Educational and Scholastic Studies *http://pma.cfu.ac.ir/*
Vol. 12, No. 4, Winter 2023 *Print ISSN: 2423-494X*
pp. 369- 400 *Online ISSN: 2645-8098*

The Effect of Augmented Reality-based Electronic Content on the Cognitive Load and Academic Achievement of Farhangian University Students in the Course of Experimental Sciences Education

Hamed Abbasi[1], Mohammad Reza Nili Ahmadabadi[2*], Ali Delavar[3], Esmaeil Zaraii Zavaraki[4]

1. Ph.D of Educational Technology, Department of Educational Technology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Department of Educational Technology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran
3. Academic tenure, Department of Educational Measurement, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran
4. Professor, Department of Educational Technology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

(Received: 2022/05/06; Accepted: 2022/08/29)

Abstract

The aim of this study is to determine the effect of augmented reality content on students' cognitive load and academic achievement. The research method is quasi-experimental with pre-test and post-test design with control group. The statistical population was the students of Educational Sciences of Farhangian University who were selected by possible random sampling method of single-stage clusters of 126 people. Data collection tools were cognitive load questionnaire and academic achievement test, the validity of which was confirmed by experts and the reliability coefficient of the questionnaire was calculated by Cronbach's alpha method 92% and the test by split–half method was 0.96. Mean, standard deviation, one-way analysis of variance and Tukey post hoc test were used to analyze the data. The results showed that augmented reality content reduces cognitive load and increases academic achievement. Therefore, professors and students are recommended to use augmented reality content to accelerate, consolidate and deepen teaching and learning, because the design, production and application of augmented reality principles can make a great difference in teaching and learning.

Keywords: Augmented Reality Content, Cognitive Load, Academic Achievement, Farhangian University Students, Experimental Sciences Education

* **Corresponding Author, Email:** nili@atu.ac.ir

مطالعات آموزشی و آموزشگاهی
دورهٔ ۱۲، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۴۰۲
صفحات ۴۰۰- ۳۶۹

http://pma.cfu.ac.ir/
شاپای چاپی: ۲۴۲۳-۴۹۴X
شاپای الکترونیکی: ۲۶۴۵-۸۰۹۸

تأثیر محتوای الکترونیکی مبتنی بر واقعیت افزوده بر بار شناختی و پیشرفت تحصیلی دانشجویان دانشگاه فرهنگیان در درس آموزش علوم تجربی

حامد عباسی[۱]، محمدرضا نیلی احمدآبادی[۲*]، علی دلاور[۳]، اسماعیل زارعی زوارکی[۴]

۱. دکتری تکنولوژی آموزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
۲. دانشیار، گروه تکنولوژی آموزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
۳. استاد ممتاز، گروه سنجش و اندازه‌گیری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
۴. استاد، گروه تکنولوژی آموزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۷)

چکیده

هدف پژوهش تعیین تأثیر محتوای واقعیت افزوده بر بار شناختی و پیشرفت تحصیلی دانشجویان بود. روش پژوهش نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل است. جامعه آماری دانشجویان رشته علوم تربیتی دانشگاه فرهنگیان بود که با روش نمونه‌گیری احتمالی تصادفی خوشه‌ای تک‌مرحله‌ای ۱۲۶ نفر انتخاب شد. ابزار گردآوری داده‌ها پرسش‌نامه سنجش بار شناختی پاس و آزمون پیشرفت تحصیلی بود که اعتبار آن‌ها توسط متخصصان تأیید و ضریب پایایی پرسش‌نامه از روش آلفای کرونباخ ۰/۹۲ و آزمون با روش دونیمه کردن ۰/۹۶ محاسبه گردید. برای تجزیه تحلیل داده‌ها از میانگین، انحراف استاندارد، تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. نتایج نشان داد محتوای واقعیت افزوده موجب کاهش بار شناختی و افزایش پیشرفت تحصیلی می‌گردد. لذا به اساتید و دانشجویان پیشنهاد می‌شود با کاربرد محتواهای واقعیت افزوده، نسبت به تسریع، تثبیت و تعمیق آموزش و یادگیری اقدام نمایند، چراکه طراحی، تولید و به‌کارگیری اصولی واقعیت افزوده می‌تواند تحول بزرگی در آموزش و یادگیری ایجاد کند.

واژگان کلیدی: محتوای واقعیت افزوده، بار شناختی، پیشرفت تحصیلی، دانشجویان دانشگاه فرهنگیان، آموزش علوم تجربی

پرتال جامع علوم انسانی

* نویسندهٔ مسئول، رایانامه: nili@atu.ac.ir

مقدمه

فناوری‌های نوین درحال‌توسعه بوده و کاربرد آن‌ها در زندگی روزمره، آموزش و موقعیت‌های شغلی به‌طور فزاینده‌ای گسترش یافته است. فناوری اطلاعات و ارتباطات، حوزه اینترنت و کاربرد آن‌ها به‌سرعت جای خود را در عرصه آموزش عالی باز کرده و بسیاری از طرفداران خوش‌بین این فناوری ابراز امیدواری کردند که قابلیت دسترسی به فناوری در عرصه آموزش به‌طور خودکار فرآیند تدریس، یادگیری و نتایج یادگیری را متحول خواهد کرد (یوخم، وان مرینبور و کوپر، ۱۳۹۰).

لازمه تحول در یادگیری، ایجاد تحول در محتوا است که اولین گام در این راستا الکترونیکی‌سازی محتوا یا همان تولید محتوای الکترونیکی است. محتوای الکترونیکی در اصل همان محتوای دیجیتالی[1] است که داده‌ها و اطلاعات به‌صورت واحدهای ۰ و ۱ ذخیره، پردازش و منتشر می‌شوند. این محتوا به‌صورت تعاملی در قالب متن، صدا، تصویر، فیلم و پویانمایی با هدف خاصی به‌منظور انتقال مؤثر پیام‌های آموزشی با استفاده از نرم‌افزارهای ویژه تولید و توسط سخت‌افزارها و نرم‌افزارها یا قالب‌های رسانه‌ای مناسب به مخاطبان ارائه می‌شود (عباسی، ۱۳۹۵).

در میان فناوری‌های نوین، هیچ فناوری مانند واقعیت افزوده[2] قدرت ایجاد تحول در تجارب آموزشی را ندارد زیرا با معرفی آن، راهی برای تربیت مربیان به‌منظور عبور از مرزهای آموزش سنتی، مهیا شده است (کید و کرامپتون[3]، ۲۰۱۶). واقعیت افزوده فرآیند آموزش و یادگیری را جذاب، جالب، خلاق و تعاملی کرده و دانشجو را قادر می‌سازد تا یادگیری جامع و پیش‌رونده‌ای را تجربه نماید. این فناوری قادر است انقلابی در نظام‌های آموزشی به وجود آورد چراکه می‌تواند محتوای واقعی و دیجیتال را به هم پیوند زده و تجسم مفاهیم دانشگاهی را ارتقا دهد. با رشد این فرآیند و با معرفی فناوری‌های متعدد، فرصت‌های کافی برای استادان و

1. Digital content
2. Augmented reality
3. Kidd & Crompton

دانشجویان فراهم شده است (کالیراج و دیوی[1]، ۲۰۲۲). در یک تعریف جدید، واقعیت افـزوده، محتوای مجازی را به دنیای واقعی اضافه می‌کند و یک محتوای غنی‌شده که ترکیبی از مجازی و واقعی است ارائه می‌دهد، به‌طوری تشخیص مجازی یا واقعی بودن را تا حدی غیرممکن می‌کند (دورنر و همکاران[2]، ۲۰۲۲).

در حوزه آموزش عالی، یادگیری دانشجومعلمان مسئله‌ای بسیار مهمی اسـت کـه مـی‌توانـد از عوامل بسیاری تأثیر بپذیرد و نتایج و پیامدهای گوناگونی را در سطوح مختلـف بـه همـراه داشـته باشد (سوتان[3]، ۲۰۱۹). توسعه روش‌ها و فنون آموزشی در آموزش دانشـجو معلمـان بسـیار مـؤثر بوده و ارتباط نزدیکی با کیفیت آماده‌سازی معلمان دارد (مـک‌دونالـد، کـاظمی و کاوانـا[4]، ۲۰۱۳). پیشرفت تحصیلی در کیفیت تربیت‌معلم به دلیل تأثیرگذاری در پیشبرد اهداف متعالی کشـور، یـک خواست عمومی و به‌جا است، زیرا کیفیت تربیت‌معلم بر کیفیت تعلـیم و تربیـت دانـش‌آمـوزان و رشد فرهنگی، سیاسی، اجتماعی و حتی اقتصادی جامعـه اثرگـذار اسـت (میرکمـالی و همکـاران، ۱۳۹۶)؛ اما توسعه آموزشی و ارتقای کیفیت، زمـانی محقـق مـی‌شـود کـه فنـاوری‌هـای نـوین در آموزش، مبتنی بر رویکردهای آموزشی سازگار با آن، ارائـه شـود. از بـین رویکردهـای آموزشـی، واقعیت افزوده با نظریه یادگیری موقعیتی و سازنده‌گرایی مطابقت بیشتری دارد؛ زیرا یادگیرنـدگان را در یک زمینه فیزیکی و اجتماعی در دنیای واقعی قرار مـی‌دهـد و مطـابق بـا مفـاهیم یـادگیری سازنده‌گرایی، فراگیران می‌توانند فرآیند یـادگیری خـود را از طریـق تعامـل فعـال بـا محـیط‌هـای واقع‌بینانه و مجازی کنترل و نظـارت کننـد (الفکـی و البیـالی[5]، ۲۰۱۸). از سـوی دیگـر، یـادگیری مفاهیم در سازنده‌گرایی در زمان و مکان واقعی اتفاق می‌افتـد (سـان، پینکـوارت و لـی[6]، ۲۰۲۱) و این نکته‌ای است که در یادگیری با واقعیت افزوده نیز وجود دارد.

1. Kaliraj & Devi
2. Doerner et al.
3. Sothan
4. McDonald, Kazemi & Kavanagh
5. Elfeky & Elbyaly
6. Sun, Pinkwart & li

در آموزش علوم بهترین رویکرد استفاده از نظریه سازنده‌گرایی است زیرا یادگیری در زمان و مکان واقعی اتفاق می‌افتد. درصورتی‌که ارائه محتوا با واقعیت افزوده انجام گیرد، سه ضلع رویکرد سازنده‌گرایی، واقعیت افزوده و آموزش علوم، تشکیل مثلثی را خواهند داد که می‌توان انتظار داشت برایند آن به تحقق اهداف آموزش علوم در سطح عالی منجر شود. محیط‌هایی که بر مبنای نظریه‌های یادگیری سازنده‌گرایی و مبتنی بر موقعیت باشند، یادگیرندگان را در محیطی معنادار و بدون کلاس قرار می‌دهند و آن‌ها را مجبور می‌کنند تا برای حل یک مشکل نامشخص با یکدیگر همکاری کنند. محتوای واقعیت افزوده برای هدایت تجربیات یادگیری در این محیط‌ها استفاده می‌شود و حتی یادگیرندگان قادر خواهند بود محیط یادگیری را خودشان طراحی نمایند چراکه در محیط‌های یادگیری سازنده‌گرا آزادی عمل یادگیرنده بیشتر است (واسکو[1]، ۲۰۱۳).

