



## ORIGINAL RESEARCH PAPER

# The impact of interactive augmented reality based education on the learning and remembering of empirical science lesson

S. A. Faregh <sup>\*1</sup>, M. Jafari Sisi <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Design, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran

<sup>2</sup> Faculty of Multimedia, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran

### ABSTRACT

Received: 11 January 2019  
 Reviewed: 17 February 2019  
 Revised: 25 April 2019  
 Accepted: 12 June 2019

#### KEYWORDS:

Augmented Reality  
 Learning  
 Remembering  
 Multimedia  
 Education

\* Corresponding author

✉ [sfaregh@tabriziau.ac.ir](mailto:sfaregh@tabriziau.ac.ir)

☎ (+9841) 35419713

**Background and Objectives:** Education plays a key role in human life. While the teaching of experimental sciences is one of the most important topics that should be accompanied by student's direct experience, in many cases, due to spatial, temporal, or cost-related constraints, it is based solely on traditional books and one-dimensional media. With the spread of new technologies, there are new opportunities for the emergence of teaching and learning methods that can transform the educational structure. Augmented Reality (AR) technology, as a novel paradigm, potentially adds a new feature to the range of traditional student books. It not only adds multimedia elements to the content, but also allows interactive engagement with the content of the textbooks. Augmented reality, as one of the ways of distance learning, by simulating the real world in the form of animation, virtual objects, three-dimensional images, sound and similar elements makes it possible for the user to interact with the experiments of a lesson virtually. This study aims to evaluate the effect of interactive augmented reality based education on the learning and remembering of the content of textbooks.

**Methods:** An experimental study in the pre-test and post-test quasi-experimental framework was performed on two groups of 18 sixth grade elementary school students. For this purpose, two scenarios have been selected from student science book and implemented in an interactive augmented reality application. The control group was trained through traditional teaching method. On the other hand, in addition to the traditional teaching method, the experiment group's training was reinforced with the AR application. Students' learning and remembering evaluation was carried out through two tests. The validity of tests was confirmed by the teachers of science in Education District 2 of Tabriz and their reliability was estimated through Kuder-Richardson Formula.

**Findings:** The results of one-way analysis of covariance (ANCOVA) showed a significant statistical difference between the control and experimental groups. Also, the learning and remembering in students who were trained in interactive augmented reality were more in comparison to the control group.

**Conclusion:** According to the results of the experiments, and the comparative review of the theoretical subjects, the use of augmented reality technology has been reported as a useful and effective supplemental tool for textbooks that can, beyond the spatial and temporal constraints, facilitate the training process. Also, the interaction in AR encourages learners to replace passive learning with active learning and to learn the topics with more mental participation. On the other hand, the possibility of repeating augmented reality scenarios in educational topics, regardless of spatial, temporal, and cost-related constraints, allows users to fix bugs and ambiguities, which are other advantages of using this technology. Finally, by examining these capabilities and the ubiquity of mobile phones in today's world, we can predict the presence of virtual laboratories in mobile smartphones in the near future; which can be useful in deprived areas of the country as a replacement of the lack of minimum teaching facilities.



NUMBER OF REFERENCES

36



NUMBER OF FIGURES

7



NUMBER OF TABLES

8

## مقاله پژوهشی

## تأثیر آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده تعاملی بر یادگیری و یادداری درس علوم تجربی

سید علی فارغ<sup>۱\*</sup>، میلاد جعفری سیسی<sup>۲</sup><sup>۱</sup> دانشکده طراحی دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران<sup>۲</sup> دانشکده چندرسانه‌ای دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران

## چکیده

**پیشینه و اهداف:** آموزش در زندگی بشر نقش اساسی دارد. آموزش علوم تجربی در دوران تحصیل با اینکه از اهم موضوعاتی است که با سستی همراه با تجربه مستقیم دانش آموز همراه با شد، در بسیاری مواقع به دلیل محدودیت‌های مکانی، زمانی و یا ریالی تنها مبتنی بر کتب سنتی و رسانه‌های تک‌بعدی موجود در آن‌ها صورت می‌پذیرد. با گسترش فن‌آوری‌های نوین، فرصت‌های جدیدی پیش روی شیوه‌های آموزش و یادگیری موجود قرار می‌گیرند که می‌توانند ساختار آموزشی را متحول کنند. فن‌آوری واقعیت افزوده به‌سان پدیده‌ای نوین و به صورت بالقوه وادی جدیدی را به محدوده کتاب‌های سنتی دانش‌آموزان اضافه می‌کند که علاوه بر استفاده از عناصر چندرسانه‌ای، امکان تعامل با محتوا را نیز میسر می‌سازد. واقعیت افزوده، به عنوان یکی از راه‌های آموزش از راه دور، با شبیه‌سازی دنیای واقعی به صورت انیمیشن، اجسام مجازی، تصاویر سه‌بعدی، صدا و عناصر مشابه امکان تعامل کاربر را با مفاد درسی ممکن می‌سازد. هدف این پژوهش ارزیابی تأثیر آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده تعاملی بر یادگیری و یادداری محتوای کتب درسی و مقایسه آن با روش موجود (سنتی) است.

**روش‌ها:** این پژوهش یک بررسی تجربی در چارچوب شبه آزمایشی پیش‌آزمون-پس‌آزمون روی دو گروه ۱۸ نفره از دانش‌آموزان کلاس ششم ابتدایی انجام داده است. بدین منظور دو سناریو از کتاب علوم دانش‌آموزان انتخاب و به صورت واقعیت افزوده تعاملی پیاده‌سازی شده است. گروه گواه از طریق آموزش سنتی و تنها کتاب و گروه آزمایش به صورت آموزش به‌وسیله کتاب و واقعیت افزوده مورد تعلیم قرار گرفتند. ارزیابی یادگیری و یادداری دانش‌آموزان از طریق دو آزمون صورت پذیرفت که روایی آن‌ها از طریق معلمان علوم ناحیه ۲ آموزش و پرورش تبریز تأیید و پایایی آن‌ها نیز از طریق روش کودر-ریچاردسون محاسبه شده است.

**یافته‌ها:** نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل کواریانس (ANCOVA) اختلاف آماری معنی‌داری را میان گروه کنترل و آزمایش نشان می‌دهد. میزان یادگیری و یادداری مطالب درسی نیز در دانش‌آموزانی که از طریق واقعیت افزوده تعاملی آموزش دیده بودند در مقایسه با آن‌هایی که با کتاب سنتی و به شیوه مرسوم این آموزش را طی کرده بودند، مؤثرتر و مطلوب‌تر مشاهده شد.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج آزمایش‌ها، عملکرد بهتر گروه آزمایش و بررسی تطبیقی مباحث نظری، استفاده از فن‌آوری واقعیت افزوده به عنوان مکمل کتاب‌های درسی مفید و مؤثر گزارش شده است که می‌تواند ورای محدودیت‌های مکانی و زمانی به تسهیل فرآیندهای آموزشی بپردازد. همچنین، تعامل موجود در واقعیت افزوده، فراگیران را تشویق می‌کند تا نقش فعال را جایگزین نقش منفعل کرده و با مشارکت ذهنی بیش‌تری به یادگیری مباحث بپردازند. از سویی دیگر، امکان تکرارپذیری سناریوهای واقعیت افزوده در مباحث آموزشی، فارغ از محدودیت‌های مکانی، زمانی و ریالی، امکان رفع اشکال و ابهامات را در اختیار کاربران قرار می‌دهد که از سایر مزیت‌های بهره‌گیری از این فن‌آوری به شمار می‌آید. در نهایت، با بررسی این قابلیت‌ها و همه‌گیری گوشی‌های تلفن همراه در جهان امروز، می‌توان در افق آینده‌ای نزدیک، حضور آزمایشگاه‌های مجازی را در گوشی‌های هوشمند تلفن همراه پیش‌بینی کرد؛ چیزی که می‌تواند با تدابیری صحیح، حتی دوردست‌ترین مدارس مناطق محروم کشور را نیز با کمترین هزینه‌ای از بابت دروس آزمایشگاهی تا حد زیادی بی‌نیاز کند.

