

The Effect of Augmented Reality Training on Learning, Retention and Cognitive Load in Biology Lessons

Farzaneh Gharibi: PhD Student in Educational Planning, Department of Educational Sciences, Faculty of Humanities, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.

Faezeh Nateghi*: Faculty of Member, Department of Educational Sciences, Faculty of Humanities, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.

Saeed Moosavipour: Faculty Member, Faculty of Humanities, Department of Educational Sciences and Psychology, Arak University, Arak, Iran.

Mohammad Seifi: Faculty of Member, Department of Educational Sciences, Faculty of Humanities, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.

Abstract: New teaching methods based on new technologies such as Augmented Reality seek to provide opportunities for transferring information, improving learning and reducing learning problems. The purpose of the present study was to determine the effect of augmented reality training on learning, retention and cognitive load in biology lessons. The research method was semi experimental with pretest-posttest design with control group. The statistical population consisted of all 10th grade female students in Arak city Based on the conditions and facilities, two schools were randomly selected Arak City One and Two Education District , and the method of replacement of classes in experimental and control group was random. Academic achievement test was used to measure learning and retention and Pass and Van Merinbauer rating scales were used to measure cognitive load. Data were analyzed using analysis of covariance and repeated measures. Findings showed that learning and retention of augmented reality group were significantly more than those trained in traditional way. Other findings showed a significant decrease in external cognitive load in the augmented reality group compared to the control group. Based on the findings, it can be concluded that the correct use of augmented reality in the learning environment allows users to have Effective learning and less forgetting. Therefore, it is recommended to use the potentials of this technology in teaching different courses.

Keywords: Augmented Reality, Learning, Retention, Cognitive Load, Biology.

***Corresponding author:** Faculty of Member, Department of Educational Sciences, Faculty of Humanities, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.

Email: f-nateghi@iau-araku.ac.ir

مقدمه

دوره ای که در آن زندگی می کنیم عصر اطلاعات است. این مسئله بسیاری از عرصه های زندگی را دگرگون کرده است (فروغی نیا و سیدمیرزاپور ۱۳۹۳). یکی از مهمترین حوزه هایی که تأثیر فناوری در آن انکار نشدنی است، بخش آموزش است. در واقع استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات، نماد دوره جدیدی از آموزش است. فناوری اطلاعات و ارتباطات، الگوی فکری آموزش را دگرگون و مدل های موجود آموزشی را غنی تر کرده و شیوه های جدیدی نیز ایجاد نموده است؛ این مدلها ویژگی های آموزش مبتنی بر فناوری را به اشتراک می گذارند و شیوه های جدید آموزش و یادگیری را پیشنهاد می کنند که در آن، یادگیرنده نقش فعالی داشته و بر یادگیری خود راهبر، مستقل، انعطاف پذیر و تعامل کننده تأکید دارد (فرج اللهی و ظریف صناعی ۱۳۸۸). پیشرفت سریع فناوری باعث پیشرفت های جدید در آموزش شده است. وقوع پیشرفت، این سؤال را ایجاد می کند که آیا این فناوری ها ممکن است کارآمد باشند یا خیر؟ واقعیت افزوده یکی از فناوری های جدید است که به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است و در مورد کارایی آن نگرانی وجود دارد.

اصطلاح واقعیت افزوده برای اولین بار توسط توماس کادل در سال ۱۹۹۱ و در شرکت بویینگ مطرح شد (مکنی و لمیوکس ۲۰۱۴) واقعیت افزوده یک روش تعاملی جدید است که شی مجازی (می تواند یک متن یا یک تصویر دو بعدی و یا یک مدل سه بعدی باشد) را به تصویر بلادرنگ واقعی اضافه می کند (بنبلکاسم و همکاران ۲۰۱۱). واقعیت افزوده به مفهوم ترکیب مفاهیم مجازی با دنیای واقعی پیرامون کاربر می باشد به گونه ای که این مفاهیم افزوده شده، منجر به افزایش درک و فهم کاربر از محیط پیرامونی اش می شود. واقعیت افزوده تکمیل کننده واقعیت می باشد. یعنی، چیزی را به دنیای واقعی اضافه می کند و همچنین می توان آن را بین واقعیت

مجازی و دنیای واقعی در نظر گرفت (آزوما ۱۹۹۷). واقعیت افزوده به افزایش دانش و درک فرد از محیط پیرامونش کمک می کند و علاوه بر داده های دیجیتالی مانند فایل های ویدیویی، صوتی و اطلاعات متنی، حتی اطلاعات بویایی نیز می تواند در درک افراد از دنیای واقعی ترکیب شوند (یون، یوآن یانگ و جانسون ۲۰۱۱).

واقعیت افزوده به عنوان یک فناوری تعریف می شود که در آن دنیای واقعی و تصاویر مجازی با یکدیگر مخلوط می شوند و تعامل در زمان واقعی تضمین می شود (آزوما ۱۹۹۷). این فناوری ممکن است با استفاده از انواع مختلف فن آوری ها مانند رایانه های رومیزی، لپ تاپ ها، دستگاه های قابل حمل و تلفن های هوشمند پیاده سازی شود (کیرنر، ریس و کیرنر ۲۰۱۲). برنامه های ایجاد شده با استفاده از واقعیت افزوده امکان استفاده از اشیاء سه بعدی، تصاویر دو بعدی، فیلم ها و انیمیشن ها را بطور جداگانه و همزمان فراهم می کند (وانگ و همکاران ۲۰۱۳).

سه ویژگی اصلی برای یک سیستم واقعیت افزوده عبارتند از: ۱- ترکیب دنیای واقعی و مجازی، ۲- تعامل پذیری در دنیای واقعی، ۳- ثبت و نشان دادن در سه بعد. نکته قابل توجه این است که واقعیت افزوده محدود به صفحه نمایش خاصی مانند صفحه نمایش سربند نیست و این فناوری از صفحه نمایش های نوری و دستی مانند تلفن همراه نیز استفاده می کند. در این میان با پیشرفت های چشمگیر تلفن های همراه و همچنین هزینه های تولید کم و سهولت استفاده، این ابزار از محبوبیت بالاتری برخوردار می باشد (ون کرولن و پولمن ۲۰۱۰). امروزه، بسیاری از برنامه های واقعیت افزوده روی گوشی های همراه هوشمند ارائه می شوند. گوشی های تلفن همراه با داشتن امکاناتی از جمله حسگر های گوناگون و متنوع و جی پی اس (GPS) و همچنین دوربین های تعبیه شده، بستر مناسبی برای پیاده سازی این تکنولوژی هستند. واقعیت افزوده مبتنی بر تلفن

نقل از حاجیان‌نیا و همکاران (۱۳۸۵). چنین نارسایی مربوط به این است که به آموزش علوم به عنوان شیوه ای برای انتقال دانش نگریده می شود و یادگیرنده را منفعل و دریافت کننده اطلاعات می دانند. که این روش تدریس از جهات مختلف مورد انتقاد قرار گرفته شده است و منتقدان بر این باورند که دانش در فرایندی فعال توسط فراگیر باید ساخته شود (ویسی کهره، کردنوقایی، فرهادی ۱۳۹۴).