ازآنجایی‌که درس آموزش علوم شامل مفاهیم انتزاعی و پیچیده‌ای است، دانشجویان هنگام یادگیری آن و حل مشکلات مربوط به محتوا و روش، با چالش‌های متعددی روبرو می‌شوند. برای حل این مشکلات، واقعیت افزوده به‌عنوان یک ابزار یادگیری و آموزش کارآمد، توجه پژوهشگران را به خود جلب نموده (فیدان و تانسل[2]، ۲۰۱۹)، چراکه درزمینهٔ آموزش علوم بر اساس مفاهیم سازنده‌گرایی با استفاده از واقعیت افزوده، درک دانشجویان از مفاهیم عمیق‌تر و خلاقیت آن‌ها نیز به‌شدت پشتیبانی شده و میزان همکاری آن‌ها با همدیگر افزایش می‌یابد (فوچسووا و کورنووا[3]، ۲۰۱۹).

اگرچه امروزه پیاده‌سازی فناوری‌های نوین موجب توسعه واقعیت افزوده شده است، اما هنوز به‌طور گسترده در آموزش عالی بکار گرفته نمی‌شود (گودانین و روتکاسکین[4]، ۲۰۱۹)؛ بنابراین فناوری‌های جدید باید در آموزش دانشگاهی ازجمله تربیت‌معلم نهادینه شود؛ چراکه در آموزش با محتوای سنتی، حاکمیت بیشتر با مدرس و محتوا است و جستجوگری، کاوش، خلاقیت و مهارت

1. Wasko
2. Fidan & Tuncel
3. Fuchsova & Korenova
4. Gudoniene & Rutkauskiene

کمتر دیده می‌شود، یادگیری سطحی بوده و درک عمیق مفاهیم کمتر اتفاق می‌افتد. با استفاده از فناوری واقعیت افزوده سه عنصر تأکید، افزایش و ادغام به ارتقای چشمگیر یادگیری کمک می‌کند؛ درحالی‌که این سه عنصر را نمی‌توان در تدریس‌های سنتی به‌کار گرفت (ژانگ و همکاران[1]، ۲۰۲۰). همچنین درک ساختارهای تشریحی پیچیده را نمی‌توان فقط به کمک دوبعدی‌ها نمایش داد (نیدوک و همکاران[2]، ۲۰۲۰). از معضلات دیگر شیوه‌های آموزش سنتی این است که وقتی موضوع مورد یادگیری پیچیده باشد، کارا نیست و باعث وارد شدن بار شناختی زیادی بر فراگیر شده و درنتیجه به کاهش یادگیری منجر می‌شود (عبدی، ۱۳۹۸).

بار شناختی به تلاش‌هایی گفته می‌شود که با توجه به نیازهای پردازش یک وظیفه یادگیری، بر حافظه فعال وارد می‌شود. وقتی فراگیران با وظیفه‌ای روبرو می‌شوند که برای آن طرح مناسب یا خودکار ندارند، باید تمام عناصر کار را به‌صورت جداگانه و هم‌زمان در ذهن داشته باشند و به‌کار گیرند (دریسکول[3]، ۲۰۱۴)؛ بنابراین کاهش بار شناختی غیرضروری مسئله مهم و قابل‌توجه در یادگیری است و باید از طرح هر مبحث در تدریس یک درس که این ظرفیت را اشغال می‌کند پرهیز کرد (ولایتی و همکاران، ۱۳۹۵). در چارچوب الگوی معماری بنیادی شناخت انسان، حافظهٔ کاری با محدودیت‌های ظرفیت و به‌کارگیری منابع شناختی مواجه است. مطالعات نشان داده زمانی که بار شناختی بیش از ظرفیت حافظهٔ کاری باشد، یادگیری موضوع موردنظر سخت خواهد بود و این مسئله مانع اکتساب طرح‌واره و خودکارشدن قاعده‌ها می‌شود. بر این اساس، علت غیرمؤثر بودن تعداد زیادی از محتوای آموزشی سنتی، بی‌توجهی به محدودیت‌های نظام پردازش اطلاعات انسان و محدودیت‌های ظرفیت پردازش حافظهٔ کاری است (سالاری، امیرتیموری و زارعی زوارکی، ۱۳۹۴)؛ بنابراین در طراحی و تولید محتوا باید به‌دنبال راه‌کارهایی برای کاهش بار شناختی باشیم. ازآنجایی‌که برخی مفاهیم از ترکیب مضاعف پیچیدگی ساختار و عملکرد

1. Zhang et al.
2. Gnidovec et al.
3. Driscoll

برخوردار هستند، هنگام استفاده از محتواهای سنتی، به افزایش بار شناختی منجر می‌شود و در صورت عدم توجه به آن باید منتظر مواجه‌شدن با چالشی‌هایی باشیم که مانع یادگیری و پیشرفت تحصیلی دانشجویان می‌شوند (کیائو و همکاران[1]، ۲۰۱۴).

پیشرفت تحصیلی درواقع توانمندی یادگیرنده در کسب نوعی پیامد است که تجربه‌های یادگیری برای آن و در راستای آن برنامه‌ریزی و پایه‌گذاری شده و درنهایت منجر به موفقیت می‌شود (سیف، ۱۳۹۶). مسئله‌ای که در محتواهای دوبعدی و سنتی وجود دارد، این است که انعطاف‌پذیری، قابلیت اطمینان و استحکام یادگیری و پیشرفت تحصیلی کمتر دیده می‌شود (سینگ[2]، ۲۰۱۹). از سوی دیگر در این‌گونه محتواها دانشجویان اغلب قادر به تشخیص ساختارهای تشکیل‌دهنده یک سیستم پیچیده هستند ولی در فهم نحوه عملکرد قسمت‌های مختلف سیستم مشکل دارند (نیدوک و همکاران، ۲۰۲۰) و همین عامل باعث افزایش بار شناختی می‌شود و یادگیری و پیشرفت تحصیلی را با اختلال مواجه می‌کند.

اما مسئله بعدی که باید به آن پرداخت، عدم همسانی دانش محتوایی در درس علوم تجربی ورودی‌های دانشگاه فرهنگیان به علت داشتن رشته‌های مختلف در دبیرستان است. همچنین امکان تشریح بدن انسان یا مشاهده‌های اتمی و مولکولی در دانشگاه فرهنگیان وجود ندارد و به‌کارگیری مولاژها نیز بیشتر جنبه نمایشی داشته و قادر به نمایش عملکرد یا فرآیند نیست؛ اما مسئله زمانی حادتر می‌شود که تمام مفاهیم فیزیک، شیمی، زمین‌شناسی، زیست‌شناسی و بهداشت توسط یک مدرس که در یکی از این شاخه‌ها تخصص دارد تدریس می‌شود؛ بنابراین درصورتی‌که معلمان آینده با روش‌های سنتی آموزش ببینند و نتوانند پیچیدگی مفاهیم علمی را به‌درستی درک نمایند و دچار کج‌فهمی در یادگیری مطالب شوند، به همان شکل محتوا را به مخاطبین خود خواهند آموخت.

1. Qiao et al.
2. Singh

غریبی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان تأثیر آموزش به روش واقعیت افزوده بر یادگیری، یادداری و بار شناختی در درس زیست‌شناسی که به روش نیمه‌آزمایشی انجام دادند. یافته‌های آن‌ها نشان داد یادگیری و یادداری گروه واقعیت افزوده به‌صورت معناداری بیشتر از گروهی بود که به روش سنتی آموزش دیده بودند. همچنین بار شناختی گروه واقعیت افزوده کاهش چشمگیری نسبت به گروه کنترل داشت. فارغ و جعفری سیسی (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان تأثیر آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده تعاملی بر یادگیری و یادداری درس علوم تجربی انجام دادند، نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از آن بود که عملکرد بهتر گروه آزمایش و بررسی‌های تطبیقی مباحث نظری، استفاده از فناوری واقعیت افزوده در محتوا به‌عنوان مکمل محتوای کتاب‌های درسی مفید و مؤثر گزارش شده است. کوچوک، کاپاکین و گوکتاش[1] (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان یادگیری آناتومی از طریق واقعیت افزوده موبایل و اثرات آن بر پیشرفت تحصیلی و بار شناختی، انجام دادند. نتایج پژوهش نشان داد گروه آزمایشی که از برنامه‌های فناوری واقعیت افزوده تلفن همراه استفاده کردند، موفقیت بالاتر و بار شناختی کمتری را گزارش نمودند. وو و همکاران[2] (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان تأثیرات تلفیق شبکه فهرستی در یک طرح یادگیری مبتنی بر واقعیت افزوده بر پیشرفت‌های یادگیری یادگیرندگان، بار شناختی و میزان رضایت یادگیرندگان، به این نتیجه رسید که واقعیت افزوده با هم‌پوشانی پویای مواد دیجیتال با یک محیط دنیای واقعی، مزایای بالقوه‌ای را برای افزایش آگاهی از محیط و افزایش تجارب یادگیرندگان در محیط‌های دنیای واقعی ارائه می‌دهد. اوزرباس[3] (۲۰۱۹) پژوهشی با عنوان تأثیر کاربردهای واقعیت افزوده مبتنی بر نشانگر بر پیشرفت تحصیلی و ماندگاری انجام داد. نتایج نشان داد که کاربرد واقعیت افزوده ازنظر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان و ماندگاری یادگیری آن‌ها مؤثر است. سینگ (۲۰۱۹) در پژوهشی با عنوان طراحی سیستم یادگیری واقعیت افزوده و تحلیل تأثیر آن بر بار شناختی و

1. Kucuk, Kapakin & Goktas
2. Wu et al.
3. Ozerbas

مهارت‌های فنی دانشجویان مهندسی انجام داد. نتایج تجربی نشان داد که مداخلـه واقعیـت افـزوده تأثیر مثبت و معناداری بر مهارت‌های فنی و بار شناختی دانشجویان دارد. سیاوالودین، گونرهادی و رینتایاتی[1] (۲۰۱۹) پژوهشی با عنوان توسعه چندرسانه‌ای تعاملی مبتنی بر واقعیت افزوده برای بهبـود مهارت‌های تفکر انتقادی در یادگیری علوم با هدف توصیف توسعه چندرسـانه‌ای تعـاملی مبتنـی بـر واقعیت افزوده برای بهبود مهارت‌های تفکر انتقادی دانشجویان تربیت‌معلم دوره ابتدایی در یـادگیری ساختار زمین و علوم انجام دادنـد. نتـایج ایـن مطالعـه نشـان داد کـه توسـعه محصـولات رسـانه‌ای شاخص‌های یادگیری، برنامه‌نویسی، نمایش و برنامه درسی را تعیین می‌کند و دانشـجویان نسـبت بـه قبل از استفاده چندرسانه‌ای تعاملی مبتنی بر واقعیت افزوده، بهتر انتقادی فکر می‌کنند و درک مفـاهیم، کاربرد آن‌ها در اتصال مفاهیم و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها برای حل مسئله را بهبود می‌بخشد.