تاریخ دریافت: ۲۱ دی ۱۳۹۷  
تاریخ داوری: ۲۵ بهمن ۱۳۹۷  
تاریخ اصلاح: ۵ اردیبهشت ۱۳۹۸  
تاریخ پذیرش: ۲۲ خرداد ۱۳۹۸

## واژگان کلیدی:

واقعیت افزوده

یادگیری

یادداری

چندرسانه‌ای

آموزش

\* نویسنده مسئول

faregh@tabriziau.ac.ir

① ۰۴۱-۳۵۴۱۹۷۱۳

## مقدمه

پیشرفت‌های روزافزون در حوزه فن‌آوری اطلاعات به صورت چشمگیری ساختارهای گوناگون بخصوص نظام آموزشی را تحت تأثیر خود قرار داده است. در دو دهه اخیر، طراحی و تولید محتوای آموزشی نیز از شیوه‌های سنتی به سمت شیوه‌های مدرن سو گرفته است [۱]. در پی این تحولات،

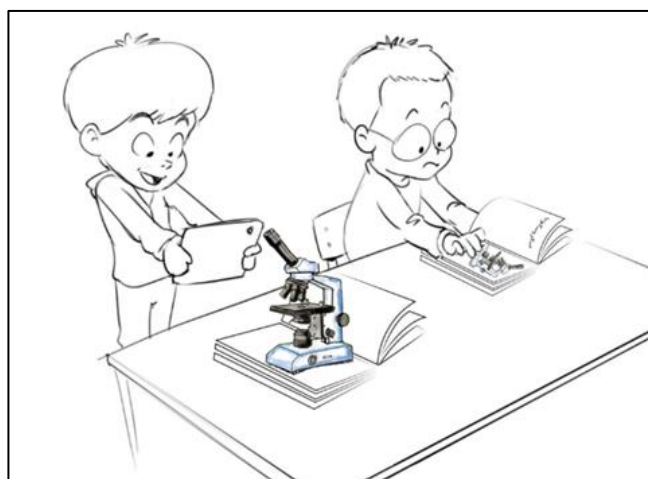
شیوه‌های آموزش و یادگیری موجود، ممکن است موفق عمل کنند؛ اما از لحاظ زمان تخصیص یافته برای آموزش و ماندگاری مطالب آموزشی در ذهن یادگیرندگان از بهیمنگی لازم برخوردار نیستند [۱].

محبوبیت بیشتری یافته و پتانسیل بالایی نیز در توانمندسازی کتب درسی از خود نشان داده است [۲۲]. این فن آوری با افزودن انیمیشن، اجسام مجازی، تصاویر سه بعدی، ویدئو، صدا و اقلام مشابه به کتاب، اطلاعاتی ترکیبی و مکمل از دید کاربران به کتاب اضافه می نماید که می تواند هیجان، مشارکت و لذت کاربران و نیز لایه یادگیری و شناختی آن ها را در فرآیند متقابل تعاملی بهبود بخشد [۲۳]. در نگاه اول شاید چنین به نظر آید که این پیشرفت تنها حوزه محتوایی را تحت تأثیر قرار داده است، که در واقع چنین نیست. بررسی دقیق موضوع نشان می دهد که روش های یادگیری بیشتر تحت تأثیر قرار گرفته اند [۲۴]. با این وجود، نباید این مهم را نادیده گرفت که محتوای چندرسانه ای و مبتنی بر واقعیت افزوده جایگزین مطلق برای کتاب های فیزیکی نیستند؛ بلکه نقش مکملی را بازی می کنند که با اضافه کردن بعد جدیدی به فرآیند آموزشی موجب درک و به اشتراک گذاری بهتر دانش می شوند [۲۵].

فن آوری واقعیت افزوده عبارت است از بر روی هم گذاری بی درنگ تصاویر مجازی اعم از دو بعدی، سه بعدی، فیلم، انیمیشن و موارد مشابه بر دنیای واقعی و با زاویه و موقعیت مکانی مناسبی که از دید کاربر مانند عنصر افزوده شده ای به دنیای واقع قلمداد شود؛ که در صورت وجود امکان تعامل کاربر با این عناصر، به عنوان واقعیت افزوده تعاملی شناخته می شود [۱۷]. برای درک بهتر جایگاه واقعیت افزوده در میان دنیای مجازی و واقعی، میلگرام نموداری را ارائه کرده است که در شکل ۲ می توان مشاهده کرد. به عبارت کلی تر واقعیت افزوده سامانه ای است که «واقعیت و مجاز را ترکیب می کند»، «قابلیت تعامل بی درنگ و همزمان دارد» و «محتوای سه بعدی و چندرسانه ای از طریق آن قابل نمایش است» [۱۸].

محتویات کتب آموزشی گامی ورای چارچوب فیزیکی خود برداشته و با وام گرفتن از حوزه فن آوری اطلاعات به صورت الکترونیکی و چندرسانه ای خود را به ظاهر با شرایط وفق داده است [۲]. بدین ترتیب محتوای فیزیکی سنتی، که حاوی متن و تصویر بود، جای خود را به محتوای الکترونیکی چندرسانه ای داده است که برای جذب و سرگرم کردن هر چه بیشتر فراگیران از صدا، تصویر و انیمیشن بهره می گیرد [۴]. آموزش چندرسانه ای فرصت هایی را در قالب و روش های مختلفی برای آموزش درسی به دانش آموزان ارائه می کند؛ با این وجود بر سر این موضوع مبنی بر اینکه کدامین روش نسبت به دیگران برتری دارد، بحث های بسیاری است [۵].

علاوه بر رسانه های مذکور، اجسام مجازی، تصاویر و انیمیشن های سه بعدی و موارد مشابه که با استفاده از تلفن همراه هوشمند و با بهره گیری از فن آوری واقعیت افزوده به محتوای کتاب اضافه و با آن ترکیب می شود؛ صنعت محتوای کتاب را دچار انقلاب کرده است [۶]. ساختار کتاب های سنتی و بومی ما متشکل از تصاویر و متن هایی است که تعاملی یکنواخت و بازخورد حسی خسته کننده ای بین خواننده و محتوا ایجاد می کنند. این موضوع سرآغاز حضور کتاب های الکترونیکی با قابلیت های چندرسانه ای است، که نه تنها توجه کاربران را جلب می کنند؛ بلکه موجب انگیزه کاربران برای مشارکت بیشتر در خواندن می شوند. شکل ۱ شماتیکی کلی و مرتبط با این مسأله را به تصویر می کشد. آخرین یافته های علوم شناختی و یادگیری، حاکی از آن است که در تهیه و تنظیم مواد کمک آموزشی، فن آوری ها نقش تعیین کننده ای دارند [۲۰]. از این میان، فن آوری «واقعیت افزوده» یا به عبارتی Augmented Reality، که به اختصار AR نیز نامیده می شود، به دلیل قابلیت های خود در به دوش کشیدن عناصر هنری چندرسانه ای [۱] و همچنین عدم نیاز به تهیه سخت افزارهای پیچیده و گران [۲۱]



شکل ۱: شماتیکی از آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده و آموزش سنتی؛ درگیری کاربر با محتوای قابل تعامل و سه بعدی در مقایسه با محتوای دوبعدی به منظور کشف و یادگیری، سهولت و جذابیت بیشتری می تواند داشته باشد.

Fig. 1: A schematic of augmented reality based education vs. traditional one; in order to discover and learn, user's engagement with interactive and 3D content can be easier and more attractive than 2D one.

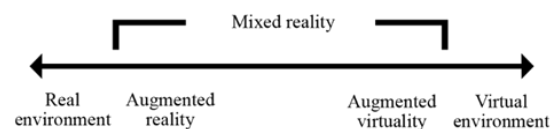
سرکیورا و همکاران با بهره‌گیری از واقعیت افزوده تعاملی به آموزش مفاهیم اکستروژن و دوران چندگانه پرداخته‌اند [۱۵]. یئوم و همکاران نیز با به کار بردن واقعیت افزوده تعاملی آموزش آناتومی داخلی بدن انسان به دانش‌آموزان را موفق گزارش کرده‌اند [۱۶]. برخی از نمونه‌های موفق خارجی دیگر که براساس فن‌آوری‌های واقعیت افزوده و چندرسانه‌ای ساخته شده‌اند عبارتند از: کتاب سحرآمیز، کتاب زبان سایر پرسون ۳، کتاب داستان جادویی [۱۷]، کتاب خلاقیت دیزنی [۱۸] و چندین مورد دیگر. نمونه‌های داخلی استفاده از این فن‌آوری نیز محدود به چند کار پژوهشی مانند آموزش حروف الفبای انگلیسی با استفاده از بازی واقعیت افزوده برای کودکان ۵ الی ۸ سال [۱۹] و یا چندین بررسی در حوزه بازی وارسازی محتوا از طریق شبیه‌سازی محتوا [۱] می‌باشد که به ارائه اپلیکیشن مربوطه در همان حوزه بسنده کرده‌اند و به مقوله یادگیری و یادداری قضیه نپرداخته‌اند. با این وجود تأثیر آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده تعاملی بر یادگیری و یادداری محتوای کتب درسی در پژوهش‌های پیشین به چشم نمی‌خورد. بنابراین، بررسی‌ها و روش ارائه شده در این پژوهش مبنی بر طراحی و پیاده‌سازی سناریوهای تعاملی مبتنی بر کتب درسی بومی با بهره‌گیری از فن‌آوری واقعیت افزوده و ارزیابی‌های صورت گرفته در حوزه آموزش (یادگیری و یادداری) از لحاظ موضوعی و پژوهشی بخشی از نوآوری‌های اساسی این پژوهش قلمداد می‌شود. همچنین، یکی از عناصر مهمی که به این محتوا ارزش افزوده اضافه می‌کند، اصول طراحی است که می‌تواند همانند اصول چندرسانه‌ای، ماهیتی و نشانه‌شناسی، به همپوشانی فضایی و زمانی طبقه‌بندی شود [۱۰].

اکثر مطالعات تجربی که استفاده از واقعیت افزوده را در زمینه‌های مختلف آموزشی مورد بررسی قرار داده‌اند، نشان می‌دهند که واقعیت افزوده بر یادگیری ساختاریافته نظام‌مند که هدف خاصی را در کلاس درس به دنبال دارد تأثیرگذار می‌باشد [۱۰]. همچنین از واقعیت افزوده برای آموزش مباحث فنی و مهندسی به منظور شبیه‌سازی واقعیات پیچیده و افزایش درک فراگیران استفاده می‌شود [۱].

ظهور چنین تغییرات نوینی می‌تواند موجب تحقق اهداف کلان کشور شود. بررسی بند سوم هدف‌های کلان سند تحول بنیادین آموزش و پرورش [۲۶] مبنی بر بهره‌مندی هوشمندانه از فن‌آوری‌های نوین در نظام تعلیم و تربیت رسمی عمومی، ما را به این مهم واداشته است که یکی از روش‌های مکملی نوین آموزشی را مورد مطالعه قرار دهیم، که گامی است ورای پیاده‌سازی واقعیت افزوده صرف و راهکاری است که به نظر می‌آید بررسی مزایا و معایب آن بتواند راهگشایی برای الگوهای نوظهور آتی قلمداد شود.

با توصیفات مذکور، اهمیت و ضرورت نقش کتاب‌های مبتنی بر واقعیت افزوده در فرآیند یاددهی و یادداری مفاهیم کتب درسی بیش از پیش آشکار می‌شود. به نظر می‌آید این مهم در دروس آزمایشگاهی مانند فیزیک و شیمی که مستلزم انجام آزمایش‌های عملی به منظور یادگیری است، بتواند نقش و عملکرد مؤثرتری به همراه داشته باشد. از آنجا که

از دیدگاه نظریه‌های یادگیری، تغییر یک پارادایم را می‌توان از رفتارگرایی به شناخت‌گرایی و درنهایت به ساختارگرایی مشاهده کرد [۳]. این تغییرات نه تنها ساختار محتوایی آموزشی، بلکه روش و محیط‌های آموزشی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از این رو، محیط‌های یادگیری یک‌سویه به محیط‌های یادگیری سازگار و شخصی‌سازی شده، و اخیراً توسط محیط‌های مجازی تعاملی و اجتماعی جایگزین می‌شود [۴]. از سویی دیگر، جریان ادبیات موضوعی در حوزه محتوای مدرن آموزشی، حاکی از آن است که این مطالب در ابعاد و جزئیات گوناگون مانند ابزار، تجهیزات مورد نیاز، ویژگی‌ها، خصیصه‌ها، متدهای یادگیری، مسائل فنی و موارد دیگر، با یکدیگر متفاوتند [۹]. کوتاهی عمر الگوهای این حوزه و تأثیرات هم‌افزایی آن‌ها بر یکدیگر با گذشت زمان، مستلزم بررسی بلادرنگ و بومی آن‌ها می‌باشد.



شکل ۲: نمودار «پیوستگی مجازی بودن» میلگرام [۸]  
Fig. 2: Milgram's virtuality continuum [8]

نکته جالب توجه این است که تاکنون مطالعات تجربی مختلفی به منظور بررسی فن‌آوری واقعیت افزوده در راستای اهداف آموزشی در زمینه مهندسی، زبان، هنر، تاریخ، ریاضیات و هندسه، علوم طبیعی، پزشکی و موارد مشابه برای مخاطبین سنین مختلف به صورت آزمایشگاهی و حتی به صورت اجتماعی صورت پذیرفته است [۱۰]. سرگی سنیکو و همکاران با طراحی و ساخت یک محیط مبتنی بر واقعیت افزوده و تصویرسازی‌های سه بعدی، آموزش موضوعات مختلف و پیچیده‌ای از سرفصل‌های درسی مربوطه یک مدرسه ابتدایی در شهر مسکو را ارزیابی و آموزش از طریق محتوای تعاملی آموزشی به دانش‌آموزان را موفقیت‌آمیز گزارش کرده‌اند [۱۱]. ایبانز و همکاران از دو برنامه کاربردی مبتنی بر واقعیت افزوده و مبتنی بر وب برای آموزش مفاهیم الکترومغناطیس بهره جستند و نتایج حاصل از آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده را در بحث مشارکت و یادگیری دانش‌آموزان بسیار سودمند بیان کردند [۱۲]. فلیک و همکاران با بهره‌گیری از یک محیط واقعیت افزوده که برای یادگیری نجوم طراحی شده بود، توانستند مفاهیم صور فلکی و اجرام آسمانی را با بیانی روشن‌تر به دانش‌آموزان بیاموزند. سامانه طراحی شده در این پژوهش امکان تعامل دانش‌آموزان با اجرام را امکان‌پذیر می‌ساخت، که یکی از دلایل جذابیت تجربه کاربری آن بیان شده است [۱۳]. تی‌سای و همکاران با استفاده از واقعیت افزوده مبتنی بر موقعیت جغرافیایی به شبیه‌سازی یک سامانه واکنش اضطراری به هنگام حوادث هسته‌ای پرداخته‌اند. این سامانه دستورالعمل‌های فرار به هنگام رخداد حوادث هسته‌ای را در قالب راهنماها و گزارش‌های فوری تولید شده ارائه می‌دهد [۱۴].

جامعه آماری شامل کلیه دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی مشغول به تحصیل در مدارس شهر تبریز در سال تحصیلی ۹۷-۹۸ می‌باشد. نمونه آماری شامل دو گروه ۱۸ نفره از جامعه مورد پژوهش است که به روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای انتخاب و در دو گروه آزمایش و گواه تقسیم‌بندی شدند.