برنامه های درسی مدارس معمولاً در کلاس ها یا سالن های سخنرانی ارائه می شود که بخش بزرگی از تجربیات یادگیری دانش آموزان را تشکیل می دهند (مک کاسکی و همکاران ۲۰۰۵؛ گانگیلی ۲۰۰۵). کمبود وقت در کلاس ها باعث می شود معلمان در زمانی کوتاه، محتوا و دانش فشرده را ارائه دهند و همین امر باعث دشواری هایی برای دانش آموزان برای درک موضوعات و انتقال قطعات جدید اطلاعات و دانش آنها به حافظه بلند مدت آنها می شود (گانگیلی ۲۰۱۰؛ دویسی توتال ۲۰۱۴؛ جمالی و همکاران ۲۰۱۵) و از آنجایی که ظرفیت شناختی محدود است و در آن واحد، می توان تنها تعداد محدودی از واحدهای اطلاعاتی را پردازش نماییم (کالیوگا ۲۰۰۹) این امر موجب افزایش بار شناختی در دانش آموزان می گردد. اصطلاح بار شناختی، به میزان باری که در هنگام پردازش اطلاعات بر روی حافظه ی فعال یا کوتاه مدت وارد می آید تا بتواند آن اطلاعات را برای جای دهی در حافظه ی درازمدت رمزگذاری کند، اشاره دارد. این تلاش ذهنی برای پردازش اطلاعات را بار شناختی می نامیم (کالنی و هوارد ۲۰۱۴). در واقع مفهوم بار شناختی، اشاره به میزان باری دارد که هنگام ورود اطلاعات به حافظه ی فعال، بر این حافظه تحمیل می گردد (سوئلر ۲۰۱۱). همچنین، بار شناختی، به معنای منابع مورد نیاز حافظه ی فعال است که برای انجام فعالیت های شناختی خاص در موقعیت های مشخص مثلاً رویدادهای آموزشی یا وظایف یادگیری به کار می رود

همراه (mobile augmented reality) فرصت های آموزشی ارزشمندی را ارائه می دهد و به طور قابل توجهی موجب بهبود محیط یادگیری و افزایش جذابیت فرآیند یادگیری می شود. ادغام واقعیت افزوده تلفن همراه با محیط یادگیری سطح جدیدی از تجربه را برای فراگیران بخصوص در حوزه هایی که ممکن است محدودیت های برای یادگیری سوژه های خاص وجود داشته باشد، فراهم می آورد (آلبرت، فولتا اسکافس، برنرز، وون جان ۲۰۱۳). اگر واقعیت افزوده مبتنی بر تلفن همراه به طور مناسب استفاده شود، به کاربران اجازه می دهد تا موضوع را در دست بگیرند و در روند یادگیری خود دخالت کنند (دیده ۲۰۰۹). علاوه بر این، محیطهای یادگیری واقعیت افزوده فرصتی را به دانش آموزان می دهند تا اشیاء دو بعدی را به صورت سه بعدی ببینند (وو و همکاران ۲۰۱۳)، به تجزیه و تحلیل اشیاء از دیدگاه های مختلف و یادگیری از طریق تجربه بپردازند. به این ترتیب، یک یادگیری دائمی تر و مؤثرتر با دانش آموزان فعال تر رخ می دهد (چن و همکاران ۲۰۱۱؛ وو جسیکوسکی و سلاری ۲۰۱۳؛ وو و همکاران ۲۰۱۳).

درس زیست شناسی یکی از اساسی ترین دروس رشته علوم تجربی است که تاثیر بسزایی در زندگی افراد دارد و بخش مهمی از برنامه نظام های آموزشی است. با این وصف پژوهش ها نشان می دهد که فراگیران فاقد فهم منسجم و بلند مدت از محتوای علم هستند و توانایی بسیار کمی برای کاربرد دانسته های خود دارند (ویسی کهره، کردنوقایی و فرهادی ۱۳۹۴).

از نظر بیشتر دبیران در محتوای کتاب های درسی زیست شناسی به ماهیت یادگیرنده کمتر توجه شده است. همچنین زیاد بودن حجم محتوا، کم بودن زمان آموزش و ناکافی بودن اطلاعات قبلی دانش آموزان از جمله مشکلات اصلی در امر تدریس این کتاب است (اثنی عشری،

و فیلم‌ها و دیگر محتوای چند رسانه‌ای برای نمایش و آموزش پویا و قابل تجسم ساختار آناتومیک استفاده شود. از سویی بحث از روش‌های یاددهی - یادگیری و تدریس معلمان در کلاس‌های درس، یکی از مباحث اساسی و اصولی در حوزه تعلیم و تربیت است که توجه بسیاری از متخصصان تعلیم و تربیت، برنامه‌ریزی درسی و روانشناسی تربیتی را به خود جلب کرده است (شعبانی ۱۳۹۱). اساساً روش‌های سنتی تدریس از نوع چهره به چهره است که در آن فعالیت‌های دانش و یادگیری توسط معلم تنظیم و انتقال داده می‌شود (دی فریتاس و همکاران ۲۰۱۰، ليو ۲۰۱۰). علاوه بر این، برخورد یادگیرندگان با مطالب یادگیری نیز غیر فعال و منفعلانه است (چو و چن ۲۰۰۹؛ هانگ، وو و چن ۲۰۱۲). اگر چه گاهی اوقات این روش‌های تدریس موجود موثر هستند، اما علاقه‌مندان به آموزش و پژوهشگران به دنبال معرفی شیوه‌های مفیدتر برای بهبود تجربیات آموزشی و یادگیری یادگیرندگان هستند (نینکارین و همکاران ۲۰۱۳). امروزه روش‌های فعال تدریس که بتواند فعالیت‌های دانش‌آموزان را تقویت و یادگیری را به یک جریان دو سویه تبدیل کند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این روش‌ها معلم بیشتر در نقش تسهیل‌کننده و ایجادکننده فرصت‌های مناسب برای یادگیری ظاهر شده و سازگاری بیشتری می‌تواند ایجاد کند (قره‌خانی و سلیمانی ۱۳۹۶).

در ادبیات پژوهش‌های مختلف، اظهار شده است که برنامه‌های واقعیت‌افزوده کمک‌های مهمی به فرآیند آموزش می‌کند. با این حال، تحقیقات در این مورد در مراحل اولیه است (مارتین وی دیگ ۲۰۱۱؛ وو وی دیگ ۲۰۱۳؛ نقل از کوچوک، یلماز و کوکتاس ۲۰۱۴). تحول در آموزش و یادگیری ناشی از فناوری مطمئناً فرصت‌های جالبی را برای طراحی محیط یادگیری واقعی، معتبر، جذاب و بسیار سرگرم‌کننده فراهم می‌کند (کرکلی و

کالیوگا ۲۰۰۹). به طور کلی، نظریه بارشناختی بر این مطلب تأکید دارد که وقتی در یک تکلیف یادگیری از ظرفیت حافظه فعال تجاوز می‌شود، یادگیری مختل می‌گردد (دی جونگ ۲۰۱۰). بنابراین، محیط‌های یادگیری می‌توانند بارشناختی را تحت تأثیر قرار دهند و آن را به روش‌های مختلف تغییر دهند و این تغییرات می‌توانند اثرات متفاوتی بر درک، تفکر و یادگیری و یادداری فرد داشته باشند (اشنوتز و همکاران ۲۰۰۹).

نظریه بار شناختی این استدلال را مطرح می‌کند که بسیاری از تکنیک‌های آموزشی سنتی، محدودیتهای ساختار شناختی انسان را به طور دقیق مد نظر قرار نداده‌اند، چون آنها به طور غیر ضروری حافظه فعال یادگیرنده را پر می‌کنند (اشنوتز، فریز و هورتز ۲۰۰۹). بنابراین در انتخاب روش‌های آموزش باید محدودیتهای حافظه فعال در نظر گرفته شود و بر ضرورت این مطلب تأکید گردد که تکنیک‌های آموزشی باید در راستای اصول عملی اصلی سیستم شناختی انسان طرح ریزی شوند (پاس و همکاران ۲۰۱۰؛ سولتر و همکاران ۲۰۱۱).