ندیم و همکاران[2] (۲۰۲۰) پژوهشی با عنوان واقعیت افزوده –آشنایی با آزمایشـگاه: طراحـی و ارزیابی یک برنامه واقعیت افزوده برای آشـنایی بـا آزمایشـگاه انجـام دادنـد. نتـایج نشـان داد کـه دانشجویان روش جدید یادگیری با استفاده از برنامه واقعیت افـزوده را جـذاب‌تـر از روش سـنتی مربی–محور سنتی می‌دانند. کاملسلی و اوزنکار[3] (۲۰۲۰)، پژوهشی با عنوان تأثیر نرم‌افـزار موبایـل مبتنی بر واقعیت افزوده بر پیشرفت تحصیلی دانشجویان در درس طراحی فنی انجام دادنـد. نتـایج پژوهش نشان داد که استفاده از فنـاوری واقعیـت افـزوده در درس طراحـی فنـی باعـث افـزایش پیشرفت تحصیلی دانشجویان می‌شود. فدل و یوسف[4] (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان یادگیری علوم در محیط واقعیت افزوده: کاوش در بار شناختی و نگرش یادگیرندگان، استفاده از فناوری واقعیـت افزوده در یادگیری علوم را به‌صورت کمی بررسی کردند. نتایج نشان داد به‌طورکلی، یادگیرندگانی که از طریق واقعیت افزوده یاد گرفته بودند، بـار شـناختی کمتـری را درک کردنـد و نگـرش‌هـای

1. Syawaludin, Gunarhadi & Rintayati
2. Nadeem et al.
3. Kamlsli & Oznacar
4. Fadl & Youssef

مثبت‌تری نسبت به تجربیات کسب کردند. دیس و همکاران[1] (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان تأثیر واقعیت افزوده بر یادگیری و بار شناختی در دوره‌های آزمایشگاه فیزیک دانشگاه، بیان کردند که مطالعات اخیر بر تأثیر مثبت یادگیری با نظام‌های واقعیت افزوده در سناریوهای مختلف آموزشی تأکید دارند. آن‌ها ادعا می‌کنند که به‌ویژه ترکیب مؤلفه‌های یادگیری واقعی و مجازی مطابق با اصول هم‌جواری فضایی و زمانی موجب تقویت یادگیری و کاهش پردازش شناختی بیرونی می‌شود. چین و ونگ[2] (۲۰۲۱) پژوهشی با عنوان تأثیر فناوری واقعیت افزوده در یک سامانه تور سیار بر عملکرد یادگیری و علاقه دانشجویان دانشگاه انجام دادند. نتایج تجربی نشان داد که سیستم تور سیار مبتنی بر واقعیت افزوده به‌طور قابل‌توجهی یادگیری دانشجویان را در مقایسه با سیستم تورهای سیار معمولی بهبود می‌بخشد. کن و اوزمن[3] (۲۰۲۱) پژوهشی با عنوان تأثیر استفاده از مطالب آموزشی مبتنی بر واقعیت افزوده بر موفقیت تحصیلی و نظرات دانشجویان انجام دادند. در نتایج پژوهش، مشاهده شد که سطح پیشرفت تحصیلی و ماندگاری دانشجویان در گروه آزمایش با استفاده از محتوای واقعیت افزوده برای آموزش کدگذاری، بالاتر از دانشجویان گروه کنترل است. الدوخنی و درویش[4] (۲۰۲۱) در پژوهش خود با عنوان اثربخشی واقعیت افزوده در آموزش از راه دور آنلاین در زمان همه‌گیری کووید- ۱۹، در یک دوره آموزشی ابزارهای تألیف نرم‌افزار برای دانشجویان گروه فناوری آموزشی جهت توسعه پیشرفت تحصیلی و مهارت‌های طراحی نرم‌افزار آموزشی پرداختند. نتایج نشان داد که واقعیت افزوده در حمایت از پیشرفت تحصیلی و همچنین کسب مهارت‌ها در کلاس‌های مجازی در مقایسه با کلاس‌های مجازی که از واقعیت افزوده در آموزش از راه دور آنلاین استفاده نمی‌کردند مؤثرتر بود. جواهر، اوزدمیر و باتورای[5] (۲۰۲۲) پژوهشی با عنوان تأثیر مثال‌های کارشده مبتنی بر پویانمایی با پشتیبانی از

1. Thees et al.
2. Chin & Wang
3. Kan & Ozmen
4. Eldokhny & Drwish
5. Cevahir, Ozdemir & Baturay

واقعیت افزوده بر پیشرفت تحصیلی، نگرش و انگیزه دانش‌آموزان نسبت به یادگیری برنامه‌نویسی انجام دادند. بر اساس نتایج، هر دو سطح پیشرفت و انگیزه افرادی که از واقعیت افزوده استفاده کردند، نسبت به آن‌هایی که سنتی آموزش دیدند، افزایش چشمگیری داشته است.

با توجه به مشکلات و نارسایی محتواهای سنتی، عدم برخورداری آن‌ها از اصول و استانداردهای آموزشی به دلایل ذاتی و ماهیتی یا کاستی‌های ناشی از تولید، همچنین کمبود پژوهش درزمینهٔ کاربرد واقعیت افزوده برای دانشجویان به‌ویژه دانشجویان دانشگاه فرهنگیان که راهبران آموزش در جامعه خواهند بود و بر اساس ظرفیت‌هایی که فناوری‌های نوین دیجیتالی ازجمله واقعیت افزوده در رفع نیازهای روزافزون یادگیرندگان دارد، پژوهشی با هدف تعیین تأثیر محتوای الکترونیکی مبتنی بر واقعیت افزوده بر بار شناختی و پیشرفت تحصیلی دانشجویان دانشگاه فرهنگیان در درس آموزش علوم تجربی صورت گرفت تا به گسترش کاربرد این فناوری در فرآیند آموزش و یادگیری دانشجویان دانشگاه فرهنگیان کمک نماید. بر همین مبنا فرضیه‌های پژوهش عبارت بودند از:

۱. محتوای الکترونیکی مبتنی بر واقعیت افزوده، بر بار شناختی دانشجویان دانشگاه فرهنگیان در درس آموزش علوم تجربی تأثیر دارد.

۲. محتوای الکترونیکی مبتنی بر واقعیت افزوده، بر پیشرفت تحصیلی دانشجویان دانشگاه فرهنگیان در درس آموزش علوم تجربی تأثیر دارد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

روش پژوهش

این پژوهش بر اساس هدف، به علت کاربردی کردن محتوای واقعیت افزوده و استفاده عملی در دانشگاه و کلاس‌های آموزشی، از نوع پژوهش‌های کاربردی است. روش پژوهش، روش نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل بود تا تأثیر محتوا بر بار شناختی و پیشرفت تحصیلی در درس آموزش علوم تجربی دانشجومعلمان مشخص شود؛ چراکه در این پژوهش امکان کنترل کامل همه شرایط و جوانب وجود نداشت و زمانی که به هر دلیل امکان اجرای طرح آزمایشی واقعی مقدور

نباشد بهتر است طرح پژوهش به سطح کنترل مناسب طرح‌های آزمایشی واقعی نزدیک شود (دلاور، ۱۳۹۶). طرح پژوهش به‌صورت جدول شماره ۱ است.

جدول ۱. طرح پژوهش پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل

گروه	انتخاب تصادفی	پیش‌آزمون	متغیر مستقل	پس‌آزمون
آزمایشی	R	T_1	X	T_2
کنترل	R	T_1	-	T_2

طرح شامل دو گروه آزمایشی و کنترل بود، شرکت‌کنندگان به‌صورت تصادفی (R) انتخاب شدند، پیش‌آزمون (T_1) از هر دو گروه به عمل آمد، گروه‌های آزمایشی در معرض متغیر مستقل (X) که همان محتوای واقعیت افزوده بود، قرار گرفت اما گروه کنترل در معرض این متغیر مستقل قرار نگرفت و درنهایت از هر دو گروه پس‌آزمون (T_2) به عمل آمد. متغیرهای وابسته پژوهش، بار شناختی و پیشرفت تحصیلی بودند. جامعه آماری شامل کلیه دانشجویان دختر و پسر رشته علوم تربیتی گرایش آموزش ابتدایی دانشگاه فرهنگیان کشور بود که در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ واحد درسی آموزش علوم تجربی ۱ را انتخاب کرده بودند. برای نمونه‌گیری با توجه به اینکه امکان انتخاب کل افراد جامعه و تهیه فهرست از آن‌ها وجود نداشت، از روش نمونه‌گیری احتمالی تصادفی خوشه‌ای تک‌مرحله‌ای استفاده شد. در این روش نمونه‌گیری، خوشه‌ها کلاس‌ها بودند که از پردیس‌های دختران و پسران دانشگاه فرهنگیان به‌طور تصادفی انتخاب شدند یعنی به‌جای افراد، گروه‌ها به‌صورت تصادفی انتخاب گردید. حجم نمونه شامل ۴ گروه بود، دو گروه با جنسیت دختر و پسر به‌عنوان گروه کنترل و دو گروه با جنسیت دختر و پسر به‌عنوان گروه آزمایش انتخاب شد که تعداد نمونه‌ها به شرح جدول ۲ است.

