(گان).

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

در قرن‌حاضر، پیشرفت‌های سریع فناوری و تحولات شگرف در ابزارهای دیجیتال، تأثیرات گسترده‌ای بر شیوه‌های یادگیری و آموزش داشته‌اند. این تغییرات به‌ویژه در حوزه‌های تخصصی مانند معماری، که نیازمند درک عمیق مفاهیم پیچیده است، از اهمیت بسزایی برخوردارند. آموزش معماری در دهه‌های اخیر با چالش‌هایی نوین مواجه شده است؛ از جایگزینی طراحی دستی با ابزارهای دیجیتال تا نیاز به همگام‌سازی با تحولات جهانی. ازاین‌رو، پرورش مهارت‌های تفکر سطح بالا[1]، به یکی از دغدغه‌های اصلی برنامه‌ریزان آموزشی و اساتید تبدیل شده است (Kong et al., 2014). از میان تفکر سطح‌بالا؛ مهارت‌های تفکر خلاق و حل مسئله، علاوه بر ارتقای دانش و توانمندی دانشجویان در دروس تخصصی، نقش مهمی در موفقیت حرفه‌ای آینده آنان ایفا می‌کنند (Beghetto & Kaufman, 2007). تفکر خلاق به دانشجویان این امکان را می‌دهد که به شیوه‌های تازه و غیرمعمول بیندیشند و راه‌حل‌های منحصربه‌فردی برای مسائل پیدا کنند (Guaman- Quintanilla et al., 2023). این در حالی‌است که مهارت حل مسئله به آن‌ها کمک می‌کند تا پیچیدگی‌های چالش‌برانگیز را به شیوه‌ای منطقی و ساختاریافته مدیریت کنند. پرورش تفکر خلاق و توانایی‌های حل مسئله همواره به‌عنوان یکی از ارکان اساسی آموزش معماری حفظ شده و از دغدغه‌های اصلی اندیشمندان و اساتید این حوزه بوده است (Lage-Gomez & Ros, 2024) و از آن به‌عنوان سنگ‌بنای معماری یاد می‌شود (Doehne & Rost, 2021). مهارت‌های تفکر خلاق و حل مسئله اغلب به یکدیگر مرتبط هستند، زیرا دانشجویانی که از تفکر خلاق بالایی برخوردارند، توانایی بررسی مسائل از زوایای گوناگون را دارند و با عبور از چارچوب‌های سنتی، می‌توانند به راه‌کارهای نوآورانه و منحصربه‌فرد دست یابند (Xu et al., 2022). در چنین بستری، توسعه روش‌های یادگیری نوین که بتوانند این مهارت‌ها را تقویت کنند، از اولویت‌های مهم در آموزش معماری محسوب می‌شود.

فناوری واقعیت افزوده به‌عنوان یکی از ابزارهای نوظهور در آموزش، این پتانسیل را دارد که محیط‌های یادگیری را متحول ساخته و یادگیری معنادارتر و پایدارتر ایجاد کند. واقعیت افزوده با ترکیب عناصر دیجیتال با دنیای واقعی، بستری تعاملی برای تجربه محتوا فراهم می‌آورد (Akcayir & Akcayir, 2017). در حوزه معماری، این فناوری می‌تواند با شبیه‌سازی سه‌بعدی، عینی‌سازی مفاهیم انتزاعی و ایجاد فرصت برای آزمایش ایده‌های طراحی، به بهبود توانایی‌های شناختی و فضایی دانشجویان کمک کند (Wu & Liao, 2020). علاوه بر این، واقعیت افزوده با ایجاد محیط‌های یادگیری پویا و جذاب، می‌تواند انگیزه و مشارکت دانشجویان را افزایش دهد، آنان را با چالش‌های طراحی واقعی مواجه نماید. این فناوری می‌تواند ابزاری مؤثر برای تقویت مهارت‌های یادگیری مبتنی بر تجربه و آزمایش باشد و بستر مناسبی برای پرورش خلاقیت آنان فراهم آورد (Das et al., 2023; Kee et al., 2024; Wahadamaputera et al., 2021; Huang & Musah, 2024; Huri et al., 2024). بااین‌حال، دیدگاه‌های متناقضی درباره تأثیر این فناوری بر یادگیری و خلاقیت وجود دارد. برخی منتقدان معتقدند که استفاده گسترده از ابزارهای دیجیتال ممکن است جایگزین تجربیات عملی شود و دانشجویان را از درک عمیق و ظرافت‌های طراحی بازدارد. هم‌چنین، افزایش وابستگی به فناوری می‌تواند توانایی‌های تفکر انتقادی و حل مسئله دانشجویان را کاهش دهد، زیرا ممکن است دانشجویان به‌جای تحلیل عمیق‌تر مسائل، به ابزارهای دیجیتال برای پاسخ‌گویی سریع متکی شوند. از سوی دیگر، افزایش زمان استفاده از صفحه‌نمایش می‌تواند اثرات منفی بر سلامت جسمی و روانی کاربران داشته باشد، از جمله کاهش تمرکز و خستگی ذهنی. درمجموع، مانعی برای پرورش خلاقیت دانشجویان معماری می‌شوند (Parong & Mayer, 2021; Diao & Shih, 2019; Omar et al., 2016; Anindita et al., 2022; Ibrahim & Pour Rahimian, 2010; Aljabr & Ali, 2024; Matusiak & Sudbo, 2008; Conrad et al., 2024; Sinnamon & Miller, 2022; Laovisutthichai, 2022).

به‌طورکلی، رابطه انسان با فناوری در موقعیت‌های مختلف، پیچیده و گاه مبهم است (Langsdorf, 2016). این پیچیدگی به‌ویژه در زمینه آموزش آشکارتر می‌شود، جایی که موفقیت پروژه‌های مرتبط با تلفیق فناوری مستلزم بررسی ابعاد مختلف و برنامه‌ریزی دقیق در این حوزه است. افزون بر این، با توجه به اینکه ماهیت معماری و آموزش آن با سایر رشته‌ها تفاوت‌های اساسی دارد و نمی‌توان مانند علوم پایه یا رشته‌های فنی‌مهندسی به‌سادگی نسبت به انتقال دانش و تجربیات در آن اقدام کرد (صداقتی و حجت، ۱۳۹۹)، توجه به خصوصیات منحصربه‌فرد این حوزه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ازاین‌رو، پژوهش حاضر با هدف پر کردن این شکاف، تأثیر فناوری واقعیت افزوده بر تقویت خلاقیت، بهبود مهارت‌های حل مسئله و کاهش بار شناختی دانشجویان معماری را به‌طور تجربی بررسی می‌کند. یافته‌های این تحقیق می‌توانند تصویری از پتانسیل این فناوری در آموزش معماری ارائه دهد و راه‌کارهایی برای بهبود کیفیت یادگیری در این حوزه پیشنهاد کند.

روش پژوهش

این تحقیق از نظر هدف، یک پژوهش کاربردی است و از نظر ماهیت در دسته تحقیقات توصیفی‌تحلیلی و در طیف مطالعات ارزشیابی قرار می‌گیرد. به لحاظ نحوه جمع‌آوری داده‌ها، از روش آمیخته تشریحی استفاده شده است. با توجه به اینکه روش‌های تحقیق کمی و کیفی به‌تنهایی نمی‌توانند پیچیدگی‌های مسائل و عناصر تشکیل‌دهنده نظام‌های آموزشی را بدون سوگیری بررسی کنند، در این پژوهش از ترکیب دو روش کمی و کیفی بهره گرفته شده است که به آن روش آمیخته گفته می‌شود (بازرگان، ۱۳۸۷). برای نشان‌دادن اثربخشی یک اقدام به‌صورت تجربی، بهترین روش استفاده از گروه کنترل و گروه آزمون است. گروه آزمون شامل افرادی است که مداخله مورد نظر محقق بر روی آن‌ها انجام می‌شود. در این روش، متغیر وابسته یک‌بار قبل از دست‌کاری متغیر مستقل و بار دیگر پس از اجرای آزمایش و اعمال مداخله اندازه‌گیری می‌شود. گروه کنترل، گروهی است که هیچ مداخله‌ای بر روی آن اعمال نمی‌شود و به‌عنوان معیاری استاندارد برای مقایسه نتایج گروه آزمون مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق، گروه مداخله شامل دانشجویان درس طراحی فنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارومیه بود. با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس، دانشجویانی که این درس را انتخاب کرده بودند به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شدند (کوهن، مانیون و موریسون بر این باورند که در طرح‌های تجربی، حداقل ۱۵ نفر برای هر زیرگروه به‌عنوان حجم نمونه کافی است (Cohen, 2011).

پیش از آغاز فعالیت، هر دو گروه در سه جلسه آموزشی درباره مقدمات درس و پیش‌زمینه‌های طراحی فنی شرکت کردند. هم‌چنین، یک تمرین یک‌روزه برگزار شد و دانشجویان دو گروه، شامل ۲۴ نفر در گروه آزمون و ۲۳ نفر در گروه کنترل، به گونه‌ای انتخاب شدند که میانگین نمرات آن‌ها در این تمرین تقریباً یکسان باشد. برای ارزیابی این تمرین، از نظرات مجموعه‌ای از اساتید استفاده شد. پس از این مرحله، هر دو گروه پرسش‌نامه پیش‌آزمون را تکمیل کردند. سپس توضیح برنامه ترم ارائه شد و از دانشجویان خواسته شد که یک ایستگاه بی‌آرتی در جلوی درب ورودی دانشگاه با مشخصات فنی کامل طراحی کنند. برنامه گروه کنترل طبق روال عادی و برنامه گروه آزمایش با استفاده از فناوری واقعیت‌افزوده به مدت ۱۱ جلسه ادامه یافت. پس از اتمام تدریس دو گروه، برای بررسی تغییرات در دانشجویان، مجدداً از ابزار پرسشنامه استفاده شد تا تغییرات در تفکر خلاق، میل به حل مسئله و اختلالات بارشناختی بین دو گروه مقایسه گردد. در نهایت، با ده دانشجوی منتخب به‌صورت تصادفی از هر دو گروه مصاحبه انجام شد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار *SPSS* انجام گرفت. در بخش کمی، به‌منظور بررسی تفاوت‌ها در زیربعدهای خلاقیت، از واریانس چندمتغیری استفاده شد و برای تجزیه‌وتحلیل نتایج مقایسه‌ای از آزمون *t* استفاده گردید تا بررسی شود آیا تفاوت معناداری بین سطوح پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای دو گروه وجود دارد یا خیر. برای تحلیل تفاوت‌ها در مهارت‌های حل‌مسئله دانشجویان، از کوواریانس تک‌متغیری بهره گرفته شد. هم‌چنین، برای بررسی بارشناختی دو گروه در طول فرآیند یادگیری، از آزمون *t* گروه‌های مستقل استفاده شد تا تفاوت‌ها بین گروه‌های آزمایشی و کنترل از نظر بار شناختی، تلاش ذهنی و بار ذهنی مقایسه گردد.

ابزار ارزیابی خلاقیت، پرسشنامه *ارزیابی خلاقیت ویلیامز* بود که شامل ۵۰ سوال در چهار بعد ریسک‌پذیری، حس کنجکاوی، پنداره و چالش بود. این چهار بُعد، ویژگی‌های مهم فکری و شخصیتی در توسعه خلاقیت انسانی را نمایان می‌سازند و اغلب به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده‌هایی از تفکر خلاق و پتانسیل فردی به‌کار می‌روند. برای محاسبه پایایی پرسشنامه، از روش محاسبه آلفای کرونباخ استفاده شد که مقدار ضریب این آزمون ۰/۷۹، به‌دست آمد، که نشان‌دهنده پایایی بالای پرسشنامه است. این مقدار برای خرده عامل‌ها مطابق جدول (۱) است.

جدول ۱. پایایی پرسشنامه برای خرده عامل‌های خلاقیت.

