



## ORIGINAL RESEARCH PAPER

## Functional measurement of a supplementary teaching system based on augmented reality technology for the course “building mechanical services and utilities” in architecture

S. Valadi<sup>1</sup>, S. Alitajer<sup>\*1</sup>, H. Khotanlou<sup>2</sup><sup>1</sup> Architecture Department, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran<sup>2</sup> Computer Department, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran


## ABSTRACT

Received: 11 July 2018  
Reviewed: 12 August 2018  
Revised: 22 November 2018  
Accepted: 5 December 2018

## KEYWORDS:

Architecture Education  
Augmented Reality  
Building Mechanical Services  
Field Visit  
Active Learning

\* Corresponding author

 [Alitajer@basu.ac.ir](mailto:Alitajer@basu.ac.ir) (+9881) 34220940

**Background and Objective:** The advancement of information technology in the field of portable technologies has made it possible to develop omnipresent learning. Mobile learning (learning everywhere) is a new learning environment in which the learner is placed in a real-world scenario, with access to online resources, through portable tools and wireless networks. On the other hand, augmented reality has helped to complement human sensory perceptions of the environment by positioning them in the middle of the real world and the virtual world and creating an environment in which virtual components are combined in a dynamic interaction with the real environment. Portable augmented reality technology is a great tool for adding content to field visits by adding virtual components and information to a specific physical location. Such a tool can change the student-centered and inactive educational process into a student-centered and active process by creating a self-sufficient learning situation for students. The learning environment resulting from the combination of the real world and the virtual world is effective in creating a valid learning environment for students. Numerous studies have examined the application of augmented reality technologies in various educational fields such as engineering, medicine, ecology, science, art, history, etc. This study has used a tool based on augmented reality technology to enhance the efficiency of regular visits in teaching technical courses in the field of architecture.

**Methods:** This study is applied utilizing a quantitative research method. Participants included 73 students in the mechanical engineering course divided into experimental groups (38) and control group (35) after an initial theoretical training and administering pre-tests. The instruments in this study were tests and questionnaires. The experiment took place over a three-week period creating an active learning environment.

**Findings:** The results of the study show that the application of the AR supplementary teaching tool contributes to enhance the students' learning through the field visits and it is more effective than field visits in order to provide the satisfaction of learning approach and higher scientific validity from the students' point of view.

**Conclusion:** The use of AR technology and the focus on important points in field visits have made the teaching and learning process more efficient and enjoyable for students. From the students' point of view, the knowledge credibility of the activity designed for the experimental group was higher than the activity designed for the control group. The combination of building information in a simple and understandable software caused valid and superior knowledge.



NUMBER OF REFERENCES

20



NUMBER OF FIGURES

2



NUMBER OF TABLES

3

## مقاله پژوهشی

سنجش کارکرد یک سیستم کمک آموزشی مبتنی بر تکنولوژی واقعیت افزوده، در آموزش درس  
تأسیسات مکانیکی ساختمان رشته معماریشایسته ولدلی<sup>۱</sup>، سعید علی تاجر<sup>۱\*</sup>، حسن ختن لو<sup>۲</sup><sup>۱</sup> گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران<sup>۲</sup> گروه کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

## چکیده

**پیشینه و اهداف:** پیشرفت فناوری اطلاعات در زمینه‌ی تکنولوژی‌های قابل حمل، امکان توسعه‌ی "یادگیری همه‌جا حاضر" را مهیا کرده است. یادگیری موبایل (یادگیری حاضر در همه‌جا)، محیط یادگیری جدیدی است که در آن یادگیرنده در سناریویی از دنیای واقعی، با امکان دسترسی به منابع آنلاین، از طریق ابزارهای قابل حمل و شبکه‌های بی‌سیم قرار می‌گیرد. از سوی دیگر، تکنولوژی واقعیت افزوده با قرارگیری در میانه‌ی دنیای واقعی و دنیای مجازی و ایجاد محیطی که در آن اجزای مجازی در یک تعامل پویا با محیط واقعی پیرامون ترکیب شده باشد، به تکمیل دریافت‌های حسی انسان از محیط کمک کرده است. تکنولوژی واقعیت افزوده‌ی قابل حمل، با افزودن اجزای مجازی و اطلاعات به یک موقعیت فیزیکی مشخص، ابزار مناسبی برای افزودن محتوا به بازدیدهای میدانی است. چنین ابزاری می‌تواند با ایجاد موقعیت یادگیری خودکفا برای دانشجویان، فرآیند آموزشی استاد محور و غیر فعال را به فرآیندی دانشجوی محور و فعال تغییر دهد. محیط یادگیری حاصل از ترکیب دنیای حقیقی و دنیای مجازی در ایجاد یک محیط یادگیری معتبر برای دانشجویان، موثر است. پژوهش‌های متعددی کاربرد تکنولوژی‌های مبتنی بر واقعیت افزوده را در زمینه‌های آموزشی مختلف مانند مهندسی، پزشکی، اکولوژی، علوم، هنر، تاریخ و ... مورد بررسی قرار داده‌اند. این تحقیق، با هدف افزایش کارایی بازدیدهای متداول در آموزش دروس فنی رشته‌ی معماری، ابزاری مبتنی بر تکنولوژی واقعیت افزوده به کار گرفته است.