جدول ۲. مشخصات نمونه آماری

جنسیت / گروه	دانشجویان دختر	دانشجویان پسر	جمع کل
گروه کنترل	۳۰	۳۶	۶۶
گروه آزمایش	۳۱	۲۹	۶۰
جمع	۶۱	۶۵	۱۲۶

برای گردآوری داده‌ها دو ابزار پرسش‌نامه سنجش بار شناختی و آزمون متخصص ساخته پیشرفت تحصیلی مورداستفاده قرار گرفت. معروف‌ترین ابزار، پرسش‌نامه سنجش بار شناختی است که توسط پاس در سال ۱۹۹۴ ساخته شد. این پرسش‌نامه دارای ۴ گویه است که در مقیاس ۹ درجه‌ای لیکرت از نمره ۱ (آسان آسان) تا نمره ۹ (بیش از حد سخت) تنظیم شده است (پاس[1]، ۱۹۹۲). در این پرسش‌نامه منظور از بار شناختی نمره‌ای است که پاسخ‌دهندگان به سؤال‌های پرسش‌نامه می‌دهند. پاس و مرینبور[2] (۱۹۹۳) پایایی پرسش‌نامه را از طریق آلفای کرونباخ ۹۰٪ محاسبه کردند. در پژوهش احدی و سلیمانی (۱۳۹۳) اعتبار پرسش‌نامه توسط اساتید و متخصصان تأیید شده است و پایایی پرسش‌نامه از روش آلفای کرونباخ ۰/۸۵ به دست آمده است. در این پژوهش نیز جهت تعیین اعتبار یا روایی پرسش‌نامه از نظرات متخصصین استفاده شد و برای تعیین ضریب پایایی به خاطر نوع سؤال‌ها که پاسخ‌های درست و غلط ندارند و پاسخ‌ها بیش از دو گزینه دارند، روش آلفای کرونباخ به‌کار رفت که ۹۲٪ بدست آمد. سؤال‌های پرسش‌نامه عبارت بودند از:

۱. فهم و درک مطالب ارائه شده برای شما چقدر دشوار بود؟

۲. برای فهمیدن مطالب ارائه شده، چقدر انرژی صرف کردید؟

۳. برای خواندن، مشاهده و فهمیدن مطالب ارائه شده، چقدر تلاش ذهنی کردید؟

۴. فهمیدن مطالب ارائه‌شده، برای شما چقدر زمان‌بر بود؟

دومین ابزار، آزمون پیشرفت تحصیلی بود. آزمون محقق‌ساخته پیشرفت تحصیلی (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) به کمک متخصصین محتوا، مدرسان آموزش علوم تجربی و متخصصان سنجش و ارزشیابی به‌صورت سؤال‌های چهارگزینه‌ای از محتوای آموزش داده‌شده طراحی شد. این آزمون دارای ۴۰ سؤال چهارگزینه‌ای از محتوای آموزش داده‌شده با مجموع نمره ۲۰ بود. جهت اعتبار آزمون از نظرات متخصصین محتوا (شیمی، فیزیک، زمین‌شناسی، زیست‌شناسی و بهداشت)، مدرسان آموزش علوم تجربی، متخصصان سنجش و ارزشیابی تحصیلی و تکنولوژی آموزشی

1. Paas
2. Paas & Van Merrienboer

استفاده شد. برای تعیین پایایی به خاطر نوع سؤال‌ها از روش دونیمه‌کردن[1] آزمون استفاده شد. به‌این‌ترتیب که پس از اجرای آزمون حاوی ۴۰ سؤال چهارگزینه‌ای، آزمون به دونیمه ۲۰ سؤالی تقسیم شد. سؤال‌های زوج در یک‌نیمه و سؤال‌های فرد در نیمه دیگر قرار گرفت. با نرم‌افزار SPSS ضریب پایایی کل آزمون ۰/۹۶ محاسبه شد که رضایت‌بخش است.

برای تجزیه تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی شاخص‌های مرکزی شامل جدول توزیع فراوانی، میانگین و شاخص پراکندگی شامل انحراف استاندارد در دو گروه آزمایش و کنترل استفاده شد. در آمار استنباطی نیز چون بحث تعمیم یافته‌ها به جامعه آماری وجود دارد از تحلیل واریانس یک طرفه بر اساس نتایج حاصل از مقایسه نمرات در پیش‌آزمون برای همسان‌سازی گروه‌ها به‌منظور معنادار نبودن تفاوت بین آن‌ها، پس‌آزمون جهت مقایسه پیشرفت تحصیلی و پرسش‌نامه بار شناختی استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل واریانس یک‌طرفه یک روش آماری است که به‌منظور تجزیه‌وتحلیل تفاوت‌های بین میانگین‌های دو یا چند نمونه بکار می‌رود (دلاور، ۱۳۹۳). برای اینکه مشخص شود معناداری میانگین حاصل‌شده (در صورت معنادار بودن) مربوط به کدام گروه (جنسیت) است، از آزمون تعقیبی توکی[2] استفاده شد، چراکه در اینجا مقایسه یک‌به‌یک میانگین گروه‌ها صورت می‌گیرد. همچنین برای اندازه‌گیری میزان کارایی یا بهره‌وری آموزشی از فرمول زیر استفاده گردید (پاس و مرینبور، ۱۹۹۳):

$$\text{Instructional Efficiency} = \frac{(\text{ZTest} - \text{ZEffotr})}{\sqrt{۲}}$$

در این فرمول Z-Test نمرات استاندارد پس‌آزمون و Z-Effort نمرات استاندارد تلاش ذهنی مرتبط با مقیاس درجه‌بندی بار شناختی است. نمره z یک نمره استاندارد بنیادی بوده و عبارت است از حاصل تقسیم انحراف نمره خام از میانگین ($X - \mu_X$) بر انحراف استاندارد (σ)(دلاور، ۱۳۹۳).

1. Split halves
2. Tukey

در ادامه محتوای الکترونیکی چندرسانه‌ای واقعیت افزوده مربوط به واحد درسی آموزش علوم تجربی رشته علوم تربیتی دانشگاه فرهنگیان با تأکید بر آشنایی با محتوای علمی طراحی و تولید شد. محتوای تولیدشده در این واحد درسی مربوط به لایه‌های زمین، آتش‌فشان، نیرو، میکروسکوپ، وسایل آزمایشگاهی، حرکت ماهیچه‌ها، قلب، اسکلت بدن، مغز و نخاع، چشم، گوش، زبان، پوست، دستگاه گوارش، حلق و مری، معده، روده‌ها، دستگاه تنفس، دستگاه دفع ادرار و دندان از مفاهیم واحد درسی آموزش علوم بود. محتوای ساخته‌شده در سیستم‌عامل اندروید، به‌صورت چندرسانه‌ای مبتنی بر موبایل با استفاده از نشانگر بود که از نظریه‌های اصول طراحی چندرسانه‌ای مایر، اصول طراحی چندرسانه‌ای ون‌مرینبور، اصول طراحی گرافیکی، طراحی آموزشی و نظریه‌های یادگیری برای تولید استفاده شده بود. در ادامه پژوهش، هماهنگی‌های لازم با دانشگاه فرهنگیان و مدرسان مربوطه صورت گرفت و گروه‌های آزمایش و کنترل به‌طور تصادفی با دو جنسیت دختر و پسر در پردیس‌های دانشگاه فرهنگیان انتخاب شد. جهت بررسی وجود یا عدم وجود تفاوت بین گروه‌ها یا به‌عبارت‌دیگر به‌منظور همسان‌سازی آن‌ها، پیش‌آزمون از همه گروه‌های آزمایش و کنترل به عمل آمد. برای اجرای این بخش، سؤال‌های پیش‌آزمون به کمک متخصصین مربوطه طراحی و بعد از تعیین اعتبار و پایایی، آزمون اجرا شد. با تجزیه‌وتحلیل نتایج و مشخص شدن همسان بودن گروه‌ها، نرم‌افزارهای کاربردی واقعیت افزوده و جزوه‌های حاوی مارکرها بین مدرسان و دانشجویان گروه‌های آزمایشی توزیع گردید. این گروه‌ها به مدت ۸ هفته با استفاده از محتوای واقعیت افزوده تولیدشده، آموزش دیدند یعنی در معرض متغیر مستقل قرار گرفتند؛ اما گروه‌های کنترل به شیوه سنتی آموزش دریافت کردند و متغیر مستقل بر آن‌ها اعمال نشد. در پایان جلسات آموزشی، از همه گروه‌های کنترل و آزمایش پس‌آزمون به عمل آمد و از طریق محاسبه تفاضل میانگین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون میزان پیشرفت تحصیلی دانشجویان مشخص شد. بعد از اتمام جلسات آموزشی پرسش‌نامه پاس جهت اندازه‌گیری بار شناختی در گروه‌های آزمایشی و کنترل توزیع و نتایج آن تجزیه‌وتحلیل شد.

یافته‌ها

در این نخست مفروضه‌ها بررسی می‌شود، سپس با طرح سؤال‌ها و فرضیه‌های مرتبط با آن، به تجزیه‌وتحلیل آمار توصیفی و استنباطی ارائه خواهد شد. آمار توصیفی مربوط به دو گروه آزمایش و دو گروه کنترل از جهت فراوانی به شرح جدول ۳ است.

جدول ۳. شاخص‌های آمار توصیفی مربوط به گروه‌های کنترل و آزمایش

گروه	جنسیت	فراوانی	درصد فراوانی
گروه آزمایش	دختر	۳۱	۲۴٪/۶
	پسر	۲۹	۲۳٪/۰
گروه کنترل	دختر	۳۰	۲۳٪/۸
	پسر	۳۶	۲۸٪/۵
کل		۱۲۶	۱۰۰

برای همسان‌سازی گروه‌ها به‌منظور معنادار نبودن تفاوت بین آن‌ها، از تحلیل واریانس یک‌طرفه بر اساس نتایج حاصل از مقایسه پیش‌آزمون‌ها استفاده شد. نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل آمار توصیفی به شرح جدول ۴ است.