ردیف	مؤلفه	میزان اعتبار
۱	ریسک‌پذیری	۰/۷۳۱
۲	حس‌کنجکاوی	۰/۸۱۸
۳	پنداره	۰/۷۹۴
۴	چالش	۰/۷۸۲

برای بررسی روایی محتوایی پرسشنامه، از دو ضریب نسبت روایی محتوا (CVR) و شاخص روایی محتوا (CVI) استفاده شد. از *CVR* به‌منظور اطمینان از انتخاب موارد ضروری و از *CVI* به‌منظور اطمینان از طراحی مناسب موارد برای اندازه‌گیری محتوا بهره گرفته شد. برای تعیین این شاخص‌ها، از ده متخصص و صاحب‌نظر نظرسنجی انجام شد. برای تعیین نسبت روایی محتوا، از متخصصان خواسته شد تا هر گویه را براساس طیف سه‌گزینه‌ای «ضروری است»، «مفید است، ولی ضرورتی ندارد» و «ضرورتی ندارد» ارزیابی کنند. سپس، شاخص روایی محتوا برای هر گویه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

CVR= (تعدادکل متخصصان/۲) / ((تعدادکل متخصصان/ ۲) - تعداد متخصصانی که گزینه ضروری است را انتخاب کردند)

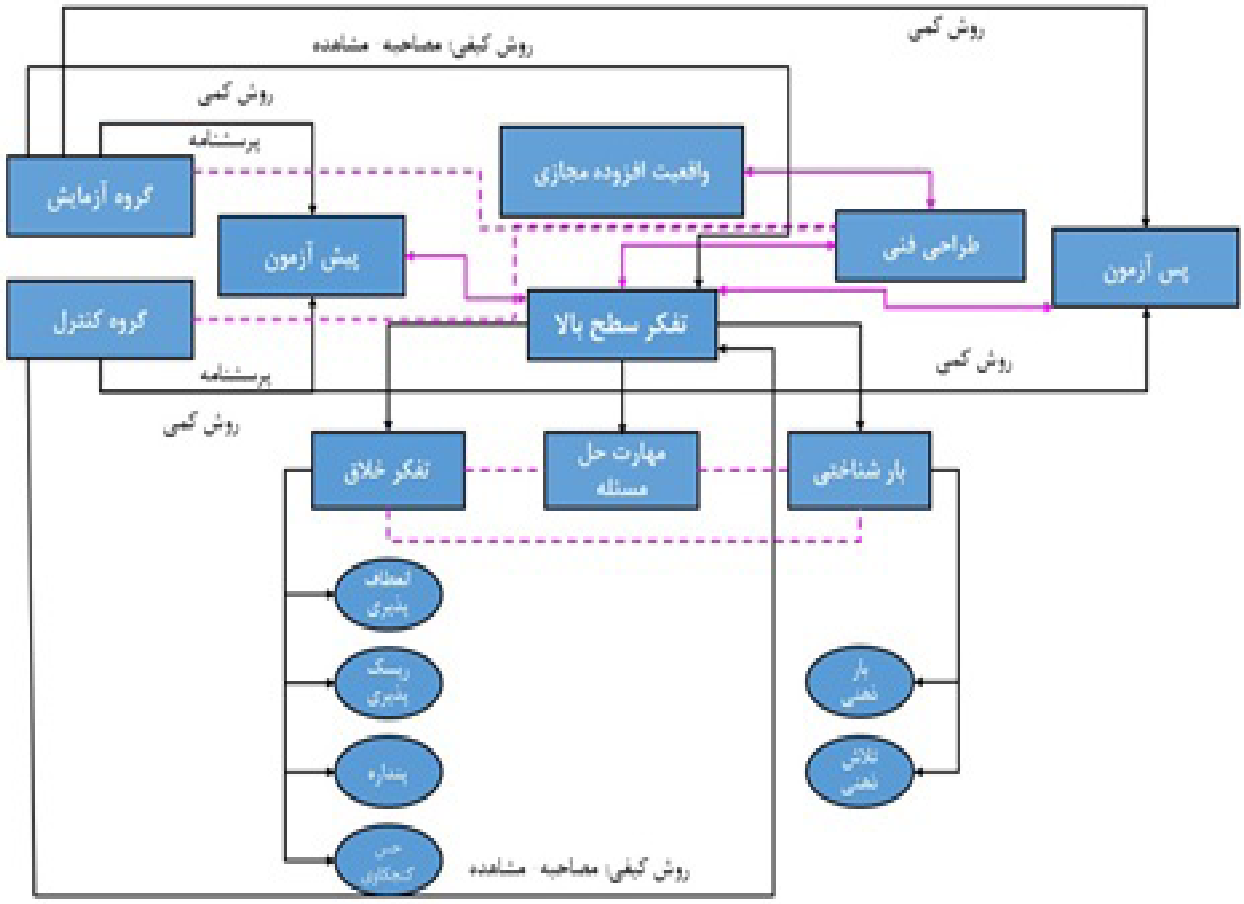
طبق جدول *لاوشه*[۲] حداقل مقدار قابل قبول *CVR* با تعداد ارزیاب ۱۰ نفر، ۰/۶۲ درنظر گرفته شد. به‌طور میانگین مقدار *CVR* پرسشنامه، ۰/۸۶ محاسبه شد. در بررسی *CVI* نیز متخصصان مربوط بودن هر گویه را براساس یک طیف لیکرتی چهارگزینه‌ای اظهار نمودند، پذیرش موارد بر اساس نمره *K**، بالاتر از ۰/۷۶ بود، نمره *K** از طریق فرمول زیر محاسبه گردید: K* = (I-CVI - Pc) /(۱-Pc) مقدار *CVI-I* ازطریق فرمول تعداد (کل متخصصان/تعداد متخصصانی که گزینه ۳ و ۴ را انتخاب کردند= *I-CIV* و مقدار *Pc* از طریق فرمول $Pc=(N!/A!(N-A)!)*۰/۵^{N}$ که *N* معرف تعداد کل متخصصان و *A* معرف تعداد متخصصانی که گزینه ۳ و ۴ را انتخاب کردند، محاسبه شد. به دلیل این‌که همه گویه‌ها مقدار K* بالای ۰/۹۴ را کسب کردند، به این ترتیب روایی محتوایی پرسشنامه تأیید شد.

ابزار ارزیابی مهارت حل‌مسئله و بارشناختی پرسشنامه *هوانگ* بود. پرسشنامه حل‌مسئله دارای شش سوال در مقیاس پنج گزینه‌ای لیکرت است. ضریب آلفای کرونباخ برای این آزمون ۰/۸۹ به‌دست آمد. پرسشنامه بارشناختی شامل هشت پرسش است که پنج پرسش آن بار شناختی ذهنی و سه پرسش دیگر بار تلاش ذهنی دانشجویان را در طول فرآیند یادگیری ارزیابی می‌کند. مقادیر آلفای کرونباخ برای دو بعد به‌ترتیب ۰/۸۱ و ۰/۷۸ به‌دست آمد. روایی محتوایی پرسشنامه‌ها از فرمول‌های ذکر شده محاسبه و تأیید گردید. داده‌های کیفی شامل مصاحبه‌های کیفی با دانشجویان پس از آزمایش بود تا نگرش و پذیرش دانشجویان نسبت به روش‌های یادگیری بررسی شود. هم‌چنین، مشاهده عملکرد و رفتار دانشجویان نیز در نتیجه مؤثر بود (تصویر ۱).

پیشینه پژوهش

مهارت تفکر خلاق و حل مسئله به‌عنوان یکی از کلیدی‌ترین توانایی‌های مورد نیاز معماران، همواره در کانون توجه پژوهشگران و اندیشمندان این حوزه بوده است. تحقیقات گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف این مهارت، از جمله ماهیت، فرایند، مؤلفه‌ها و راهبردهای تقویت آن صورت پذیرفته است. از سوی دیگر، فناوری واقعیت افزوده نیز به‌عنوان یک ابزار نوین و قدرتمند، توجه محققین را به خود جلب کرده است. جدول (۲) مروری بر این پیشینه تحقیقاتی ارائه می‌دهد:

مرور پیشینه حاکی از آن است که اگرچه تأثیر فناوری واقعیت افزوده بر یادگیری و آموزش به‌طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته، پژوهش‌های محدودی به‌طور خاص به بررسی تأثیر این فناوری بر تقویت خلاقیت یا مهارت حل مسئله در دانشجویان معماری پرداخته‌اند. هم‌چنین مطالعات موجود نشان می‌دهند که درباره تأثیر فناوری‌های دیجیتال بر ارتقای خلاقیت و حل مسئله، دیدگاه‌های متناقضی وجود دارد. علاوه بر این، در ادبیات پژوهشی شکافی در زمینه کارایی فناوری واقعیت افزوده در بهبود این دو مهارت کلیدی در حوزه معماری، به‌ویژه در دروس فنی، مشاهده می‌شود. بر همین اساس، پژوهش حاضر با رویکردی تجربی، تأثیر



تصویر ۱. فرآیند تحقیق.

جدول ۲. پیشینه تحقیق.

موضوع اصلی	مؤلفه‌ها	محقق (سال)	یافته‌ها
مهارت حل مسئله در معماری	ماهیت و اهمیت	(Chiew & Alias, 2023)	مهارت‌هایی نظیر تفکر انتقادی، تجزیه و تحلیل، خلاقیت و نوآوری در حل مسئله معماری مهم هستند.
	اجزای مهارت	(Yu & Wang, 2023)	تأکید بر تسلط بر اصول طراحی، مصالح، فناوری‌های ساخت و ساز و نرم‌افزارهای تخصصی.
	راهبردهای ارتقا	(Xue et al., 2021)	استفاده از شبیه‌سازی برای ارتقا مهارت حل مسئله در آموزش مهندسی (با بررسی ۳۸ مطالعه انجام‌شده).
واقعیت افزوده در آموزش	تأثیرات عمومی	(Annafi et al., 2017; Garzon & Acevedo, 2019)	واقعیت افزوده باعث بهبود درک، انگیزه و یادگیری می‌شود (با مطالعه مقالات مختلف).
		مشعشعی و همکاران (۸۹۳۱)	تأثیر چشم‌گیر واقعیت افزوده در پیشرفت‌تحصیلی دانش‌آموزان.
		مهتری ارانی و همکاران (۸۹۳۱)	افزایش به‌زیستی ذهنی و یادگیری مادام‌العمر و هم‌چنین مؤلفه‌های آن در دانش‌آموزان به کمک واقعیت‌افزوده و شبیه‌سازی آموزشی.
		(Conrad et al., 2024)	این فناوری برای محیط‌های یادگیری تعاملی و کاربردی مناسب است (با مرور ۳۰ مقاله).
		Lin & Wang, 2021))	استفاده از واقعیت مجازی برای افزایش خودکارآمدی خلاق و انگیزش در دانشجویان.
		(Al-Ansi et al., 2023)	شکاف میان کاربرد فناوری‌های واقعیت افزوده و یادگیری (با تحلیل ۱۵۳۶ مقاله).
	تأثیر بر خلاقیت و حل مسئله	(Widiaty et al., 2022)	اثر مثبت واقعیت افزوده بر تفکر انتقادی، توانایی خلق‌موقعیت و اعتماد به‌نفس دانش‌آموزان.
		(Piana et al., 2024)	استفاده از شبکه‌های عصبی برای افزایش دقت در مدل واقعیت افزوده.
		(El Barhoumi et al., 2022)	استفاده از خطای میانگین مربعات برای افزایش دقت محیط واقعیت‌افزوده.