در درس زیست‌شناسی و خصوصاً بخش آناتومی به دلیل پیچیدگی موضوع و انتزاعی بودن محتوا و فقدان مدل دقیق سه بعدی و تعداد زیاد دانش‌آموزان و کمبود وقت در کلاس‌های آموزشی، استفاده از روش‌های مختلف نوآورانه و فناورانه از جمله یادگیری مستقل، مساله‌محور و یادگیری مبتنی بر کامپیوتر و تلفن همراه برای بهبود یادگیری و کارایی حافظه پیشنهاد می‌شود (مک کیون و همکاران ۲۰۰۳؛ آدامز و ویلسون ۲۰۱۱؛ جانسون و همکاران ۲۰۱۲). در این رابطه، استفاده از روش‌هایی که برای آموزش آناتومی امکان تجسم‌سازی را فراهم می‌کند، در طول زمان، ارزشی گسترده‌ای به دست آورده است. اهمیت تجسم‌سازی برای آموزش آناتومی باعث شده از شبیه‌سازی‌های تعاملی مدل‌های سه بعدی، انیمیشن‌ها

انتزاعی اشکال هندسی، ساختارهای شیمیایی، بسیار متمرکز است.

باسا و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی نشان دادند علی‌رغم اینکه از بزرگترین مزیت‌های واقعیت افزوده در آموزش و پرورش ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان است؛ اما کمتر تحقیقی تأثیر کاربرد واقعیت افزوده را مورد ارزیابی قرار داده است. این محققین ثابت نمودند که کاربرد واقعیت افزوده در حرفه آموزی می‌تواند زمینه رشد توجه، اهمیت، اعتماد به نفس و رضایت را در فراگیران ایجاد نماید. هینز، باتنر و راکر (۲۰۱۹) در پژوهشی به منظور آشناسازی کاربران با عملکرد سیستم‌های پیچیده صنعتی اتوماتیک از واقعیت افزوده بهره‌گیری نمودند؛ نتیجه تحقیق آنها نشان داد که کاربرد واقعیت افزوده زمینه درک بهتر و تجربه‌ی بهتر سیستم‌های خودکار را به همراه دارد. پاپادوپولو (۲۰۱۹) با به‌کارگیری واقعیت افزوده در آموزش پزشکی به این نتیجه دست یافت که استفاده از واقعیت مجازی در تدریس به عنوان یک راه حل ابتکاری موثر و مقرون به صرفه است و به دانشجویان این امکان را می‌دهد تا به درک مستقیم و معنادار اهداف و نتایج یادگیری دوره‌ها و مهارت‌های عملی دست یابند. العزازی و همکاران (۲۰۱۹) کاربرد فناوری واقعیت افزوده را روشی جدید به منظور ارائه مطالب به صورت سه بعدی عنوان نموده‌اند. هانگ و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی نشان دادند که کاربرد فناوری واقعیت افزوده منجر به افزایش همکاری میان دانش‌آموزان می‌گردد. هیو و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی اینگونه نتیجه‌گیری نمودند که ترکیب فناوری واقعیت افزوده در برنامه‌های درسی آموزش جراحی امری بسیار ضروری است، اما ابتدا باید یک بستر یکپارچه برای آموزش ایجاد شود.

تحقیقات انجام شده در ارتباط با واقعیت افزوده از یک طرف نشانگر آن است که کاربرد آن در نظام‌های آموزشی

کرکلی (۲۰۰۴). علاوه بر این، محققان دریافته‌اند که فناوری همیشه یک وعده بزرگ برای افزایش مشارکت دانش‌آموزان و سطح درک محتوای آموزشی داشته است (نینکارین و همکاران ۲۰۱۳، دی‌سیرو، ایبازیز و کلسو ۲۰۱۲).

برای ادغام فناوری واقعیت افزوده در زمینه‌های آموزش و بررسی اثر بخش بودن آن، نیاز به پژوهش‌های تجربی است. بر این اساس، برنامه‌های واقعیت افزوده باید در زمینه‌ها و سطوح مختلف تحصیلی بررسی گردد. علاوه بر این، بررسی متغیرهای مختلف و روابط بین این متغیرها که در آن فن‌آوری واقعیت افزوده در زمینه‌های مختلف آموزش ادغام شده است می‌تواند داده‌های مهمی را به محققان ارائه دهد (ونکاتس و همکاران ۲۰۱۳؛ نقل از کوچوک، یلماز و کوکتاس ۲۰۱۴).

در ارتباط با فناوری واقعیت افزوده تحقیقاتی چند انجام شده است که از جمله آنها می‌توان به تحقیقات ذیل اشاره نمود:

کوچوک، کاپاکین و گوگتاش (۲۰۱۶) در پژوهش خود نشان دادند که بهره‌گیری از برنامه‌های کاربردی واقعیت افزوده تلفن همراه در حالیکه دستاوردهای بالاتری را برای فراگیران به همراه داشته از بار شناختی آنها کاسته است. آچیر و آچیر (۲۰۱۷) در پژوهشی این‌گونه نتیجه‌گیری نمودند که واقعیت افزوده به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا خودشان کنترل یادگیری را بدست بگیرند. چن و همکاران (۲۰۱۷، مارو و همکاران ۲۰۱۷؛ توپوز و همکاران ۲۰۱۸) در تحقیقاتی نشان دادند که واقعیت افزوده برای یادگیری موثر پدیده‌هایی که در دنیای واقعی امکان دسترسی به آنها برای دانش‌آموزان مقدور نیست مانند ماشین‌های مکانیکی، نجوم یا پیکربندی فضایی اندام‌های انسان؛ یا بدون یک دستگاه تخصصی دیده نمی‌شوند و یا موضوعات

سؤالات پس آزمون، به منظور رفع نواقص و اشکالات احتمالی، سؤالات در اختیار سه نفر از متخصصان زیست شناسی (سرگروه استان و شهرستان در درس زیست شناسی و دو نفر از دبیران مجرب این رشته) قرار گرفت و پس از تصحیح اشکالات موجود، سؤالات آزمون به تأیید آنان رسید. و برای تعیین پایایی سؤالات، از روش پایایی درونی (آلفای کرونباخ) استفاده شد و ضریب پایایی آن ۰/۷۹ به دست آمد.

جهت اندازه گیری میزان بارشناختی از مقیاس درجه بندی ذهنی تک آیتی ۹ درجه ای از ۱ (تلاش ذهنی بسیار کم) تا ۹ (تلاش ذهنی بسیار زیاد) که به وسیله پاس و ون مرینبوئر (۱۹۹۳) استفاده شد. در مطالعه پاس و مرینبوئر (۱۹۹۴) میزان آلفای کرانباخ مقیاس اندازه گیری بار شناختی ۰/۸۲ گزارش شده است. در پژوهش زارع، سرمدی، فردانش، فیضی و محبوبی (۱۳۹۱) همسانی درونی مقیاس بار شناختی از طریق آلفای کرانباخ ۰/۸۶ و اعتبار بازبایی ۰/۸۶ گزارش شده است. در پژوهش (احدی و سلیمانی ۱۳۹۳) پایایی پرسشنامه از روش آلفای کرونباخ بالای ۰/۷۰ به دست آمده است. در پژوهش حاضر اعتبار این پرسشنامه با استفاده از آلفای کرونباخ ۰/۸۸ به دست آمد. به منظور تجزیه و تحلیل داده های پژوهش از شاخص های آمار توصیفی (فراوانی، میانگین، انحراف معیار) و جهت بررسی فرضیه ها از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره و اندازه گیری مکرر استفاده شد.

یافته ها

خلاصه نتایج توصیفی متغیرهای پژوهش در جدول شماره ۱ به تفکیک گروه گزارش شده است.

در مسیر تحقق اهداف قابل تامل است و از طرف دیگر فقر مطالعاتی را در ارتباط با نتایج کاربرد این فناوری در دوره های آموزشی قبل از دانشگاه را به تصویر می کشد. لذا در این پژوهش هر چند بسیار محدود سعی شد کاربرد واقعیت افزوده را در تحقق اهداف نظام آموزش رسمی قبل از دانشگاه را اثبات نماید.