**روش‌ها:** این تحقیق از نوع کاربردی بوده و از روش تحقیق کمی بهره گرفته است. شرکت کنندگان در این آزمایش تعداد ۷۳ نفر از دانشجویان کلاس تأسیسات مکانیکی ساختمان در سال سوم کارشناسی رشته‌ی معماری بودند که بعد از مرحله‌ی اولیه‌ی آموزش تئوری در کلاس و برگزاری پیش‌آزمون، به گروه آزمایشی (۳۸ نفر) و گروه کنترل (۳۵ نفر) تقسیم شدند. ابزارهای سنجش در این مقاله پیش‌آزمون، پس‌آزمون، پرسشنامه‌ی پیشین و پرسشنامه‌ی پسین بودند. روند اجرای این آزمایش در سه هفته‌ی متوالی در کلاس تأسیسات مکانیکی ساختمان، و در جهت ایجاد محیط یادگیری فعال، انجام گرفته است.

**یافته‌ها:** نتایج حاصل از به‌کارگیری این ابزار از طریق پیش‌آزمون، آزمون پایانی و نظرسنجی‌ها، نشان داده است که این ابزار کمک آموزشی مجهز شده به تکنولوژی واقعیت افزوده سبب افزایش میزان یادگیری دانشجویان از بازدید میدانی بوده است و در زمینه‌ی ایجاد رضایت از رویکرد یادگیری و کسب اعتبار دانشی بیشتر برای بازدیدهای میدانی، از دیدگاه دانشجویان، نیز موثر بوده است.

**نتیجه‌گیری:** استفاده از تکنولوژی واقعیت افزوده و ایجاد تمرکز بر نکات با اهمیت در بازدیدهای میدانی، فرآیند آموزش و یادگیری را برای دانشجویان کارا تر و خوشایندتر کرده است. از دیدگاه دانشجویان، اعتبار دانشی فعالیت طراحی شده برای گروه آزمایشی، بیشتر از فعالیت طراحی شده برای گروه کنترل بود. ترکیب اطلاعات مربوط به ساختمان در یک نرم افزار ساده و قابل فهم موجب اعتبار دانشی برتر این روش بوده است.

تاریخ دریافت: ۲۰ تیر ۱۳۹۷  
تاریخ داوری: ۲۱ مرداد ۱۳۹۷  
تاریخ بازنگری: ۱ آذر ۱۳۹۷  
تاریخ پذیرش: ۱۴ آذر ۱۳۹۷

## واژگان کلیدی:

آموزش معماری  
واقعیت افزوده  
تأسیسات مکانیکی  
بازدید میدانی  
یادگیری فعال

\* نویسنده مسئول  
Alitajer@basu.ac.ir ✉  
۰۸۱-۳۴۲۲۰۹۴۰ ③

## مقدمه

آموزش سیستم‌های مکانیکی ساختمان، بخشی از آموزش رشته‌ی معماری است که از جهت ایجاد توانائی تعامل میان مهندس معمار و مهندسین مکانیک و ایجاد طرحی خلاقانه و کارآمد اهمیت دارد [۱]. مطالب مربوط به تأسیسات ساختمانی در قالب دروس تئوری و گاهی از طریق بازدیدهای میدانی آموزش داده می‌شود. با شرکت در بازدیدهای میدانی دانشجویان فرصت آشنائی ملموس‌تر با تجهیزات و نیازمندی‌های فضائی سیستم‌های مکانیکی ساختمانی مختلف را پیدا می‌کنند. اما محیط واقعی بازدیدهای میدانی با وجود مزیت‌های متعدّد، می‌تواند توسط عوامل مختلفی موجب حواس‌پرتی دانشجویان و عدم تمرکز آنها بر موضوعات اصلی آموزشی محیط شود.

پیشرفت فناوری اطلاعات در زمینه‌ی تکنولوژی‌های قابل حمل، امکان توسعه‌ی "یادگیری همه‌جا حاضر" را مهیا کرده است. یادگیری موبایل (یادگیری حاضر در همه‌جا)، محیط یادگیری جدیدی است که در آن یادگیرنده در سناریویی از دنیای واقعی، با امکان دسترسی به منابع آنلاین، از طریق ابزارهای قابل حمل و شبکه‌های بی‌سیم قرار می‌گیرد [۲ و ۳]. از سوی دیگر، تکنولوژی واقعیت افزوده با قرارگیری در میانه‌ی دنیای واقعی و دنیای مجازی و ایجاد محیطی که در آن اجزای مجازی در یک تعامل پویا با محیط واقعی پیرامون ترکیب شده باشد، به تکمیل دریافت‌های حسی انسان از محیط کمک کرده است [۴]. تکنولوژی واقعیت افزوده‌ی قابل حمل، با افزودن اجزای مجازی و اطلاعات به یک موقعیت فیزیکی مشخص، ابزار مناسبی برای افزودن محتوا به بازدیدهای میدانی است. چنین ابزاری می‌تواند با ایجاد موقعیت یادگیری خودکفا برای دانشجویان، فرآیند آموزشی استاد محور و غیر فعال را به فرآیندی دانشجوی محور و فعال تغییر دهد. محیط یادگیری حاصل از ترکیب دنیای حقیقی و دنیای مجازی در ایجاد یک محیط یادگیری معتبر برای دانشجویان، موثر است [۵]. دید در این زمینه بیان می‌کند که دانستن، انجام دادن و بستر درهم آمیخته و به یکدیگر وابسته‌اند [۶].