موضوع اصلی	مؤلفه‌ها	محقق (سال)	یافته‌ها
واقعیت افزوده در معماری	کاربردهای عمومی	(Bean, 2022)	افزایش آشنایی، اعتماد و اطمینان به ابزارهای شبیه‌سازی می‌تواند به پذیرش بهتر آن‌ها کمک کند.
		(Taherysayah et al., 2024)	تأثیر محیط‌های طراحی‌شده بر کاربران با استفاده از الکتروانسفالوگرافی در ترکیب با واقعیت افزوده.
		(Bhaumik et al., 2023)	فناوری‌ها باعث حفظ معماری، فرهنگ و دانش بومی می‌شوند.
		(Cardellicchio et al., 2024)	افزایش درک کیفیت‌های ناملموس میراث معماری و ارائه بینش‌های جدید در فرآیندهای ساخت ازطریق واقعیت‌مجازی.
	آموزش معماری	(Cheng et al., 2024)	فناوری واقعیت افزوده باعث مشارکت فعال و ترغیب دانشجویان به کاوش و حفظ میراث فرهنگی می‌شود (تالیف کتاب واقعیت افزوده).
		(Ning et al., 2024)	شبیه‌سازی به درک صحیح از مقیاس به‌اندازه فضای‌واقعی به دانشجویان کمک می‌کند.
		(Siu Shing et al., 2024)	استفاده از واقعیت مجازی در آموزش به‌طور معناداری مؤثرتر از روش‌های سنتی در افزایش رفتارها، مهارت‌ها و تجربه است.
		(Darwish et al., 2023)	امکان تجربه پروژه‌های طراحی در مقیاس واقعی و ارتقای توانایی درک مفاهیم فضا با استفاده از فناوری.
		(Chandrasekera, 2014)	مقایسه مدل‌های فیزیکی و واقعیت افزوده توسط دانشجویان بیانگر استفاده آسان‌تر واقعیت افزوده است.
		(Ozenen, 2022)	تجسم مجازی مفاهیم طراحی سازه‌ای با واقعیت افزوده در آموزش طراحی فنی، مشارکت دانشجویان، نتایج یادگیری و رضایت کلی آن‌ها را بهبود می‌بخشد.
		(Abdullah et al., 2017)	استفاده از واقعیت افزوده در آموزش جزئیات سازه فولادی تجربه یادگیری دانشجویان را بهبود بخشید. ۸۷٪ از دانشجویان تجربه یادگیری مثبت و ۷۹٪ رضایت داشتند.
		(Fonseca et al., 2018)	تحلیل تأثیر سیستم‌های بصری‌سازی تعاملی و بازی‌سازی بر پروژه‌های طراحی شهری و گنجاندن آن در آموزش معماری.
	چالش‌ها و محدودیت‌ها در استفاده از فناوری	(Puggioni et al., 2021)	علی‌رغم گسترش استفاده از این فناوری‌ها، فقدان پلتفرم‌های آسان مانع پذیرش گسترده در حوزه آموزش معماری شده است.
		(Anindita et al., 2022)	شبیه‌سازی می‌تواند در مسائل ساده کمک کند، اما در مسائل پیچیده احتمال خطای بالقوه وجود دارد.
		(Fonseca et al., 2012)	استفاده از واقعیت افزوده در آموزش معماری مورد سؤال و ایراد قرار دارد.
		(Matusiak & Sudbo, 2008)	شبیه‌سازی کامپیوتری ضعف‌هایی دارد و عرض اتاق‌ها تأثیر بیشتری بر اندازه آن‌ها دارد که به‌طور کامل در شبیه‌سازی قابل‌مشاهده نیست.
	تأثیر بر خلاقیت و حل مسئله	(Das et al., 2022)	تجسم مبتنی بر واقعیت افزوده با درک فضا منجر به تقویت خلاقیت می‌گردد.
		(Kee et al., 2024)	ابزارهای واقعیت افزوده و هوش مصنوعی به بهبود مدیریت زمان، کاهش استرس و ارتقای خلاقیت دانشجویان کمک می‌کنند.
		(Wahadamaputera et al., 2021)	بهبود ایده‌های خلاقانه در طراحی سازه‌های گسترده و درک بهتر ارتباط سازه و معماری به کمک شبیه‌سازی دیجیتال
		(Huang & Musah, 2024)	واقعیت افزوده خلاقیت و مهارت‌های تجسم فضایی دانشجویان معماری را افزایش می‌دهد.
		(Huri et al., 2024)	واقعیت افزوده با ارائه تجربه‌های تعاملی، همکاری دانشجویان را تقویت کرده و درک عمیق‌تری از مفاهیم آموزشی ایجاد می‌کند.
		(Ibrahim & Pour Rahimian, 2010)	ابزارهای مدل‌سازی سه‌بعدی مجازی به دلیل محدودیت‌های بصری و دستگاه‌های ورودی/خروجی، مانع خلاقیت طراحان تازه‌کار می‌شوند.
		(Omar et al., 2016)	شبیه‌سازی باعث کاهش خلاقیت مفهومی در آموزش طراحی معماری در دانشگاه عرب بیروت می‌شود.

استفاده از فناوری واقعیت افزوده را بر تقویت تفکر خلاق و بهبود مهارت حل مسئله در دانشجویان معماری مورد بررسی قرار می‌دهد.

مبانی نظری پژوهش

واقعیت افزوده مجازی

اصطلاح واقعیت افزوده[۳] اولین بار در سال ۱۹۹۱ توسط توماس کادل در شرکت بوئینگ مطرح شد (Mekni & Lemieux, 2014). این فناوری اشیاء مجازی شامل متن، تصاویر یا مدل‌های سه‌بعدی را به محیط واقعی اضافه می‌کند (Benbelkacem et al., 2011). واقعیت افزوده با ادغام عناصر دیجیتال با دنیای واقعی، تجربه‌ای ترکیبی ایجاد می‌کند که شامل ترکیب دنیای واقعی و مجازی، تعامل بلادرنگ و نمایش سه‌بعدی است (Guan et al., 2023). این فناوری در حوزه‌هایی مانند آموزش، پزشکی، هنر و معماری برای درک بهتر مفاهیم پیچیده استفاده می‌شود (Horst et al., 2020). تصویرسازی عامل کلیدی در تحلیل و تولید ایده است و این‌که فناوری واقعیت‌مجازی به کاربران این امکان را می‌دهد که طراحی‌ها را به‌صورت سه‌بعدی تصویرسازی و تعامل کنند (Poulsen & Thogersen, 2011). این فناوری با ارائه تجربه‌های دست‌اول، ماندگاری

یادگیری را تا بیش از ۷۵ درصد افزایش می‌دهد و توانایی‌های شناختی، فرایند طراحی و تفکر خلاق را تقویت می‌کند (Chang et al., 2022; Lee et al., 2019).

با این حال، چالش‌هایی نیز وجود دارد؛ از جمله بار شناختی بالا و زمان‌بر بودن پذیرش این فناوری‌ها که ممکن است اثربخشی را کاهش دهد (Conrad et al., 2024; Parong & Mayer, 2021). از سوی دیگر، Sinnamon & Miller (۲۰۲۲) تأیید کردند که حرکت بدن نقش مهمی در فرایند شناخت دارد و تعاملات فیزیکی واقعی به فعالیت‌های دستی نزدیک‌تر بوده و می‌تواند خلاقیت دانشجویان معماری را تقویت کند. بنابراین، نیاز به تحقیقات بیشتری احساس می‌شود تا مشخص شود آیا روش‌های آموزشی مبتنی بر واقعیت مجازی می‌توانند تأثیر مثبتی بر آموزش و یادگیری داشته باشند یا خیر. با توجه به پیشرفت فناوری و افزایش دسترسی به واقعیت افزوده، ضروری است مربیان، سیاست‌گذاران و فناوران درک درستی از کاربردها و محدودیت‌های این فناوری داشته باشند تا بتوانند محیط‌های یادگیری جذاب و مؤثری ایجاد کنند.

استفاده از این فناوری در معماری، دارای مزایا و یا معایبی به‌شرح زیر است:

تجربه یادگیری تعاملی و چندرشته‌ای: این فناوری به دانشجویان معماری امکان می‌دهد با کارشناسان از راه دور تعامل کنند و مفاهیم مرتبط با رشته‌های دیگر، مانند مهندسی عمران و مکانیک را فراگیرند. هم‌چنین مشاهده و تعامل با مدل‌های سه‌بعدی در محیط واقعی به درک بهتر مفاهیم سازه‌ای کمک می‌کند (Sivapriyan, 2024; Urban et al., 2022).

بهبود تجسم و مهارت‌های فضایی: واقعیت افزوده در توسعه مهارت‌های فضایی، تجسم ساختارهای پیچیده و بهینه‌سازی طراحی‌ها از طریق مدل‌های پارامتریک و تحلیل‌های محیطی مفید است (Abdul-lah et al., 2017; Porat & Ceobanu, 2024).

افزایش مشارکت و انگیزه: استفاده از این فناوری باعث افزایش مشارکت و انگیزه دانشجویان در فرآیند آموزش می‌شود (Ozenen, 2022).

ایجاد محیط‌های جذاب و تعاملی: واقعیت افزوده محیط‌های یادگیری جذاب‌تری فراهم می‌کند که موجب تقویت دانش و مهارت‌های دانشجویان می‌شود (Vassigh et al., 2018).

تعامل اجتماعی و همکاری: این فناوری همکاری گروهی و بهره‌گیری از تجربیات جمعی را تسهیل می‌کند (Soltis et al., 2020).

بهبود سرعت طراحی و ارتباط: واقعیت افزوده سرعت طراحی و ارتباط مؤثر با ذینفعان را افزایش داده و امکان تجسم ساختارهای پیشنهادی در محیط واقعی را فراهم می‌کند (Alekhya et al., 2024).

عدم دقت مدل‌های سه‌بعدی: عدم صحت در قرارگیری مدل‌ها می‌تواند منجر به اختلاف بین محیط واقعی و مجازی و کاهش دقت آموزش شود (El Barhoumi et al., 2022).

مقاومت در برابر تغییر و استانداردسازی: مقاومت دانشگاه‌ها و نبود استانداردسازی، بهره‌برداری کامل از فناوری را محدود می‌کند و اثربخشی آن را کاهش می‌دهد (Aljabr & Ali, 2024).

هزینه و محدودیت دسترسی: هزینه‌های بالا و نیاز به پشتیبانی فنی چالش‌های بزرگی برای استفاده گسترده از این فناوری‌ها هستند (Ahmed, 2020).

انتخاب سیستم‌های مناسب: انتخاب نامناسب سیستم‌ها و دستگاه‌ها می‌تواند به کاهش کیفیت آموزش منجر شود، در حالی که سیستم‌های بهینه می‌توانند یادگیری را ارتقا دهند (Diao & Shih, 2019).

تأثیر بر خلاقیت دانشجویان: برخی تحقیقات نشان می‌دهند استفاده از این فناوری در برنامه‌درسی می‌تواند خلاقیت دانشجویان را کاهش دهد (Laovisutthichai et al., 2022).

مهارت حل‌مساله

مهارت حل مسئله فرآیندی منطقی و هدفمند است که به فرد کمک می‌کند با شناسایی راه‌حل‌های مختلف، بهترین گزینه را انتخاب کند (سیف، ۱۴۰۲). این مهارت به تغییر وضعیت موجود به مطلوب از طریق تفکر و اقدامات هدفمند کمک می‌کند (Alein, 2018) و حوزه‌های مختلف زندگی و حرفه‌ای را تحت تأثیر قرار می‌دهد (امین‌رنجبر، ۱۳۸۰). در حوزه معماری، محیطی پویا که ترکیبی از درک عمیق نیازهای انسانی، پیچیدگی‌های فنی و ظرافت‌های زیبایی‌شناختی است، معماران همواره با مسائل جدید و چالش‌برانگیز مواجه می‌شوند. در این میان، مهارت حل مسئله نقشی محوری در فرآیند طراحی ایفا می‌کند و معماران را قادر می‌سازد تا در مراحل مختلف طراحی، با تجزیه‌وتحلیل دقیق و شناسایی عناصر کلیدی، مسیر مناسبی برای حل مشکلات بیابند (Gutier-rez-Gonzalez et al., 2023). معماری، به‌عنوان رشته‌ای پیچیده و پویا، بستری برای هم‌گرایی خلاقیت، نوآوری و تفکر تحلیلی فراهم می‌کند. در شرایط امروزی که با چالش‌های فزاینده‌ای مانند تغییرات اقلیمی و کمبود منابع مواجه هستیم، معماران بیش از هر زمان دیگری به مهارت‌های حل مسئله برای خلق راه‌حل‌های پایدار و نوآورانه نیاز دارند.