پس از هماهنگی‌های لازم با مدیریت مدرسه مورد نظر و کسب مجوزهای لازم از ناحیه آموزش و پرورش مربوطه، آزمایشات طرح‌ریزی شده صورت پذیرفت. فرآیند آزمایش در گروه اول شامل ۳ بخش اصلی است: آموزش نحوه استفاده از برنامه و فن‌آوری؛ استفاده از برنامه و یادگیری؛ ارزیابی یادگیری و یادداری. در گروه دوم نیز یادگیری به روش سنتی (عکس و متن کتاب) صورت می‌پذیرد؛ ولی ارزیابی یادگیری و یادداری به همراه گروه اول مورد بررسی قرار می‌گیرد. شکل ۳ بخشی از درس میکروسکوپ کتاب علوم ششم ابتدایی است که تنها منبع آموزش گروه گواه می‌باشد. آزمون این دو گروه به صورت همزمان در دو اتاق مجزا صورت می‌پذیرد. به‌وسیله یک پیش‌آزمون (E1) که روایی آن توسط سه تن از معلمان علوم آموزش و پرورش ناحیه ۲ تبریز به تأیید رسیده و پایایی آن نیز به روش کودر-ریچاردسون ۰/۷۹ محاسبه شده بود، سطح دانش فراگیران نسبت به مطالب آموزشی و به تبع آن توزیع نرمال آن‌ها ارزیابی شد.

روایی آزمون ارزیابی یادگیری (E2) و آزمون ارزیابی یادداری (E3) نیز به همان روش به تأیید رسید و پایایی هر کدام به روش کودر-ریچاردسون به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۸ به‌دست آمد. این اعداد حاکی از دقت و همبستگی درونی آزمون‌هاست. کلیت طرح آزمون‌های پژوهش در جدول ۱ آورده شده است.

چنین آموزش‌هایی مستلزم تعامل بین دانش‌آموز و مسأله آموزشی (مانند بررسی تجهیزات یا انجام آزمایشات) است؛ به نظر می‌رسد که کتاب‌های سنتی و واقعیت‌افزوده صرف با ارتباط یکسویه نتوانند به تنهایی تمامی این بار را بر دوش کشند. از این رو، این پژوهش بر آن است تا با افزودن عنصر تعامل به واقعیت‌افزوده، تأثیر حضور این فن‌آوری را در یادگیری و یادداری مطالب درسی حاکم بر کتب سنتی بسنجد. بدین منظور با طراحی اپلیکیشن برای دو موضوع از مباحث درسی به صورت واقعیت‌افزوده تعاملی می‌کوشد تا وجود یا عدم وجود ارتباط بین بهره‌گیری از واقعیت‌افزوده تعاملی و یادگیری و یادداری مطالب مذکور را مورد بررسی قرار دهد. پژوهش پیش‌رو در چارچوب مطالعات شبه آزمایشی طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون به همراه گروه کنترل می‌باشد و آزمایشات خود را بر روی دو گروه ۱۸ نفره از دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی به انجام می‌رساند.

فرضیه‌های این پژوهش عبارتند از:

- میزان یادگیری مطلب درسی در دانش‌آموزانی که از طریق واقعیت‌افزوده تعاملی آموزش دیده‌اند در مقایسه با آن‌هایی که با کتاب سنتی و به شیوه مرسوم آموزش دیده‌اند؛ مؤثرتر و مطلوب‌تر است.
- میزان یادداری مطلب درسی در دانش‌آموزانی که از طریق واقعیت‌افزوده تعاملی آموزش دیده‌اند در مقایسه با آن‌هایی که با کتاب سنتی و به شیوه مرسوم آموزش دیده‌اند؛ مؤثرتر و مطلوب‌تر است.

### روش تحقیق

پژوهش حاضر یک تحقیق تجربی در چارچوب شبه آزمایشی است که در آن متغیری بر روی گروه آزمایش (A) اعمال و نتیجه آن با گروه گواه (B) مقایسه شده‌اند.



شکل ۳: بخشی از درس ۱۰ کتاب علوم پایه ششم ابتدایی؛ که با استفاده از متن و تصویر به آموزش کارکرد میکروسکوپ و اجزای مختلف آن می‌پردازد

Fig. 3: Some parts of the elementary science book of grade six; which uses text and picture to teach the function of the microscope and its various components.



## سناریوهای طراحی شده برای انجام آزمایش

سناریوی اول که مرتبط با درس دهم کتاب علوم پایه ششم است، مربوط به میکروسکوپ و نحوه کارکرد آن می‌باشد. با گرفتن دوربین تلفن همراه بر روی صفحه تعریف شده مربوطه، سناریوی میکروسکوپ اجرا می‌شود. مدل سه بعدی میکروسکوپ بارگذاری شده و کاربر می‌تواند قسمت‌های مختلف میکروسکوپ را بررسی نماید.

کاربر می‌تواند با استفاده از رابط کاربری تعبیه شده در برنامه، نام اجزای مختلف میکروسکوپ را مشاهده نماید. همچنین می‌تواند با استفاده از رابط کاربری ذکر شده وارد بخش آموزش انیمیشنی کار با میکروسکوپ شده و پس از اتمام آموزش، به صورت تعاملی و انتخابی اقدام به مشاهده برگ گیاه، پوست پیاز و بال مگس توسط میکروسکوپ شبیه‌سازی شده کند. در شکل ۵ می‌توان این فرآیند تعاملی را مشاهده کرد.



شکل ۴: مدل سه بعدی میکروسکوپ به همراه اطلاعات اجزای آن به صورت واقعیت افزوده بر روی صفحه کتاب بارگذاری شده است

Fig. 4: The 3D model of the microscope, along with its component information, has been augmented on the book's page as an augmented reality.

جدول ۱: کلیت طرح مراحل آزمون‌های پژوهش

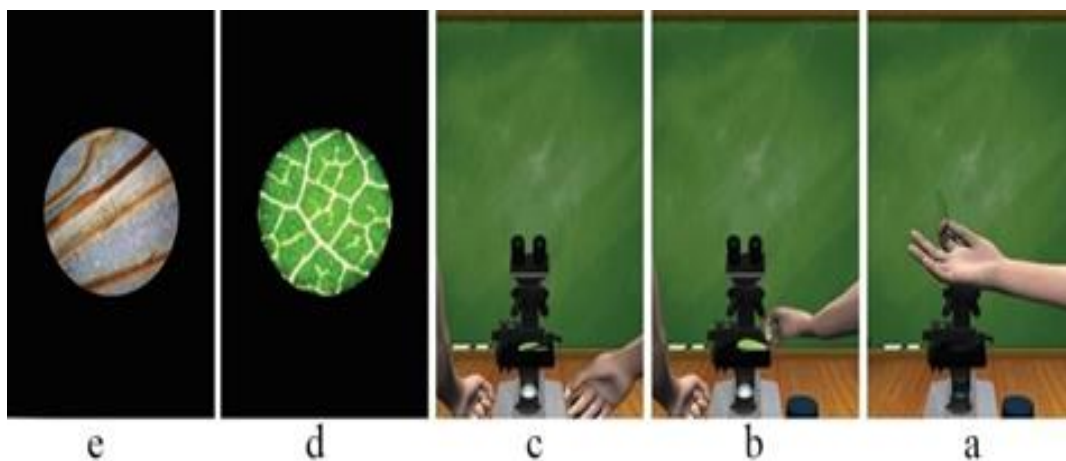
Table 1: The overall design of the phases of research tests

Test (students' remembering (evaluation)	Test (students' learning evaluation)	Pre-test (students' normal distribution)	Group
E3	E2	E1	A
E3	E2	E1	B

پژوهش پیش‌رو بر اثبات این ادعاست مبنی بر اینکه استفاده از فن‌آوری واقعیت افزوده تعاملی مانند یکی از روش‌های چندرسانه‌ای تعاملی می‌تواند تأثیر بسزایی در یادگیری و یادداری محتوای کتاب درسی داشته باشد. از این رو با بهره‌گیری از مشورت معلمان پایه ششم ابتدایی دو موضوع را برای ارزیابی یادگیری و یادداری محتوا انتخاب نموده است. موضوع اول، «میکروسکوپ» و موضوع دوم «معادله شیمیایی تولید گاز هیدروژن» می‌باشد.

برنامه کاربردی که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است، به وسیله کیت توسعه نرم‌افزاری ویفوریا، موتور بازی‌سازی یونیتی و نرم‌افزار مایا پیاده‌سازی شده است، که بخش مربوط به میکروسکوپ آن در پژوهش پیشین نگارنده [۱] معرفی شده است و در شکل ۴ می‌توان بخشی از این برنامه را که منجر به بارگذاری مدل سه‌بعدی میکروسکوپ شده، مشاهده کرد.

در گروه اول، ابتدا به دانش‌آموزان توضیح مختصری در مورد فن‌آوری واقعیت افزوده و کاربردهای آن ارائه می‌گردد و سپس نحوه کار با برنامه به آن‌ها آموزش داده می‌شود. پس از نصب برنامه بر روی گوشی هوشمند آزمون‌دهندگان از آن‌ها خواسته می‌شود تا دوربین دستگاه خود را به سمت صفحه کتاب، که الگوی واقعیت افزوده می‌باشد، بگیرند تا سناریوی طرح‌ریزی شده مبتنی بر چندرسانه‌ای تعاملی بارگذاری شود. ۸ نفر از دانش‌آموزان فاقد گوشی هوشمند بودند که برای آن‌ها از گوشی معلم مربوطه استفاده شد.



شکل ۵: تصاویر a ، b ، c آموزش کار با میکروسکوپ با بهره‌گیری از انیمیشن. تصاویر d و e استفاده از میکروسکوپ شبیه‌سازی شده برای دیدن اجسام مختلف بزرگنمایی شده

Fig. 5: Images a, b and c show the use of animation to work with a microscope. Images d and e show the simulated magnified objects under microscope

شاخص‌های توصیفی متغیرهای یادگیری و یادداری گروه اول و دوم در هر سه آزمون در جدول شماره ۲ بیان شده است که نشان‌دهنده میانگین (AV) و انحراف استاندارد (SD -  $\sigma$ ) نتایج پیش‌آزمون و آزمون‌هاست.

جدول ۲: شاخص‌های توصیفی متغیرهای یادگیری و یادداری گروه اول و دوم در هر سه آزمون

Table 2: Descriptive statistics of learning and remembering variables of the first and second groups in all three tests

Test E3		Test E2		Test E1		Number of people in each group = 18
(SD) $\sigma$	Av	(SD) $\sigma$	Av	(SD) $\sigma$	Av	
1.53	17.33	1.8	17.88	3.32	5.5	First group (experimental group)
1.46	14.5	1.7	15.05	2.6	5.4	Second group (control group)

به منظور انجام تحلیل کواریانس، مفروضه‌های همگنی شیب رگرسیون و همگنی واریانس‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. جهت بررسی همگنی شیب (ضرایب) رگرسیون، F مربوط به اثر متقابل متغیر مستقل و پیش‌آزمون‌ها بررسی شد و مقدار آن برای آزمون E2 برابر با ۶۸/۱ با سطح معنی‌داری ۲/۰ محاسبه شد که به لحاظ آماری معنادار است. این بدان معناست که ضرایب رگرسیون در دو گروه تفاوت معناداری ندارند و در واقع همگون هستند. بنابراین، چون تعامل بین متغیر مستقل و همپراش (کوریت) معنادار نیست، مفروضه همگنی شیب رگرسیون تأیید می‌شود.

برای بررسی همگنی واریانس‌ها نیز از آزمون لون استفاده شد و همان‌گونه که در جدول ۳ قابل مشاهده است سطح معنی‌داری برای متغیر وابسته پیشرفت تحصیلی برابر با ۰/۳۹ می‌باشد که بالاتر از سطح قابل قبول برای رد فرض صفر است. بنابراین واریانس دو گروه از لحاظ آماری تفاوت معناداری با هم نداشته و مفروضه همگنی واریانس‌ها نیز برقرار است. بنابراین می‌توان آزمون تحلیل کواریانس را اجرا کرد.

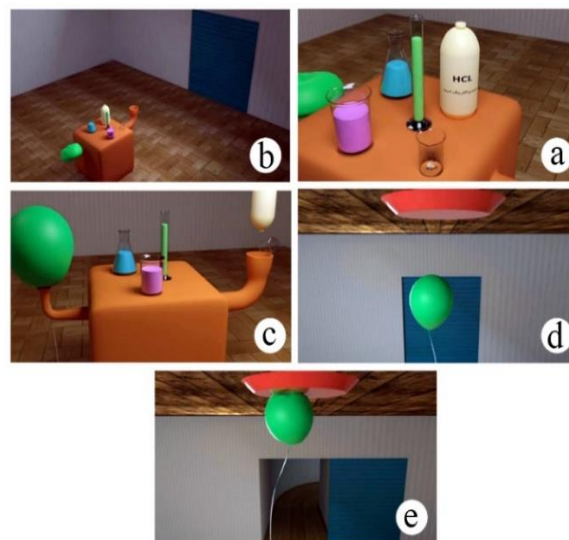
جدول ۳: نتایج تجزیه و تحلیل آزمون لون برای آزمون E2 (ارزیابی یادگیری)

Table 3: Levene's test of equality of error variances for E2 (learning evaluation)

F	df1	df2	Sig.
.733	1	34	.398

فرضیه ۱: یادگیری محتوای کتاب درسی در دانش‌آموزانی که به‌وسیله کتاب مبتنی بر واقعیت افزوده تعاملی آموزش دیده‌اند، مؤثرتر از دانش‌آموزانی است که به شیوه سنتی آموزش می‌بینند.

سناریوی دوم، که یکی از آزمایشات کتاب علوم است؛ مربوط به تولید گاز هیدروژن به‌وسیله ترکیب هیدروکلریک اسید با منیزیم می‌باشد. این آزمایش تحت قالب یک سناریوی بازی وار طراحی شده است؛ چرا که بازی وارسازی نه تنها یکی از راه‌های ایجاد سناریوهای تعاملی است؛ بلکه یکی از راهکارهای بهبود فرآیند آموزشی قلمداد می‌شود [۲۷]. فراگیر باید به‌وسیله ترکیب صحیح مواد مختلفی که ظاهر می‌شود، به گاز هیدروژن دست یابد تا بتواند بادکنکی که به نازل وصل شده را پر از گاز هیدروژن کند. از آنجا که چگالی گاز هیدروژن کمتر از چگالی هواست؛ بادکنک پس از پر شدن به سوی بالا حرکت می‌کند. در قسمت بالا دکمه‌ای قرار گرفته است که پس از برخورد بادکنک با آن فعال می‌شود و دانش‌آموز مورد تشویق قرار می‌گیرد. در صورتی که بازیکن نتواند آزمایش را به‌صورت صحیح انجام دهد؛ یا مواد را صحیح با یکدیگر مخلوط نماید؛ انفجاری در آزمایشگاه رخ می‌دهد که دانش‌آموز تبعات ترکیب اشتباه را نیز می‌تواند مشاهده نماید. این آزمایش در شکل ۶ ارائه شده است.



شکل ۶: روند سناریوی دوم که دانش‌آموز در طول یک بازی واقعیت افزوده با اشیای موجود در جهت یادگیری «آزمایش گاز هیدروژن» تعامل دارد.

Fig. 6: The process of second scenario where the student interacts with the objects of scene to learn "hydrogen gas experiment" during an augmented reality game.

## نتایج و بحث

هدف این پژوهش بررسی تأثیر استفاده از واقعیت افزوده تعاملی بر یادگیری و یادداری محتوای کتب درسی بود؛ از این رو، دو عنوان از محتوای کتاب ششم ابتدایی که از زیرمجموعه‌های حوزه فیزیک و شیمی بود، با مشورت دبیران این حوزه مورد بررسی قرار گرفت. این کار از طریق طراحی و آزمون دو فرضیه متفاوت انجام پذیرفت که در ادامه نتایج به‌دست آمده برای هر فرضیه به تفصیل ارائه می‌شود.

فرضیه ۲: یادداری محتوای کتاب درسی در دانش‌آموزانی که به‌وسیله کتاب مبتنی بر واقعیت افزوده تعاملی آموزش دیده‌اند؛ مؤثرتر از دانش‌آموزانی است که به شیوه سنتی آموزش می‌بینند.

با توجه به نتایج جدول ۶ می‌توان دریافت که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین یادداری دو گروه آزمایش و کنترل وجود دارد. بنابراین فرض صفر رد می‌شود.

جدول ۷: نتایج تجزیه و تحلیل آزمون تحلیل کواریانس (ANCOVA) برای نمرات آزمون E3 (ارزیابی یادداری)

Table 7: Results of ANCOVA for E2 (remembering evaluation)

Source	Ss	df	Ms	F	p	PES	OP*
Method	44.484	1	25.14	19.19	.000	.368	.989

\*Computed using alpha = .05

بنابراین، بررسی نمرات افراد در نمودار سمت راست شکل ۷ و میانگین تعدیل‌شده آن‌ها در جدول ۸ حاکی از مؤثر بودن روش استفاده از واقعیت افزوده تعاملی در یادداری محتوای کتب درسی در مقایسه با روش سنتی است.

جدول ۸: میانگین تعدیل‌شده (حاشیه‌ای) آزمون E3

Table 8: Estimated marginal means for E3

Method	95% Confidence interval			
	Mean	Std. error	Lower bound	Upper bound
First group (experimental group)	17.338	.412	16.500	18.175
Second group (control group)	14.496	.412	13.658	15.334

با توجه به نتایج حاصل از آزمون‌های تحلیل کواریانس و نتایج به‌دست آمده، هر دو فرضیه پژوهش مبنی بر تأثیر مثبت آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده تعاملی بر یادگیری و یادداری در علوم تجربی اثبات می‌شود.

مطالعات نئو حاکی از آن است که نقش متغیر آموزش با ورود فن‌آوری چندرسانه‌ای و تولید نسل جدید درک و فهم فن‌آورانه، غیر قابل انکار است [۲۸]. تبادل اطلاعات نیز به صورت مؤثرتری صورت می‌پذیرد و برنامه‌های درسی آموزشی، با تکامل سعی در تلفیق عناصر چندرسانه‌ای با خصیصه‌های تعاملی دارند تا محیط آموزشی مساعدتری را برای معلمان و دانش‌آموزان بیافرینند. یافته‌های نجار بیان می‌کند اطلاعات چندرسانه‌ای که فرایند یادگیری را تسهیل می‌کند، منجر به استفاده مضاعف از چندرسانه‌ای تعاملی در آموزش مبتنی بر رایانه گشته است [۲۹].

با توجه به نتایج جدول ۴ می‌توان دریافت که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین یادگیری دو گروه آزمایش و کنترل وجود دارد. بنابراین فرض صفر رد می‌شود.

جدول ۴: نتایج تجزیه و تحلیل آزمون تحلیل کواریانس (ANCOVA) برای نمرات آزمون E2 (ارزیابی یادگیری)

Table 4: Results of ANCOVA for E2 (learning evaluation)

Source	Ss	df	Ms	F	p	PES	OP*
Method	25.14	1	25.14	8.586	.006	.206	.812

\*Computed using alpha = .05

بنابراین، بررسی نمرات افراد در نمودار سمت چپ شکل ۷ و میانگین تعدیل‌شده آن‌ها بر مبنای متغیر همپراش در جدول ۵ حاکی از مؤثر بودن روش استفاده از واقعیت افزوده تعاملی در یادگیری محتوای کتب درسی در مقایسه با روش سنتی است.

جدول ۵: میانگین تعدیل‌شده (حاشیه‌ای) آزمون E2

Table 5: Estimated marginal means for E2

Method	Mean	Std. error	95% Confidence interval	
			Lower bound	Upper bound
First group (experimental group)	17.498	.444	16.594	18.402
Second group (control group)	15.502	.444	14.598	16.406

بررسی مفروضه‌های تحلیل کواریانس برای آزمون E3 نیز همانند آزمون E2 صورت پذیرفت. جهت بررسی همگنی شیب (ضرایب) رگرسیون، F مربوط به اثر متقابل متغیر مستقل و پیش‌آزمون‌ها بررسی شد که مقدار آن برای آزمون E3 برابر با ۰/۵۲ با سطح معنی‌داری ۰/۸۲۲ محاسبه شد که به لحاظ آماری معنادار نمی‌باشد. این بدان معناست که ضرایب رگرسیون در دو گروه تفاوت معناداری ندارند و در واقع همگون هستند. بنابراین، چون تعامل بین متغیر مستقل و همپراش (کوریت) معنادار نیست؛ مفروضه همگنی شیب رگرسیون تأیید می‌شود.

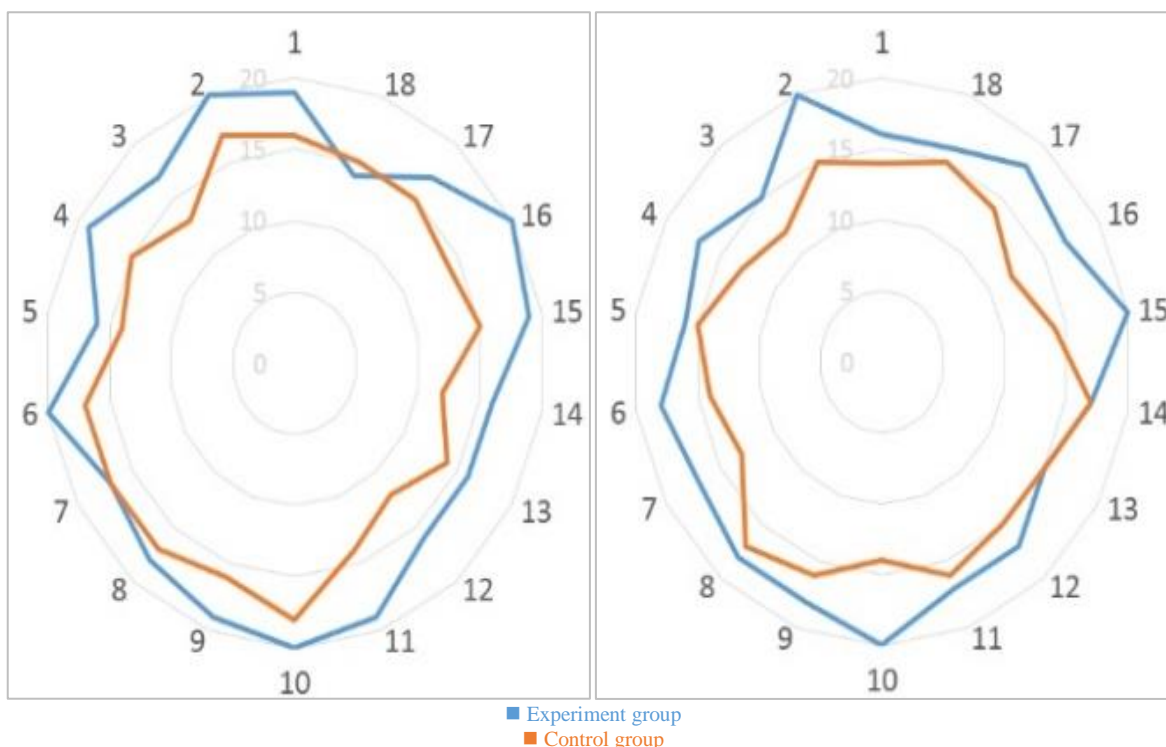
برای بررسی همگنی واریانس‌ها نیز از آزمون لون استفاده شد و همان‌گونه که در جدول ۳ قابل مشاهده است، سطح معنی‌داری برای متغیر وابسته پیشرفت تحصیلی برابر با ۰/۹۱۴ می‌باشد که بالاتر از سطح قابل قبول برای رد فرض صفر است. بنابراین واریانس دو گروه از لحاظ آماری تفاوت معناداری با هم نداشته و مفروضه همگنی واریانس‌ها نیز برقرار است. بنابراین می‌توان آزمون تحلیل کواریانس را اجرا کرد.

جدول ۶: نتایج تجزیه و تحلیل آزمون لون برای آزمون E3 (ارزیابی یادداری)

Table 6: Levene's test of equality of error variances for E3 (remembering evaluation)

F	df1	df2	Sig.
.012	1	34	.914





شکل ۷: نمودار مقایسه‌ای نمرات افراد دو گروه نسبت به یادگیری (تصویر چپ - E2) و یادداری (تصویر راست - E3)  
 Fig. 7: Comparison of the two groups' scores in terms of learning (left image - E2) and retention (image - E3)

پیاده‌سازی سناریوهای تعاملی مبتنی بر کتب درسی بومی با بهره‌گیری از فن‌آوری واقعیت افزوده و ارزیابی‌های صورت گرفته در حوزه آموزش (یادگیری و یادداری) از لحاظ موضوعی و پژوهشی از نوآوری‌های اساسی این پژوهش قلمداد می‌شود. یافته‌های پژوهش نیز پس از بررسی‌های علمی، پیاده‌سازی‌های عملی و ارزیابی‌های آماری و کیفی حاکی از مؤثر بودن روش ارائه شده است و استفاده از فن‌آوری واقعیت افزوده به عنوان مکمل کتاب‌های درسی را مفید و مؤثر گزارش می‌کند.

### نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر تأثیر آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده تعاملی بر یادگیری و یادداری محتوای کتب درسی مورد بررسی و آزمون قرار گرفت. یافته‌های پژوهش پس از طرح‌ریزی، پیاده‌سازی و ارزیابی سناریوهایی از کتاب درسی علوم ششم ابتدایی در یک چارچوب شبه آزمایشی و تطبیقی حاکی از آن است که استفاده از فن‌آوری واقعیت افزوده تعاملی در یادگیری و یادداری محتوای کتب درسی می‌تواند مؤثر باشد. میزان یادگیری و یادداری مطالب درسی در دانش‌آموزانی که از طریق واقعیت افزوده تعاملی آموزش دیده بودند در مقایسه با آن‌هایی که با کتاب سنتی و به شیوه مرسوم این آموزش را طی کرده بودند، مؤثرتر و مطلوب‌تر مشاهده شد. همچنین، مطالعات انجام شده حاکی از آن است که تعامل دانش‌آموز با محتوایی که در شرف یادگیری آن می‌باشد نیز می‌تواند باعث درک بهتر از موضوعات شود و توجه ذهنی

خوش‌نشین نیز اذعان داشته است که ماهیت تعاملی چندرسانه‌ای، موجب افزایش جذابیت مباحث آموزشی در بین جوانان می‌گردد [۳۰]؛ چرا که تعامل، فراگیران را تشویق می‌کند تا نقش فعال را جایگزین نقش منفعل کرده و با مشارکت ذهنی بیشتری به یادگیری مباحث بپردازند. بروکز نیز بر این ادعاست که تعامل، نشان‌دهنده ترغیب و علاقه شخصی به منظور ادامه یک فعالیت شناختی است [۳۱]. افزون بر این موارد نجاتر با انجام پژوهشی، استفاده از انیمیشن و قصه‌گویی را یکی از راه‌های ترغیب قشر کودک و نوجوان به مطالعه و فراگیری مطالب درسی اعلام کرده است [۲۹]. از سویی دیگر فلاحی و همکاران [۳۲] نیز با مقایسه نظام آموزش حضوری و الکترونیکی در یادگیری مهارت‌های اجتماعی، استفاده از محیط یادگیری الکترونیکی را مؤثر در آموزش اعلام کرده‌اند. نویسی و همکاران نیز استفاده از بازی‌های رایانه‌ای به منظور آموزش را مؤثر و یکی از راهکارهای کاهش استرس آموزش بیان کرده‌اند [۳۳]. ترنیر و همکاران نیز دلیل موفقیت استفاده از واقعیت افزوده در آموزش را افزوده شدن بعدی به بعد موجود می‌دانند که باعث درگیری بیشتر کاربر با محتوا شده و باعث یادگیری بهتر می‌گردد [۳۴]. در کنار این موارد، پرهیزکار و همکاران رعایت شدن برخی از اصول چهارده‌گانه چندرسانه‌ای ون‌مرینور [۳۵] را در پروژه‌های آموزشی واقعیت افزوده، مزید بر افزایش و بهبود یادگیری دانسته‌اند [۳۶].

با این وجود تأثیر آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده تعاملی بر یادگیری و یادداری محتوای کتب درسی در پژوهش‌های پیشین به چشم نمی‌خورد. بنابراین، بررسی‌ها و روش ارائه شده در این پژوهش مبنی بر طراحی و

[6] Lukman R, Krajnc M. Exploring non-traditional learning methods in virtual and real-world environments. *Journal of Educational Technology & Society*. 2012; 15(1):237-47.

- [7] Thiel T. Critical interventions into canonical spaces: augmented reality at the 2011 venice and Istanbul Biennials. In Geroimenko V (ed). *Augmented Reality in Art*. Switzerland: Springer; 2014. pp. 31-60

[8] Azuma RT. A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*. 1997; 6(4):355-85.

[9] Martínez H, Laukkanen S, Mattila J. A new flexible augmented reality platform for development of maintenance and educational applications. *International Journal of Virtual Worlds and Human Computer Interaction*. 2014; 2(1):18-27.

[10] Sommerauer P, Müller O. Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & Education*. 2014; 79:59-68.

[11] Sannikov S, Zhdanov F, Chebotarev P, Rabinovich P. Interactive educational content based on augmented reality and 3D visualization. *Procedia Computer Science*. 2015; 66:720-9.

[12] Ibáñez MB, Di Serio Á, Villarán D, Kloos CD. Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*. 2014; 71:1-3.

[13] Fleck S, Simon G. An augmented reality environment for astronomy learning in elementary grades: an exploratory study. In *Proceedings of the 25th Conference on Interaction Homme-Machine*. New York: Association for Computing Machinery; 2013 p. 14.

[14] Tsai MK, Lee YC, Lu CH, Chen MH, Chou TY, Yau NJ. Integrating geographical information and augmented reality techniques for mobile escape guidelines on nuclear accident sites. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2012; 109:36-44.

[15] Cerqueira C, Kirner C. Developing educational applications with a non-programming augmented reality authoring tool. In *Proceedings of EdMedia+ Innovate Learning 2012*. US: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE); 2012. pp. 2816-2825

[16] Yeom S. Augmented Reality for Learning Anatomy. In *Proceedings ascilite Hobart*; 2011. pp.1377-1383.

[17] Billinghurst M, Kato H, Poupyrev I. The magicbook-moving seamlessly between reality and virtuality. *IEEE Computer Graphics and Applications*. 2001; 21(3):6-8.

[18] Zünd F, Ryffel M, Magnenat S, Marra A, Nitti M, Kapadia M, Noris G, Mitchell K, Gross M, Sumner RW. Augmented creativity: bridging the real and virtual worlds to enhance creative play. In *SIGGRAPH Asia 2015 Mobile Graphics and Interactive Applications*. New York: Association for Computing Machinery; 2015 Nov 2. p. 21

وی را بیش از پیش به سوی مطالب بکشاند. از سویی نیز باید توجه داشت که با توجه به زیرساخت‌های موجود، استفاده از فن‌آوری واقعیت افزوده جایگزین مطلق برای کتب کاغذی به نظر نمی‌رسد؛ اما استفاده از چنین فن‌آوری‌هایی در راستای تحقق اهداف سیاست‌گذاری‌هایی که در سند تحول بنیادین آموزش و پرورش آمده است، می‌تواند مکمل خوبی برای کتب درسی قلمداد شود.

### مشارکت نویسندگان

تعیین سیاست و راهبرد کلی پژوهش توسط نویسنده اول و طراحی، پیاده‌سازی، آزمون، تحلیل و نگارش پژوهش توسط نویسنده دوم صورت پذیرفته است.

### تشکر و قدردانی

به این وسیله از شرکت خلاق فناوران جوان رایکا و اداره آموزش و پرورش ناحیه ۲ تبریز که در تهیه نمونه موردی آزمون‌های این پژوهش ما را یاری کردند، کمال قدردانی و سپاس را داریم.

### تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

### منابع و مأخذ

[1] Jafari Sisi M, Sakian H, Pirbabaehi H, Alizadeh ashrafi B. A study on the capability of Augmented reality technology to the empowerment and gamification of textbooks through interactive content simulation. Paper presented in the 1<sup>st</sup> National research conference (DGRC), Trends, Technologies, and Applications. Iran; 2017. Persian.

[2] Rohaya D, Rambli A, Matcha W, Sulaiman S, Nayan MY. Design and development of an interactive augmented reality edutainment storybook for preschool. *IERI Procedia*. 2012; 1(2):802-7.

[3] Mahmoudi MT, Badie K, Valipour M. Assessing the role of AR-based content in improving learning performance considering Felder-Silverman learning style. In 2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL). Florence, Italy: IEEE; 2015 Sep 20. pp. 838-843

[4] Dimitrios B, Labros S, Nikolaos K, Koutiva M, Athanasios K. Traditional teaching methods vs. teaching through the application of information and communication technologies in the accounting field: Quo Vadis? *European Scientific Journal*. 2013; 9(28).

[5] Wilson KE, Martinez M, Mills C, D'Mello S, Smilek D, Risko EF. Instructor presence effect: Liking does not always lead to learning. *Computers & Education*. 2018; 1(122):205-20.

- [31] Brooks DW, Nolan DE, Gallagher SM. *Web-teaching: A guide to designing interactive teaching for the World Wide Web*. Switzerland: Springer Science & Business Media; 2006.
- [32] Falahi M, Zaraii Zavaraki E, Nourozi, D. [Comparison of social skills of students in in-person training and online system]. *Technology of Education Journal*. 2018; 13(1), 259-272. Persian.
- [33] Nevisi Z, Shiri M, Minaei Bidgoli B. [Designing an intelligent computer game for prediction of dyslexia based on cognitive science]. *Technology of Education Journal*. 2018; 12(4), 309-319. Persian.
- [34] Ternier S, Klemke R, Kalz M, Van Ulzen P, Specht M. ARLearn: Augmented Reality meets Augmented Virtuality. *J. UCS*. 2012; 18(15):2143-64.
- [35] Van Merriënboer JJ, Kester L. The four-component instructional design model: Multimedia principles in environments for complex learning. In Mayer RE (ed) *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press; 2005. pp. 71-93.
- [36] Parhizkar B, Obeidy WK, Chowdhury SA, Gebriel ZM, Ngan MN, Lashkari AH. Android mobile augmented reality application based on different learning theories for primary school children. In *2012 International Conference on Multimedia Computing and Systems*. Tangier, Morocco: IEEE; 2012 May 10. pp. 404-408.
- [19] Ghafari A, Nomani P, Fallah J, Jafarzadeh Rounmiyani P. *An augmented reality application of English alphabet tutorials for children between 5 to 8 years old*. Paper presented in the 2<sup>nd</sup> National Computer Games Conference; Opportunities and Challenges, Isfahan, Isfahan University, Iran. 2016. Persian.
- [20] Rahbarnia Z, Janani M. [Achievement to Solutions to Improve the Educational Conditions of Master of Arts in Illustrations (Through Comparison between the Educational Program at Tehran University and the Academy of Art in San Francisco)]. *Comparative Art Studies*. 2016; 6 (11): 55-67. Persian.
- [21] Bonetti F, Warnaby G, Quinn L. Augmented reality and virtual reality in physical and online retailing: A review, synthesis and research agenda. In: Timothy J, Dieck T, Claudia M(Eds.) *Augmented reality and virtual reality*. Switzerland: Springer; 2018. pp. 119-132
- [22] Jetter J, Eimecke J, Rese A. Augmented reality tools for industrial applications: What are potential key performance indicators and who benefits? *Computers in Human Behavior*. 2018; 87:18-33.
- [23] Jetter J, Eimecke J, Rese A. Augmented reality tools for industrial applications: What are potential key performance indicators and who benefits? *Computers in Human Behavior*. 2018; 87:18-33.
- [24] Hu NT, Tsai PS, Wu TF, Chen JY, Lee L. The environmental navigation using geometric virtual reality. *Advances in Mechanical Engineering*. 2018; 10(6):1687814018783636.
- [25] Seo DW, Lee JY. Physical query interface for tangible augmented tagging and interaction. *Expert Systems with Applications*. 2013; 40(6):2032-42.
- [26] *The document on the fundamental transformation of education*. Iran: Secretariat of the Supreme Council of the Cultural Revolution, Ministry of Education, Supreme Council of Education; 2011. Persian.
- [27] Kowsari M, Taheri A. [A Comparative Study from Viewpoints of "Ludology" and "Narratology" to Analysis of Aesthetic Modalities of Serious Games]. *Comparative art studies*; 7(14): 101-119. Persian.
- [28] Neo TK, Neo M. Classroom innovation: engaging students in interactive multimedia learning. *Campus-Wide Information Systems*. 2004; 21(3):118-24.
- [29] Najjar LJ. Multimedia information and learning. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*. 1996; 5(2): 129-150
- [30] Khosheneshin Z. [An analytic review on blended learning effects on students achievements in learning science]. *Technology of Educational Journal*; 12(3): 231-238. Persian.

### معرفی نویسندگان

#### AUTHOR(S) BIOSKETCHES



**سید علی فارغ** دانش آموخته دوره دکتری رشته طراحی صنعتی با گرایش مدیریت طراحی و طرحریزی خدمات از دانشگاه چیبیا کشور ژاپن است و در حال حاضر به عنوان عضو هیأت علمی تمام وقت دانشکده طراحی دانشگاه هنر اسلامی

تبریز مشغول به فعالیت آموزشی و پژوهشی می باشد. وی مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد خود را نیز در فاصله سال های ۱۳۸۰ لغایت ۱۳۸۷ در پردیس هنرهای زیبای دانشگاه تهران و در رشته طراحی صنعتی سپری نموده است و در طول مدت فعالیت علمی خود ضمن تألیف مقالات متعدد علمی در نشریات و همایش های معتبر، تا کنون تعداد شش فقره اختراع رسمی به ثبت رسانده است. مباحث میان رشته ای فیما بین حوزه طراحی و علوم انسانی شامل نظریه و فلسفه طراحی، طراحی و علوم و رفتاری، طراحی و علوم شناختی، طراحی اجتماعی و مشارکتی، طراحی راهبردی و مدیریت طراحی و نیز مقوله طراحی خدمات از موضوعات مورد علاقه و مطالعه ایشان است.

**Faregh, S. Assistant Professor, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran**

✉ sfaregh@tabriziau.ac.ir

رایانه، طراحی و پیاده‌سازی بازی‌های رایانه‌ای، فن‌آوری‌های تعاملی نظیر واقعیت مجازی و افزوده، مدلسازی سه‌بعدی، متحرک‌سازی و کارگردانی فنی جلوه‌های ویژه رایانه‌ای از موضوعات مورد مطالعه و تخصص ایشان می‌باشد.

**Jafari Sisi, M. MA, Computer Arts, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran**

✉ [m.jafarisisi@tabriziau.ac.ir](mailto:m.jafarisisi@tabriziau.ac.ir)



**میلاد جعفری سیسی** دانشجوی کارشناسی ارشد هنرهای رایانه‌ای در گرایش طراحی شبیه‌ساز هوشمند می‌باشد. ایشان مدرک کارشناسی خود را نیز در رشته چندرسانه‌ای در سال ۱۳۹۴ از دانشگاه هنر اسلامی تبریز دریافت نموده‌اند. رایانش عاطفی در حوزه بازی‌های دیجیتال، روش‌های مدرن آموزش، ارتباط متقابل انسان با

**Citation (Vancouver):** Faregh S.A, Jafari Sisi M. [The impact of interactive augmented reality based education on the learning and remembering of empirical science lesson]. *Tech. Edu. J.* 2020; 14(3): 571-582

 <http://dx.doi.org/10.22061/jte.2019.4656.2099>



#### 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.