جدول ۴. نتایج آمار توصیفی مربوط به پیش‌آزمون گروه‌های آزمایش و کنترل

گروه	فراوانی	میانگین	انحراف استاندارد	خطای استاندارد	فاصله اطمینان ۹۵٪ برای میانگین		کمترین نمره	بیشترین نمره
					حد پایین	حد بالا		
آزمایشی پسران	۲۹	۹/۲۹	۲/۴۷	۰/۴۵	۸/۳۵	۱۰/۲۳	۶/۰۰	۱۳/۵۰
آزمایشی دختران	۳۱	۱۰/۵۱	۳/۱۰	۰/۵۵	۹/۳۷	۱۱/۶۵	۴/۵۰	۱۵/۰۰
کنترل پسران	۳۶	۱۰/۷۰	۳/۰۵	۰/۵۰	۹/۶۷	۱۱/۷۴	۳/۵۰	۱۶/۰۰
کنترل دختران	۳۰	۱۰/۶۶	۲/۹۳	۰/۵۳	۹/۵۷	۱۱/۷۶	۴/۵۰	۱۵/۰۰
کل	۱۲۶	۱۰/۳۲	۲/۹۳	۰/۲۶	۹/۸۰	۱۰/۸۴	۳/۵۰	۱۶/۰۰

همان‌طور که در جدول ۴ نتایج آمار توصیفی تحلیل واریانس یک‌طرفه مربوط به پیش‌آزمون گروه‌های آزمایش و کنترل نشان داده شده است، میانگین نمرات پیش‌آزمون گروه‌های آزمایشی پسران

و دختران به ترتیب ۹/۲۹ و ۱۰/۵۱ و نمرات گروه‌های کنترل پسران و دختران به ترتیب ۱۰/۷۰ و ۱۰/۶۶ است. کمترین انحراف استاندارد ۲/۴۷ مربوط به گروه آزمایشی پسران و بیشترین انحراف استاندارد ۳/۱۰ مربوط به گروه آزمایشی دختران است. برای تعیین وضعیت معناداری این اختلاف در جدول ۵ تجزیه‌وتحلیل آمار استنباطی مربوط به تحلیل واریانس یک‌طرفه ارائه شده است.

جدول ۵. نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه پیش‌آزمون گروه‌های آزمایش و کنترل

	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	نسبت F	سطح معناداری
واریانس بین گروه‌ها	۴۰/۸۰۴	۳	۱۳/۶۰۱	۱/۶۰۲	۰/۱۹۲
واریانس درون گروه‌ها	۱۰۳۵/۸۵۵	۱۲۲	۸/۴۹۱		
واریانس کل	۱۰۷۶/۶۵۹	۱۲۵			

بر اساس نتایج جدول ۵ چون درجه آزادی محاسبه‌شده (F= ۱/۶۰۲) در سطح ۰/۰۵ کوچک‌تر ازF محاسبه‌شده در جدول (۳/۲۶) است، از سوی دیگر سطح معناداری محاسبه‌شده (Sig= ۰/۱۹۲) بیشتر از ۰/۰۵ است، بنابراین اختلاف مشاهده‌شده بین میانگین‌ها معنادار نیست و گروه‌ها همسان انتخاب شده‌اند.

سؤال اول: محتوای الکترونیکی مبتنی بر واقعیت افزوده، چه تأثیری بر بار شناختی دانشجویان دانشگاه فرهنگیان در درس آموزش علوم تجربی دارد؟ برای اندازه‌گیری بار شناختی در این پژوهش، پرسش‌نامه ذهنی پاس با مقیاس نه درجه‌ای لیکرت بکار رفت. نتایج آمار توصیفی مربوط به متغیر وابسته بار شناختی به شرح جدول ۶ است.

جدول ۶. نتایج آمار توصیفی متغیر وابسته بار شناختی

گروه	فراوانی	میانگین	انحراف استاندارد	خطای استاندارد	فاصله اطمینان ۹۵٪ برای میانگین		کمترین نمره	بیشترین نمره
					حد پایین	حد بالا		
آزمایشی پسران	۲۹	۱۲/۰۶	۴/۵۰	۰/۸۳	۱۰/۳۵	۱۳/۷۸	۴/۰۰	۱۸/۰۰
کنترل پسران	۳۶	۱۹/۰۲	۴/۸۷	۰/۸۱	۱۷/۳۷	۲۰/۶۷	۴/۰۰	۳۶/۰۰
آزمایشی دختران	۳۱	۱۳/۵۴	۴/۶۶	۰/۸۳	۱۱/۸۳	۱۵/۲۵	۴/۰۰	۲۰/۰۰
کنترل دختران	۳۰	۱۸/۵۰	۲/۰۹	۰/۳۸	۱۷/۷۱	۱۹/۲۸	۱۳/۰۰	۲۳/۰۰
کل	۱۲۶	۱۵/۹۵	۵/۱۶	۰/۴۵	۱۵/۰۴	۱۶/۸۶	۴/۰۰	۳۶/۰۰

همان‌طور که در جدول ۶ نتایج نمرات مربوط به پرسش‌نامه بار شناختی نشان می‌دهد، گروه‌های آزمایشی که از محتوای واقعیت افزوده استفاده کردند، بار شناختی کمتری را احساس کردند و میانگین کل گروه‌های آزمایشی ۱۲/۸۳ بوده اما میانگین کل گروه‌های کنترل که از محتوای سنتی در فرآیند آموزش استفاده می‌کردند ۱۸/۷۶ است. درمجموع دانشجویانی که از محتوای واقعیت افزوده استفاده کردند بار شناختی کمتری را متحمل شدند. برای اینکه مشخص شود اختلاف مشاهده‌شده معنادار هست یا نه، به تحلیل فرضیه اول می‌پردازیم.

فرضیه اول: محتوای الکترونیکی مبتنی بر واقعیت افزوده، بر بار شناختی دانشجویان دانشگاه فرهنگیان در درس آموزش علوم تجربی تأثیر دارد.

نتایج آمار استنباطی تحلیل واریانس یک‌طرفه مربوط به متغیر وابسته بار شناختی به شرح جدول ۷ است.

جدول ۷. نتایج آمار استنباطی تحلیل واریانس یک‌طرفه مربوط به متغیر وابسته بار شناختی

	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	نسبت F	سطح معناداری
واریانس بین گروه‌ها	۱۱۵۱/۷۰۳	۳	۳۸۳/۹۰۱	۲۱/۵۰۴	۰/۰۰۱
واریانس درون گروه‌ها	۲۱۷۸/۰۱۲	۱۲۲	۱۷/۸۵۳		
واریانس کل	۳۳۲۹/۷۱۴	۱۲۵			

بر اساس نتایج جدول ۷ چون درجه آزادی محاسبه‌شده (F= ۲۱/۵۰۴) در سطح ۰/۰۵ بزرگ‌تر از F محاسبه‌شده در جدول (۱/۹۴) است، از سوی دیگر سطح معناداری محاسبه‌شده (Sig= ۰/۰۰۱) کمتر از ۰/۰۵ است، بنابراین اختلاف بین میانگین‌ها معنادار است؛ یعنی محتوای الکترونیکی واقعیت افزوده بر بار شناختی دانشجویان دانشگاه فرهنگیان در درس آموزش علوم تجربی تأثیر دارد. بار شناختی گروه‌های آزمایشی کمتر از گروه‌های کنترل بوده یعنی این محتوا موجب کاهش بار شناختی می‌شود. همچنین برای اندازه‌گیری میزان کارایی یا بهره‌وری آموزشی از فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{Instructional Efficiency} = \frac{(\text{ZTest} - \text{ZEffotr})}{\sqrt{۲}}$$

در جدول ۸ نمرات استاندارد پس‌آزمون، نمرات استاندارد بار شناختی و کارایی آموزشی نشان داده شده است.

جدول ۸ نمرات نمرات استاندارد پس‌آزمون و نمرات استاندارد بار شناختی

گروه‌ها	نمرات استاندارد پس‌آزمون	نمرات استاندارد تلاش ذهنی	کارایی آموزشی
آزمایشی دختران	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۳۰
آزمایشی پسران	۰/۰۱۶۹	۰/۰۰۱۹	۰/۰۱۰۶
کنترل دختران	۰/۰۰۱۵	۰	۰/۰۰۱۰
کنترل پسران	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۹
میانگین آزمایشی	۰/۰۱۱۴۵	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۶۸
میانگین کنترل	۰/۰۰۲۸	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۱۴

همان‌طور که در جدول ۸ نشان داده شد، کارایی گروه‌های آزمایشی بالاتر از کنترل است. درمجموع میانگین کارایی گروه‌های آزمایشی ۰/۰۰۶۸ و کارایی گروه‌های کنترل ۰/۰۰۱۴ است. این نتایج نشان می‌دهد استفاده از محتوای واقعیت افزوده تولیدشده، با کاهش بار شناختی موجب افزایش عملکرد دانشجویان در پیشرفت تحصیلی و افزایش کارایی می‌شود.

سؤال دوم: محتوای الکترونیکی مبتنی بر واقعیت افزوده، چه تأثیری بر پیشرفت تحصیلی دانشجویان دانشگاه فرهنگیان در درس آموزش علوم تجربی دارد؟ برای اندازه‌گیری پیشرفت تحصیلی، از ابزار آزمون حاوی ۴۰ سؤال ۴ گزینه‌ای استفاده شد. نتایج آمار توصیفی تحلیل واریانس مربوط به متغیر وابسته پیشرفت تحصیلی به شرح جدول ۹ است. در این جدول نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های آزمایش و کنترل نشان داده‌شده است.

جدول ۹. نتایج آمار توصیفی متغیر وابسته پیشرفت تحصیلی

گروه	آزمون	فراوانی	میانگین	انحراف استاندارد	خطای استاندارد	فاصله اطمینان ۹۵٪ برای میانگین		کمترین نمره	بیشترین نمره
						حد پایین	حد بالا		
آزمایش پسران	پیش‌آزمون	۲۹	۹/۲۹	۲/۴۷	۰/۴۵	۸/۳۵	۱۰/۲۳	۶/۰۰	۱۳/۵۰
	پس‌آزمون		۱۷/۸۷	۰/۵۶	۰/۱۰	۱۷/۶۶	۱۸/۰۹	۱۶/۰۰	۱۹/۵۰
آزمایش دختران	پیش‌آزمون	۳۱	۱۰/۵۱	۳/۱۰	۰/۵۵	۹/۳۷	۱۱/۶۵	۴/۵۰	۱۵/۰۰
	پس‌آزمون		۱۸/۴۳	۰/۹۲	۰/۱۶	۱۸/۰۹	۱۸/۷۷	۱۶/۰۰	۱۹/۵۰
کنترل پسران	پیش‌آزمون	۳۶	۱۰/۷۰	۳/۰۵	۰/۵۰	۹/۶۷	۱۱/۷۴	۳/۵۰	۱۶/۰۰
	پس‌آزمون		۱۵/۲۷	۱/۸۵	۰/۳۰	۱۴/۶۴	۱۵/۹۰	۹/۰۰	۱۸/۰۰
کنترل دختران	پیش‌آزمون	۳۰	۱۰/۶۶	۲/۹۳	۰/۵۳	۹/۵۷	۱۱/۷۶	۴/۵۰	۱۵/۰۰
	پس‌آزمون		۱۵/۱۳	۲/۲۱	۰/۴۰	۱۴/۳۰	۱۵/۹۶	۸/۰۰	۱۸/۵۰
کل	پیش‌آزمون	۱۲۶	۱۰/۳۲	۲/۹۳	۰/۲۶	۹/۸۰	۱۰/۸۴	۳/۵۰	۱۶/۰۰
	پس‌آزمون		۱۶/۶۱	۲/۱۴	۰/۱۹	۱۶/۲۴	۱۶/۹۹	۸/۰۰	۱۹/۵۰

همان‌طور که در جدول ۹ نتایج نمرات مربوط به آزمون پیشرفت تحصیلی نشان داده شده است، میانگین نمرات پس‌آزمون در گروه‌های آزمایشی که متغیر مستقل بر آن‌ها اعمال شده است یعنی از محتوای واقعیت افزوده استفاده کردند، بیشتر از گروه‌های کنترل است. از سوی دیگر در تمامی گروه‌ها میانگین نمرات پس‌آزمون بیشتر از پیش‌آزمون بوده ولی میزان تفاضل بین گروه‌های آزمایشی بیشتر از گروه‌های کنترل است که این نشان از تأثیر محتوای واقعیت افزوده بر میزان پیشرفت تحصیلی دارد. میانگین کل پیش‌آزمون ۱۰/۳۲ و پس‌آزمون ۱۶/۶۱ است؛ بنابراین محتوای واقعیت افزوده موجب افزایش پیشرفت تحصیلی دانشجویان در درس آموزش علوم تجربی شده است؛ اما اینکه این تأثیر و افزایش معنادار هست یا نه به تحلیل نتایج آزمون فرضیه دوم می‌پردازیم.

