

واکوی اثربخشی واقعیت افزوده مجازی بر تفکر سطح بالای دانشجویان معماری در درس

طراحی فنی

عباس صداقتی^۱

۱. * استادیار، گروه معماری، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران

پست الکترونیک: sedaghati7263@ut.ac.ir تلفن ۰۹۱۷۱۴۱۷۲۶۳ شناسه اراکید ۰۴۹۰-۰۸۲-۰۰۰۳-۰۰۰۰-۰۰۰۰

چکیده:

علی‌رغم تمامی تحولات در آموزش معماری، پرورش خلاقیت و تقویت توانایی‌های حل مسئله همچنان به‌عنوان ارکان اصلی این حوزه باقی مانده‌است. مطالعات مختلف نشان می‌دهد درباره تأثیر فناوری‌های دیجیتال بر ارتقای خلاقیت و حل مسئله دانشجویان معماری تردید وجود دارد. این پژوهش، با رویکردی کاربردی و روش آمیخته-تشریحی، تأثیر بهره‌گیری از فناوری واقعیت‌افزوده مجازی را بر تفکرات سطح بالای دانشجویان در درس طراحی فنی بررسی کرده است. برای ارزیابی تفاوت‌ها بین دو گروه آزمایش و کنترل، از پرسشنامه 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 حس کنجکاوی، پنداره، و انعطاف‌پذیری، عملکردی چشمگیرتر از گروه کنترل داشته باشد. همچنین فناوری واقعیت‌افزوده ضمن کاهش بارشناختی دانشجویان، توانایی حل مسئله دانشجویان را ارتقا داد. مشاهدات و مصاحبه‌ها نیز تأیید کردند که واقعیت‌افزوده از طریق عینی‌سازی مفاهیم، تسهیل فرآیند یادگیری، افزایش انگیزه و تقویت حس کنجکاوی و تخیل، با کاهش تلاش ذهنی ابزار موثری 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، حل مسئله، طراحی فنی، واقعیت‌افزوده.

در قرن حاضر، 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. از این رو، پرورش مهارت‌های تفکر سطح بالا (HOTS)، به یکی از دغدغه‌های اصلی برنامه‌ریزان آموزشی و اساتید تبدیل شده است (کنگ و همکاران، ۲۰۱۴). از میان تفکر سطح بالا؛ 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 (بگنو و کافمن، ۲۰۰۷). تفکر خلاق به دانشجویان این امکان را می‌دهد که به شیوه‌های تازه و غیرمعمول بیندیشند و راه‌حل‌های منحصر به فردی برای مسائل پیدا کنند (گوامن کوپینتالیا و همکاران، ۲۰۲۳). این در حالی است 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 (لانگ‌گومز و رز، ۲۰۲۴) و از آن به‌عنوان سنگ‌بنای معماری یاد می‌شود (دوون و رست، ۲۰۲۱). 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 منحصر به فرد دست یابند (ژو، چنگ و وانگ، ۲۰۲۲). 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 (اکچایر و اکچایر، ۲۰۱۷). 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 (وو و لیائو، ۲۰۲۰). 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 (داس و همکاران، ۲۰۲۲؛ کی و همکاران، ۲۰۲۴؛ کیم و کیم، ۲۰۱۹؛ وحدامپوترا و همکاران، ۲۰۲۱؛ هاری و همکاران، ۲۰۲۴؛ هوانگ و موسی، ۲۰۲۴). با این حال، 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 به جای 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. در مجموع، مانعی برای پرورش خلاقیت دانشجویان معماری می‌شوند (آیندیتا و همکاران، ۲۰۲۲؛ ابراهیم و پوررحیمیان، ۲۰۱۰؛ الجبر و علی، ۲۰۲۴؛ پارونگ و مه‌یر، ۲۰۲۱؛ دیائو و شی، ۲۰۱۹؛ سینامون و میلر، ۲۰۲۲؛ عمر و همکاران، ۲۰۱۶؛ کنراد و همکاران، ۲۰۲۴؛ لایوسوتیچای، ۲۰۲۲؛ ماتوسیاک و سودبو، ۲۰۰۸).

به‌طور کلی، رابطه انسان با فناوری در موقعیت‌های مختلف، پیچیده و گاه مبهم است (لانگ‌دورف، ۲۰۱۶). 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 (صدراقتی و حجت، ۱۳۹۹)، توجه به خصوصیات منحصر به فرد این حوزه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از این رو، 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 توصیفی-تحلیلی 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 نشان دادن 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).

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. در بخش کمی، به‌منظور بررسی تفاوت‌ها در زیربعضه‌های خلاقیت، از واریانس چندمتغیری استفاده شد و برای تجزیه و تحلیل 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 حل مسئله 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.

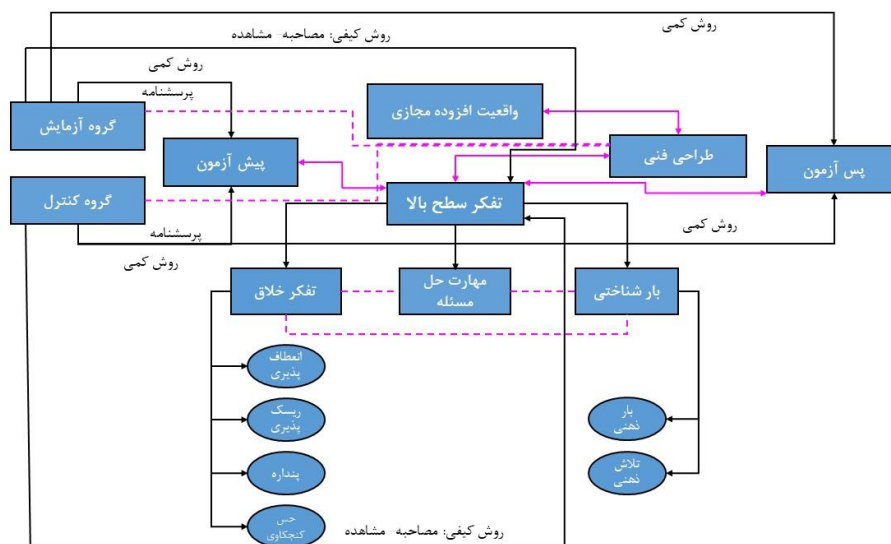
جدول ۱. پایایی پرسشنامه برای خرده عامل‌های خلاقیت