پژوهش‌های متعدّدی کاربرد تکنولوژی‌های مبتنی بر واقعیت افزوده را در زمینه‌های آموزشی مختلف مانند مهندسی، پزشکی، اکولوژی، علوم، هنر، تاریخ و ... مورد بررسی قرار داده‌اند. مطالعات موجود، بر اساس وابستگی به مکان یادگیری، به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند. گروه اول، ابزارهایی مبتنی بر تکنولوژی واقعیت افزوده را شامل می‌شود که در آنها ارائه‌ی محتوای آموزشی، وابسته به قرارگیری در مکان مشخصی نیست. به عنوان مثال، کوگلمن و همکارانش یک ابزار کمک آموزشی مبتنی بر تکنولوژی واقعیت افزوده را، به نام آینه‌ی جادویی واقعیت افزوده، برای آموزش درس آناتومی به دانشجویان سال اول رشته‌ی پزشکی، طراحی کردند و بر روی ۸۸۰ نفر دانشجو مورد آزمایش و ارزیابی قرار دادند. این ابزار تصاویر رادیولوژی بدن افراد را بر روی بدن آنها منطبق کرده و از طریق پروژکتور به نمایش می‌گذاشت. نتایج، حاکی از تاثیر این سیستم در ایجاد یادگیری فعال، ادراک سه بعدی بهتر و درک بهتر از محتوای درس بود [۷]. در مطالعه‌ی دیگری فونسکا و همکارانش واقعیت افزوده

را برای مصوّرسازی مدل‌های سه بعدی و ارائه پروژه‌های معماری توسط دانشجویان رشته‌ی معماری و مهندسی ساختمان به‌کار بردند. نتایج نشان از ارتباط قوی استفاده از ابزار موبایل، با انگیزه و دستاورد آکادمیک داشت [۸]. موارد دیگری از کاربرد واقعیت افزوده در آموزش نیز، که وابسته به مکان یادگیری نباشد، به واسطه‌ی افزودن محتوا به کتاب‌ها ایجاد می‌شود؛ به‌عنوان مثال کای و همکارانش در آموزش مبحث ترکیب مواد به دانش‌آموزان دبیرستانی، ابزاری مبتنی بر واقعیت افزوده به کار گرفتند. دانش‌آموزان در یک فرآیند کاوشی و تعاملی مدل‌های سه بعدی ذرات را، از طریق قرار دادن علائم معرف ذرات، در برابر دوربین‌ها، کنترل و ترکیب می‌کردند. نتایج به‌دست آمده نشان از تاثیر قابل توجه این ابزار مکمل، در یادگیری، نگرش مثبت دانش‌آموزان و همچنین تاثیرگذاری بیشتر بر دانش‌آموزان ضعیف‌تر داشت [۹].

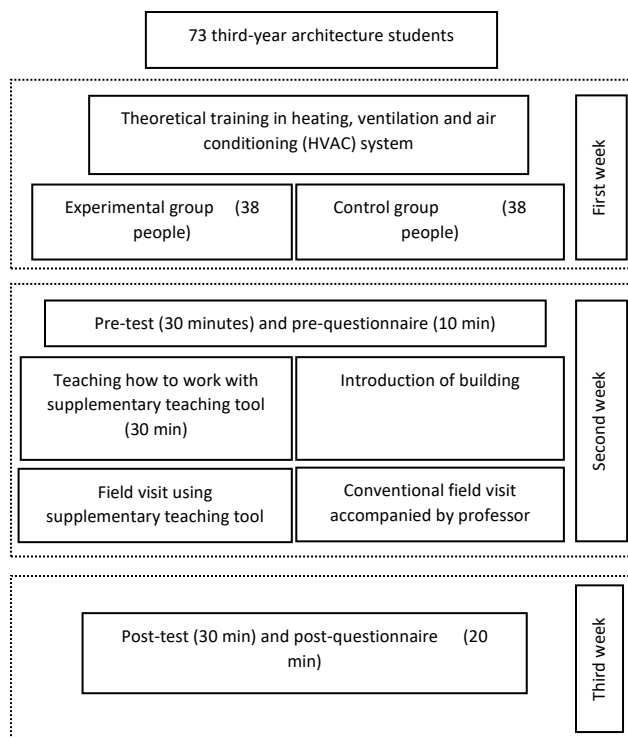
دسته‌ی دوم مطالعات، مواردی را شامل می‌شود که محتوای آموزشی، در مکان مشخصی که مورد نظر آموزش دهنده بوده و با بهره‌گیری از مزیت قرارگیری در محیط واقعی مرتبط با یادگیری، منتقل می‌شود. کامرین و همکارانش برای آموزش اکوسیستم و کیفیت آب به دانش‌آموزان دبیرستانی، ترکیبی از واقعیت افزوده و دستگاه‌های اندازه‌گیری را در محیط واقعی یک گردش علمی به‌کار گرفتند. بر اساس سنجش دیدگاه دانش‌آموزان، میزان یادگیری محتوا و نظر اساتید، فواید چندگانه‌ای شامل مشارکت فعال‌تر دانش‌آموز در روند کلاس، درک عمیق‌تر از اصول سنجش کیفیت آب و امکان شرکت دانش‌آموزان در فرآیندی مشابه با فعالیت دانشمندان حاصل شده بود [۱۰]. یک مطالعه‌ی تجربی دیگر توسط سامرور و مولر، میزان یادگیری و ماندگاری دانش به‌دست آمده از محیط غیر رسمی یک موزه‌ی ریاضیات را مورد بررسی کمی قرار داده است. نتایج آزمایشی نشان داده است که بازدیدکنندگان موزه در مورد مدل‌هایی که مجهز به واقعیت افزوده بودند اطلاعات بیشتر و ماندگارتری کسب کرده‌اند و واقعیت افزوده را افزونه‌ای مطلوب برای موزه‌های علمی دانسته‌اند [۱۱]. نمونه‌ی دیگری نیز موفقیت کاربرد واقعیت افزوده در ایجاد راهنمای موزه‌ها را، در مقایسه با حالت راهنمای صوتی و عدم وجود راهنما، تایید کرده است [۱۲].

در این مقاله ما نتایج حاصل از به‌کارگیری یک ابزار کمک آموزشی مبتنی بر تکنولوژی واقعیت افزوده، به نام مکاتک، را در آموزش تأسیسات مکانیکی ساختمان، ارائه می‌دهیم. در این فرآیند آزمایشی، که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام در سال تحصیلی ۹۶-۹۷ برگزار شد، ۳۸ نفر به عنوان گروه آزمایشی و ۳۵ نفر به عنوان گروه کنترل به کار گرفته شدند. نهایتاً، یافته‌های حاصل از پیش‌آزمون، آزمون پایانی و نظرسنجی‌ها در زمینه‌ی یادگیری دانشجویان، ایجاد رضایت بیشتر از رویکرد یادگیری و اعتبار دانشی بازدیدهای میدانی مورد تحلیل قرار گرفته است.

## روش تحقیق

برای ارزیابی کارکرد آموزش مبتنی بر تکنولوژی واقعیت افزوده، آزمایشی بر روی دانشجویان سال سوم رشته‌ی معماری، در درس

در هفته‌ی سوم برگزاری آزمایش، ابتدا آزمون پایانی (به مدت ۳۰ دقیقه) از دانشجویان هر دو گروه گرفته شد و سپس فرم نظرسنجی (به مدت ۲۰ دقیقه) توسط آنها تکمیل شد.



شکل ۱: روند برگزاری آزمایش. منبع: نگارندگان  
Fig. 1: Diagram of test process (resource: Authors)

#### سوالات تحقیق

سوال اول این پژوهش در مورد میزان تاثیر آموزش مبتنی بر تکنولوژی واقعیت افزوده، بر یادگیری مطالب مربوط به درس تأسیسات مکانیک ساختمان در رشته‌ی معماری است و سوال دوم در زمینه‌ی میزان تاثیر این ابزار کمک آموزشی در نگرش یادگیری درس، رضایت از رویکرد یادگیری و اعتبار دانشی، از دیدگاه دانشجویان، است.

#### معرفی ابزار کمک آموزشی میکاتیک

نرم افزارهای متعددی با هدف ایجاد امکان ساخت محتوای واقعیت افزوده ایجاد شده‌اند. این نرم افزارهای کاربردی تلاش دارند که ساده‌ترین محیطها را برای رسیدن به این هدف به وجود بیاورند و در نتیجه زمینه‌ی گسترش استفاده از محتوای واقعیت افزوده را در موضوعات مختلف شامل آموزش، تبلیغات، تفریحات و ... ایجاد کنند. اصول ارتقاء یافته‌ای از تئوری چندرسانه‌ای، مانند اصول پایه‌ای چندرسانه‌ای، مجاورت فضایی، مجاورت زمانی و اصول کنترل فردی، مستقیماً مرتبط با قابلیت‌های نرم افزارهای کاربردی واقعیت افزوده است [۱۴]. تئوری چندرسانه‌ای به عنوان ارائه‌ی مطالب از طریق کلمات، مطالب بیان شده و یا نوشته شده، به همراه تصاویر، نمودارها، تصاویر،

تأسیسات مکانیکی ساختمان، انجام گرفت. این آزمایش به دنبال مقایسه‌ی میزان یادگیری، نگرش و انگیزه‌ی یادگیری دانشجویان، در دو حالت مختلف شرکت در بازدیدهای میدانی متداول و شرکت در بازدیدهای میدانی با بهره‌گیری از تکنولوژی واقعیت افزوده بود. روند آزمایش و یافته‌های حاصل از آن در بخش‌های بعدی معرفی شده‌اند.

#### شرکت‌کنندگان

شرکت‌کنندگان در این آزمایش تعداد ۷۳ نفر از دانشجویان کلاس تأسیسات مکانیکی ساختمان در سال سوم کارشناسی رشته‌ی معماری بودند که بعد از مرحله‌ی اولیه‌ی آموزش تئوری در کلاس و برگزاری پیش آزمون، به گروه آزمایشی (۳۸ نفر) و گروه کنترل (۳۵ نفر) تقسیم شدند.

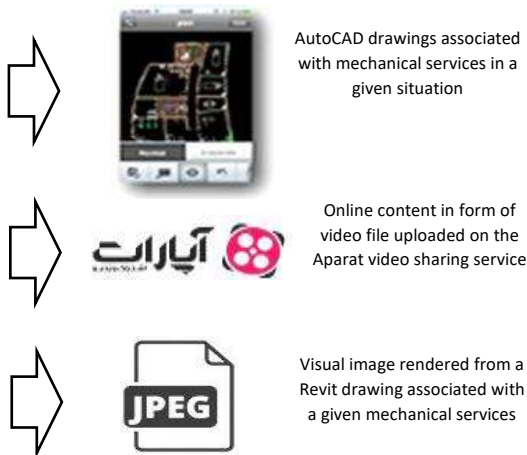
#### فرآیند آزمایش

روند اجرای این آزمایش در سه هفته‌ی متوالی در کلاس تأسیسات مکانیکی ساختمان، و در جهت ایجاد محیط یادگیری فعال، انجام گرفته است. یادگیری فعال در تعریف کلی، به عنوان یک روش آموزشی، تعریف شده است که افراد را در فرآیند یادگیری درگیر کند و در تعریف خاص‌تر به گونه‌ای از یادگیری اطلاق شده است که دانشجویان در فرآیندی واقعی، کاری را انجام داده و به آنچه که انجام داده‌اند فکر می‌کنند [۱۳]. دیگرگرم مربوط به روند برگزاری آزمایش را می‌توانید در شکل ۱ مشاهده کنید.

از آنجا که سیستم کمک آموزشی مورد نظر این پژوهش، جهت ارتقاء سطح بازدیدهای میدانی برگزار شده در در درس تأسیسات مکانیکی ساختمان است، مراحل آموزشی پیش از برگزاری بازدید میدانی، میان گروه کنترل و گروه آزمایشی مشابه بوده است. در هفته‌ی اول برگزاری کلاس، مطالب تئوری مربوط به سیستم‌های گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع به کار رفته در ساختمان محل برگزاری بازدید، به هر دو گروه آزمایشی و گروه کنترل آموزش داده شد. مدت زمان آموزش تئوری ۹۰ دقیقه بود.

در آغاز جلسه‌ی هفته‌ی دوم، سوالات پیش‌آزمون و پرسشنامه‌ی نظرسنجی در اختیار دانشجویان هر دو گروه قرار گرفت. زمان پاسخگویی به پیش‌آزمون ۳۰ دقیقه و زمان پاسخگویی به پرسشنامه‌ی نظرسنجی ۱۰ دقیقه بود. سپس برنامه‌ی مربوط به برگزاری بازدید میدانی آغاز شد. جهت سهولت دسترسی، یکی از ساختمان‌های آموزشی موجود در پردیس دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام برای برگزاری بازدید انتخاب شد. کل زمان اختصاص داده شده به بازدید، ۲ ساعت بود که از آن دو ساعت، نیم ساعت اول به دانشجویان گروه آزمایشی نحوه‌ی کار با ابزار کمک آموزشی آموزش داده شد و به دانشجویان گروه کنترل اطلاعات مختص به سیستم گرمایش و سرمایش ساختمان، توسط متخصصین مربوطه، منتقل شد و همچنین بروشورهایی حاوی اطلاعات مربوطه در اختیار گروه کنترل قرار گرفت.

میدانی دوباره از دانشجویان پرسیده شدند. سوالات بخش نگرش یادگیری شامل ۷ سوال با پاسخ‌های ۶ گزینه‌ای مقیاس لیکرت، با گزینه‌ی اول کاملاً مخالفم و گزینه‌ی ششم کاملاً موافقم بود. در این بخش میزان اهمیت یادگیری درس و به‌کارگیری منابع اطلاعاتی مختلف از دانشجویان پرسیده شد. سوالات بخش رضایت از رویکرد یادگیری و اعتبار دانشی فعالیت، برگرفته از پژوهش‌های چوو و همکارانش بوده است [۱۸ و ۱۹]. سوالات بخش رضایت از رویکرد یادگیری ۱۱ سوال و بخش اعتبار دانشی ۸ سوال بودند. ضریب آلفای کرونباخ برای این سه بخش از پرسشنامه به ترتیب ۰/۸۰، ۰/۸۷ و ۰/۸۳ بود که نشان از اعتبار پرسشنامه داشت. سوالات بخش‌های مختلف پرسشنامه در پیوست این مقاله موجود است.



شکل ۲: نحوه‌ی استفاده از ابزار کمک آموزشی، و کلیات اطلاعات موجود در آن. منبع: نگارندگان

Fig. 2: Application of supplementary teaching tool and general information available in it (resource: authors)

## یافته‌ها و تحلیل

### نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون

قبل از انجام فعالیت‌های آموزشی میدانی، از دو گروه آزمایشی و کنترل، برای مقایسه‌ی شرایط اولیه‌ی آنها، پیش‌آزمونی گرفته شد. میانگین نمرات گروه آزمایشی، ۱۴/۲۱، و انحراف معیار آن، ۲/۷۶ بود. همچنین میانگین نمرات و انحراف معیار گروه کنترل، ۱۴/۳۱ و ۲/۸۶ بود (جدول ۱). نتایج حاصل از آزمون  $t$  ( $T=-0.15$ ،  $P>0.05$ ) نشان می‌دهد که این

انیمیشن‌ها و ویدئوها، تعریف شده است [۱۵]. واقعیت افزوده با افزودن اطلاعات تکمیلی به محیط آموزشی، می‌تواند تاثیر محیط را دوچندان کند. از آنجا که محیط واقعی یادگیری ممکن است چالش برانگیز نیز بوده و یادگیرنده را دچار حواس‌پرتی کند و تمرکز بر فرآیند یادگیری دشوار شود [۱۶]، به‌کار بردن تکنولوژی واقعیت افزوده در محیط‌های آموزشی ترکیب شده از دنیای واقعی و دنیای مجازی می‌تواند روند آموزشی را تعریف کند و از حواس‌پرتی یادگیرنده و عدم توجه و تمرکز بر نکات مهم جلوگیری کند.

از نرم افزارهای مشهور در این زمینه نرم افزار کاربردی اچ پی رویل است. این نرم افزار کاربردی محیط کاربری ساده‌ای برای کاربر ایجاد کرده است و قابلیت‌های لازم برای این تحقیق مانند: امکان منطبق کردن اجزای سه بعدی تأسیسات ساختمان بر روی محیط واقعی، در دسترس قرار دادن اطلاعات تکمیلی صوتی و شکلی در موقعیت‌های مشخص در بازدید ساختمان و امکان ارجاع به فایل‌های نقشه‌های دوبعدی ساختمان در حین بازدید را دارا می‌باشد. شکل ۲ نشان دهنده‌ی نحوه‌ی استفاده از این ابزار توسط دانشجویان و کلیات اطلاعات موجود در نرم افزار است. موقعیت‌های فیزیکی تعریف شده در ساختمان، که با قرارگیری در آنها محتوای مجازی به نمایش گذاشته می‌شود، توسط علامت‌هایی بر روی زمین تعیین شده است که به دانشجویان مکان و جهت ایستادن را اعلام می‌کند.

### ابزارهای سنجش

ابزارهای سنجش در این مقاله پیش‌آزمون، پس‌آزمون، پرسشنامه‌ی پیشین و پرسشنامه‌ی پسین بودند. پیش‌آزمون برای مقایسه‌ی میزان دانش دو گروه آزمایشی و کنترل و تضمین مشابهت اولیه‌ی آنها، و پس‌آزمون برای مقایسه‌ی میزان کسب اطلاعات دانشجویان از دو فرآیند آموزش میدانی متفاوت، به‌کار گرفته شدند.

پیش‌آزمون که بعد از آموزش مطالب پایه‌ای در مورد سیستم گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع این ساختمان به هر دو گروه آزمایشی و گروه کنترل، برگزار شد، شامل ۲۰ سوال جواب کوتاه بود. این سوالات که در زمینه‌ی مکانیزم، اجزای تشکیل دهنده، نیازمندی‌های فضای، ملاحظات آکوستیکی و تاثیرگذاری سیستم تأسیساتی در فضای معماری بودند؛ توسط استاد درس تهیه شده و به تائید دو نفر اساتید دیگر نیز رسیده بود. این آزمون که در ابتدای جلسه‌ی هفته‌ی دوم برگزار شد، پس از برگزاری آموزش‌های میدانی دو گروه کنترل و آزمایشی، در هفته‌ی سوم و با محتوای ثابت، برای بار دوم برگزار شد.

پرسشنامه‌ی به‌کار رفته در مرحله‌ی اول شامل سوالات مربوط به سنجش نگرش یادگیری دانشجویان در مورد این درس بود که بعد از مرحله‌ی آموزش مطالب تئوری در کلاس، در هر دو گروه آزمایشی و کنترل، برای سنجش میزان یکنواختی نظرات دو گروه در این زمینه به‌کار برده شد. سوالات این پرسشنامه برگرفته از پژوهش کای و همکارانش [۹] و هوانگ و همکارانش [۱۷] بود و در مرحله‌ی پرسشنامه‌ی ثانویه به همراه سوالات ادراک دانشجویان از روند آموزش

کوهن ضریب میزان تاثیر ۰/۲ را کم، ۰/۵ را متوسط و ۰/۸ را زیاد تعریف کرده است [۲۰]. در نتیجه فعالیت بازدید میدانی همراه با ابزار کمک آموزشی مبتنی بر واقعیت افزوده بر سطح نمرات پس‌آزمون و در نتیجه میزان یادگیری دانشجویان تاثیرگذار بوده است.

#### نگرش یادگیری، رضایت از رویکرد یادگیری و اعتبار دانشی

اطلاعات به‌دست آمده از گروه‌های آزمایشی و کنترل، از طریق پرسشنامه، در جدول ۳ توصیف و مقایسه شده است. در زمینه رضایت از رویکرد یادگیری و اعتبار دانشی، نتایج آزمون تی (T) به ترتیب (T=5.06 ، P<0.05) و (T=3.93 ، P<0.05) را نشان داده است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که افراد تحت فرآیند آزمایشی، در پایان، از روند آموزش میدانی مجهز به ابزار کمک آموزشی مبتنی بر واقعیت افزوده رضایت بیشتر و اعتقاد به اعتبار دانشی بیشتری نسبت به گروه کنترل، که بازدید میدانی آنها به روش متداول و با راهنمایی استاد صورت گرفته، داشته‌اند.

اما در بخش نگرش یادگیری پرسشنامه نتایج حاکی از اختلاف اندک نظرات شرکت کنندگان در دو گروه بوده است. بررسی مورد به مورد عبارات موجود در این بخش از پرسشنامه نشان می‌دهد که بیشترین اختلاف را سوال ۶ پرسشنامه، در مورد افزایش دقت دانشجویان به محیط اطراف داشته و کمترین اختلافات مربوط به سوال ۱، در مورد اهمیت یادگیری تأسیسات مکانیکی بوده است.

دو گروه، در ابتدا از لحاظ آماری اختلاف قابل توجهی در میزان دانش اولیه‌شان در موضوع نداشته‌اند.

جدول ۱: مقادیر نمرات گروه آزمایشی و گروه کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون.  
منبع: نگارندگان

Table 1: Score of experimental and control group in pre-test and post-test (resource: authors)

Variable	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pre-test	Experimental	38	14.21	2.76	.44
	Control	35	14.31	2.86	.48
Post-test	Experimental	38	16.31	2.69	.43
	Control	35	14.77	2.94	.49

بعد از شرکت گروه‌های آزمایشی و کنترل در فعالیت آموزشی مختص به خود، پس‌آزمون از آنها گرفته شد. میانگین نمرات گروه آزمایشی از این آزمون، ۱۶/۳۱، و میانگین نمرات گروه کنترلی، ۱۴/۷۷، بود. برای مقایسه‌ی نمرات دو گروه بعد از فعالیت آموزشی، از آنالیز کوواریانس استفاده کردیم. داده‌های به دست آمده (F=10.69, P<0.05) نشان می‌دهد که میزان تاثیر فعالیت‌ها در یادگیری دانشجویان گروه آزمایشی، بیشتر از گروه کنترل بوده است (جدول ۲). مقدار ضریب میزان تاثیر دی(D)، نیز ۰/۷ بوده است که بر اساس تعاریف کوهن از مقادیر دی(D)، در محدوده‌ی میزان تاثیر متوسط تا زیاد قرار دارد.

جدول ۲: آنالیز کوواریانس آزمون پسین. منبع: نگارندگان

Table 2: Covariance analysis of posttest (resource: authors)

Variable	N	Mean	SD	Std. error	F value	P	D	
Post-test	Experimental group	38	16.32	2.69	0.43	10.69	0.022	.70
	Control group	35	14.77	2.94	0.49			

جدول ۳: نتایج پرسشنامه‌ها. منبع: نگارندگان

Table 3: Results of questionnaires (resource: authors)

Dimension	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	T	P	
Learning attitude	Pre-questionnaire	experimental	38	15.02	4.72	.77	-1.76	.08
		control	35	16.91	4.37	.74		
	Post-questionnaire	experimental	38	26.18	5.85	.95	-.20	.84
		control	35	26.49	7.03	1.19		
Satisfaction	experimental	38	44.58	12.12	1.97	5.06	.00	
	control	35	30.83	11.00	1.86			
Cognitive reliability	experimental	38	30.05	10.08	1.63	3.93	.00	
	control	35	21.80	7.59	1.28			

### تشکر و قدردانی

از تمام کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری رساندند تشکر و قدردانی داریم.

### تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

### منابع و مأخذ

- [1] Soltandoost M. Mechanical Utilities for Architecture Students. 2nd ed. Tehran: Yazd Publications; 2011. Persian.
- [2] Sharples M, Corlett D, Westmancott O. The design and implementation of a mobile learning resource. *Personal and Ubiquitous Computing*. 2002; 6:220-234.
- [3] Hwang G, Shi Y, Chu H. A concept map approach to developing collaborative Mindtools for context-aware ubiquitous learning. *British Journal of Educational Technology*. 2010; 42(5):778-789.
- [4] Meža S, Turk Ž, Dolenc M. Component based engineering of a mobile BIM-based augmented reality system. *Automation in Construction*. 2014; 42:1-12.
- [5] H wang G, Tsai C, Yang, Stephen J. Criteria, strategies and research issues of context-aware ubiquitous learning. *Journal of Educational Technology and Society*. 2008; 11(2):81-91.
- [6] Dede C. Theoretical Perspectives Influencing the Use of Information Technology in Teaching and Learning. *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education*. 2008; 43-62.
- [7] Kugelmann D, Stratmann L, Nühlen N, Bork F, Hoffmann S, Samarbarksh G et al. An Augmented Reality magic mirror as additive teaching device for gross anatomy. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*. 2018; 215:71-77.
- [8] Fonseca D, Martí N, Redondo E, Navarro I, Sánchez A. Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of Augmented Reality technology for visualized architecture models. *Computers in Human Behavior*. 2014; 31:434-445.
- [9] Cai S, Wang X, Chiang F. A case study of Augmented Reality simulation system application in chemistry course. *Journal of Computers in human behaviors*. 2014; 37:31-40.
- [10] Kamarainen A, Metcalf S, Grotzer T, Browne A, Mazzuca D, Tutwiler M et al. Eco MOBILE: Integrating augmented reality and probe ware with environmental education field trips. *Computers & Education*. 2013; 68:545-556.
- [11]. Sommerauer P, Müller O. Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & Education*. 2014; 79:59-68.

این نتایج در حالی است که به طور کلی نگرش یادگیری دانشجویان نسبت به درس، در مقایسه با پرسشنامه‌ی پیش از فعالیت، برای هر دو گروه آزمایشی و کنترل، پیشرفت را نشان می‌دهد ( $T=19.16$ ،  $P<0.05$ ).

### نتیجه‌گیری

آموزش دروس فنی رشته‌ی معماری به همراه برگزاری بازدیدهای میدانی از روش‌های متداول آموزش مدارس معماری است. هدف این مقاله مقایسه‌ی میزان تاثیرگذاری بازدیدهای میدانی متداول، با بازدیدهای میدانی مجهز شده به تکنولوژی واقعیت افزوده بود. دو گروه آزمایشی و گروه کنترل، زمان برابری را برای بازدید از ساختمانی مشترک داشتند. جهت حذف عوامل جانبی تاثیرگذار در نتایج، گروه کنترل توسط یک استاد و ۴ نفر دستیارش در طی بازدید راهنمایی می‌شدند. همچنین نقشه‌ها و اطلاعات فنی مربوط به ساختمان در قالب بروشورهایی در اختیار آنها قرار داده شده بود.

نتایج حاصل از مقایسه‌ی نمرات دانشجویان پس از برگزاری فعالیت بازدید میدانی، نشان داد که با وجود پیشرفت هر دو گروه نسبت به پیش‌آزمون، گروهی که در بازدید میدانی مجهز شده به تکنولوژی واقعیت افزوده بودند، نمرات بهتری در آزمون پایانی کسب کردند. اطلاعات افزوده شده به تجربه‌ی بازدید میدانی از طریق واقعیت افزوده و امکان مشاهده‌ی نقشه‌های مربوطه در موقعیت‌های مختلف بنا، میزان یادگیری افراد را از فعالیت افزایش داده است. نگرش یادگیری دو گروه نسبت به اهمیت یادگیری درس تأسیسات مکانیکی ساختمان، که در نظرسنجی اولیه با هم اختلاف قابل توجهی نداشتند، در نظرسنجی پس از فعالیت تقویت شده بود اما کماکان اختلاف چندانی میان دو گروه مشاهده نشد. فعالیت بازدید میدانی، در حالت متداول و همچنین در حالت همراه با تکنولوژی واقعیت افزوده، در مقاعد کردن دانشجویان برای اهمیت دادن به یادگیری درس تأسیسات مکانیکی ساختمان در رشته‌ی معماری تاثیرگذار بوده است. اما در معیار رضایت از رویکرد یادگیری، افراد گروه آزمایشی با اختلاف قابل توجه از افراد گروه کنترل، رضایت بیشتری از رویکرد آموزشی به کار رفته داشتند.

استفاده از تکنولوژی واقعیت افزوده و ایجاد تمرکز بر نکات با اهمیت در بازدیدهای میدانی، فرآیند آموزش و یادگیری را برای دانشجویان کارا تر و خوشایندتر کرده است. از دیدگاه دانشجویان، اعتبار دانشی فعالیت طراحی شده برای گروه آزمایشی، بیشتر از فعالیت طراحی شده برای گروه کنترل بود. ترکیب اطلاعات مربوط به ساختمان در یک نرم افزار ساده و قابل فهم موجب اعتبار دانشی برتر این روش بوده است.

### مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان به نسبت سهم برابر در این پژوهش مشارکت داشتند.

۶. نسبت به قبلا علاقه‌ی بیشتری به مشاهده و جستجوی اطلاعات تأسیساتی در محیط اطرافم دارم.  
۷. من فکر می‌کنم که یادگیری تأسیسات برای همه اهمیت دارد.

○ رضایت/از رویکرد یادگیری

۱. این فعالیت آموزشی جالب‌تر از روش‌های یادگیری قبلی است.
۲. این فعالیت به من کمک می‌کند که سوالات بیشتری را کشف کنم.
۳. این فعالیت به من کمک می‌کند که مفاهیم تأسیسات را به شکل جدیدی درک کنم.
۴. من یادگیری تأسیسات با این فعالیت را دوست دارم.
۵. امیدوارم درس‌های دیگر هم از چنین فعالیتی استفاده کنند.
۶. امیدوارم در آینده فعالیت‌های مشابهی برای یادگیری تأسیسات به کار گیرم.
۷. من یادگیری از طریق چنین فعالیتی را به دانشجویان دیگر نیز پیشنهاد می‌دهم.
۸. این فعالیت علاوه بر امکان یادگیری فردی، امکان یادگیری با دوستان و همکلاسی‌ها را ایجاد می‌کند.
۹. طراحی این فعالیت خوشایند و حقیقی است.
۱۰. من فکر می‌کنم که به کارگیری این فعالیت برای آموزش گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع ضروری است.
۱۱. من تلاش کردم که مراحل مختلف فعالیت را با دقت پیگیری کنم.

○ اعتبار دانشی

۱. با این فعالیت، مطالب با جزئیات و قابل درک ارائه می‌شود.
۲. به نظر من این فعالیت به یادگیری تأسیسات بسیار کمک می‌کند.
۳. این فعالیت تاثیرگذارتر از هر شیوه‌ی آموزشی است که تاکنون استفاده کرده‌ام.
۴. این فعالیت من را قادر به یادگیری عمیق مطالب و درک اصول غیر قابل درک در گذشته کرد.
۵. این فعالیت فضای وسیعی برای تفکر و عمل برای من ایجاد کرد که به من در حل مسائل کمک می‌کند.
۶. با انجام این فعالیت تاثیرات اجزای تأسیساتی، بر فضای معماری را بهتر درک کردم.
۷. با انجام این فعالیت نیازمندی‌های فضائی تجهیزات تأسیساتی و روابط میان آنها را بهتر درک کردم.
۸. بعد از این فعالیت اطلاعات بیشتری در مورد گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع در ساختمان‌های آموزشی دارم.

[12]. Chang K, Chang C, Hou H, Sung Y, Chao H, Lee C. Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum. *Computers & Education*. 2014; 71:185-197.

[13] Prince M. Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*. 2004; 93(3):223-231.

[14] Santos M, Chen A, Taketomi T, Yamamoto G, Miyazaki J, Kato H. Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2014; 7(1):38-56.

[15] Mayer R. *Multimedia learning*. London: Cambridge University Press; 2009.

[16] Falk J. Field trips: a look at environmental effects on learning. *Journal of Biological Education*. 1983; 17(2):137-142.

[17] Hwang G, Chang H. A formative assessment-based mobile learning approach to improving the learning attitudes and achievements of students. *Computers & Education*. 2011; 56(4):1023-1031.

[18] Chu H, Hwang G, Tsai C. A knowledge engineering approach to developing mindtools for context-aware ubiquitous learning. *Computers & Education*. 2010; 54(1):289-297.

[19] Chu H, Hwang G, Tsai C, Tseng J. A two-tier test approach to developing location-aware mobile learning systems for natural science courses. *Computers & Education*. 2010; 55(4):1618-1627.

[20] Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum Associates; 1988.


## پیوست

سوالات پرسشنامه‌ی نظرسنجی

○ نگرش یادگیری

۱. به نظر من یادگیری تأسیسات مکانیکی ساختمان مفید است.
۲. به نظر من یادگیری گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع مفید است.
۳. به نظر من مشاهده و یادگیری مطالب مرتبط به این درس مهم است.
۴. من به صورت فعال، به دنبال اطلاعات مرتبط با تأسیسات مکانیکی ساختمان در کتاب‌ها یا اینترنت جستجو می‌کنم.
۵. وقتی در یادگیری درس دچار مشکل می‌شوم به صورت فعال به معلمین، همکلاسان، کتاب یا اینترنت مراجعه می‌کنم.

**Citation (Vancouver):** Valadi S, Alitajer S, Khotanlou H. [Functional measurement of a supplementary teaching system based on augmented reality technology for the course "building mechanical services and utilities" in architecture]. *Tech. Edu. J*. 2020; 14(1): 181-188

 <http://dx.doi.org/10.22061/jte.2018.3867.1950>



### COPYRIGHTS



©2020 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.