بنابراین هدف پژوهش حاضر بررسی تاثیر واقعیت افزوده بر یادگیری، یادداری و بار شناختی دانش آموزان در بخش آناتومی (کلیه، دستگاه گوارش و قلب) در درس زیست شناسی دانش آموزان دختر پایه دهم متوسطه شهر اراک در سال تحصیلی ۹۸-۱۳۹۷ بود.

مواد و روش ها

روش پژوهش حاضر از نوع نیمه آزمایشی بوده است جامعه آماری پژوهش حاضر شامل کلیه دانش آموزان دختر پایه دهم متوسطه شهر اراک در سال تحصیلی ۹۸-۱۳۹۷ بود که از هر دو ناحیه آموزش و پرورش به تصادف دو مدرسه انتخاب شد و روش جایگزینی کلاس ها در گروه آزمایش و کنترل به صورت تصادفی بود. تعداد افراد دو کلاس مجموعاً ۵۷ نفر بودند که ۲۸ نفر در گروه آزمایش و ۲۷ نفر در گروه کنترل بودند. بر همین اساس، طرح پژوهش از نوع طرح پیش آزمون - پس آزمون با گروه کنترل بود. از دو آزمون جهت سنجش میزان یادگیری و یادداری آزمودنی ها استفاده شد. این آزمون ها محتوای ارائه شده در برنامه آموزشی را پوشش می داد. پس آزمون دوم (یادداری) شکل موازی نیز از نظر تعداد، مفاهیم و سطوح یادگیری با سؤالات پس آزمون اول (یادگیری) برای به حداقل رساندن اثر تمرین و انتقال از آزمون بلافاصله (یادگیری) به آزمون تأخیری (یادداری)، موازی بود که دو هفته بعد از آزمون یادگیری این آزمون گرفته شد. به منظور بررسی روایی و پایایی پس آزمون، پس از تهیه

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش

Table 1. Mean and standard deviation of research variables

متغیر	گروه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
بار شناختی	واقعیت افزوده	۲۸	۹,۶۱	۴,۱۵
	سنتی	۲۹	۲۴,۷۶	۵,۰۷
	کل	۵۷	۱۷,۳۲	۸,۱۹
یادگیری	واقعیت افزوده	۲۸	۱۸,۷۷	۱,۱۶
	سنتی	۲۹	۱۴,۸۳	۲,۵۲
	کل	۵۷	۱۶,۷۶	۲,۷۶
یاداری	واقعیت افزوده	۲۸	۱۷,۱۱	۲,۶۱
	سنتی	۲۹	۱۰,۹۳	۳,۴۸
	کل	۵۷	۱۳,۹۶	۴,۱۲

ضرایب رگرسیون است. لازم به ذکر است که آزمون همگنی ضرایب رگرسیون از طریق تعامل پیش‌آزمون متغیرهای بارشناختی و یادگیری و متغیر مستقل (روش آموزش) مورد بررسی قرار گرفت. تعامل متغیر مستقل با نمرات پیش‌آزمون متغیرها به ترتیب برابر با ($F=۰,۵۰$ و $P=۰,۸۹$) و ($F=۱,۱۲$ و $P=۰,۱۶$) است که هیچکدام، معنادار نبودند و نتایج بدست آمده حاکی از همگونی ضرایب رگرسیون می‌باشد. جهت بررسی مفروضه وجود رابطه بین متغیرهای پژوهش از آزمون بارتلت استفاده شد. نتایج نشان داد که همبستگی معناداری بین متغیرهای وابسته وجود دارد ($\text{Chi-Square}=۴۰,۰۰$ و $P=۰,۰۰۱$). با توجه به برقراری مفروضه‌های تحلیل کوواریانس چندمتغیری، امکان استفاده از این آزمون آماری وجود داشت.

آماره چندمتغیری مربوطه یعنی لامبدای ویلکز در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($\alpha=۰,۰۵$) معنی دار ($P=۰,۰۰۱$) و ($F=۹۸,۹۲$ و $\text{Wilks' lambda}=۰,۱۴$) می‌باشد. بدین ترتیب ترکیب خطی سه متغیر بارشناختی، یادگیری و یاداری پس از تعدیل تفاوت‌های سه متغیر همپراش از متغیر مستقل (روش آموزش) تاثیر پذیرفته است. بنابراین نتیجه گرفته می‌شود که تحلیل کوواریانس چندمتغیری به طور کلی معنادار است به عبارت دیگر نتایج تحلیل نشان می‌دهد که روش آموزش بر ترکیب خطی سه متغیر وابسته (بارشناختی، یادگیری و یاداری) موثر بوده است.

با توجه به اینکه پژوهش حاضر که از نوع پیش‌آزمون پس-آزمون با چند گروهی بود، برای تحلیل داده‌ها و به منظور کنترل اثر پیش‌آزمون از روش تحلیل کوواریانس چند متغیره استفاده شد. در این نوع تحلیل باید مفروضه‌های زیر رعایت گردد تا بتوان به نتایج بدست آمده اطمینان کرد. یکی از این مفروضه‌ها، بررسی همسانی ماتریسهای واریانس-کوواریانس می‌باشد که بدین منظور از آزمون باکس استفاده شده است. برای نمرات پس‌آزمون ($F=۱,۸۵$ و $P=۰,۰۸$) و ($\text{Box's M}=۱۲,۱۹$) محاسبه شد. میزان معناداری آزمون باکس از $۰,۰۵$ بیشتر است، لذا نتیجه گرفته می‌شود که ماتریس واریانس-کوواریانس‌ها همگن می‌باشند. در ادامه جهت بررسی مفروضه نرمال بودن داده‌ها از آزمون نرمال بودن چندمتغیره شاپیرو ویلک (Shapiro-Wilk test for Multivariate Normality) استفاده شد که مقدار بدست آمده ($P=۰,۴۲$ و $MvW=۱۱,۲۹$) نشان از نرمال بودن داده‌ها دارد. برای بررسی همگنی واریانس دو گروه در مرحله پس‌آزمون، از آزمون همگنی واریانس‌های لوین (Levene's Test for Equality of Variances) استفاده شد. آماره آزمون برای متغیر بارشناختی ($P=۰,۱۱$) و ($F=۲,۵۵$) و برای متغیر یادگیری ($P=۰,۰۸$ و $F=۴,۲۱$) و متغیر یاداری ($P=۰,۰۶$ و $F=۴,۵۴$) بود که نشان می‌دهد این مفروضه در مورد متغیر یادگیری نقض شده است. مفروضه مهم دیگر تحلیل کوواریانس چندمتغیری همگونی

منظور مقایسه میانگین نمرات پس آزمون زیرمقیاس‌های بارشناختی، یادگیری و یاداری بعد از کنترل اثر پیش‌آزمون در دو گروه از آزمون تجزیه و تحلیل کوواریانس تک متغیره استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

با توجه به اینکه آزمون چندمتغیری مذکور معنادار بوده و ترکیب خطی متغیر وابسته از متغیر مستقل (روش آموزش) اثر پذیرفته است، لذا بعد از آن به بررسی این موضوع پرداخته شده است که آیا هر کدام از متغیرهای وابسته به طور جداگانه از متغیر مستقل اثر پذیرفته است یا خیر؟ به

جدول ۲. نتایج تجزیه و تحلیل کوواریانس تک متغیره جهت مقایسه نمرات پس آزمون متغیرهای پژوهش

Table 2. Results of univariate analysis of covariance to compare post-test scores of research variables

زیرمقیاس‌ها	منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P	η^2	توان
بار شناختی	گروه	۱	۳۲۴۱,۱۷	۱۹۳,۸۸	۰,۰۰۱	۰,۷۸	۱,۰۰
	خطا	۵۳	۱۶,۱۷	-	-	-	-
یادگیری	گروه	۱	۲۱۷,۳۲	۶۲,۷۸	۰,۰۰۱	۰,۵۴	۱,۰۰
	خطا	۵۳	۳,۴۶	-	-	-	-
یادداری	گروه	۱	۵۳۴,۱۴	۷۷,۳۷	۰,۰۰۱	۰,۵۹	۱,۰۰
	خطا	۵۳	۶,۹۰	-	-	-	-

از حذف اثر پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($\eta^2 = ۰,۵۹$). به عبارتی می‌توان گفت که بین دو روش واقعیت افزوده و روش سنتی، به طور معناداری در هر سه متغیر بارشناختی، یادگیری و یادداری در مرحله پس آزمون تفاوت وجود دارد.