ردیف	مولفه	میزان اعتبار
۱	ریسک‌پذیری	۰/۷۳۱
۲	حس کنجکاوی	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 به منظور اطمینان از انتخاب موارد ضروری و از CVI به منظور 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:

(تعداد کل متخصصان / ۲) / ((تعداد کل متخصصان / ۲) - تعداد متخصصانی که گزینه ضروری است را انتخاب کردند) = CVR
 طبق جدول Lawshe حداقل مقدار قابل قبول CVR با تعداد ارزیاب ۱۰ نفر، ۰/۶۲ در نظر گرفته شد. به طور 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: $K^* = (I - (1 - Pc) / (1 - Pc)) / CVI - I$ از طریق فرمول تعداد (کل متخصصان / تعداد متخصصانی که گزینه ۳ و ۴ را انتخاب کردند) = I-CIV و مقدار Pc از طریق فرمول $Pc = (N! / A!(N-A)!) * 0.5^N$ که N معرف تعداد کل متخصصان و A معرف تعداد متخصصانی که گزینه ۳ و ۴ را انتخاب کردند، محاسبه شد. به دلیل این که همه گویه‌ها مقدار K^* بالای ۰/۹۴ را کسب کردند، به این ترتیب روایی محتوایی پرسشنامه تأیید شد.

ابزار ارزیابی مهارت حل مسئله و بارشناختی پرسشنامه هوانگ بود. پرسشنامه حل مسئله دارای شش سوال در مقیاس پنج‌گزینه‌ای لیکرت است. ضریب آلفای کرونباخ برای این آزمون ۰/۸۹ به دست 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 به ترتیب ۰/۸۱ و ۰/۷۸ به دست 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 موثر بود (تصویر ۱).



تصویر ۱. فرآیند تحقیق

پیشینه تحقیق

مهارت تفکر خلاق و حل مسئله به عنوان 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:

جدول ۲. پیشینه تحقیق

موضوع اصلی	مؤلفه‌ها	محقق (سال)	یافته‌ها
مهارت حل مسئله در معماری	ماهیت و اهمیت	چیو و آلیا (۲۰۲۳)	مهارت‌هایی نظیر تفکر انتقادی، تجزیه و تحلیل، خلاقیت و نوآوری در حل مسئله معماری مهم هستند.
		سلماز (۲۰۲۳)	نقش عوامل اجتماعی، فرهنگی، زیست‌محیطی و اقتصادی در فرآیند حل مسئله.
	اجزای مهارت	گارسیا و همکاران (۲۰۲۳)	مؤلفه‌های کلیدی شامل دانش تئوری معماری، مهارت‌های تحلیلی، توانایی ایده‌پردازی و مهارت‌های ارتباطی.
		یو و وانگ (۲۰۲۳)	تأکید بر تسلط بر اصول طراحی، مصالح، فناوری‌های ساخت و ساز و نرم‌افزارهای تخصصی.
	راهبردهای ارتقا	ژو و همکاران (۲۰۲۱)، میلیر و همکاران (۲۰۲۱)	استفاده از شبیه‌سازی برای ارتقا مهارت حل مسئله در آموزش مهندسی (با بررسی ۳۸ مطالعه انجام‌شده).
		سالویانی و کارهو (۲۰۲۳)	تأثیر مستقیم مهارت‌های خلاقانه، شناختی، فنی و رفتاری مختلف در حل مسئله در معماری.
واقعیت افزوده در آموزش	تأثیرات عمومی	انافی و همکاران (۲۰۱۷)، گارزون و اکادو (۲۰۱۹)	واقعیت افزوده باعث بهبود درک، انگیزه و یادگیری می‌شود (با مطالعه مقالات مختلف).
		مشعشعی، مقامی و زارعی زوارکی (۱۳۹۸)	تأثیر چشم‌گیر واقعیت افزوده در پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان.
		مهتری ارانی و همکاران (۱۳۹۸)	افزایش به‌زیستی ذهنی و یادگیری مادام‌العمر و همچنین مؤلفه‌های آن در دانش‌آموزان به کمک واقعیت‌افزوده و شبیه‌سازی آموزشی.
		کنراد، کابلیز و شوومن (۲۰۲۴)	این فناوری برای محیط‌های یادگیری تعاملی و کاربردی مناسب است (با مرور ۳۰ مقاله).
	حل مسئله	لین و وانگ (۲۰۲۱)	استفاده از واقعیت مجازی برای افزایش خودکارآمدی خلاق و انگیزش در دانشجویان.
		الانسی و همکاران (۲۰۲۳)	شکاف میان کاربرد فناوری‌های واقعیت افزوده و یادگیری (با تحلیل شبیه‌ساز کامپیوتری می‌تواند به دانشجویان در درک بهتر مسائل، یافتن راه‌حل‌های خلاقانه و بهبود مهارت‌های حل مسئله کمک کند.
		ویدایتی، یولیا و عبدالله (۲۰۲۲)	اثر مثبت واقعیت افزوده بر تفکر انتقادی، توانایی خلق موقعیت و اعتماد به‌نفس دانش‌آموزان.
		بیانا و همکاران (۲۰۲۴)	استفاده از شبکه‌های عصبی برای افزایش دقت در مدل واقعیت افزوده.
کاربردهای عمومی	البرهومی و همکاران (۲۰۲۲)	استفاده از خطای میانگین مربعات برای افزایش دقت محیط واقعیت-افزوده.	
	بین (۲۰۲۲)	افزایش آشنایی، اعتماد و اطمینان به ابزارهای شبیه‌سازی می‌تواند به پذیرش بهتر آن‌ها کمک کند.	
	طاهرسیاح و همکاران (۲۰۲۴)	تأثیر محیط‌های طراحی شده بر کاربران با استفاده از الکتروانسفالوگرافی در ترکیب با واقعیت افزوده.	
	بامیک و همکاران (۲۰۲۳)	فناوری‌ها باعث حفظ معماری، فرهنگ و دانش بومی می‌شوند.	
		کاردلیچیو و همکاران (۲۰۲۴)	افزایش درک کیفیت‌های ناملموس میراث معماری و ارائه بینش‌های جدید در فرآیندهای ساخت از طریق واقعیت‌مجازی.

چنگ و همکاران (۲۰۲۴)	فناوری واقعیت افزوده باعث مشارکت فعال و ترغیب دانشجویان به کاوش و حفظ میراث فرهنگی می‌شود (تالیف کتاب واقعیت افزوده).	آموزش معماری	واقعیت افزوده در معماری
نینگ و همکاران (۲۰۲۴)	شبیه‌سازی به درک صحیح از مقیاس به اندازه فضای واقعی به دانشجویان کمک می‌کند.		
سی‌شینگ و همکاران (۲۰۲۴)	استفاده از واقعیت مجازی در آموزش به طور معناداری مؤثرتر از روش‌های سنتی در افزایش رفتارها، مهارت‌ها و تجربه است.		
درویش، کامل و عاصم (۲۰۲۳)	امکان تجربه پروژه‌های طراحی در مقیاس واقعی و ارتقای توانایی درک مفاهیم فضا با استفاده از فناوری.		
چاندراسکرا (۲۰۱۴)	مقایسه مدل‌های فیزیکی و واقعیت افزوده توسط دانشجویان بیانگر استفاده آسان‌تر واقعیت افزوده است.		
اوزن (۲۰۲۲)	تجسم مجازی مفاهیم طراحی سازه‌ای با واقعیت افزوده در آموزش طراحی فنی، مشارکت دانشجویان، نتایج یادگیری و رضایت کلی آن‌ها را بهبود می‌بخشد.		
عبدالله و همکاران (۲۰۱۷)	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.		
فونسکا و همکاران (۲۰۱۸)	تحلیل تأثیر سیستم‌های بصری‌سازی تعاملی و بازی‌سازی بر پروژه‌های طراحی شهری و گنجاندن آن در آموزش معماری.	چالش‌ها و محدودیت‌ها در استفاده از فناوری	
پاگیانی و همکاران (۲۰۲۱)	علی‌رغم گسترش استفاده از این فناوری‌ها، فقدان پلتفرم‌های آسان مانع پذیرش گسترده در حوزه آموزش معماری شده است.		
آیندیتا (۲۰۲۲)	شبیه‌سازی می‌تواند در مسائل ساده کمک کند، اما در مسائل پیچیده احتمال خطای بالقوه وجود دارد.		
فونسکا و همکاران (۲۰۱۲)	استفاده از واقعیت افزوده در آموزش معماری مورد سؤال و ایراد قرار دارد.		
ماتوسیاک و سودبو (۲۰۰۸)	شبیه‌سازی کامپیوتری ضعف‌هایی دارد و عرض اتاق‌ها تأثیر بیشتری بر اندازه آن‌ها دارد که به طور کامل در شبیه‌سازی قابل مشاهده نیست.	تأثیر بر خلاقیت و حل مسئله	
داس، برانسگارد و مادسن (۲۰۲۲)	تجسم مبتنی بر واقعیت افزوده با درک فضا منجر به تقویت خلاقیت می‌گردد.		
کی، کایوس و کینگ (۲۰۲۴)	ابزارهای واقعیت افزوده و هوش مصنوعی به بهبود مدیریت زمان، کاهش استرس و ارتقای خلاقیت دانشجویان کمک می‌کنند.		
وحدامپوترا، سوبکتی و پرمتا (۲۰۲۴)	بهبود ایده‌های خلاقانه در طراحی سازه‌های گسترده و درک بهتر ارتباط سازه و معماری به کمک شبیه‌سازی دیجیتال		
هوانگ و موسی (۲۰۲۴)	واقعیت افزوده خلاقیت و مهارت‌های تجسم فضایی دانشجویان معماری را افزایش می‌دهد.		
هاری، چینتامانی و کاتینگ (۲۰۲۴)	واقعیت افزوده با ارائه تجربه‌های تعاملی، همکاری دانشجویان را تقویت کرده و درک عمیق‌تری از مفاهیم آموزشی ایجاد می‌کند.		
ابراهیم و پوررحیمیان (۲۰۱۰)	ابزارهای مدل‌سازی سه‌بعدی مجازی به دلیل محدودیت‌های بصری و دستگاه‌های ورودی/خروجی، مانع خلاقیت طراحان تازه‌کار می‌شوند.		
عمر، المسیدی و یوسف (۲۰۱۶)	شبیه‌سازی باعث کاهش خلاقیت مفهومی در آموزش طراحی معماری در دانشگاه عرب بیروت می‌شود.		

مرور پیشینه حاکی از آن است که اگرچه تأثیر فناوری واقعیت افزوده بر یادگیری و آموزش به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته، پژوهش‌های محدودی به طور 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 استفاده از فناوری واقعیت افزوده را بر تقویت تفکر خلاق و بهبود مهارت حل مسئله در دانشجویان معماری مورد بررسی قرار می‌دهد.

مرور ادبیات

واقعیت افزوده مجازی

اصطلاح واقعیت افزوده (AR) اولین بار در سال ۱۹۹۱ توسط توماس کادل در شرکت بویینگ مطرح شد (مکنی و لمیوکس، ۲۰۱۴). این فناوری اشیاء مجازی شامل متن، تصاویر یا مدل‌های سه‌بعدی را به محیط واقعی اضافه می‌کند (بنبلکاسم و همکاران، ۲۰۱۱). 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 (گوان و همکاران، ۲۰۲۳). این فناوری در حوزه‌هایی مانند آموزش، پزشکی، هنر و معماری برای درک بهتر مفاهیم پیچیده استفاده می‌شود (هورست و همکاران، ۲۰۲۰). تصویرسازی عامل کلیدی در تحلیل و تولید ایده است و این‌که فناوری واقعیت مجازی به کاربران این امکان را می‌دهد که طراحی‌ها را به صورت سه‌بعدی تصویرسازی و تعامل کنند (پولسن و توگرسن، ۲۰۱۱). 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 (چانگ، کائو و وانگ، ۲۰۲۲؛ لی، یانگ و سان، ۲۰۱۹).

با این حال، چالش‌هایی نیز وجود دارد؛ از جمله بار شناختی بالا و زمان بر بودن پذیرش این فناوری‌ها که ممکن است اثربخشی را کاهش دهد (کنراد و همکاران، ۲۰۲۴؛ پارونگ و مایر، ۲۰۲۱). از سوی دیگر، سینامون و میلر (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 مریبان، 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 به شرح 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 (سیواپریان و همکاران، ۲۰۲۴؛ اوربن، پلیکان و اشرازی، ۲۰۲۲). **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 (عبدالله و همکاران، ۲۰۱۷؛ پرات و سئویانو، ۲۰۲۴). **افزایش مشارکت و انگیزه:** استفاده از این فناوری باعث افزایش مشارکت و انگیزه دانشجویان در فرآیند آموزش می‌شود (اوزنن، ۲۰۲۲). **ایجاد محیط‌های جذاب و تعاملی:** واقعیت افزوده محیط‌های یادگیری جذاب‌تری فراهم می‌کند که موجب تقویت دانش و مهارت‌های دانشجویان می‌شود (وئیک و همکاران، ۲۰۱۸). **تعامل اجتماعی و همکاری:** این فناوری همکاری گروهی و بهره‌گیری از تجربیات جمعی را تسهیل می‌کند (سالتیس و همکاران، ۲۰۲۰). **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 (الخیا و همکاران، ۲۰۲۴). **عدم دقت مدل‌های سه‌بعدی:** عدم صحت در فرارگیری مدل‌ها می‌تواند منجر به اختلاف بین محیط واقعی و مجازی و کاهش دقت آموزش شود (البرهومی و همکاران، ۲۰۲۲). **مقاومت در برابر تغییر و استانداردسازی:** مقاومت دانشگاه‌ها و نبود استانداردسازی، بهره‌برداری کامل از فناوری را محدود می‌کند و اثربخشی آن را کاهش می‌دهد (الجبر و علی، ۲۰۲۴). **هزینه و محدودیت دسترسی:** هزینه‌های بالا و نیاز به پشتیبانی فنی چالش‌های بزرگی برای استفاده گسترده از این فناوری‌ها هستند (احمد، ۲۰۲۰). **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 (دیائو و شی، ۲۰۱۹). تأثیر بر خلاقیت دانشجویان: برخی تحقیقات نشان می‌دهند استفاده از این فناوری در برنامه‌درسی می‌تواند خلاقیت دانشجویان را کاهش دهد (لاویسوتیچای، سرپهیران و لو، ۲۰۲۲).

مهارت حل مساله

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 (آلین، ۲۰۱۸) 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 تجزیه و تحلیل دقیق و شناسایی عناصر کلیدی، مسیر مناسبی برای حل مشکلات بیابند (گوتیرز-گونزالس و همکاران، ۲۰۲۳). 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 حل مسئله است که امکان تولید ایده‌های نوآورانه و ارزشمند را فراهم می‌کند (مهدی، احمد و راشد، ۲۰۲۱؛ ماروزو و همکاران، ۲۰۲۴). 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 (امین و همکاران، ۲۰۲۳). تفکر خلاق، روشی برای تولید راهکارهای نوآورانه و مؤثر در مواجهه با وضعیت‌های پیچیده و مبهم است (رانکو و جیجر، ۲۰۱۲). 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 (رافی و همکاران، ۲۰۲۰). 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 (پلوی، 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 (چیسون و اشتون، ۲۰۲۱). 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 (کالی و هوارد، ۲۰۱۴). با توجه به محدودیت ظرفیت شناختی انسان، تنها تعداد محدودی از واحدهای اطلاعاتی می‌توانند در یک زمان پردازش شوند (کالیوگا، ۲۰۰۹). 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 (چیسون و اشتون، ۲۰۲۱؛ سوئلر، ۲۰۱۱). 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 (اشنوتز، فریز و هورز، ۲۰۰۹). این امر نشان می‌دهد که روش‌های آموزشی باید بر اساس اصول سیستم شناختی انسان طراحی شوند. به‌عبارت‌دیگر،

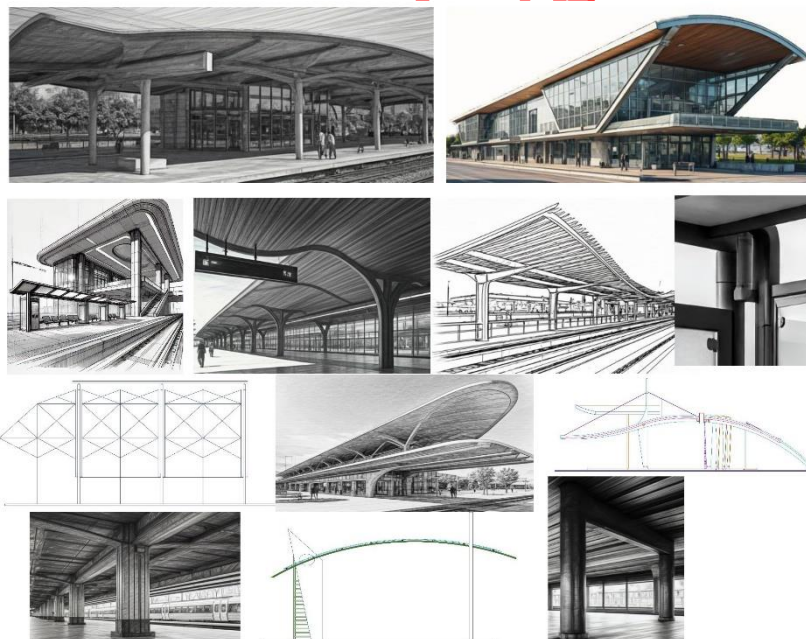
آموزش باید به گونه‌ای باشد که اطلاعات در قالب‌های ساده‌تر و سازمان‌یافته‌تر ارائه شوند تا از بار شناختی غیرضروری کاسته شود (سوئلر، ۲۰۱۱). این امر به‌ویژه در محیط‌های آموزشی مدرن، که اغلب اطلاعات زیادی به‌طور همزمان ارائه می‌شود، اهمیت دارد.

یافته‌های پژوهش

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



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



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

پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها و طبقه‌بندی اطلاعات و داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌های پرسشنامه‌ها انجام شد. برای این منظور، از نرم‌افزار SPSS استفاده گردید. 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 آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. مطابق جدول ۳ میانگین نمرات گروه آزمون، $17/50$ و انحراف معیار آن، $1/54$ بود. همچنین میانگین نمرات و انحراف معیار گروه کنترل $17/50$ و $1/51$ 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 قابل توجهی 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	انحراف معیار
گروه آزمون	الف	۱۲	۱۹	۱۷/۵۰	۱/۵۴
گروه کنترل	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 قابل توجهی 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.

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

	گروه آزمون				گروه کنترل			
	انعطاف پذیری	پنداره	حس کنجکاوی	ریسک‌پذیری	انعطاف پذیری	پنداره	حس کنجکاوی	ریسک‌پذیری
پیش‌آزمون	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
پس‌آزمون	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 تفکر خلاق

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

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

جدول ۶. مقایسه زیربعضهای تفکر خلاق دو گروه

انحراف پذیر	پنداره	حس کنجکاوی	ریسک‌پذیری	
۸/۴۸	۷/۶۴	۸/۱۸	۱/۲۲	F
۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۲۰۴	P
۰/۰۹۹	۰/۰۹۶	۰/۰۹۴	۰/۰۲	η^2

تحلیل تفکر خلاق

نتایج آزمون t پس‌آمایش تفکر خلاق، تفاوت معنی‌داری را در بین گروه آزمایش و کنترل نشان داد $T=2/58$ و $P < 0/01$ امتیاز گروه آزمایش با میانگین = $2/34$ و انحراف معیار = $0/28$ بالاتر از گروه کنترل با میانگین = $2/17$ و انحراف معیار = $0/32$ بود. براساس نتایج واریانس چندمتغیره، تغییرات در خرده‌عامل‌های تفکر خلاق متفاوت است و حداقل یکی از میانگین‌های گروه‌ها با بقیه گروه‌ها تفاوت معناداری داشت. برای شناسایی دقیق گروه‌هایی که با یکدیگر متفاوت هستند و 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 مینا از تقسیم $0/05$ بر چهار مولفه عدد $0/125$ به‌دست آمد. بر اساس جدول ۶ در مولفه ریسک‌پذیری، با توجه به مقادیر F و بالاتر بودن مقدار

p از ضریب مبنا، گروه آزمایش تفاوت معناداری با گروه کنترل نداشت. اما در سه مولفه حس کنجکاوی، 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 مولفه؛ پنداره، حس کنجکاوی و انعطاف‌پذیری، همه اندازه اثر متوسط را نشان دادند (استراوس و کربین، ۱۳۹۰).

تحلیل مهارت‌های حل مسئله

برای تحلیل مهارت‌های حل مسئله دانشجویان، از کوواریانس تک‌متغیری استفاده شد؛ با توجه به این که 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 حل مسئله 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 کواریانس 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 ۰/۰۵ تأیید شد (جدول ۷). واریانس‌ها بین گروه‌ها برابر بوده و فرضیه صفر برقرار بود.

جدول ۷. آزمون لوین جهت بررسی همگنی واریانس‌ها

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

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.

جدول ۸. آزمون همگنی ضرایب رگرسیون

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

پس از حذف اثر پیش‌آزمون مهارت حل مسئله، نمرات گروه‌آزمایش و کنترل تفاوت معنی‌داری نشان داد. همان‌طور که جدول ۹ نشان می‌دهد ($F = 9.795$) و اندازه اثر $\eta^2 = 0.36$ بود که بنابر تعریف کوهن از مقدار ضریب میزان تاثیر، در محدوده مقدار تاثیر متوسط قرار دارد.

جدول ۹. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس حل مسئله

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

تحلیل بار شناختی

همان‌طور که در جدول ۱۰ نشان داده شده است، میانگین و انحراف معیار امتیازهای بارشناختی گروه آزمایشی به ترتیب ۲/۵۶ و ۰/۵۴ بود، در حالی که مقادیر این مقادیر برای گروه کنترل به ترتیب ۲/۹۶ و ۰/۷۱ بود. آزمون t نمونه‌های مستقل نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود دارد ($t = -2.16, p < 0.01, d = -0.584$)، با d بیشتر از ۰/۵، که نشان می‌دهد تأثیر اندازه مناسبی داشته‌اند. یعنی استفاده از فناوری واقعیت‌افزوده نسبت به روش معمول می‌تواند به‌طور موثر بارشناختی دانشجویان را در فرآیند یادگیری کاهش دهد. همچنین، تفاوت‌های معنی‌داری بین دو گروه کنترل و آزمایش از نظر بارذهنی ($t = -2.19, p < 0.05, d = -0.534$) و تلاش‌های ذهنی ($t = -2.44, p < 0.05, d = -0.622$) وجود داشت (جدول ۱۱).