خلاقیت و تفکر خلاق

خلاقیت پدیده‌ای انسانی و از ابعاد اساسی شناخت و حل‌مسئله است که امکان تولید ایده‌های نوآورانه و ارزشمند را فراهم می‌کند (Mahdi et al., 2021 Marozzo et al., 2024;). خلاقیت به توانایی خلق و به‌کارگیری مفاهیم در قالبی جدید از طریق مهارت‌های ذهنی تعبیر می‌شود (قاضی‌زاده فرد و همکاران، ۱۴۰۲). این فرآیند شامل شناسایی مشکلات، فرضیه‌سازی، ارزیابی و آزمون فرضیه‌ها و انتقال نتایج است (رحمتی و کریمی، ۱۴۰۱). خلاقیت محرک توسعه در محیط‌های دانش‌محور و رقابتی امروز است و به‌عنوان مهارتی اکتسابی، نیازمند پرورش و آموزش است (Amin et.al., 2023). تفکر خلاق، روشی برای تولید راه‌کارهای نوآورانه و مؤثر در مواجهه با وضعیت‌های پیچیده و مبهم است (Runco & Jaeger, 2012). فرآیند یادگیری می‌تواند تفکر خلاق را پرورش داده و افرادی نوآور، مشکل‌گشا و عامل تغییر تربیت کند. مهارت‌های تفکر خلاق در قرن ۲۱ شامل کنجکاوی، خلاقیت و ریسک‌پذیری است (Roffey et al., 2020). از نظر گراچفیلد، خلاقیت ترکیبی از ابتکار و انعطاف‌پذیری در برابر موقعیت‌های مختلف است. به گفته انیشتین، تخیل مهم‌تر از دانش است؛ زیرا تخیل فراتر از محدودیت‌های دانش، جهان را دربر گرفته و پیشرفت و تکامل را

امکان‌پذیر می‌سازد (پلویی، ۱۴۰۰). در نتیجه می‌توان خلاقیت را ترکیبی از انعطاف‌پذیری، کنجکاوی، تخیل (پنداره)، و ریسک‌پذیری دانست که پایه‌ای برای نوآوری و رشد فردی و اجتماعی است.

بار شناختی

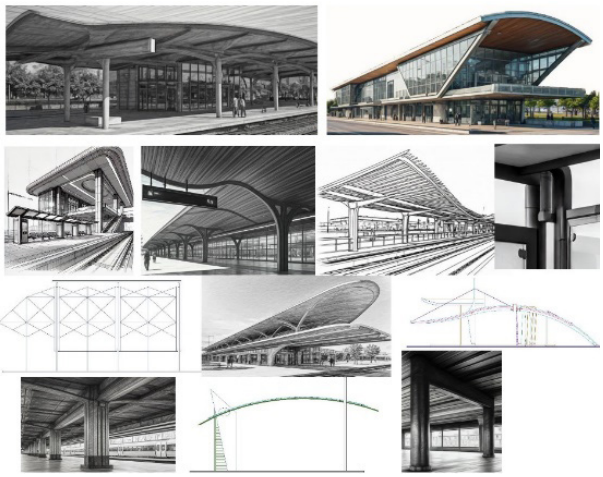
بار شناختی یک مفهوم روان‌شناختی است که نخستین بار در سال ۱۹۸۸ توسط سوئلر معرفی شد (Chaisson & Ashton, 2021). این مفهوم به میزان باری اشاره دارد که هنگام ورود اطلاعات به حافظه فعال یا کوتاه‌مدت، بر این حافظه تحمیل می‌شود تا اطلاعات برای جای‌دهی در حافظه درازمدت رمزگذاری شوند (Calleia & Howard, 2014). با توجه به محدودیت ظرفیت شناختی انسان، تنها تعداد محدودی از واحدهای اطلاعاتی می‌توانند در یک زمان پردازش شوند (Kalyuga, 2009). هنگام یادگیری مطالب جدید، به‌ویژه مفاهیم انتزاعی که نیازمند پردازش و نگهداری همزمان اطلاعات زیادی هستند، بار شناختی افزایش می‌یابد و ممکن است منجر به بروز شرایطی به نام اضافه‌بار شناختی شود (Chaisson & Ashton, 2021; Sweller, 2011). این حالت می‌تواند باعث کاهش اثربخشی یادگیری و کاهش تمرکز فراگیران شود. نظریه بار شناختی بیان می‌کند که بسیاری از تکنیک‌های آموزشی موجود، محدودیت‌های شناختی انسان را به‌طور دقیق در نظر نگرفته‌اند و اغلب به‌طور غیرضروری حافظه فعال یادگیرنده را پر می‌کنند (Schnotz et al., 2009). این امر نشان می‌دهد که روش‌های آموزشی باید بر اساس اصول سیستم شناختی انسان طراحی شوند. به‌عبارت‌دیگر، آموزش باید به‌گونه‌ای باشد که اطلاعات در قالب‌های ساده‌تر و سازمان‌یافته‌تر ارائه شوند تا از بار شناختی غیرضروری کاسته شود (Sweller, 2011). این امر به‌ویژه در محیط‌های آموزشی مدرن، که اغلب اطلاعات زیادی به‌طور همزمان ارائه می‌شود، اهمیت دارد.

یافته‌های پژوهش

تصاویر (۲-۳) نمونه فعالیت‌های دو گروه آزمایش و کنترل را نشان می‌دهد.

تصویر ۲. نمونه فعالیت‌های گروه آزمایش که از فناوری واقعیت‌افزوده استفاده نمودند.

پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها و طبقه‌بندی اطلاعات و داده‌ها، تجزیه‌وتحلیل داده‌های پرسشنامه‌ها انجام شد. تحلیل آماری در دو سطح آمار توصیفی و استنباطی صورت گرفت. در بخش آمار توصیفی، شاخص‌هایی مانند میانگین و انحراف معیار نمرات بررسی شدند. در بخش آمار استنباطی، پس از بررسی پیش‌فرض‌های مربوط به تحلیل داده‌ها، از



تصویر ۳. نمونه فعالیت‌های گروه کنترل که از روش معمول در طراحی استفاده نمودند.

آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. مطابق جدول (۳) میانگین نمرات گروه‌آزمون، ۱۷/۵۰ و انحراف‌معیار آن، ۱/۵۴ بود. هم‌چنین میانگین نمرات و انحراف‌معیار گروه‌کنترل ۱۷/۵۰ و ۱/۵۱ بود. نتایج حاصل از آزمون t نشان می‌دهد $T=1/38$ و $P>0/05$. این نتایج نشان می‌دهد که دو گروه از نظر آماری در میزان دانش اولیه خود درباره موضوع، در ابتدا اختلاف قابل‌توجهی نداشته‌اند. هم‌چنین، مطابق جدول (۵)، تفاوت‌های معناداری در چهار خرده‌عامل تفکر خلاق مشاهده نشد.

جدول ۳. میانگین نمرات دو گروه آزمون و کنترل قبل از شروع فعالیت.

گروه	نام	کمترین	بیشترین	میانگین	انحراف‌معیار
گروه‌آزمون	الف	۱۲	۱۹	۱۷/۵۰	۱/۵۴
گروه‌کنترل	ب	۱۱/۲۵	۱۹/۵۰	۱۷/۵۰	۱/۵۱

در جدول (۴)، آمار توصیفی مربوط به میانگین و انحراف معیار نمرات به تفکیک گروه‌های آزمون و کنترل در دو مرحله سنجش پیش‌آزمون و پس‌آزمون ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، میانگین نمرات گروه کنترل در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون تغییر قابل‌توجهی نشان نمی‌دهد. اما در گروه آزمون، افزایش بیشتری در میانگین نمرات در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون مشاهده می‌شود. با توجه به اطلاعات جدول، میانگین نمرات گروه آزمایش در پس‌آزمون افزایش یافته است، اما برای بررسی معناداری این افزایش از نظر آماری، باید به یافته‌های استنباطی مراجعه کرد.

در جدول (۶) نتایج تحلیل واریانس چندمتغیره خرده‌عامل‌ها درج شده است.

تحلیل تفکر خلاق

نتایج آزمون t پس‌آزمایش تفکرخلاق، تفاوت معنی‌داری را در بین گروه آزمایش و کنترل نشان داد $T=2/58$ و $P<0/01$ امتیاز گروه آزمایش با میانگین= ۲/۳۴ و انحراف معیار= ۰/۲۸ بالاتر از گروه کنترل با میانگین=۲/۱۷ و انحراف معیار= ۰/۳۲ بود. براساس نتایج واریانس چندمتغیره، تغییرات در خرده‌عامل‌های تفکرخلاق متفاوت است و حداقل یکی از میانگین‌های گروه‌ها با بقیه گروه‌ها تفاوت معناداری داشت. برای شناسایی دقیق گروه‌هایی که با یکدیگر متفاوت هستند و

جدول ۴. میانگین و انحراف استاندارد در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون دو گروه کنترل و آزمون.

		گروه آزمون				گروه کنترل			
		انعطاف‌پذیری	پنداره	حس کنجکاوی	ریسک‌پذیری	انعطاف‌پذیری	پنداره	حس کنجکاوی	ریسک‌پذیری
پیش آزمون	میانگین	۲/۱۷	۲/۲۱	۲/۲۳	۱/۸۹	۱/۹۸	۲/۱۱	۲/۱۹	۱/۹۲
	انحراف استاندارد	۰/۳۱	۰/۳۵	۰/۳۱	۰/۲۷	۰/۳۴	۰/۳۰	۰/۳۴	۰/۲۵
پس آزمون	میانگین	۲/۴۸	۲/۶۱	۲/۴۷	۲/۰۱	۲/۰۳	۲/۲۱	۲/۲۲	۱/۹۸
	انحراف استاندارد	۰/۲۸	۰/۳۵	۰/۲۶	۰/۲۴	۰/۳۲	۰/۳۴	۰/۳۱	۰/۳۱

جدول ۵. نتایج حاصل از آزمون t در چهار خرده‌عامل تفکرخلاق.

	انعطاف‌پذیری	پنداره	حس کنجکاوی	ریسک‌پذیری
آزمون t	۱/۲۴	۱/۶۸	۱/۸۸	-۰/۱۴

جدول ۶. مقایسه زیربعدهای تفکرخلاق دوگروه.

	انعطاف‌پذیری	پنداره	حس‌کنجکاوی	ریسک‌پذیری
F	۸/۴۸	۷/۶۴	۸/۱۸	۱/۲۲
P	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۲۰۴
η۲	۰/۰۹۹	۰/۰۹۶	۰/۰۹۴	۰/۰۲

در عین حال کنترل میزان خطا، هنگام محاسبه مقادیر P برای کنترل خطای نوع یک و ارائه ارزیابی دقیق‌تر از تفاوت‌ها از آزمون دان استفاده شد. ضریب مبنا از تقسیم ۰/۰۵ بر چهار مؤلفه عدد ۰/۰۱۲۵ به‌دست آمد. بر اساس جدول (۶)، در مؤلفه ریسک‌پذیری، با توجه به مقادیر F و بالاتربودن مقدار P از ضریب مبنا، گروه آزمایش تفاوت معناداری با گروه کنترل نداشت. اما در سه مؤلفه حس‌کنجکاوی، پنداره و انعطاف‌پذیری، گروه آزمایش به‌طور قابل‌توجهی امتیاز بهتری نسبت به گروه کنترل کسب کرد. با توجه به جدول و براساس ضریب کوهن اندازه اثر در سه مؤلفه؛ پنداره، حس کنجکاوی و انعطاف‌پذیری، همه اندازه اثر متوسط را نشان دادند (استراوس و کربین، ۱۳۹۰).