چنانچه از جدول ۲ مشاهده می‌شود بین میانگین نمرات پس‌آزمون بارشناختی بعد از حذف اثر پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($\eta^2 = ۰,۷۸$ ، $P = ۰,۰۰۱$ و $F = ۱۹۳,۸۸$). نمرات پس‌آزمون یادگیری بعد از حذف اثر پیش-آزمون تفاوت معنی‌دار دارد ($\eta^2 = ۰,۵۴$ ، $P = ۰,۰۰۱$ و $F = ۶۲,۷۸$). همچنین بین نمرات پس‌آزمون یادداری بعد

جدول ۳. آزمون بنفرونی برای مقایسه ی میانگین های متغیرهای وابسته در دو گروه سنتی و ارزش افزوده

Table 3. Bonferroni's test to compare the means of dependent variables in the traditional and value-added groups

فاصله اطمینان		p	خطای استاندارد	تفاوت میانگین	متغیر وابسته
حد بالا	حد پایین				
-۱۲,۴۹	-۱۷,۷۱	۰,۰۰۱	۰,۹۷	-۱۵,۱۰	بارشناختی
۵,۲۰	۲,۶۷	۰,۰۰۱	۰,۴۷	۳,۹۰	یادگیری
۷,۸۴	۴,۴۵	۰,۰۰۱	۰,۶۳	۶,۱۵	یادداری

جهت استفاده از این آزمون رعایت مفروضه همگنی واریانس‌های بین همه ترکیب‌های مربوط به گروه‌ها، الزامی است که جهت بررسی آن از آزمون کرویت موچلی استفاده شد. نتایج آزمون نشان داد مفروضه یکسانی کواریانس بین مشاهدات معنی‌دار ($\text{Chi-Square} = ۱۹,۲۲$ ، $P = ۰,۰۰۱$ و $W = ۰,۷۰$). می‌باشد و در نتیجه این مفروضه نقص می‌شود. لذا با توجه به نقص مفروضه یکسانی کواریانس‌ها، جهت اصلاح آن در آزمون معنی‌داری اثرات درون آزمودنی

نتایج جدول شماره ۳ نشان می‌دهد که بین روش آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده و روش آموزش سنتی در هر سه متغیر بار شناختی، یادگیری و یادداری در سطح اطمینان ۰,۹۵ تفاوت معنی‌داری ($P < ۰,۰۵$) وجود دارد.

در ادامه با توجه به اینکه متغیر یادداری به عنوان آزمون موازی با آزمون یادگیری ایجاد شده است و نیز نمرات آن دو هفته بعد از آن اندازه‌گیری شده است، از آزمون اندازه‌گیری مکرر جهت مقایسه سه مرحله اندازه‌گیری، استفاده شد.

اینکه نتایج آزمون تحلیل اندازه‌گیری مکرر معنادار بود، در ادامه با استفاده از آزمون تعقیبی تصحیح بنفرونی به بررسی تفاوت زوجی بین مراحل پرداخته شد. نتایج مقایسه زوجی بین مراحل در جدول ۴ ارائه شده است.

از شاخص اپسیلون گرین هاوس گیزر استفاده شد. نتایج آزمون اندازه‌گیری مکرر نشان داد که بین مراحل مختلف اندازه‌گیری تفاوت معنی‌داری ($\eta^2 = 0.84$ ، $P = 0.001$) و $F = 313.96$) در سطح خطای ۰,۰۵ وجود دارد. با توجه به

جدول ۴. نتایج آزمون بنفرونی برای مقایسه‌ی میانگین مراحل اندازه‌گیری

Table 4. Bonferroni's test results to compare the mean of the measurement steps

فاصله اطمینان (۰,۹۵)		P	خطای استاندارد	تفاوت میانگین	متغیر ۲	متغیر ۱
حد بالا	حد پایین					
-۹,۸۵	-۱۱,۸۳	۰,۰۰۱	۰,۴۰	-۱۰,۸۴	پس آزمون یادگیری	پیش آزمون یادگیری
-۶,۶۶	-۹,۱۴	۰,۰۰۱	۰,۵۵	-۸,۰۴	یادداری	پیش آزمون یادگیری
۳,۷۰	۱,۸۹	۰,۰۰۱	۰,۳۶	۲,۷۸	یادداری	پس آزمون یادگیری

در فراگیران نسبت به روش سنتی و رشد رضایت در فراگیران (آکوساتا و همکاران ۲۰۱۹) و ایجاد درک مستقیم و معنادار (پاپادوپولو ۲۰۱۹) زمینه‌ی بهبود یادگیری را امکان پذیر می‌سازد.

با توجه به آنچه گفته شد و با توجه به اینکه نمایش سه بعدی دستگاه‌های بدن مثل دستگاه گوارش، قلب و کلیه حوزه دید فراگیران را افزایش می‌دهد؛ می‌توان گفت که به کارگیری فناوری واقعیت افزوده می‌تواند زمینه شناخت بهتر این اندام را فراهم سازد که در این زمینه می‌توان به نتیجه تحقیق چن و همکاران (۲۰۱۷) استناد نمود.

همچنین یافته‌های این پژوهش نشان داد که استفاده از روش واقعیت افزوده در درس زیست شناسی بر میزان یادداری تاثیر مثبتی دارد. به این معنا که گروه آزمایش فراموشی کمتری نسبت به گروه کنترل داشتند. این یافته تحقیق با نتیجه تحقیق کوچوک، کاپاکین و گوگتاش (۲۰۱۶) همخوانی دارد. آنچه که در ارتباط با این نتیجه به نظر می‌رسد، این است که آموزش علوم تجربی از طریق برنامه‌های واقعیت افزوده منجر به ارائه عینی تر مفاهیم و فرایندها به یادگیرنده و افزایش توجه آنها به موضوع یادگیری می‌شود (آکوساتا و همکاران ۲۰۱۹). لذا دانش آموزان بسیار راحت تر روابط بین پدیده‌ها را درک نموده و در نتیجه یادگیری بادوام تری حاصل خواهد شد و

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که بین مرحله پیش‌آزمون یادگیری با مرحله پس‌آزمون یادگیری تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همچنین مقایسه پس‌آزمون یادگیری و آزمون یادداری به عنوان آزمون پیگیری نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در سطح خطای ۰,۰۵ وجود دارد.

بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر واقعیت افزوده بر یادگیری، یادداری و بار شناختی دانش آموزان در درس زیست شناسی پایه دهم متوسطه (در مباحث مربوط به آناتومی بدن) انجام شد. نتایج آزمون فرضیه‌ها نشان داد بین میزان یادگیری دانش آموزانی که با روش واقعیت افزوده و سنتی آموزش دیده بودند، تفاوت معناداری وجود دارد و یادگیری دانش آموزان گروه واقعیت افزوده بیش از یادگیری گروه سنتی بود. نتیجه بدست آمده با پژوهش‌های آلبرت و همکاران ۲۰۱۳، ویلکانین ۲۰۰۹، تانگ و اوو ۲۰۱۲، کوچوک، کاپاکین و گوگتاش ۲۰۱۶، چن و همکاران ۲۰۱۱، کسیم و اوزارسلان ۲۰۱۲، ووجسیکوسکی و سلاری، ۲۰۱۳، وو و همکاران ۲۰۱۳، پاپادوپولو ۲۰۱۹ هم‌هنگام است که نشان می‌دهند به کارگیری فناوری واقعیت افزوده در تدریس تاثیر مثبتی بر یادگیری فراگیران دارد. در تبیین این نتیجه می‌توان گفت که کاربرد فناوری واقعیت افزوده با ایجاد انگیزه بالای یادگیری و ایجاد اعتماد به نفس بالاتر

است؛ این محققین در پژوهش خود نشان دادند که یادگیری از طریق واقعیت افزوده تلفن همراه و یادگیری براساس کتاب درسی هر دو منجر به بهبود شناختی دانش در دانشجویان شده است، اما در گروه واقعیت افزوده مبتنی بر تلفن همراه به طور قابل توجهی این بهبود شناختی بالاتر بوده است. همچنین در مقایسه با مطالب کتاب درسی، گروه واقعیت افزوده تلفن همراه خستگی کمتری داشته اند. در پژوهش ویلکانین (۲۰۰۹) با عنوان تأثیر تکنولوژی واقعیت افزوده بر دانش دانش آموزان در مورد دستگاه گوارش بدن، یافته ها نشان داد که عملکرد گروه آزمایش به طور قابل توجهی در هنگام تکمیل برخی از وظایف و تکالیف بهبود یافته است.

بنابر یافته های پژوهش های انجام شده و یافته های حاصل از پژوهش حاضر می توان گفت که استفاده از برنامه های کاربردی واقعیت افزوده تلفن همراه در آموزش آناتومی به ایجاد یک محیط یادگیری موثر و سازنده کمک می کند و بار شناختی کاربران را کاهش می دهد، زیرا اطلاعات انتزاعی در کتاب های چاپ شده از طریق مواد چند رسانه ای و قابل تعامل با ایجاد تجربه حسی در برنامه های کاربردی واقعیت افزوده تلفن همراه یادگرفته می شود، در نتیجه رویکرد یادگیری واقعیت افزوده تلفن همراه به دانش آموزان کمک می کند که با تلاش های شناختی کمتر، یادگیری بیشتری و پایداری داشته باشند (کوچوک، کاپاکین و گوگتاش ۲۰۱۶).

نتیجه گیری

در مجموع با نگاهی به نتایج پژوهش می توان نتیجه گرفت واقعیت افزوده مزیت قابل توجهی از همپوشانی یک دنیای واقعی با اطلاعات مجازی در زمان واقعی ارائه می دهد (چنگ و تسای ۲۰۱۳، مدیاس و آنداجار ۲۰۱۲) و می تواند آگاهی از زمینه های دنیای واقعی را تقویت کرده و مفاهیم و مهارت های خاص کاربر را با استفاده از تجربیات خود در محیط های یادگیری همه جانبه تقویت کند

موجب تثبیت یادگیری و افزایش میزان ماندگاری مفاهیم آموخته شده می گردد. همچنین واقعیت افزوده این امکان را فراهم می آورد که یادگیرندگان به تجزیه و تحلیل اشیاء از دیدگاه های مختلف و یادگیری از طریق تجربه به پردازند. به این ترتیب، یک یادگیری دائمی تر و مؤثرتر با دانش آموزان فعال تر رخ می دهد.

نتایج دیگر پژوهش نشان داد که استفاده از روش واقعیت افزوده در درس زیست شناسی منجر به کاهش بار شناختی در دانش آموزان گروه آزمایش گردیده که این بدین معنا است که به گروه آزمایش بار شناختی کمتری نسبت به گروه کنترل تحمیل شده است. محیط های یادگیری واقعیت افزوده از پتانسیل زیادی برای کاهش بار شناختی افراد و فراهم آوردن یک فرایند یادگیری مؤثر برخوردار هستند (ندیم ۲۰۱۳؛ کلاتسکی و همکاران ۲۰۰۸؛ پلاس، مورنو و برانکن ۲۰۱۰). یافته های این پژوهش با یافته تحقیق کوچوک، کاپاکین و گوگتاش (۲۰۱۶) که در پژوهش خود نشان دادند که بهره گیری از برنامه های کاربردی واقعیت افزوده تلفن همراه علاوه بر اینکه دستاوردهای بالاتری را برای فراگیران به همراه داشته از بار شناختی آنها کاسته است و همچنین با نتایج تحقیق کوچوک، یلماز و کوکتاس (۲۰۱۴) مبنی بر اینکه به کارگیری واقعیت افزوده منجر به افزایش رضایت بیشتر فراگیران و کاهش بار شناختی آنها است؛ همخوانی دارد. از دیگر تحقیقات همخوان با این نتیجه می توان به تحقیق کریاکووا، آنجلووا و یوردانووا (۲۰۱۸) اشاره داشت. این محققین در نتایج تحقیق خود اینگونه ادعان داشته اند که در محیط های یادگیری مبتنی بر واقعیت افزوده کاهش قابل توجهی در بارهای شناختی یادگیرندگان وجود دارد و با به حداقل رسیدن بار شناختی به طور کلی نتایج بهتر یادگیری حادث می گردد.

از دیگر پژوهش هایی که می توان در این ارتباط مورد توجه قرار داد. پژوهش انجام شده توسط آلبرت و همکاران (۲۰۱۳)

Akçayır, M. and Akçayır, G., 2017. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, pp.1-11.

Adams, C. M., & Wilson, T. D 2011, Virtual cerebral ventricular system: An MR-based three-dimensional computer model. *Anatomical sciences education*, vol. 4, No. 6, Pp. 340-347.

Ahadi, F., Soleimani, M 2014, Comparison of the Effect of Two Sample and Partially Solved Sample Teaching Methods on Cognitive Burden of Students in Specialized Medical Language Courses. *Iranian Journal of Medical Education*, vol.14 ., No.4, Pp. 302-291 . [in Persian]

Al-Azawi, R., Albadi, A., Moghaddas, R. and Westlake, J., 2019, April. Exploring the Potential of Using Augmented Reality and Virtual Reality for STEM Education. In *International Workshop on Learning Technology for Education in Cloud* (pp. 36-44). Springer, Cham.

Albrecht, U. V., Folta-Schoofs, K., Behrends, M., & Von Jan, U 2013, Effects of mobile augmented reality learning compared to textbook learning on medical students: randomized controlled pilot study. *Journal of medical Internet research*, vol. 15., No. 8.

Azuma, R.T., 1997. A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, vol. 6., No. 4, Pp.355-385.

Benbelkacem, S., Zenati-Henda, N., Zerarga, F., et all 2011, Augmented

(دانلیوی و همکاران ۲۰۰۹). علاوه بر این ، واقعیت افزوده امکان تعامل کاربر در موقعیت های دنیای واقعی برای تسهیل در ایجاد بازنمودهای تجسم یافته از یادگیری مفاهیم و درگیر شدن در محتوای یادگیری مجازی با استفاده از امکان دستکاری و تعامل با محیط یادگیری انگیزه یادگیری دانش آموزان را ارتقا می بخشد و زمینه های یادگیری همه جانبه و فهم دانش را افزایش می دهد(بوجاک و همکاران ۲۰۱۳؛ وی و همکاران ۲۰۱۵).

از آنجایی که واقعیت افزوده پلی است بین دنیای واقعی و مجازی و رفع موانع بین آنها و با داشتن پتانسیل های بالا و مزیت های گوناگون برای اضافه شدن به محیط های آموزشی و کمک به یادگیری موضوعاتی، که دانش آموزان نمی توانند برای اولین بار از دنیای واقعی تجربه کنند و با وجود مشکلات عدیده در نظام آموزشی از جمله کمبود وقت، تعداد زیاد دانش آموزان و غیره می توان از این فناوری نوپا در راستای بهبود دستیابی به اهداف یادگیری استفاده نمود. لازم به ذکر است این امر جز با تمایل و توانایی مربیان برای ادامه یادگیری و نوآوری در تولید فضای یادگیری متناسب با نیازهای نسل فعلی دانش آموزان، نسلی با دانش و علاقه فراوان به فناوری های تلفن همراه، میسر نخواهد بود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از کلیه دانش آموزان و معلمان دلسوز که ما را در انجام این پژوهش یاری رساندند، صمیمانه سپاسگزاری می نمایند.

References

Acosta, J.L.B., Navarro, S.M.B., Gesa, R.F. and Kinshuk, K., 2019. Framework for designing motivational augmented reality applications in vocational education and training. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(3).

- learning experiences in a virtual world. *British Journal of Educational Technology*, vol. 41., No. 1, Pp. 69-85.
- Dede, C 2009, Immersive interfaces for engagement and learning. *science*, vol. 323.,No.5910, Pp. 66-69.
- Deveci Topal A, Ocak MA 2014, The effect of the anatomy course prepared in the blended learning environment on students' academic achievement. *Educ Tech Theor Pract* ,No.4 . Pp. 48-62.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D 2013, Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, No. 68, Pp. 586-596.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R 2009, Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Science Education and Technology*, vol.18., No. 1, Pp 7-22.
- Farajollahi, M., Zarif Sanaei, N 2009, ICT based education in higher education. *Quarterly Journal of Education Strategies in Medical Sciences*, vol.2 ., No. 4, Pp.171-167. [in Persian]
- Foroughi Nia, H., Seyyed Mimzapour S.Y 2014, Globalization and the Challenges of the Education System in the Light of New Information Technologies, *Cultural Engineering*, vol. 8., No. 80, Pp. 157-139. [in Persian]
- Ganguly, P. K 2010, Teaching and Learning of Anatomy in the 21st Century: Direction and the Strategies. *The Open Medical Education Journal*, vol. 3., No. 1.
- Gharakhani, H., Soleimani, M., Soleimani, A 2018, Identifying Factors reality platform for collaborative E-maintenance systems. In *Augmented reality-some emerging application areas*. IntechOpen.
- Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., et all 2013, A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education*, No.68, Pp. 536-544.
- Calleia, A. M., & Howard, S. J 2014, Assessing what students know: Effects of assessment type on spelling performance and relations to working memory. *Student Engagement Education Matters*, No.4, Pp. 14-24.
- Chao, P. Y., & Chen, G. D. (2009). Augmenting paper-based learning with mobile phones. *Interacting with Computers*, No.21, Pp. 173-185.
- Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R 2017, A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. In *Innovations in smart learning* ,Pp. 13-18. Springer, Singapore.
- Chen, Y. C., Chi, H. L., Hung, W. H., et all 2011, Use of tangible and augmented reality models in engineering graphics courses. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, vol. 137., No. 4, Pp. 267-276.
- Cheng, K. H., & Tsai, C. C 2013, Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Science Education and Technology*, vol. 22., No.4, Pp. 449-462.
- De Freitas, S., Rebolledo-Mendez, G., Liarokapis, F., et all 2010, Learning as immersive experiences: Using the four-dimensional framework for designing and evaluating immersive

- smartphone collaborative learning context. *Computers & Education*, vol.59., No. 2, Pp. 250-259.
- Jamali, S. S., Shiratuddin, M. F., & Wong, K. W 2015, Educational tools: A review of interfaces of mobile-augmented reality (mAR) applications. In *Innovations and advances in computing, informatics, systems sciences, networking and engineering* (Pp. 569-573). Springer, Cham.
- Johnson, E. O., Charchanti, A. V., & Troupis, T. G 2012, Modernization of an anatomy class: From conceptualization to implementation. A case for integrated multimodal-multidisciplinary teaching. *Anatomical sciences education*, vol.5 ., No. 6, Pp.354-366.
- Kalyuga, S 2009, *Managing cognitive load in adaptive multimedia learning* (Pp. 198-216). Hershey, NY: Information Science Reference.
- Kesim, M., & Ozarslan, Y 2012 , Augmented reality in education: current technologies and the potential for education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, No.47, Pp. 297-302.
- Kirkley, B. S. E., & Kirkley, J. R 2004, Creating Next Generation Blended Learning Environments Using Mixed Reality , Video Games and Simulations, *TechTrends* ,vol.49 ., No. 3, Pp. 42-53.
- Kirner, T. G., Reis, F. M. V., & Kirner, C 2012, June, Development of an interactive book with augmented reality for teaching and learning geometric shapes. In *7th Iberian Conference on Influencing the Use of Active Teaching Methods by Physical Education Teachers of Ilam Province, Research in Sport Management and Motor Behavior (Motor Sciences and Sport)*, vol.11., No.22, Pp.176-169. [in Persian]
- Garzon, J. and Acevedo, J., 2019. A Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning effectiveness. *Educational Research Review*.
- Hajiannia, S., Ahmadi, Gh., and Exiles, S. A 2006, The Impact of a Biology Film Book on Academic Achievement in High School Students. *Curriculum Research*, vol. 1., No. 12, Pp.27-40.
- Heinz, M., Büttner, S. and Röcker, C., 2019, June. Exploring training modes for industrial augmented reality learning. In *Proceedings of the 12th ACM International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments* (pp. 398-401). ACM.
- Hua, J., Holton, K., Miller, A., Ibikunle, I. and Pico, C.C., 2019. Augmented Reality and Its Role in Abdominal Laparoscopic Surgical.
- Huang, K.T., Ball, C., Francis, J., Ratan, R., Boumis, J. and Fordham, J., 2019. Augmented Versus Virtual Reality in Education: An Exploratory Study Examining Science Knowledge Retention When Using Augmented Reality/Virtual Reality Mobile Applications. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(2), pp.105-110.
- Huang, H.-W., Wu, C.-W., & Chen, N.-S 2012, The effectiveness of using procedural scaffoldings in a paper-plus-

- and the shortage of qualified educators. *Academic Medicine*, vol.80., No. 4, Pp. 349-351.
- McKeown, P. P., Heylings, D. J. A., Stevenson, M., et al 2003, The impact of curricular change on medical students' knowledge of anatomy. *Medical Education*, vol.37., No. 11, Pp. 954-961.
- Mejías Borrero, A., & Andújar Márquez, J. M 2012, A pilot study of the effectiveness of augmented reality to enhance the use of remote labs in electrical engineering education. *Science Education and Technology*, vol.21., No. 5, Pp. 540-557.
- Mekni, M., & Lemieux, A 2014, Augmented reality: Applications, challenges and future trends. *Applied Computational Science*, Pp. 205-214.
- Moro, C., Štromberga, Z., Raikos, A. and Stirling, A. 2017. The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anatomical sciences education*, 10(6), pp.549-559.
- Nedim, S 2013, *The effect of augmented reality treatment on learning, cognitive load, and spatial visualization abilities*. Unpublished doctoral dissertation, University of Kentucky, Lexington, USA.
- Nincarean, D., Alia, M. B., Halim, N. D. A., & Rahman, M. H. A 2013, Mobile augmented reality: The potential for education. *Procedia-social and behavioral sciences*, No.103, Pp. 657-664.
- Paas, F. G., Van Merriënboer, J. J., & Adam, J. J 1994, Measurement of cognitive load in instructional research. *Information Systems and Technologies (CISTI 2012)* (Pp. 1-6). IEEE.
- Kiryakova, G., Angelova, N. and Yordanova, L., 2018. The potential of augmented reality to transform education into smart education. *TEM Journal*, 7(3), p.556.
- Klatzky, R. L., Wu, B., Shelton, D., & Stetten, G 2008, Effectiveness of augmented-reality visualization versus cognitive mediation for learning actions in near space. *ACM Transactions on Applied Perception (TAP)*, vol. 5., No. 1, Pp. 1-23.
- Küçük, S., Kapakin, S., & Göktaş, Y 2016, Learning anatomy via mobile augmented reality: effects on achievement and cognitive load. *Anatomical sciences education*, vol.9.,No. 5, Pp. 411-421.
- Küçük, S., Yılmaz, R. M., & Göktaş, Y 2014, Augmented reality for learning English: Achievement, attitude and cognitive load levels of students. *Education & Science/Egitim ve Bilim*, vol.39., No. 176, Pp. 383-392.
- Lee By Kangdon 2012, Augmented Reality in Education and Training [Journal]. - colorado : techrends, Vol. 2., No. 56.
- Liu, C.-hong 2010, The comparison of learning effectiveness between traditional face-to-face learning and e-learning among goal-oriented users. 6th International Conference on Digital Content, Multimedia Technology and its Applications (IDC), Pp. 255,260.
- McCuskey, R. S., Carmichael, S. W., & Kirch, D. G 2005, The importance of anatomy in health professions education

- Techniques*, Tehran, University of Humanities Textbooks (Samt). [in Persian]
- Sweller, J 2011, Cognitive load theory. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 55, Pp. 37-76). Academic Press.
- Sweller, J., van Merriënboer, J., & Paas, F 1998, Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, vol. 10., No. 3 , Pp. 251-296.
<https://doi.org/10.1023/A:1022193728205>.
- Tarng, W., & Ou, K. L 2012, March, A study of campus butterfly ecology learning system based on augmented reality and mobile learning. In *2012 IEEE Seventh International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education* (Pp. 62-66). IEEE.
- Topuz, Y., N/A Correction:(O-74) 2018, Virtual reality technology in anatomy education. *Anatomy*, 12(3), pp.158-158.
- Van Krevelen, D. en R. Poelman 2010, 'A survey of augmented reality technologies, applications and limitations.'. *International Journal of Virtual Reality*, vol.9 .,No. 2 , Pp. 1.
- Van Krevelen, D., & Poelman, R 2007, Augmented reality: Technologies, applications, and limitations. *Vrije Univ. Amsterdam, Dep. Comput. Sci.*
- Veysi Kahareh, S., Khodakhabi, R., Farhadi, M 2015, The Impact of Inductive Thinking Biology Education on Biology Lessons in Secondary School Students. *Curriculum Research*, vol.11 .,No. 1 , Pp. 99-109. [in Persian]
- Perceptual and motor skills*, vol. 79., No. 1, Pp. 419-430.
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J 2003, Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, No.38, Pp. 1-4.
- Paas, F., van Gog, T., & Sweller, J 2010, Cognitive load theory: New conceptualizations, specifications, and integrated research perspectives. *Educational Psychology Review*, vol.22., No. 2 , Pp. 115-121.
- Papadopoulou, P., Chui, K.T., Daniela, L. and Lytras, M.D., 2019. Virtual and Augmented Reality in Medical Education and Training: Innovative Ways for Transforming Medical Education in the 21st Century. In *Cognitive Computing in Technology-Enhanced Learning* (pp. 109-150). IGI Global.
- Plass, J. L., Moreno, R., & Brünken, R 2010, *Cognitive load theory*. New York: Cambridge University Press.
- Radu, I., 2014. Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), pp.1533-1543.
- Schnotz, W., & Kürschner, C 2007, A reconsideration of cognitive load theory. *Educational Psychology Review*, vol.19., No. 4 , Pp. 469-508.
- Schnotz, W., Fries, S., & Horz, H 2009, Motivational aspects of cognitive load theory. *Contemporary motivation research: From global to local perspectives*, Pp. 69-96.
- Shabani, H 2012, *Educational Skills - Volume One: Teaching Methods and*

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., et al 2013, Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education, *Computers and Education*, No.62, Pp 41-49.

Yuen, S. C. Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E 2011, Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, vol. 4. No. 1, P 11.

Zare, H., Sarmadi, M. R., Fardanesh, H., et al 2012, The Effectiveness of Observing Educational Design Principles (14 Principles of Multimedia by Van Merenborough and Custer) on Learning and Retention in Multimedia Learning Environments. *Management and Planning in Educational Systems*. No. 8, Pp. 9-27. [in Persian]

Vilkoniene, M 2009, Influence of Augmented Reality Technology upon Pupils' Knowledge about Human Digestive System: The Results of the Experiment. *Online Submission*, vol. 6 ., No. 1 , Pp. 36-43.

Wang, X., Kim, M. J., Love, P. E. D., et al 2013, Augmented Reality in built environment: Classification and implications for future research. *Automation in Construction*, No.32, Pp. 1-13.

Wei, X., Weng, D., Liu, Y., et al Y 2015, Teaching based on augmented reality for a technical creative design course. *Computers & Education*, No.81, Pp. 221–234.

Wojciechowski, R., & Cellary, W 2013 Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers and Education*, No.68, Pp. 570-585.

مجله‌ی توسعه‌ی آموزش جندی‌شاپور
فصلنامه‌ی مرکز مطالعات و توسعه‌ی آموزش علوم پزشکی
سال یازدهم، ویژه‌نامه ۹۹

تأثیر آموزش به روش واقعیت افزوده بر یادگیری، یادداری و بار شناختی در درس زیست شناسی

فرزانه غریبی: دانشجوی دکتری برنامه ریزی درسی، گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

فائزه ناطقی*: عضو هیات علمی، گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.
سعید موسوی پور: عضو هیات علمی، گروه علوم تربیتی و روانشناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اراک، اراک، ایران.
محمد سیفی: عضو هیات علمی، گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

چکیده: روش‌های نوین تدریس مبتنی بر فناوری‌های جدید مانند واقعیت افزوده در پی ارائه فرصتهایی جهت انتقال اطلاعات، بهبود یادگیری و کاهش مشکلات یادگیری می‌باشد. هدف پژوهش حاضر تعیین تأثیر آموزش به روش واقعیت افزوده بر یادگیری، یادداری و بار شناختی در درس زیست شناسی بود. روش پژوهش نیمه آزمایشی و با استفاده از طرح پیش‌آزمونی پس‌آزمونی باگروه کنترل بود. جامعه آماری شامل کلیه دانش‌آموزان دختر پایه دهم شهر اراک بود که بر اساس شرایط و امکانات اجرایی، از ناحیه یک و دو آموزش و پرورش شهر اراک دو مدرسه به تصادف انتخاب و روش جایگزینی کلاس‌ها در گروه آزمایش و کنترل به صورت تصادفی بود. برای اندازه‌گیری میزان یادگیری و یادداری از آزمون پیشرفت تحصیلی محقق ساخته و جهت اندازه‌گیری میزان بارشناختی از مقیاس درجه بندی پاس و ون مرینبوئر استفاده شد. داده‌ها با استفاده از تحلیل کوواریانس و اندازه‌گیری مکرر تجزیه و تحلیل شد. یافته‌ها نشان داد یادگیری و یادداری گروه واقعیت افزوده به صورت معناداری بیشتر از گروهی بود که به روش سنتی آموزش دیده بودند. دیگر یافته‌ها حاکی از کاهش چشمگیر بارشناختی گروه واقعیت افزوده نسبت به گروه کنترل بود. با توجه به یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که استفاده درست از واقعیت افزوده در محیط یادگیری به کاربران اجازه می‌دهد یادگیری اثربخش و فراموشی کمتری داشته باشند. بنابراین توصیه می‌شود از پتانسیل‌های این فناوری در آموزش دروس مختلف استفاده شود.

واژگان کلیدی: واقعیت افزوده، یادگیری، یادداری، بار شناختی، زیست شناسی.

***نویسنده‌ی مسؤؤل:** عضو هیات علمی، گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

Email: f-nateghi@iau-araku.ac.ir