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

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

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

تلاش ذهنی	بار شناختی	بار ذهنی	تلاش ذهنی
-۲/۴۴	-۲/۱۶	-۲/۱۹	-۲/۴۴
-۰/۶۲۲	-۰/۵۸۴	-۰/۵۳۴	-۰/۶۲۲
سطح معنی‌داری	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۵

در پایان ترم، با هدف درک عمیق‌تر از موضوع، ده دانشجوی 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). به‌طور کلی 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 تفکر خلاق و مهارت حل مسئله 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 اضطراب 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 تصویر کشیدن 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.

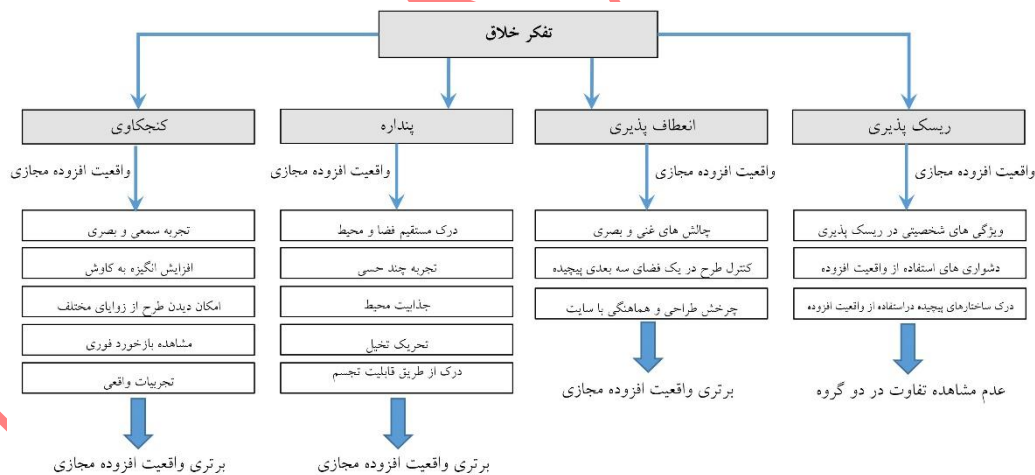
جدول ۱۲. مفاهیم و مقوله‌های مستخرج از داده‌های کیفی بر اساس نظریه زمینه‌ای

مفاهیم	دسته‌های عمده	هسته‌های اصلی
<p>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</p>	تجسم فضایی	تفکر خلاق
<p>شهودی تر و طبیعی تر مشاهده از چند زاویه بهر روز کردن دانش و مهارت‌ها عمق بخشی در فرایند یادگیری افزایش یادگیری خود راهبردی یادگیری در هر زمان و مکان تجربگی یادگیرنده افزایش سطح اشتیاق بازی وارسازی متناسب بودن سرعت عمل یادگیری</p>	غوطه‌وری و شناوری	
<p>محدود شدن ارتباطات همکلاسی‌ها در استفاده از فناوری محدود شدن ارتباط بین معلم یادگیرنده در استفاده از فناوری کم رنگ شدن نقش مهارت‌های اجتماعی در فضای آموزشی در استفاده از فناوری محدودیتهای فیزیکی کاهش تعاملات چهره به چهره در استفاده از فناوری جذابیت بی‌ش از حد فناوری و انزوای دانشجویان افزایش انگیزه مستثنی کردن افراد و گروه‌های فاقد فناوری در استفاده از فناوری تقویت تنظی می‌چنان رابط غیر دوستانه</p>	تعاملات بین-فردی	
<p>دادن بی‌ش از حد 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 کم رنگ شدن نقش بازخورد در استفاده از فناوری ناراحتی و اختلالات روانی استفاده‌کنندگان از فناوری درک اشکالات طراحی</p>	کنترل بر فعالیتهای یادگیری	
<p>آموزش در محیطی واقعی بهر روز کردن دانش مطابق با پی‌شرفتهای جامعه دیجیتال جذابیت و سرگرمی بی‌ش از حد فناوری و دوری از مفاهیم تلفیق واقعی با حقیقت محافظت از داده‌ها امکان کارایی بالا در نظام آموزشی بدون اتصال به اینترنت وابستگی و ضعف نرم‌افزار و سخت‌افزار طولانی بودن آموختن فناوری هزینه راحت نبودن کار با نرم‌افزار عدم دقت عملیاتی در استفاده از فناوری لزوم داشتن مهارت‌های کامپیوتری در استفاده از فناوری عدم نیاز به آتلیه و میز رسم</p>	وابستگی به فناوری	مهارت حل-مسئله و بارشناختی
<p>عدم احساس نیاز به مهارت‌های دستی و اسکریس در فناوری کم رنگ شدن فرهنگ و روش استاد-شاگردی عدم آموختن از همکلاسی نیاز به آموزش فناوری به مدرسان کم رنگ شدن نقش مدرسان در استفاده از فناوری</p>	کم رنگ شدن رسالت مدرسان	
<p>عدم آشنایی با مهارت‌های ترسی می و دستی در استفاده از فناوری ضعف در برداشت و درک وضع موجود</p>	مهارت‌های ترسی می	

تحلیل یافته‌ها

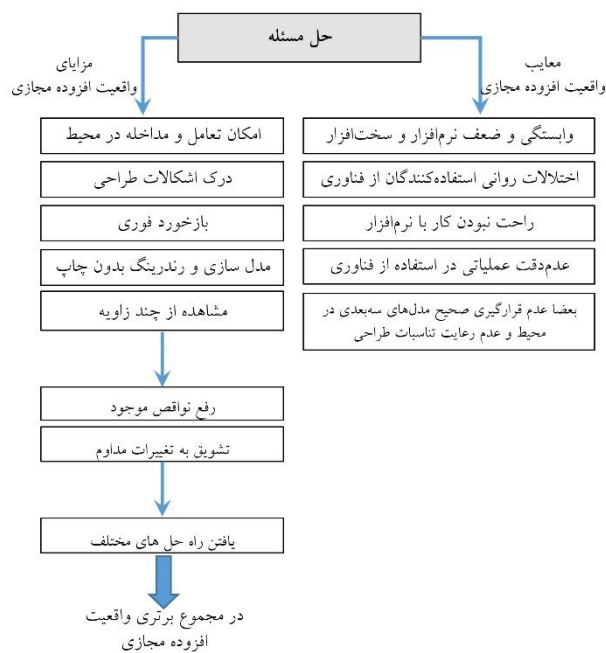
موضوع این پژوهش، بررسی طراحی مبتنی بر واقعیت افزوده مجازی و تأثیر آن بر مهارت‌های حل مسئله و تفکر خلاق دانشجویان معماری است. این مطالعه همچنین به مقایسه بار شناختی دانشجویان در طول فرآیند یادگیری و تحلیل درک و نظرات آن‌ها درباره این روش پرداخته است. نتایج نشان داد که استفاده از این فناوری موجب افزایش 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 تفکر خلاق 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 حس کنجکاوی، 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).