فرضیه دوم: محتوای الکترونیکی مبتنی بر واقعیت افزوده، بر پیشرفت تحصیلی دانشجویان دانشگاه فرهنگیان در درس آموزش علوم تجربی تأثیر دارد.

در آمار استنباطی نیز چون بحث تعمیم یافته‌ها به جامعه آماری وجود دارد، از تحلیل واریانس استفاده شد. نتایج آمار استنباطی تحلیل واریانس یک‌طرفه مربوط به متغیر وابسته پیشرفت تحصیلی به شرح جدول ۱۰ است.

جدول ۱۰. نتایج آمار استنباطی تحلیل واریانس یک‌طرفه مربوط به متغیر وابسته پیشرفت تحصیلی

	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	نسبت F	سطح معناداری
واریانس بین گروه‌ها	۲۷۹/۳۲۷	۳	۹۳/۱۰۹	۳۸/۱۳۳	۰/۰۰۱
واریانس درون گروه‌ها	۲۹۷/۸۸۷	۱۲۲	۲/۴۴۲		
واریانس کل	۵۷۷/۲۱۴	۱۲۵			

بر اساس نتایج جدول ۱۰ چون درجه آزادی محاسبه‌شده (F= ۳۸/۱۳۳) در سطح ۰/۰۵ بزرگ‌تر ازF محاسبه‌شده در جدول (۱۹/۴۹) است، از سوی دیگر سطح معناداری محاسبه‌شده (Sig= ۰/۰۰۱) کمتر از ۰/۰۵ است، بنابراین اختلاف بین میانگین‌ها معنادار است؛ یعنی محتوای الکترونیکی مبتنی بر واقعیت افزوده بر پیشرفت تحصیلی دانشجویان دانشگاه فرهنگیان در درس آموزش علوم تجربی تأثیر دارد. میانگین گروه‌های آزمایشی که متغیر مستقل محتوای الکترونیکی واقعیت افزوده بر آن‌ها اعمال شده یعنی از این محتوا برخوردار بودند، بیشتر از گروه‌های کنترل بوده بنابراین محتوای واقعیت افزوده موجب افزایش پیشرفت تحصیلی شده است.

یافته‌های تکمیلی: برای اینکه مشخص شود معناداری میانگین حاصل‌شده در بار شناختی و پیشرفت تحصیلی مربوط به کدام گروه (جنسیت) است، از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. در سؤال اول نتایج آزمون تعقیبی توکی به شرح جدول ۱۱ است.

جدول ۱۱. نتایج آزمون تعقیبی توکی برای متغیر بار شناختی به‌صورت مقایسه‌ای

گروه اصلی	گروه مقایسه شونده	تفاوت میانگین	خطای استاندارد	سطح معناداری	فاصله اطمینان ۹۵٪	
					حد پایین	حد بالا
آزمایشی پسران	کنترل پسران	-۶/۹۵	۱/۰۵	۰/۰۰۱	-۹/۷۰	-۴/۲۱
	آزمایشی دختران	-۱/۴۷	۱/۰۹	۰/۵۳۰	-۴/۳۲	۱/۳۶
	کنترل دختران	-۶/۴۳	۱/۱۰	۰/۰۰۱	-۹/۲۹	-۳/۵۶
کنترل پسران	آزمایشی پسران	۶/۹۵	۱/۰۵	۰/۰۰۱	۴/۲۱	۹/۷۰
	آزمایشی دختران	۵/۴۷	۱/۰۳	۰/۰۰۱	۲/۷۸	۸/۱۷
	کنترل دختران	۰/۵۲	۱/۰۴	۰/۹۵۸	-۲/۱۹	۳/۲۴
آزمایشی دختران	آزمایشی پسران	۱/۴۷	۱/۰۹	۰/۵۳۰	-۱/۳۶	۴/۳۲
	کنترل پسران	-۵/۴۷	۱/۰۳	۰/۰۰۱	-۸/۱۷	-۲/۷۸
	کنترل دختران	-۴/۹۵	۱/۰۸	۰/۰۰۱	-۷/۷۷	-۲/۱۳
کنترل دختران	آزمایشی پسران	۶/۴۳	۱/۱۰	۰/۰۰۱	۳/۵۶	۹/۲۹
	کنترل پسران	-۰/۵۲	۱/۰۴	۰/۹۵۸	-۳/۲۴	۲/۱۹
	آزمایشی دختران	۴/۹۵	۱/۰۸	۰/۰۰۱	۲/۱۳	۷/۷۷

همان‌طور که در جدول ۱۱ مشخص است، تفاوت مشاهده‌شده مربوط به گروه‌های آزمایش و کنترل بوده و بین متغیر تعدیل‌کننده جنسیت دختر و پسر تفاوت معناداری در بار شناختی وجود نداشت. در تأیید این نکته جدول ۱۲ وجود تفاوت معنادار بین گروه‌های کنترل و آزمایش را نشان می‌دهد.

جدول ۱۲. نتایج آزمون تعقیبی توکی برای گروه کنترل و آزمایش

گروه‌ها	فراوانی	زیرمجموعه آلفا = ۰/۰۵	
		۱	۲
آزمایشی پسران	۲۹	۱۲/۰۶	
آزمایشی دختران	۳۱	۱۳/۵۴	
کنترل دختران	۳۰		۱۸/۵۰
کنترل پسران	۳۶		۱۹/۰۲
سطح معناداری		۰/۵۱۱	۰/۹۶۰

در سؤال دوم نتایج آزمون تعقیبی توکی به شرح جدول ۱۳ است.

جدول ۱۳. نتایج آزمون تعقیبی توکی برای متغیر پیشرفت تحصیلی به‌صورت مقایسه‌ای

گروه اصلی	گروه مقایسه شونده	تفاوت میانگین	خطای استاندارد	سطح معناداری	فاصله اطمینان ۹۵٪	
					حد پایین	حد بالا
آزمایشی پسران	کنترل پسران	۲/۶۰	۰/۳۸	۰/۰۰۱	۱/۵۸	۳/۶۱
	آزمایشی دختران	-۰/۵۵	۰/۴۰	۰/۵۱۶	-۱/۶۰	۰/۴۹
	کنترل دختران	۲/۷۴	۰/۴۰	۰/۰۰۱	۱/۶۸	۳/۸۰
کنترل پسران	آزمایشی پسران	-۲/۶۰	۰/۳۸	۰/۰۰۱	-۳/۶۱	-۱/۵۸
	آزمایشی دختران	-۳/۱۵	۰/۳۸	۰/۰۰۱	-۴/۱۵	-۲/۱۶
	کنترل دختران	۰/۱۴	۰/۳۸	۰/۹۸۲	-۰/۸۶	۱/۱۵
آزمایشی دختران	آزمایشی پسران	۰/۵۵	۰/۴۰	۰/۵۱۶	-۰/۴۹	۱/۶۰
	کنترل پسران	۳/۱۵	۰/۳۸	۰/۰۰۱	۲/۱۶	۴/۱۵
	کنترل دختران	۳/۳۰	۰/۴۰	۰/۰۰۱	۲/۲۵	۴/۳۴
کنترل دختران	آزمایشی پسران	-۲/۷۴	۰/۴۰	۰/۰۰۱	-۳/۸۰	-۱/۶۸
	کنترل پسران	-۰/۱۴	۰/۳۸	۰/۹۸۲	-۱/۱۵	۰/۸۶
	آزمایشی دختران	-۳/۳۰	۰/۴۰	۰/۰۰۱	-۴/۳۴	-۲/۲۵

همان‌طور که در جدول ۱۳ مشخص است، تفاوت مشاهده‌شده مربوط به گروه‌های آزمایش و کنترل بوده و بین متغیر تعدیل‌کننده جنسیت دختر و پسر تفاوت معناداری در پیشرفت تحصیلی وجود نداشت. در تأیید این نکته جدول ۱۴ وجود تفاوت معنادار بین گروه‌های کنترل و آزمایش را نشان می‌دهد.

جدول ۱۴. نتایج آزمون تعقیبی توکی برای گروه کنترل و آزمایش

گروه‌ها	فراوانی	زیرمجموعه آلفا = ۰/۰۵	
		۱	۲
کنترل دختران	۳۰	۱۵/۱۳	
کنترل پسران	۳۶	۱۵/۱۷	
آزمایشی پسران	۲۹		۱۷/۸۷
آزمایشی دختران	۳۱		۱۸/۴۳
سطح معناداری		۰/۹۸۳	۰/۴۹۷

همان‌طور که در جدول ۱۴ مشخص است، تفاوت مشاهده‌شده مربوط به گروه‌های کنترل و آزمایش است و جنسیت تأثیری در میزان پیشرفت تحصیلی حاصل از محتوای واقعیت افزوده ندارد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهشی با هدف تعیین تأثیر محتوای الکترونیکی مبتنی بر واقعیت افزوده بر بار شناختی و پیشرفت تحصیلی دانشجویان دانشگاه فرهنگیان در درس آموزش علوم تجربی صورت گرفت. نتایج پژوهش نشان داد که محتوای واقعیت افزوده بر بار شناختی و پیشرفت تحصیلی تأثیر مثبت دارد که در ادامه به بحث پیرامون فرضیه‌ها می‌پردازیم.