تحلیل مهارت‌های حل‌مسئله

برای تحلیل مهارت‌های حل‌مسئله دانشجویان، از کوواریانس تک‌متغیری استفاده شد؛ با توجه‌به این‌که متغیر مزاحم قابل اندازه‌گیری است و اغلب به‌صورت کمی در نظر گرفته می‌شود، ولی نمی‌توانیم هنگام بررسی و اندازه‌گیری متغیر وابسته، اثر آن را حذف یا نادیده بگیریم. هدف این است که با ثابت نگه‌داشتن اثرات متغیر مزاحم، برابری مقدار میانگین متغیر وابسته را در سطوح مختلف متغیرعامل شناسایی کنیم. به همین دلیل، از آزمون تحلیل کواریانس تک‌متغیره استفاده شد. در این تحلیل، سطح پیش‌آزمون مهارت‌های حل‌مسئله دانشجویان به‌عنوان یک متغیر مؤثر، سطح پس‌آزمون آن‌ها به‌عنوان متغیر وابسته و گروه‌های آزمایشی و کنترل به‌عنوان عوامل ثابت در نظر گرفته شدند. برای انجام این تحلیل، ابتدا پیش‌فرض‌های مربوط به تحلیل کوواریانس بررسی شد. پیش‌فرض‌های لازم برای این تحلیل، یعنی همگنی واریانس‌ها و همگنی شیب‌های رگرسیون، با استفاده از آزمون لوین بررسی گردید تا فرض برابری واریانس خطای متغیرهای وابسته و همگنی شیب‌های رگرسیون تأیید شود. نتایج آزمون لوین برای متغیرها با سطح معنی‌داری بزرگ‌تر از

جدول ۷. آزمون لوین جهت بررسی همگنی واریانس‌ها.

درجه آزادی ۱(D/1)	درجه آزادی ۲(D/2)	F	سطح معنی‌داری (Sig)
۱	۲۸	۲/۳۱	۰/۱۴

جدول ۸. آزمون همگنی ضرایب رگرسیون.

مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی‌داری
۰/۱۵	۱	۰/۱۵	۱	۰/۷۶

جدول ۹. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس حل‌مسئله.

	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	اندازه اثر	سطح معنی داری
گروه	۱۸۷/۹۵	۱	۱۸۷/۹۵	۹/۷۹۵	۰/۳۶	۰/۰۰۱
خطا	۵۱۸/۱۱۵	۲۷	۱۹/۱۸۹			
کل	۷۰۶/۷۱۲	۲۸				

۰/۰۵ تائید شد (جدول ۷). واریانس‌ها بین گروه‌ها برابر بوده و فرضیه صفر برقرار بود.

نتایج جدول (۸) نشان می‌دهد که تعامل پیش‌آزمون‌ها با گروه معنادار نیست. از این‌رو، ضرایب رگرسیون همگن هستند. با توجه به اینکه مفروضات تحلیل کوواریانس چندمتغیری برقرار است، می‌توان از این روش استفاده کرد. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری در جدول (۹) ارائه شده است.

پس از حذف اثر پیش‌آزمون مهارت حل‌مسئله، نمرات گروه‌آزمایش و کنترل تفاوت معنی‌داری نشان داد. همان‌طورکه جدول (۹) نشان می‌دهد ($F = ۹/۷۹۵$) و اندازه اثر $\eta^۲ = ۰/۳۶$ بود که بنابر تعریف کوهن از مقدار ضریب میزان تأثیر، در محدوده مقدار تأثیر متوسط قرار دارد.

تحلیل بار شناختی

همان‌طورکه در جدول (۱۰) نشان داده شده است، میانگین و انحراف معیار امتیازهای بارشناختی گروه آزمایشی به ترتیب ۲/۵۶ و ۰/۵۴ بود، درحالی‌که مقادیر این مقادیر برای گروه کنترل به ترتیب ۲/۹۶ و ۰/۷۱ بود. آزمون t نمونه‌های مستقل نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین دوگروه وجود دارد ($t = -۲/۱۶, p < ۰/۰۱, d = -۰/۵۸۴$)، با d بیشتر از ۰/۵، که نشان می‌دهد تأثیر اندازه مناسبی داشته‌اند. یعنی استفاده از فناوری واقعیت‌افزوده نسبت به‌روش معمول می‌تواند به‌طورمؤثر بارشناختی دانشجویان را در فرآیند یادگیری کاهش دهد. هم‌چنین، تفاوت‌های معنی‌داری بین دو گروه کنترل و آزمایش از نظر بارذهنی ($t = -۲/۱۹, p < ۰/۰۵, d = -۰/۵۳۴$) و تلاش‌های ذهنی ($t = -۲/۴۴, p < ۰/۰۵, d = -۰/۶۲۲$) وجود داشت (جدول ۱۱).

در پایان ترم، با هدف درک عمیق‌تر از موضوع، ده دانشجو از هر یک از گروه‌های آزمایش و کنترل به‌طور تصادفی انتخاب و مصاحبه نیمه‌ساختاریافته انجام گرفت. نتایج مصاحبه‌ها و مشاهده‌ها به‌صورت کیفی و براساس نظریه زمینه‌ای تحلیل گردید. در استفاده از این رویکرد، سه مرحله کدگذاری باز (استخراج مفاهیم اولیه)، کدگذاری محوری) استخراج مقولات عمده) و کدگذاری گزینشی)تعیین مقوله هسته نهایی) انجام گرفت (استراوس و کربین، ۱۳۹۰). به‌طورکلی در مرحله کدگذاری باز ۵۵ مقوله استخراج شدند که در قالب ۷ مقوله عمده قرار گرفتند. این مقولات هفت‌گانه عمده در مرحله کدگذاری (محوری) گزینشی به استخراج دو مقوله هسته تفکرخلاق و مهارت حل‌مسئله منجر شد که نتایج آن در جدول (۱۲) ارائه گردیده است. برخی از نظرات مثبت و منفی دانشجویان به شرح زیر بود:

- استفاده از این برنامه در فرآیند طراحی، تغییرات در طراحی را ساده‌تر می‌کرد؛
- مقیاس در طراحی معماری، به‌ویژه در جزئیات، با این فناوری قابل درک‌تر شد؛
- سرعت طراحی را به شکل خوبی افزایش می‌داد؛
- این برنامه‌ها اضطرابم را کاهش می‌دادند؛
- به من کمک کرد ذهنم را در مواقعی که خلاقیتم متوقف شده بود، آزاد کنم؛
- اطمینان از کارکرد فناوری، باعث شد برخی موارد را نیاز نباشد یاد بگیرم؛
- با توجه به ضعف در ترسیم و ناتوانی در به تصویرکشیدن تخیلات، فناوری بسیار کمک‌کننده بود؛
- این فناوری برای طراحی جزئیات و مشاهده نحوه اتصالات بسیار مفید بود؛
- بیشتر حس بازی را در من ایجاد می‌کرد تا حس معماری؛
- ای‌کاش در سال‌های گذشته فرصت استفاده از آن را داشتم؛
- این برنامه به من کمک کرد فضا را بهتر درک کنم؛
- فناوری امکان تولید گزینه‌های جایگزین در طراحی را فراهم می‌کرد؛
- تا زمانی که توانستم کار با آن را به‌خوبی یاد بگیرم و به آن عادت کنم، ترم به پایان رسید؛
- پیش‌تر با نرم‌افزارهایی مثل *اتوکد* و *رویت* کار می‌کردم، اما این فناوری تجربه‌ای متفاوت به من می‌داد؛
- حس می‌کردم خودم و پروژه‌ام را در محیط واقعی می‌بینم؛
- گاهی اوقات برنامه هنگ می‌کرد و باعث می‌شد تمام روزم خراب شود؛
- ایده‌پردازی را خلاقانه‌تر و جذاب‌تر کرد.

تحلیل یافته‌ها

موضوع این پژوهش، بررسی طراحی مبتنی بر واقعیت افزوده مجازی و تأثیر آن بر مهارت‌های حل‌مسئله و تفکر خلاق دانشجویان معماری است. این مطالعه هم‌چنین به مقایسه بار شناختی دانشجویان در طول فرآیند یادگیری و تحلیل درک و نظرات آن‌ها درباره این روش پرداخته است.

جدول ۱۰. میانگین و انحراف استاندارد در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون دو گروه کنترل و آزمون بارشناختی.

	گروه آزمون			گروه کنترل		
	بارشناختی	بار ذهنی	تلاش ذهنی	بارشناختی	بار ذهنی	تلاش ذهنی
میانگین	۲/۵۶	۲/۲۹	۲/۸۴	۲/۹۶	۲/۶۴	۳/۲۸
انحراف استاندارد	۰/۵۴	۰/۵۲	۰/۵۶	۰/۷۱	۰/۶۵	۰/۷۷

جدول ۱۱. نتایج حاصل از آزمون t نمونه‌های مستقل در خرده‌عامل‌های بارشناختی.

	بارشناختی	بار ذهنی	تلاش ذهنی
آزمون t	-۲/۱۶	-۲/۱۹	-۲/۴۴
d	-۰/۵۸۴	-۰/۵۳۴	-۰/۶۲۲
سطح معنی‌داری	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۵

جدول ۱۲. مفاهیم و مقوله‌های مستخرج از داده‌های کیفی بر اساس نظریه زمینه‌ای.

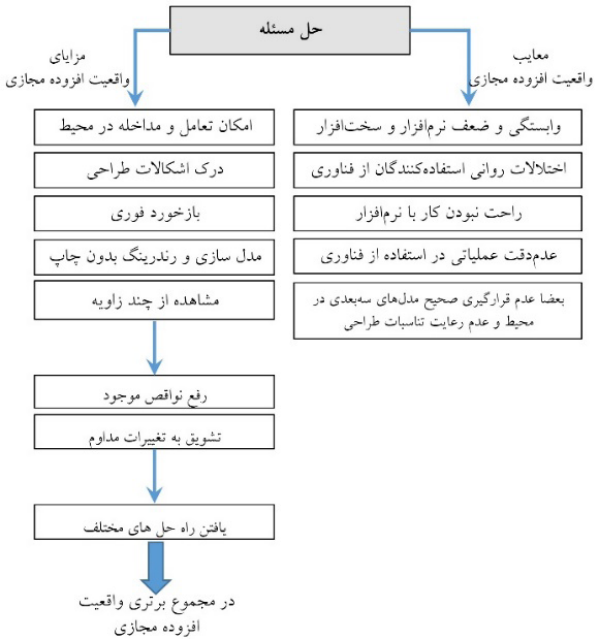
مفاهیم	دسته‌های عمده	هسته‌های اصلی
آزمایش و فهم نتایج طراحی عینی بودن مفاهیم درک از طریق قابلیت تجسم تجربه پدیده‌های انتزاعی بصری ساختن مفاهیم انتزاعی توسط فراگیران خلق ایده‌های غیر متعارف افزایش درک مفاهیم پیچیده درک جزئیات اجرایی پیچیدگی محدودیت‌های واقع‌گرایی در فناوری	تجسم‌فضایی	تفکر خلاق
شهودی تر و طبیعی تر مشاهده از چند زاویه به‌روز کردن دانش و مهارت‌ها عمق‌بخشی در فرایند یادگیری افزایش یادگیری خود راهبر یادگیری در هر زمان و مکان تحریک یادگیرنده افزایش سطح اشتیاق بازی وارسازی متناسب بودن سرعت عمل یادگیری	غوطه‌وری و شناوری	
محدود شدن ارتباطات همکلاسی‌ها در استفاده از فناوری محدود شدن ارتباط بین معلم یادگیرنده در استفاده از فناوری کمرنگ شدن نقش مهارتهای اجتماعی در فضای آموزشی در استفاده از فناوری محدودیت‌های فیزیکی کاهش تعاملات چهره به چهره در استفاده از فناوری جذابیت بیش‌از حد فناوری و انزوای دانشجویان افزایش انگیزه مستثنی کردن افراد و گروه‌های فاقد فناوری در استفاده از فناوری تقویت تنظیم هیجان رابط غیر دوستانه	تعاملات بین‌فردی	
دادن بیش‌ازحد اختیار به فراگیران در استفاده از فناوری امکان خارج شدن از زندگی واقعی در استفاده از فناوری دسترسی به طیف گسترده‌ای از نمونه‌ها عدم کنترل فرایند آموزش در استفاده از فناوری کمرنگ شدن نقش بازخورد در استفاده از فناوری ناراحتی و اختلالات روانی استفاده‌کنندگان از فناوری درک اشکالات طراحی	کنترل بر فعالیت‌های یادگیری	
آموزش در محیطی واقعی به‌روز کردن دانش مطابق با پیشرفت‌های جامعه دیجیتال جذابیت و سرگرمی بیش‌ازحد فناوری و دوری از مفاهیم تلفیق واقعیت با حقیقت محافظت از داده‌ها امکان کارایی بالا در نظام آموزشی بدون اتصال به اینترنت وابستگی و ضعف نرم‌افزار و سخت‌افزار طولانی‌بودن آموختن فناوری هزینه راحت نبودن کار با نرم‌افزار عدم‌دقت عملیاتی در استفاده از فناوری لزوم داشتن مهارت‌های کامپیوتری در استفاده از فناوری عدم نیاز به آتلیه و میز رسم	وابستگی به فناوری	مهارت حل‌مسئله و بارشناختی
عدم احساس نیاز به مهارت‌های دستی و اسکیس در فناوری کمرنگ شدن فرهنگ و روش استاد- شاگردی عدم آموختن از همکلاسی نیاز به آموزش فناوری به مدرسان کمرنگ شدن نقش مدرسان در استفاده از فناوری	کم‌رنگ شدن رسالت مدرسان	
عدم آشنایی با مهارت‌های ترسیمی و دستی در استفاده از فناوری ضعف در برداشت و درک وضع موجود	مهارت‌های ترسیمی	