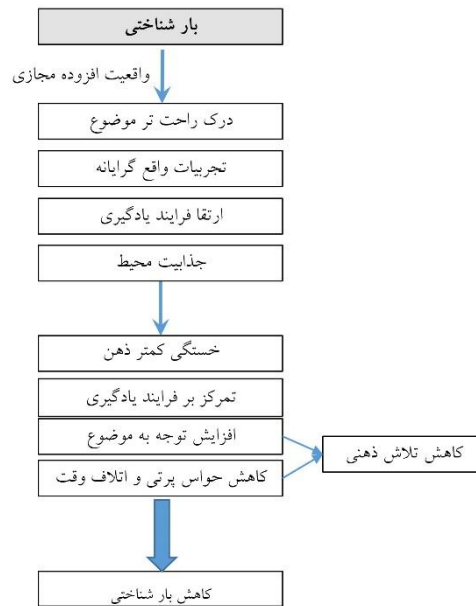
تصویر ۴. تحلیل تفکر خلاق و خرده‌عامل‌های آن

مطابق تصویر ۵، در زمینه حل مسئله 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، در نتیجه مهارت‌های حل مسئله را تقویت می‌کند.



تصویر ۵. تحلیل مهارت حل مسئله

واقعیت افزوده مجازی با ارائه تجربیات حسی واقع گرایانه، به دانشجویان در سازماندهی وظایف یادگیری و درک بهتر مفاهیم کمک می‌کند. این فناوری باعث افزایش کارایی فرآیند یادگیری و کاهش بار شناختی مورد نیاز برای درک و مدیریت روابط پیچیده می‌شود. کاهش 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 حل مسئله 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 حواس پرتی 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). با این حال، 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 فرآیند یادگیری با تجربیات فیزیکی و عملی هم‌راستا باشد، احتمال بروز خلاقیت و تقویت مهارت‌های حل مسئله به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد.



تصویر ۶. تحلیل بار شناختی

نتیجه گیری

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 حل مسائل دانشجویان معماری را افزایش می‌دهد، درحالی‌که بار شناختی 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 در نتیجه، 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 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، واقعیت‌افزوده مجازی به دلیل ضعف ساختارها، خالی از محدودیت نیست. فناوری واقعیت‌افزوده هنوز در مرحله توسعه است و سخت‌افزار و نرم‌افزار هنوز به بلوغ واقعی نرسیده است، در نتیجه 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 مریبان 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.

منابع

- استراوس، انسلم و کربین، جولیت (۱۳۹۰). *مبانی پژوهش کیفی- فنون و مراحل تولید نظریه زمینه‌ای*. ترجمه ابراهیم افشار. نشر نی. تهران.
- امین رنجبر، مهناز (۱۳۸۰). *تأثیر بازی شطرنج بر رشد مهارت حل مسئله دانش‌آموزان*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا. بازرگان، عباس (۱۳۸۷). *ارزیابی آموزش*. چاپ سوم. تهران: انتشارات سمت.
- 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، علی اکبر (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
- مشعشی، رزیتا؛ مقامی، حمیدرضا و زارعی‌زوارکی، اسماعیل (۱۳۹۸). *تأثیر فناوری واقعیت افزوده با بهره‌گیری از مدل آموزشی مریل بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان*. *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>
1. 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>
 2. 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>.
 3. 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>
 4. 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>
 5. Alein, F. (2018). Midwifery students' experiences of problem solving based interprofessional learning: A qualitative study. *Women and Birth*, 31(6), 374-379.
 6. Alekhya, V., Sujin Jose, S., Lakhnopal, 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>.
 7. 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>.

8. Amin Ranjbar, M. (2001). The effect of chess play on students' problem solving skill development. [Unpublished master's thesis]. Al-Zahra University. [In Persian].
9. Amin, A., Rehman, M., Basri, S., Capretz, L. F., Goraya, M. A. S., & Akbar, R. (2023). The impact of stressors on the relationship between personality traits, knowledge collection behavior and programmer creativity intention in software engineering. *Information and Software Technology*, 107288.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584923001428>.
10. 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>
11. 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.
12. Bazargan, A. (2008). *Assessment of training*. Tehran: Samt Publishing [In Persian].
13. 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>.
14. 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, 73.
15. 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>.
16. 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>
17. 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, 14-24.
18. 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>
19. 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.
20. Chandrasekera, T. (2014). Using Augmented Reality Prototypes in Design Education. *Design and Technology Education an International Journal*, 19(3).
21. 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>
22. Cheng, L., Lau, L. K. P., & Pang, W.Y.J. (2024). Augmented 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>.
23. 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.
24. Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Cambridge, MA, USA: Academic Press.
25. Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education (7th ed.)*. London: Routledge Falmer.
26. 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>.