فرضیه اول: محتوای الکترونیکی مبتنی بر واقعیت افزوده، بر بار شناختی دانشجویان دانشگاه فرهنگیان در درس آموزش علوم تجربی تأثیر دارد.

نتایج: بر اساس نتایج به‌دست‌آمده میانگین بار شناختی گروه‌های آزمایشی ۵/۹۳ کمتر از گروه‌های کنترل بود، یعنی محتوای الکترونیکی مبتنی بر واقعیت افزوده بر بار شناختی دانشجویان دانشگاه فرهنگیان در درس آموزش علوم تجربی تأثیر دارد، بنابراین فرضیه اول تأیید می‌شود.این یافته با نتایج به‌دست‌آمده در فرضیه اول با پژوهش‌های صالحی و همکاران (۱۳۹۶)، غریبی و همکاران (۱۳۹۹)، کوچوک و همکاران (۲۰۱۶)، وو و همکاران (۲۰۱۷)، سینگ (۲۰۱۹)، فدل و یوسف (۲۰۲۰)، دیس و همکارانش (۲۰۲۰)، ال اسمار و همکاران[1] (۲۰۲۱) و بوشنر، بونتنس و کرس[2] (۲۰۲۲) همسو است؛ اما با پژوهش‌های آنتونولی، بلیک و اسپارکس[3] (۲۰۱۴) و کیم، کیم و کیم[4] (۲۰۱۷) همسو نیست. اگر در زمان طراحی محتوا، اصول طراحی چندرسانه‌ای‌ها و

1. El Asmar et al.
2. Buchner, Buntins & Kerres
3. Antonioli, Blake and Sparks
4. Kim, Kim & Kim

استانداردهای فنی به‌خوبی رعایت شود و در زمان تولید محتوا تکنیک‌های فنی اصول طراحی را پشتیبانی و اجرا نماید، منطبق با بیشتر پژوهش‌ها، بار شناختی کاهش خواهد یافت. علت تأیید فرضیه اول این است که در محتوای طراحی‌شده تلاش گردیده تمامی موارد مذکور پوشش داده شود تا بتواند موجب کاهش بار شناختی شود. همچنین آموزش و راهنمایی اساتید و دانشجویان در مورد اهداف، نحوه استفاده، مزایا و معایب، امکانات و پشتیبانی‌ها قبل و حین استفاده می‌تواند بر روند بهره‌برداری تأثیرگذار باشد. از سوی دیگر نیاز به کاربرد این‌گونه فنّاوری‌ها در توسعه مهارت‌های شغلی در آینده و درک واقعی این موضوع، بر انگیزه یادگیری دانشجویان می‌افزود؛ اما در مواردی که بار شناختی کاهش نیافته یا حتی افزایش نیز داشته است، پژوهشگران استدلال می‌کنند که واقعیت افزوده به دلیل استفاده از دستگاه‌های مختلف، حواس‌پرتی ایجاد می‌کند (کیم و همکاران، ۲۰۱۷) و در حین کار بر روی وظایف یادگیری، برنامه‌های آموزشی و یادگیری واقعیت افزوده اطلاعات بیش‌ازحد و به یک‌باره ارائه می‌دهد و ازاین‌رو، خطر اضافه‌بار شناختی بالا است. گزارش‌های متفاوت در مورد تأثیر واقعیت افزوده بر بار شناختی ممکن است به ویژگی‌های نحوه اجرای آن مربوط باشد و به نوع کار انجام‌شده توسط کاربر بستگی داشته باشد (ال‌اسمار و همکاران، ۲۰۲۱).

فرضیه دوم: محتوای الکترونیکی مبتنی بر واقعیت افزوده، بر پیشرفت تحصیلی دانشجویان دانشگاه فرهنگیان در درس آموزش علوم تجربی تأثیر دارد.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده اختلاف بین میانگین گروه‌های آزمایشی و کنترل حدود ۳ نمره است، بنابراین اختلاف بین میانگین‌ها معنادار است؛ یعنی محتوای الکترونیکی مبتنی بر واقعیت افزوده بر پیشرفت تحصیلی دانشجویان دانشگاه فرهنگیان در درس آموزش علوم تجربی تأثیر دارد، بنابراین فرضیه دوم تأیید می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده در فرضیه دوم با پژوهش‌های مشعشعی، مقامی و زارعی زوارکی (۱۳۹۸)، غریبی و همکاران (۱۳۹۹)، فارغ و جعفری سیسی (۱۳۹۹)، کوچوک و همکاران (۲۰۱۶)، وو و همکاران (۲۰۱۷)، اوزرباس (۲۰۱۹)، فیدان و تانسل (۲۰۱۹)، سیاوالودین و همکاران (۲۰۱۹)، نیدوک و همکاران (۲۰۲۰)، دیس و همکاران (۲۰۲۰)، کاملسلی

و اوزنکار (۲۰۲۰)، ندیم و همکاران (۲۰۲۰)، کن و اوزمن (۲۰۲۱)، الدوخنی و درویش (۲۰۲۱)، چین و ونگ (۲۰۲۱) و جواهر و همکاران (۲۰۲۲) همسو بود. بر اساس جستجوهای پژوهشگران، پژوهش غیر همسو با نتایج این فرضیه یافت نشد. استفاده از محتوای واقعیت افزوده درصورتی‌که منطبق با الگوی خاصی اصول آموزشی را رعایت کند، منجر به پیشرفت تحصیلی فراگیران خواهد شد. حتی در پایین‌ترین سطح چون مبتنی بر موقعیت و بهره‌گیری از حواس مختلف است و از رسانه‌های مختلف استفاده می‌شود، از بار ذهنی که دانشجو متحمل می‌شود کاسته خواهد شد و بر ارتقای یادگیری افزوده می‌شود. در محتوای طراحی‌شده توجه به کل فرآیند از طراحی تا ارزشیابی باعث شده تا تمام ابعاد و زوایای تولید محتوا با فرآیند آموزش منطبق و سازگار باشد و همین عامل مهمی در موفقیت محتوای آموزشی می‌تواند باشد. از سوی دیگر همسو بودن محتوای واقعیت افزوده و آموزش علوم با رویکرد سازنده‌گرایی، از دلایل دیگر مؤثر بودن محتوای تولیدشده است.

درنهایت اینکه پژوهش نشان داد کاربرد واقعیت افزوده در موقعیت‌های عملی موجب کاهش بار شناختی شده و یادگیری مباحث پیچیده را تسهیل می‌نماید؛ بنابراین در مواقعی که محتوا از پیچیدگی خاصی برخوردار است یا موقعیت محور است و یا محتوای ارائه‌شده با برنامه‌های چندرسانه‌ای متداول قابل‌ارائه و درک نیست، با به‌کارگیری محتوای واقعیت افزوده، می‌توان به ارتقاء سطح یادگیری و پیشرفت تحصیلی دانشجویان کمک کرد.

پیشنهاد می‌شود محتوایی بر اساس سخت‌افزارهای دیگر انواع واقعیت افزوده تولید و تأثیر آن در محیط‌های مختلف آموزشی بررسی شود. همچنین محتوایی برای دروس علوم انسانی، علوم پایه، هنر، فنی و مهندسی تولید و تأثیر آن بر روی پیشرفت تحصیلی دانشجویان رشته‌های مختلف دانشگاهی بررسی شود. برای دانشجویان با نیازهای ویژه نیز محتوای واقعیت افزوده متناسب با نیاز ویژه گروه‌های مختلف طراحی، تولید و تأثیر آن بررسی شود. همچنین پژوهشی در بین دانشجویان دختر و پسر دانشگاه‌های دیگر و حتی دانش‌آموزان صورت گیرد و تأثیر جنسیت موردمطالعه قرار گیرد. به اساتید و دانشجویان پیشنهاد می‌شود با کاربرد محتواهای واقعیت افزوده،

نسبت به تسریع، تثبیت و تعمیق آموزش و یادگیری اقدام نمایند. چراکه طراحی، تولید و به‌کارگیری اصولی واقعیت افزوده می‌تواند تحول بزرگی در آموزش و یادگیری ایجاد کند.

در انجام پژوهش، دسترسی محدود به برنامه‌ها، محتواها و فایل‌های تخصصی، هزینه زیاد تولید محتوای واقعیت افزوده، کمبود شدید منابع معتبر علمی به‌ویژه کتب به زبان فارسی، کمبود یا فقدان تجهیزات و امکانات فناوری واقعیت افزوده غیر از واقعیت افزوده مبتنی بر موبایل، کمبود متخصصین فعال درزمینه تولید محتوای واقعیت افزوده، عدم آشنایی اساتید، مدرسان و دانشجویان با این فناوری، انگیزه پایین اساتید و دانشجویان جهت استفاده از واقعیت افزوده به دلیل آشنا نبودن آن‌ها و عدم حس لذت یادگیری با این فنّاوری، ازجمله محدودیت‌ها بود.

منابع

احدی، فاطمه؛ سلیمانی، محسن (۱۳۹۳). مقایسه تأثیر دو روش تدریس به شیوه ارائه مثال به شیوه حل‌شده کامل و حل‌شده ناقص بر بار شناختی دانشجویان در درس زبان تخصصی پزشکی. *آموزش در علوم پزشکی*، ۱۴(۴)، ۲۹۱-۳۰۲.

دلاور، علی (۱۳۹۳). *احتمالات و آمار کاربردی در روان‌شناسی و علوم تربیتی*. تهران: انتشارات رشد.

دلاور، علی (۱۳۹۶). *مبانی نظری و عملی پژوهش در علوم انسانی و اجتماعی*. تهران: انتشارات رشد.

سالاری، مصطفی؛ امیرتیموری، محمدحسن؛ زارعی زوارکی، اسماعیل (۱۳۹۴). تأثیر الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای بر میزان بار شناختی بیرونی و مهارت حل مسئله در درس فیزیک. *اندیشه‌های نوین تربیتی*، ۱۲(۱)، ۱۱۷-۱۴۲.

سیف، علی‌اکبر (۱۳۹۶). *روانشناسی پرورشی نوین*، چاپ هشتم، تهران: نشر دوران

صالحی، وحید؛ مرادی مخلص، حسین؛ قاسم تبار، سیدعبداله؛ قراباغی، حسن (۱۳۹۶) بررسی اثر پیش‌آموزی بر بار شناختی درونی، یادگیری و بهره‌وری آموزشی دانشجویان پرستاری. *پژوهش در آموزش علوم پزشکی*، ۹(۳)، ۲۸-۴۶.

عباسی، حامد (۱۳۹۵)، *تولید محتوای الکترونیکی پیشرفته (ارائه استانداردها و آموزش نرم‌افزارها)*. تهران: انتشارات ناقوس.