نتایج نشان داد که استفاده از این فناوری موجب افزایش معنی‌دار نمره تفکر خلاق در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل شد. دانشجویان گروه آزمایش با استفاده از این فناوری توانستند ایده‌های نوآورانه ایجاد کرده و از بازخوردهای فوری برای بهبود طراحی‌های خود بهره‌مند شوند. این فناوری با ارائه تجربیات شهودی، واقعی و چندحسی، محیطی فراهم می‌کند که دانشجویان در آن بتوانند ایده‌ها و طرح‌های خود را در یک فضای سه‌بعدی پیچیده بسازند و کاوش کنند. این تجربه به‌ویژه در ارتقای خرده‌عامل‌های تفکرخلاق یعنی انعطاف‌پذیری، حس کنجکاوی، و پنداره تأثیر بسزایی داشت.

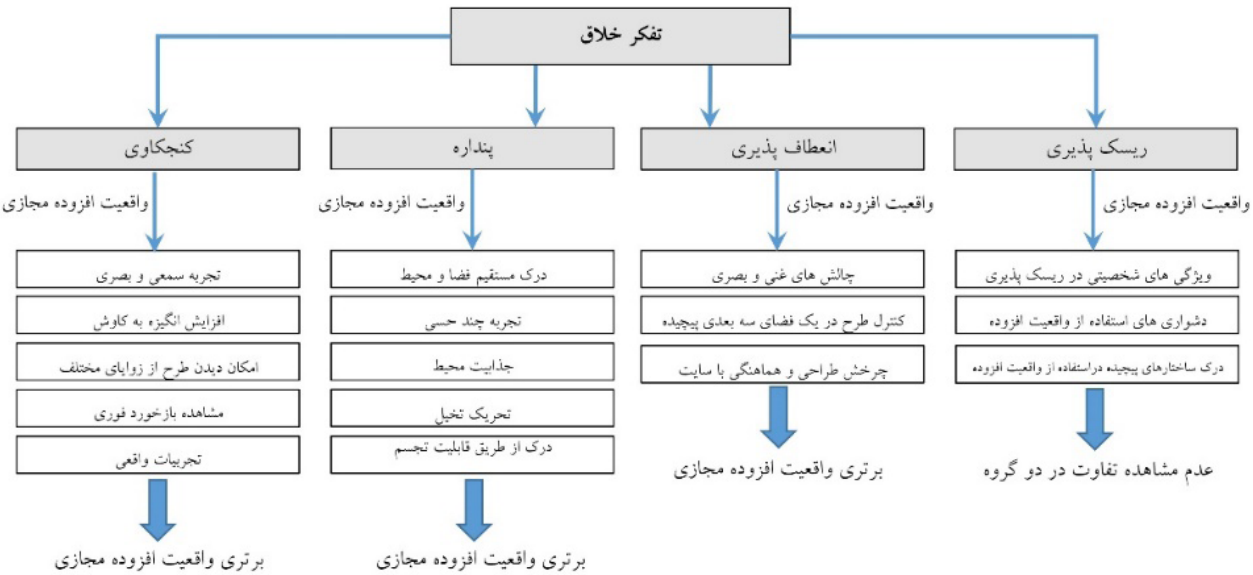
در زمینه انعطاف‌پذیری، دانشجویان گروه آزمایش با چالش‌های غنی و بصری بالاتری در محیط فناوری مواجه بودند و باید طراحی خود را در یک فضای سه‌بعدی پیچیده کنترل و با محیط هماهنگ می‌کردند. در زمینه حس‌کنجکاوی، دانشجویان در محیط‌های واقعیت مجازی قادر بودند طرح‌های خود را از زوایای مختلف مشاهده کرده و با بهره‌گیری از تجربیات بصری، سمعی و لمسی، تخیل و درک بهتری از اشکال و فضاها پیدا کنند و با انگیزه به کنجکاوی در محیط و یافتن راه‌حل بپردازند. در مؤلفه پنداره، تجربه چندحسی ارائه‌شده توسط فناوری، با تحریک تخیل دانشجویان نسبت به اشکال، فضاها و وضعیت‌ها، امکان تفکر درباره این عناصر را به شکلی واقعی‌تر فراهم می‌کند. این فناوری به دانشجویان اجازه می‌دهد تا این مفاهیم را مستقیم‌تر و ملموس‌تر درک کنند و از طریق مشاهده، تعامل و تجسم در محیط سه‌بعدی، درک عمیق‌تری از طراحی و مفاهیم مرتبط با آن پیدا کنند. هرچند، در مؤلفه ریسک‌پذیری، تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد. این یافته نشان می‌دهد که هر دو روش یادگیری سطحی از تعامل و چالش را فراهم می‌کنند که به ریسک‌پذیری نیاز دارد، اما این تفاوت به حدی نیست که در یک آزمایش آماری معنادار باشد. علاوه بر این، ریسک‌پذیری بیشتر به ویژگی‌ها و نگرش‌های فردی دانشجویان مرتبط است تا به محیط فناوری. برخی دانشجویان به‌طور طبیعی تمایل بیشتری به ریسک کردن دارند، درحالی‌که دیگران ممکن است محتاط‌تر باشند، صرف‌نظر از ابزار یا روش مورد استفاده (تصویر ۴).

مطابق تصویر (۵)، در زمینه حل‌مسئله نیز دانشجویان گروه آزمایش عملکرد بهتری داشتند. تعامل مستقیم با محیط مجازی و بازخورد فوری، به آن‌ها کمک کرد تا سریع‌تر خطاهای خود را شناسایی و اصلاح کنند. این بازخورد فوری، مشابه محیط واقعی، فرآیند آزمایش و تغییرات مداوم را تسهیل کرده و موجب تشویق آن‌ها به جستجوی راه‌حل‌های مسائل از طریق آزمون و تغییرات مداوم شده، درنتیجه مهارت‌های حل‌مسئله را تقویت می‌کند.

واقعیت افزوده مجازی با ارائه تجربیات حسی واقع‌گرایانه، به دانشجویان در سازماندهی وظایف یادگیری و درک بهتر مفاهیم کمک می‌کند. این فناوری باعث افزایش کارآیی فرآیند یادگیری و کاهش بار شناختی موردنیاز برای درک و مدیریت روابط پیچیده می‌شود. کاهش



تصویر ۵. تحلیل مهارت حل مسئله.

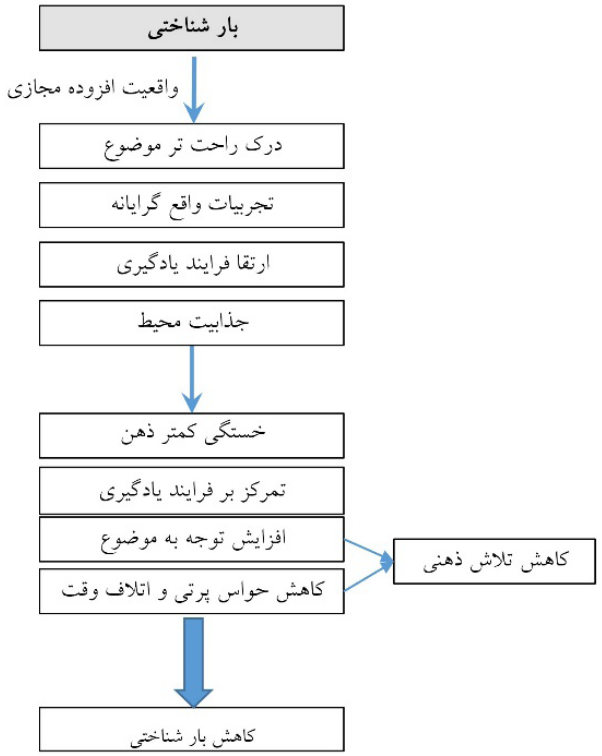


تصویر ۴. تحلیل تفکر خلاق و خرده عامل‌های آن.

بار شناختی به معنای کاهش خستگی ذهنی دانشجویان است و به آن‌ها امکان می‌دهد تمرکز بیشتری بر فرآیند یادگیری داشته باشند. ارتقای تفکر خلاق و مهارت‌های حل‌مسئله ارتباط مستقیمی با بار شناختی در فرآیند یادگیری دارد، به همین دلیل بررسی تفاوت بار شناختی بین گروه‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. محیط جذاب و تعاملی واقعیت افزوده، توجه دانشجویان را به خود جلب کرده و تلاش ذهنی اضافی ناشی از حواس‌پرتی را کاهش می‌دهد. در مصاحبه‌ها، برخی دانشجویان اشاره کردند که جذابیت این محیط به آن‌ها کمک کرده تا تمرکز بیشتری در فرآیند یادگیری داشته باشند (تصویر ۶). بااین‌حال، علی‌رغم نتایج مثبت حاصل از تحلیل پرسشنامه‌ها، نباید از نکته‌ای که در مصاحبه‌ها توسط دانشجویان بیان شد غافل شد؛ ضعف در ترسیم‌های دستی و اسکیس در میان دانشجویان می‌تواند در استقبال و ترجیح آن‌ها از این فناوری نقش داشته باشد. فرآیندهای ادراکی انسان مبتنی بر تعاملات فیزیکی با محیط است و نه صرفاً نتیجه پردازش اطلاعات در مغز. به عبارت دیگر، شناخت و درک ما ماهیتی شهودی دارد که ارتباط نزدیکی با تجربیات بدنی دارد. هنگامی که فرایند یادگیری با تجربیات فیزیکی و عملی هم‌راستا باشد، احتمال بروز خلاقیت و تقویت مهارت‌های حل‌مسئله به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد.

نتیجه

امروزه هوش مصنوعی و فناوری‌های نوین تأثیرات عمیقی بر جنبه‌های مختلف زندگی انسان داشته‌اند و این تأثیرات به حوزه معماری نیز نفوذ کرده است. یکی از فناوری‌های پیشرو در این عرصه، واقعیت‌افزوده مجازی است که با عینی‌سازی مفاهیم و ارائه درک از طریق قابلیت تجسم، تحولاتی در طراحی و آموزش معماری ایجاد کرده است. این مطالعه نشان داد که استفاده از واقعیت افزوده مجازی تفکر خلاق و توانایی حل‌مسائل دانشجویان معماری را افزایش می‌دهد، درحالی‌که بارشناختی را کاهش می‌دهد. به‌کارگیری این فناوری تعاملی و جذاب در دروس فنی، با تحریک حس کنجکاوی و افزایش انگیزه، الهام‌بخش مفاهیم نوین طراحی است. این ابزار با عینی‌سازی مفاهیم و تقویت فرهنگ آزمون و خطا، به دانشجویان امکان می‌دهد ایده‌های غیرمتعارف را بدون نگرانی از پیامدهای واقعی تخیل و کشف کنند. هم‌چنین، با مشاهده از چند زاویه و درک جزئیات اجرایی، عمق یادگیری را افزایش داده و درک پدیده‌های انتزاعی را تسهیل می‌کند. با این فناوری، دانشجویان قادر خواهند بود از مرحله اول طراحی خود رابطه یک به یک با محیط فیزیکی برقرار کنند؛ بنابراین، شکاف بین محیط مجازی و فیزیکی از بین خواهد رفت درنتیجه، می‌توانند خطاهای طراحی را شناسایی کرده و به آزمایش و درک نتایج طراحی بپردازند. این ابزار به دانشجویان اجازه می‌دهد مطابق با سرعت عمل یادگیری خود پیش بروند و به طیف گسترده‌ای از نمونه‌ها دسترسی داشته باشند. این فناوری با تلفیق واقعیت و حقیقت، محیطی فراهم می‌کند که دانشجویان بتوانند پدیده‌های واقعی را در یک فضای دیجیتال شبیه‌سازی کنند و از بازی‌وارسازی فرآیند یادگیری برای افزایش



تصویر ۶. تحلیل بارشناختی.

اشتیاق و انگیزه بهره‌مند شوند. هم‌چنین، کاهش اضطراب دانشجویان هنگام ارائه طرح‌هایشان، یادگیری خودراهبر، به‌روز کردن دانش مطابق با پیشرفت‌های جامعه دیجیتال، و عدم نیاز به آتلیه و میز رسم از دیگر مزایای قابل توجه این فناوری است.

با این حال، واقعیت افزوده مجازی به‌دلیل ضعف ساختارها، خالی از محدودیت نیست. فناوری واقعیت افزوده هنوز در مرحله توسعه است و سخت‌افزار و نرم‌افزار هنوز به بلوغ واقعی نرسیده است، درنتیجه عملکرد فناوری مستعد خطا است. محدودیت‌های واقع‌گرایی در فناوری، از جمله وابستگی به نرم‌افزار و سخت‌افزارهای پیشرفته، هزینه‌های بالا، و گاهی راحت نبودن کار با نرم‌افزار از چالش‌های اصلی آن است. هم‌چنین، استفاده بیش از حد از این فناوری می‌تواند منجر به محدود شدن ارتباطات همکلاسی‌ها، و کاهش نقش مهارت‌های اجتماعی و کم‌رنگ شدن روش استاد-شاگردی در فضای آموزشی شود. علاوه بر این، جذابیت و سرگرمی بیش از حد این فناوری می‌تواند دانشجویان را از مفاهیم اساسی طراحی دور کرده و منجر به انزوای آموزشی شود. هم‌چنین، وابستگی زیاد به فناوری ممکن است باعث ضعف در مهارت‌های دستی و اسکیس شود.

برای بهره‌گیری بهینه از این فناوری در آموزش معماری، ضروری است که مربیان تعادلی میان روش‌های سنتی طراحی و ابزارهای دیجیتال برقرار کنند. و اطمینان حاصل شود که دانشجویان، ضمن استفاده از فناوری، همچنان در زمینه ارتقای مهارت‌های اساسی طراحی و تقویت مهارت‌های عملی از طریق روش‌های مرسوم، به پیشرفت دست یابند.

پی‌نوشت‌ها

1. Higher order thinking skills.
2. Lawshe.
3. Virtual augmented reality.

فهرست منابع

استراوس، انسلم و کربین، جولیت (۱۳۹۰). *مبانی پژوهش کیفی- فنون و مراحل تولید نظریه زمینه‌ای* (ابراهیم افشار، مترجم). نشر نی.

امین رنجبر، مهناز (۱۳۸۰). *تأثیر بازی شطرنج بر رشد مهارت حل‌مسئله دانش‌آموزان* [پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا]. تهران.

بازرگان، عباس (۱۳۸۷). *ارزیابی آموزش* (چاپ سوم). تهران: انتشارات سمت.

پلوئی، لیلا (۱۴۰۰). تأثیر روش تدریس کاوشگری بر خلاقیت و انگیزه پیشرفت دانشجویان روانشناسي دانشگاه آزاد اسلامي واحد علوم و تحقیقات تهران. *ابتکار و خلاقیت در علوم انسانی*، ۱۰ (۴)، ۱۹۹-۲۲۳.
https://journal.bpj.ir/article_682695.html?lang=en

رحمتی، رباب و کریمی، امیر (۱۴۰۱). مطالعه‌ی اسنادی تأثیر بازی های آموزشی بر خلاقیت کودکان دبستانی. *ابتکار و خلاقیت در علوم انسانی*، ۱۲(۲)، ۲۹-۵۰. https://sanad.iau.ir/en/Journal/ichs/Article/930627

سیف، علی‌اکبر (۱۴۰۱). *روانشناسی یادگیری و آموزش*. تهران: انتشارات دوران.

صداقتی، عباس و حجت، عیسی (۱۳۹۹). مقایسه میزان موفقیت دوره‌های آموزشی معماری پس از انقلاب فرهنگی. *دوفصلنامه اندیشه معماری*، ۴ (۷)، ۴۴-۵۷. https://doi.org/10.30479/at.2020.11215.1268

قاضی‌زاده فرد، مرجان‌السادات؛ ابوالمعالی حسینی، خدیجه؛ صابری، هایده و ابراهیمی مقدم، حسین (۱۴۰۲). طراحی و اعتبار سنجی برنامه آموزش خلاقیت برای کودکان پیش دبستانی. *ابتکار و خلاقیت در علوم انسانی*، ۱۲ (۴)، ۱-۳۰. https://journal.bpj.ir/article_705006.html?lang=en

مشعشعی، رزیتا؛ مقامی، حمیدرضا و زارعی زوارکی، اسماعیل (۱۳۹۸). تأثیر فناوری واقعیت افزوده با بهره گیری از مدل آموزشی مریل بر پیشرفت تحصیلی دانش آموزان. *فصلنامه روانشناسی تربیتی*، ۱۵ (۵۱)، ۱۲۷-۱۴۵. https://doi.org/10.22054/jep.2019.36758.2454.

مهتری آرانی، محمد؛ رجبیان ده‌زیره، مریم؛ باغبانی، ابوالفضل و ستوده آرانی، حسین (۱۳۹۷). تأثیر شبیه‌سازی آموزشی مبتنی بر رایانه بر بهزیستی ذهنی و یادگیری مادام‌العمر در دانش‌آموزان. *راهبردهای آموزش در علوم پزشکی*، ۱۱(۵)، ۱-۱۳. http://edcbmj.ir/article-1-1652-fa.html

Abdullah, F., Kassim, M. H. B., & Sanusi, A. N. Z. (2017). Go virtual: Exploring augmented reality application in representation of steel architectural construction for the enhancement of architecture education. *Advanced Science Letters, 23*(7), 804-808. https://doi.org/10.1166/ASL.2017.7449.

Ahmed, K. (2020). Integrating VR-enabled BIM in building design studios, architectural engineering program, UAEU: A pilot study. *Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET), 6*(1). https://doi.org/10.1109/ASET48392.2020.9118308.

Akcayir, M., & Akcayir, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review, 20*, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002.

Al-Ansi, A. M., Jaboob, M., Garad, A., & Al-Ansi, A. (2023). Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education. *Social Sciences & Humanities Open*, *8*(1). https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532.

Alein, F. (2018). Midwifery students' experiences of problem solving based interprofessional learning: A qualitative study. *Women and Birth*, *31*(6), 374-379.

Alekhya, V., Sujin Jose, S., Lakhanpal, S., Khan, I., Paul, S., & Mohammad, Q. (2024). Integrating augmented reality in architectural design: A new paradigm. *E3S Web of Conferences 505, 03009.* https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450503009.

Aljabr, H., & Ali, M. (2024). Integration of building information modeling and project management process. *International Journal of BIM and Engineering Science.* https://doi.org/10.54216/ijbes.080101.

Anindita, M. D., Krisna, A., Frengky, B. O., Natalia, S., & Nimas, S. (2022). Utilization of building design performance simulation in the architectural design studio process. *ARTEKS: Jurnal Teknik Arsitektur, 7*(2), 163-174. https://doi.org/10.30822/arteks.v7i2.1391.

Annafi, A., Hakim, D. L., & Rohendi, D. (2017). Impact of using augmented reality applications in the educational environment. *Journal of Physics: Conference Series*, *1375*(1), 012080. IOP Publishing.

Bean, J. (2022). Reflections on the adoption of building performance simulation in architectural education. *ASHRAE/IBPSA-USA Building Simulation Conference.* https://doi.org/25746308.2022/10.26868.c044.

Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2007). Toward a broader conception of creativity: A case for "mini-c" creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 1(2), 73-79. https://doi.org/10.1037/1931-3896.1.2.73.

Benbelkacem, S., Zenati-Henda, N., Zerarga, F., Bellarbi, A., Belhocine, M., Malek, S., & Tadjine, M. (2011). Augmented Reality Platform for Collaborative E-Maintenance Systems. *InTech.* https://doi.org/10.5772/25868.

Bhaumik, R., Prajapati, S., Kumar, T., Bhalla, K., & Ashok, S. S. (2023). Smart vernacular Architecture: A framework for assessment and virtual reality-based visualisation of Indigenous toda Dwellings. *Procedia Computer Science*, *218*, 651-670. https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.047.

Calleia, A. M., & Howard, S. J. (2014). Assessing what students know: Effects of assessment type on spelling performance and relations to working memory. *Student Engagement Education Matters*, 4(1), 14-24. http://ro.uow.edu.au/jseem/vol4/iss1/3.

Cardellicchio, L., Stracchi, P., & Globa, A. (2024). Digital heritage construction: Testing the heritage value of construction documentation and building processes through Virtual Reality. *Frontiers of Architectural Research. Available online April* 27, 2024. https://doi.org/10.1016/j.foar.2024.02.012.

Chaisson, N. F., & Ashton, R. W. (2021). Virtual interviews and their effect on cognitive load for graduate medical education applicants and programs. *ATS Scholar*, *2*(3), 309-316. http://10.34197/ats-scholar.2020-0156PS.

Chandrasekera, T. (2014). Using Augmented Reality Prototypes in Design Education. *Design and Technology Education an International Journal*, 19(3).

Chang, Y. S., Kao, J. Y., & Wang, Y. Y. (2022). Influences of virtual reality on design creativity and design thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 46, 101127. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101127.

Cheng, L., Lau, L. K. P., & Pang, W.Y.J. (2024). Augmented

multi-actor perspective on problem solving and creativity. *International Journal of Technology and Design Education*, *33*, 217–240. https://doi.org/10.1007/s10798-021-09724-z.

Guan, J. Q., Wang, L. H., Chen, Q., Jin, K., & Hwang, G. J. (2023). Effects of a virtual reality-based pottery making approach on junior high school students' creativity and learning engagement. *Interactive Learning Environments*, *31*(6), 2016-2032. https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1871631.

Gutiérrez-González, S., Coello-Torres, C. E., Alameda, L., Calderon, V., Bravo, A. R. (2023). Incorporating collaborative online international learning (COIL) into common practices for architects and building engineers. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(2), 20-36. https://doi.org/10.26803/ijlter.22.2.2.

Horst, R., Fenchel, D., Retz, R., Rau, L., Retz, W., & Dorner, R. (2020). Integration of Game Engine Based Mobile Augmented Reality Into a Learning Management System for Online Continuing Medical Education. *Conference: Smart Systems for Better Living Environments*. https://10.18420/inf2020_88.

Huang, L., & Musah, A. A. (2024). The influence of augmented reality on creativity, student behavior, and pedagogical strategies in technology-infused education management. *Journal of Pedagogical Research*, *32*(1), 1-18. https://doi.org/10.33902/jpr.202425376.

Huri, A. S., Chintamani, A., & Cutting, K. (2024). The impact of augmented reality on teaching and learning in the educational context: exploring its pedagogical implications. *Educational Administration: Theory and Practice,* 30(5), 8057–8062. https://doi.org/10.53555/kuey.v30i5.3902.

Ibrahim, R., & Pour Rahimian, F. (2010). Comparison of CAD and manual sketching tools for teaching architectural design. Automation in Construction, 19(7), 978–987. https://:10.1016/j.autcon.2010.09.003.

Kalyuga, S. (2009). *Managing cognitive load in adaptive multimedia learning*. In P. A. Kirschner (Ed.), Psychology of learning and motivation, 55, 198-216. Academic Press.

Kee, T., Kuys, B., & King, R.. (2024). Generative artificial intelligence to enhance architecture education to develop digital literacy and holistic competency. *Journal of Artificial Intelligence in Architecture*, 3(1), 24-41. https://doi.org/10.24002/jarina.v3i1.8347.

Kong, S. C., Chan, T. W., Griffin, P., Hoppe, U., Huang, R., Kinshuk, Looi, C. K., Milrad, M., Norris, C., Nussbaum, M., & Sharples, M. (2014). E-learning in school education in the coming 10 years for developing 21st century skills: Critical research issues and policy implications. *Journal of Educational Technology & Society*, *17*(1), 70–78.

Lage-Gomez, C., & Ros, G. (2024). On the interrelationships between diverse creativities in primary education STEAM projects. *Thinking Skills and Creativity*, *51*, 101456. https://doi.org/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871187123002237.

reality book design for teaching and learning architectural heritage: Educational heritage in hong kong central and western district. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 17(4), 1-15. https://doi.org/10.1145/3655628.

Chiew, C. Y., & Alias, R. (2023). Enhancing problem-solving skills of architecture students through design studio pedagogy. *International Journal of Technology and Design Education, 33*(1), 1-16.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education* (7th ed.). London: Routledge Falmer.

Conrad, M., Kablitz, D., & Schumann, S. (2024). Learning effectiveness of immersive virtual reality in education and training: A systematic review of findings. *Computers & Education: X Reality*, 4, 100053. https://doi.org/10.1016/j.cexr.2024.100053.

Darwish, M., Kamel, S., & Assem, A. (2023). Extended reality for enhancing spatial ability in architecture design education. *Ain Shams Engineering Journal*, *14*(6). https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102104.

Das, A., Brunsgaard, C., & Madsen, C. B. (2022). Understanding the AR-VR based architectural design workflow among selected danish architecture practices. *Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe, 1*(1), 381-388. https://doi.org/10.52842/conf.ecaade.2022.1.381.

Diao, P., & Shih, N. (2019). Trends and research issues of augmented reality studies in architectural and civil engineering education- A review of academic journal publications. *Applied Sciences*, *9*(9), 1840. https://doi.org/10.3390/app9091840.

Doehne, M., & Rost, K. (2021). Long waves in the geography of innovation: The rise and decline of regional clusters of creativity over time. *Research Policy*, *50*(9), 104298. https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104298.

El Barhoumi, N., Hajji, R., Bouali, Z., Ben Brahim, Y., & Kharroubi, A. (2022). Assessment of 3D models placement methods in augmented reality. *Applied Sciences. 12*(20), 10620. https://doi.org/10.3390/app122010620.

Fonseca, D., Navarro, I., De Renteria, I., Moreira, F., Ferrer, Á., & De Reina, O. (2018). Assessment of wearable virtual reality technology for visiting world heritage buildings: An educational approach. *Journal of Educational Computing Research*, 56(6), 940-973. https://doi.org/10.1177/0735633117733995.

Fonseca, D., Marti, N., Navarro, I., Redondo, E., & Sanchez, A. (2012). Using augmented reality and education platform in architectural visualization: Evaluation of usability and student's level of sastisfaction. *In 2012 International Symposium on Computers in Education*, SIIE 2012 Article 6403157, 1-6.

Garzon, J., & Acevedo, J. (2019). A meta-analysis of the impact of augmented reality on students' learning effectiveness. *Educational Research Review*. 27(1), 244-260. https://10.1016/j.edurev.2019.04.001.

Guaman- Quintanilla, S., Everaert, P., Chiluiza, K., & Valcke, M. (2023). Impact of design thinking in higher education: A

Langsdorf, L. (2016). From interrelational ontology to instrumental ethics: Expanding pragmatic postphenomenology. *Techne: Research in Philosophy and Technology*, 20(2), 112-128. https://10.5840/techne20168857.

Laovisutthichai, V., Srihiran, K., & Lu, W. (2022). Towards greater integration of building information modeling in the architectural design curriculum: A longitudinal case study. *Industry and Higher Education, 37*, 265-278. https://doi.org/00504222221120165/10.1177.

Lee, J. H., Yang, E. K., & Sun, Z. Y. (2019). Design cognitive actions stimulating creativity in the VR design environment. *In Proceedings of the 2019 Creativity and Cognition*, 604-611. https://doi.org/10.1145/3325480.3326575

Lin, Y. J., & Wang, H. C. (2021). Using virtual reality to facilitate learners' creative self-efficacy and intrinsic motivation in an EFL classroom. *Education Information Technology*, *26*, 4487–4505. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10472-9.

Mahdi, D. S., Ahmed, M. A., & Rasheed, F. H. (2021). The role of job satisfaction in developing administrative performance and creativity: An empirical study in Iraq. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business, 8*(6), 465-473. https://www.researchgate.net/profile/Dalal-Mahdi/publication/355410679.

Marozzo, V., Crupi, A., Abbate, T., Cesaroni, F., & Corvello, V. (2024). The impact of watching science fiction on the creativity of individuals: The role of STEM background. *Technovation*, *132*, 102994. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497224000440.

Matusiak, B., & Sudbo, B. (2008). Width or height? Which has the strongest impact on the size impression of rooms? Results from full-scale studies and computer simulations. *Architectural Science Review*, *51*, 165-172. https://doi.org/10.3763/asre.2008.5120.

Mekni, M., & Lemieux, A. (2014). Augmented reality: Applications, challenges and future trends. *Applied Computational Science*, *8*(4), 205-214.

Ning, H., Daisaku, N., So, S., Rui, J., Sayaka, K., Hiroshi, O., & Akihiro, S. (2024). Virtual reality space in architectural design education: Learning effect of scale feeling. *Building and Environment,* 248. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.111060.

Omar, O., El Messeidy, R., & Youssef, M. (2016). Impact of 3D simulation modeling on architectural design education. *Architecture and Planning Journal (APJ*, *23*(2)). https://www.researchgate.net/publication/298854347.

Ozenen, G. (2022). Enhancing engagement and learning outcomes in architectural computing design education: A study on the implementation of augmented reality. *PRESENCE: Virtual and Augmented Reality, 31*(2), 245-256. https://doi.org/10.1162/pres_a_00396.

Parong, J., & Mayer, R. E. (2021). Cognitive and affective processes for learning science in immersive virtual reality. *Journal of Computer Assisted Learning*, *37*(3), 226-241. https://doi.org/10.1111/jcal.12482.

Piana, A., Amparore, D., Sica, M., Volpi, G., Checcucci, E., Piramide, F., De Cillis, S., Busacca, G., Scarpelli, G., Sidoti, F., Alba, S., Piazzolla, P., Fiori, C., Porpiglia, F., & Di Dio, M. (2024). Automatic 3D Augmented-Reality Robot-Assisted Partial Nephrectomy Using Machine Learning: Our Pioneer Experience. *Cancers,* 16(5), 1047. https://doi.org/10.3390/cancers16051047

Porat, R., & Ceobanu, C. (2024). Enhancing spatial ability: A new integrated hybrid training approach for engineering and architecture students. *Education Sciences*, *14*(6), 563.

https://doi.org/10.3390/educsci14060563.

Poulsen, S. B., & Thogersen, U. (2011). Embodied design thinking: A phenomenological perspective. *CoDesign*, *7*(1), 29-44.

Puggioni, M., Frontoni, E., Paolanti, M., & Pierdicca, R. (2021). ScoolAR: An educational platform to improve students' learning through virtual reality. *IEEE Access,* 9, 21059-21070. https://10.1109/ACCESS.2021.3051275.

Roffey, H., MacDonald, K., Ingerman, J., & Kingsmill, P. (2020). Developing 21st century skills with online curation and social annotation. *Vanier Academic Voices*, *3*(1).

Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92-96. https://10.1080/10400419.2012.

Schnotz, W., Fries, S., & Horz, H. (2009). Motivational aspects of cognitive load theory. In R. M. Ryan (Ed.), Contemporary motivation research: From global to local perspectives, 69-96. *Guilford Publications.*

Sinnamon, C., & Miller, E. (2022). Architectural concept design process impacted by body and movement. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(36), 1079-1102. https://10.1007/s10798-020-09636-4

Siu Shing, M., Huiying, W., Billy, C., & Lung, S. (2024). Are virtual reality applications effective for construction safety training and education? A systematic review and meta-analysis. *Journal of Safety Research*, *88*, 230-243. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2023.11.011.

Sivapriyan, R., Raj, L., Selvi, T., Raj, G. (2024). Review on augmented reality in civil engineering education and application [Review of research on AR in Engineering Education]. *2024 International Conference on Intelligent and Innovative Technologies in Computing, Electrical and Electronics (IITCEE),* 1-5. https://doi.org/10.1109/IITCEE59897.2024.10467346.

Soltis, N. A., McNeal, K. S., Mcneal, K., Atkins, R. M., Maudlin, L. C., Maudlin, L. C. (2020). A novel approach to measuring student engagement while using an augmented reality sandbox. *Journal of Geography in Higher Education*, *44*(4), 512-531. https://doi.org/10.1080/03098265.2020.1771547

Strauss, A., & Corbin, J. (2011). *Basics of qualitative research*. Newbury Park, CA: Sage.

Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. In R. E. Mayer (Ed.),

Psychology of learning and motivation. *Academic Press,* 55, 37-76.

Taherysayah, F., Malathouni, C., Liang, H. N., & Westermann, C. (2024). Virtual reality and electroencephalography in architectural design: A systematic review of empirical studies. *Journal of Building Engineering*, 85. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.108611.

Urban, H., Pelikan, G., & Schranz, C. (2022). Augmented Reality in AEC Education: A Case Study [Focuses on AR in Architecture, Engineering, and Construction education]. *Buildings, 12*(4), 391. https://doi.org/10.3390/buildings12040391.

Vassigh, S., et al. (2018). Teaching building sciences in immersive environments: A prototype design, implementation, and assessment. *International Journal of Construction Education and Research*, *16*(2), 180-196. https://doi.org/10.1080/15578771.2018.1525445.

Wahadamaputera, S., Subekti, B., Permata, D. D. (2021). Application of digital structure simulation as a tool for the exploration of wide span structure ideas. *MODUL*, *21*(2), 155-161. https://doi.org/10.14710/mdl.21.2.2021.155-161.

Widiaty, I., Yulia, C., & Abdullah, A. G. (2022). The application of virtual reality (VR) in vocational education. *In 4th International Conference on Innovation in Engineering and Vocational Education (ICIEVE* 2021), Atlantis Press, 112-120.

Wu, Y.C., & Liao, W.H. (2020). Analysis of Learning Patterns and Performance—A Case Study of 3-D Modeling Lessons in the K-12 Classrooms. *IEEE Access 2020*, 8, 186976–186992. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3029947.

Xu, W., Geng, F., & Wang, L. (2022). Relations of computational thinking to reasoning ability and creative thinking in young children: Mediating role of arithmetic fluency. *Thinking Skills and Creativity*, *44*, 101041. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.101041.

Xue, Z., Ying, L., & Jianing, S. (2021). The effectiveness of simulation in teaching problem-solving skills: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Educational Research*, *135,* 106123. https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1936878X20305155.

Yu, H., & Wang, L. (2023). A study on the cultivation of architectural students' problem-solving ability based on BIM technology. *International Journal of Construction Management, 13*(2), 409-420. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101041.