27. 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>.
28. 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>.
29. 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>.
30. 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>.
31. 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>.
32. 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>.
33. 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 satisfaction. In *2012 International Symposium on Computers in Education*, SIIE 2012 Article 6403157, 1-6.
34. Garzon, J., & Acevedo, J. (2019). A meta-analysis of the impact of augmented reality on students' learning effectiveness. *Educational Research Review*.
35. Ghazizadeh Fard, M. A., Aboalmaali, K., Saberi, H., & Ebrahimi Moghaddam, H. (2023). Designing and validation of creativity training program for preschool children. *Journal of Innovation and Creativity in Human Science*, 12(4), 1-30. [In Persian].
https://journal.bpj.ir/article_705006.html?lang=en
36. Guaman- Quintanilla, S., Everaert, P., Chiluitza, K., & Valcke, M. (2023). Impact of design thinking in higher education: A 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>.
37. 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>.
38. 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>
39. 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.
40. 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>.
41. 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/kuvey.v30i5.3902>.

42. Ibrahim, R., & Pour Rahimian, F. (2010). Comparison of CAD and manual sketching tools for teaching architectural design. *Automation in Construction*, 19(7), 978–987.
43. Jessica, R., Colvin, D. W., Miller, E. W., Bernacki, A., & Kurt, A. H. (2022). The role of simulation in experiential learning: A meta-analysis. *The Journal of Experiential Education*, 45(3), 371-389.
44. 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*.
45. 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>.
46. Kim, J., & Kim, S. (2019). The impact of simulation-based learning on problem-solving skills in architecture students. *Journal of Educational Computing Research*, 60(2), 147-162.
47. 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(2), 70–78.
48. Lage-Gómez, 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>.
49. Langsdorf, L. (2016). From interrelational ontology to instrumental ethics: Expanding pragmatic postphenomenology. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 20(2), 112-128.
50. 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>.
51. 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.
52. 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>.
53. 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>.
54. 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>
55. 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>.
56. Mehtari Arani, M., Rajabian Deh Jadeh, M., Horticulture, A., & Sotoudeh Arani, H. (2018). The impact of computer-based educational simulation on students' subjective well-being and lifelong learning. *Journal of Medical Education Strategies*, 11(5), 1-13. [In Persian].
<http://edcbmj.ir/article-1-1652-fa.html>
57. Mekni, M., & Lemieux, A. (2014). Augmented reality: Applications, challenges and future trends. *Applied Computational Science*, 8(4), 205-214.
58. Metiri Group. (n.d.). *enGauge 21st-century skills for 21st-century learners..*
59. Miller, J. T., Groccia, J. M., & Bergemann, M. A. (2021). Simulation and active learning: A meta-analysis. *Instructional Science*, 49(1), 21-24.
60. Moshashaei, R., Maghami, H., & Zarei Zavaraki, E. (2019). Investigating the effect of augmented reality using the merrill educational design model on students' academic achievement. *Quarterly of educational psychology*, 15(51), 127-145. [In Persian].
<https://doi.org/10.22054/jep.2019.36758.2454>.

61. 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>
62. 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>.
63. 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.
64. 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>.
65. 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>
66. Poloie, L. (2021). The effectiveness of inquiry-based teaching method on creativity and achievement motivation among psychology students of Islamic Azad University Science and Research Branch, Tehran. *Journal of Innovation and Creativity in Human Science*, 10(4), 199-223. [In Persian].
https://journal.bpj.ir/article_682695.html?lang=en
67. 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>.
68. Poulsen, S. B., & Thogersen, U. (2011). Embodied design thinking: A phenomenological perspective. *CoDesign*, 7(1), 29-44.
69. Puggioni, M., Frontoni, E., Paolanti, M., & Pierdicca, R. (2021). ScoolAR: An educational platform to improve students' learning through virtual reality.
70. Rahmati, R., & Karimi, A. (2022). Documentary study of the effect of play on the creativity of primary school children. *Journal of Innovation and Creativity in Human Science*, 12(2), 29-50. [In Persian].
<https://sanad.iau.ir/en/Journal/ichs/Article/930627>
71. Roffey, H., MacDonald, K., Ingerman, J., & Kingsmill, P. (2020). Developing 21st century skills with online curation and social annotation. *Vanier Academic Voices*, 3(1).
72. Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92-96.
73. Saif, A. A. (2022). Learning psychology and teaching. Tehran: *Doran Publication*. [In Persian].
74. Salehi, M., Hoseini dronkolaei, S., & Nazoktabar, H. (2019). The impact of family performance and intelligence beliefs on creativity among students. *Journal of Innovation and Creativity in Human Science*, 9(1), 211-230. [In Persian].
https://journal.bpj.ir/article_667906.html?lang=en
75. Salvioni, M., & Karhu, K. (2023). Design thinking and problem-solving skills in architectural education: A scoping review. *Journal of Education for Architecture*, 14(1), 1-22.
76. 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*.
77. Sedaghati, A., & Hojat, I. (2020). Comparison of the success rate of educational courses after the Cultural Revolution. *Journal of Architectural Thought*, 4(7). [In Persian].
<https://doi.org/10.30479/AT.2020.11215.1268>.
78. Sinnamon, C., & Miller, E. (2022). Architectural concept design process impacted by body and movement. *International Journal of Technology and Design Education*, 32, 1079-1102.

79. 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>
80. 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>
81. Solmaz, S. (2023). Problem-solving skills in landscape architecture education: A content analysis of syllabi. *Journal of Education for Architecture*, 14(1), 23-39.
82. 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>
83. Strauss, A., & Corbin, J. (2011). *Basics of qualitative research*. Newbury Park, CA: Sage.
84. Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. In R. E. Mayer (Ed.), *Psychology of learning and motivation*. Academic Press, 55, 37-76.
85. 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>
86. 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>
87. 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>
88. 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>
89. 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.
90. 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>
91. 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>
92. 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>.
93. 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>

Investigating the Effectiveness of Virtual Augmented Reality on Higher-Order Thinking of Architecture Students in the Building Technical Design Course

Abbas Sedaghati

Department of Architecture, Urmia Branch, Islamic Azad University, Urmia, Iran.
Email: Sedaghati7263@ut.ac.ir. Tel: 09171417263. Orcid: 0000-0003-0082-0490

Abstract:

Despite the numerous transformations in architectural education over recent decades, fostering creativity and strengthening problem-solving abilities remain 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 for 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.

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