عبدی، علی (۱۳۹۸). کارایی آموزش مبتنی بر اثرات بار شناختی در درس علوم‌تجربی دانش‌آموزان پایه سوم مقطع ابتدایی. *پژوهش در برنامه‌ریزی درسی*، ۲(۳۴)، ۱۱۵-۱۲۶.

غریبی، فرزانه؛ ناطقی، فائزه؛ موسوی‌پور، سعیده؛ سیفی، محمد (۱۳۹۹). تأثیر آموزش به روش واقعیت افزوده بر یادگیری، یادداری و بار شناختی در درس زیست‌شناسی. *توسعه آموزش علوم پزشکی جندی‌شاپور*، ۱۱(۹۹)، ۱۶۷-۱۸۳.

فارغ، سیدعلی؛ جعفری سیسی، میلاد (۱۳۹۹). تأثیر آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده تعاملی بر یادگیری و یادداری درس علوم تجربی. *فناوری آموزش*، ۱۴(۱)، ۵۷۱-۵۸۲.

مشعشعی، رزیتا؛ مقامی، حمیدرضا؛ زارعی زوارکی، اسماعیل (۱۳۹۸). تأثیر فناوری واقعیت افزوده با بهره‌گیری از مدل آموزشی مریل بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان. *روانشناسی تربیتی*، ۱۵(۵۱)، ۱۲۷-۱۴۵.

میرکمالی، سیدمحمد؛ پورکریمی، جواد؛ فراستخواه، مقصود؛ نامداری پژمان، مهدی (۱۳۹۶). طراحی الگوی تضمین کیفیت برنامه‌ریزی آموزشی دانشجو-معلمان در دانشگاه فرهنگیان. *مطالعات برنامه‌ریزی آموزشی*، ۶(۱۲)، ۶۵-۸۸.

ولایتی، الهه؛ نیلی احمدآبادی، محمدرضا؛ زارعی زوارکی، اسماعیل؛ شریفی درآمدی، پرویز؛ سعدی‌پور، اسماعیل (۱۳۹۵). تأثیر چندرسانه‌ای آموزشی طراحی‌شده بر اساس نظریه بار شناختی بر یادگیری، یادداری و انگیزش پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان کم‌توان ذهنی در درس علوم. *پژوهش در نظام‌های آموزشی*، ۳۴، ۶۰-۸۳.

یوخم، ویم؛ وان مرینبور، یرون؛ کوپر، راب (۱۳۹۰). *نظام جامع یادگیری الکترونیکی*، ترجمه زمانی، بی‌بی عشرت و عبدالهی سید مجید. تهران: سمت.

Antonioli, M., Blake, C., & Sparks, K. (2014). Augmented reality applications in education. *The Journal of Technology Studies*, 40(2), 96-107. DOI:10.21061/jots.v40i2.a.4

Buchner, J., Buntins, K., & Kerres, M. (2022). The impact of augmented reality on cognitive load and performance: A systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(1), 285–303. DOI:10.1111/jcal.12617

Cevahir, H., Ozdemir, M., & Baturay, M. H. (2022). The effect of animation-based worked examples supported with augmented reality on the academic achievement, attitude and motivation of students towards learning programming. *Participatory Educational Research (PER)*, 9(3), 226-247. DOI:10.17275/per.22.63.9.3

Chin, K. Y., & Wang, C. S. (2021). Effects of augmented reality technology in a mobile touring system on university students' learning performance and interest. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(1), 27-42. DOI:10.14742/ajet.5841

Doerner, R., Broll, W., Grimm, P., & Jung, B. (2022). *Virtual and augmented reality (VR/AR) foundations and methods of extended realities (XR)*. Springer.

Driscoll, M.P. (2014*). Psychology of learning for instruction*. England: Pearson. Printed in the United States of America.

El Asmar, P. G., Chalhoub, J., Ayer, S. K., Abdallah, A. S. (2021). Contextualizing benefits and limitations reported for augmented reality in construction research. *Journal of Information Technology in Construction*, 26, 720-738, DOI: 10.36680/j.itcon.2021.039

Eldokhny, A. A., & Drwish, A. M. (2021). Effectiveness of Augmented Reality in Online Distance Learning at the Time of the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(9), 198–218. DOI:10.3991/ijet.v16i09.17895

Elfeky, A. I. M & Elbyaly, M. Y. H. (2018). Developing skills of fashion design by augmented reality technology in higher education. *Interactive Learning Environments*, 1-16, DOI: 10.1080/10494820.2018.1558259

Fadl, N. A. W., Youssef, W. A. A. M. (2020). Science learning in augmented reality context: an exploration of learners' cognitive load and attitudes. *International Journal of Instructional Technology and Educational Studies*, 1(2), 41-45. DOI: 10.21608/ihites.2020.29303.1019

Fidan, M., Tuncel, M. (2019). Integrating augmented reality into problem-based learning: The effects on learning achievement and attitude in physics education. *Computers & Education*, 142, 1-19. DOI:10.1016/j.compedu.2019.103635

Fuchsova, M., & Korenova, L. (2019). Visualization in basic science and engineering education of future primary school teachers in human biology education using augmented reality. *European Journal of Contemporary Education*, 8(1), 92-102. DOI: 10.13187/ejced.2019.1.92

Gnidovec, T., Zemlja, M., Dolenec, A., Torkar, G. (2020). Using augmented reality and the structure–behavior–function model to teach lower secondary school students about the human circulatory system. *Journal of Science Education and Technology*. Springer Nature B.V. 2020. DOI:10.1007/s10956-020-09850-8

Gudoniene, D., Rutkauskiene, D. (2019). Virtual and augmented reality in education. *Baltic J. Modern Computing*, 7 (2), 293-300. DOI:10.22364/bjmc.2019.7.2.07

Kaliraj, P., & Devi, T. (2022). *Innovating with augmented reality. Applications in education and industry*. CRC Press. Taylor & Francis Group, LLC. DOI: 10.1201/9781003175896

Kamlsli, H., Oznacar, B. (2020). The effect of augmented reality based mobile software on students' academic achievement. *Intelligent Decision Technologies*, 14(1), 3-8. DOI: 10.3233/IDT-190073

Kan, A. U., & Ozmen, E. (2021). The effect of using augmented reality-based teaching material on students' academic success and opinions. *African Educational Research Journal*, 9(1), 273-289. DOI: 10.30918/AERJ.91.21.035

Kidd, S. H., Crompton, H. (2016). Augmented Learning with Augmented Reality. In: Churchill, D., Lu, J., Chiu, T. K. F., & Fox, B. . *Mobile Learning Design, Lecture Notes in Educational Technology*, 97-108. DOI:10.1007/978-981-10-0027-0_6

Kim, K., Kim, H., and Kim, H. (2017). Image-based construction hazard avoidance system using augmented reality in wearable device. *Automation in Construction*. Elsevier, 3, 390–403. DOI: 10.1016/j.autcon.2017.06.014.

Kucuk, S., Kapakin, S., & Goktas, Y. (2016). Learning Anatomy via Mobile Augmented Reality: Effects on Achievement and Cognitive Load. *Anatomical Sciences Education*, 9, 411–421. DOI: 10.1002/ase.1603

McDonald, M., Kazemi, E., & Kavanagh, S.S. (2013). Core practices and pedagogies of teacher education: A call for a common language and collective activity. *Journal of Teacher Education*, 64(5), 378-386. DOI: 10.1177/0022487113493807

Nadeem, M., Chandra, A., Livirya, A., & Beryozkina, S. (2020). AR-Labor: design and assessment of an augmented reality application for lab orientation. *Education sciences*. 10(316), 1-30. DOI:10.3390/educsci10110316

Ozerbas, D. S. (2019). The Effect of Marker-Based Augmented Reality (MBAR) Applications on Academic Achievement and Permanence. *Universal Journal of Educational Research*, 7(9), 1926-1932. DOI: 10.13189/ujer.2019.070911

Paas, F. G. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive load approach. *Journal of Educational Psychology*. 84(4): 429–434. DOI: 10.1037/0022-0663.84.4.429

Paas, F. G. W. C., Van Merrienboer, J. J. G. (1993). The efficiency of instructional conditions an approach to combine mental effort and performance measures. *Human factors*, 35(4), 737-743. DOI:10.1177/001872089303500412

Qiao, Y. Q., Shen, J., Liang, X., Ding, S., Chen, F. Y., Shao, L., Zheng, Q., Ran, Z.H. (2014). Using cognitive theory to facilitate medical education. *BMC Medical Education*. 14 (1), 79. 1-7. DOI:10.1186/1472-6920-14-79

Singh, G. (2019). *Design of augmented reality learning system and analysis of its effectiveness on cognitive load and technical skills of engineering students*. Thesis the doctor of philosophy. Department of Electronics and Communication Engineering. Chitkara University.

Sothan, S. (2019). The determinants of academic performance: evidence from a Cambodian University. *Studies in Higher Education*, 44(11), 2096-2111. DOI: 10.1080/03075079.2018.1496408

Sun, W., Pinkwart, N., & Li, T. (2021). Current state of learning analytics: a synthesis review based on the combination of activity theory and pedagogy. In: Azevedo, A., Azevedo, J. M., Uhomoibhi, J. O & Ossiannilsson, E. *Advancing the Power of Learning Analytics and Big Data in Education*. 1-28. DOI: 10.4018/978-1-7998-7103-3.ch001

Syawaludin, A., Gunarhadi, & Rintayati, P. (2019). Development of augmented reality-based interactive multimedia to improve critical thinking skills in science learning. *International Journal of Instruction*, 12(4), 331-344. DOI: 10.29333/iji.2019.12421a

Thees, M., Kapp, S., Strzys, M. P., Beil, F., Lukowicz, P., Kuhn, J. (2020). Effects of augmented reality on learning and cognitive load in university physics laboratory courses. *Computers in Human Behavior*. http://www.elsevier.com/locate/comphumbeh

Wasko, C. (2013). What teachers need to know about augmented reality enhanced learning environments. *TechTrends*, 57(4), 17-21. DOI:10.1007/s11528-013-0672-y

Wu, P. H., Hwang, G. J., Yang, M. L., Chen, C. H. (2017). Impacts of integrating the repertory grid into an augmented reality-based learning design on students' learning achievements, cognitive load and degree of satisfaction. *Interactive Learning Environments*. 1-14. DOI: 10.1080/10494820.2017.1294608

Zhang, J., Yen, S. H., Liu, T. C., Sung, Y. T., Chang, K. E. (2020). Studies on learning effects of AR-assisted and ppt-based lectures. *Asia-Pacific Edu Res*: Springer. DOI:10.1007/s40299-020-00533-x

تصاویری از محتوای تولید شده	

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی