Technology and Scholarship in Education
Vol. 2, No. 3, Springer 2022 (43-54)

فصلنامه فناوری و دانش‌پژوهی در تعلیم و تربیت
دوره ۲، شماره ۳، بهار ۱۴۰۱، صفحه ۵۴-۴۳

مقایسه اثربخشی آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده، واقعیت مجازی، مولاژ و آموزش سنتی بر میزان بارشناختی دانش‌آموزان در درس زیست‌شناسی

فرزانه غریبی*[۱]، فائزه ناطقی[۲]، سعید موسوی پور[۳]، محمد سیفی[۴]
۱. دکتری برنامه‌ریزی درسی، گروه علوم‌تربیتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه اراک، اراک، ایران
۲. دانشیار، گروه علوم‌تربیتی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
۳. دانشیار، گروه روانشناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه اراک، اراک، ایران
۴. استادیار، گروه علوم‌تربیتی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
دریافت: ۲۴ اردیبهشت ۱۴۰۱ پذیرش: ۳۰ مرداد ۱۴۰۱

Comparing the Effectiveness of Augmented Reality, Virtual Reality and Traditional Education on Students' Cognitive Load in Biology

Farzaneh Gharibi*[1], Faezeh Nateghi[2], Saeed Moosavipour[3], Mohammad Seifi[4]
1. PhD in Curriculum Planning, Department of Educational Sciences, Faculty of Humanities, Arak University, Arak, Iran
2.Assistant Professor, Department of Educational Sciences, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran
3.Associate Professor, Faculty of Humanities, Department of Educational Sciences and Psychology, Arak University, Arak, Iran
4.Assistant Professor, Department of Educational Sciences, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran
Received: 14 May 2022 Accepted: 21 August 2022

Original Article **مقاله پژوهشی**

Abstract
The aim of the present study was to compare the effectiveness of augmented reality, virtual reality, mollage and traditional education on cognitive load in the biology lesson of 10th grade female students in Arak city. The method of the current research was semi-experimental using the pre-test-post-test method with a control group. The statistical population was all 10th grade female students of secondary school in Arak city, 113 of them (in the form of four classrooms) were selected as a statistical sample by random cluster sampling method and finally the replacement of the classes in the experimental and control groups It happened randomly. To measure the level of cognitive load, Pass and Van Merenbauer rating scale was used. The data were analyzed using descriptive statistics (mean and standard deviation) and inferential statistics (one-way analysis of covariance and for pairwise comparison of groups using Benferroni correction) and spss software version 23. The findings of the research showed that there was a significant difference between the cognitive load of the students who were trained with augmented reality, virtual reality, mollage and traditional methods, and among these methods, augmented reality had the greatest effect in reducing cognitive load, and the teaching method had the least effect had a tradition In other words, using the method of augmented reality, virtual reality and mollage in line with each other, and finally, traditional education, respectively, introduced the least amount of load when entering information into active memory in students. According to the results, teachers should be given the necessary training to use such technologies and use augmented reality and virtual reality in their teaching methodology, while not paying attention to other available facilities, such as mollages, which if used correctly Such facilities, sometimes on par with technologies, can be used to reduce cognitive load.

Keywords
Augmented Reality; Virtual Reality and Mollage; Cognitive Load; Biology.

چکیده
هدف پژوهش حاضر مقایسه اثربخشی آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده، واقعیت مجازی، مولاژ و آموزش سنتی بر میزان بارشناختی در درس زیست‌شناسی دانش‌آموزان دختر پایه دهم شهر اراک بود. روش پژوهش حاضر نیمه آزمایشی با استفاده از روش پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری کلیه دانش‌آموزان دختر پایه دهم متوسطه شهر اراک بود که تعداد ۱۱۳ نفر از آنان (در قالب چهار کلاس درس) به‌عنوان نمونه آماری به روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای انتخاب گردیدند و در نهایت جایگزینی کلاس‌ها در گروه‌های آزمایش و کنترل به‌صورت تصادفی صورت پذیرفت. برای اندازه‌گیری میزان بارشناختی از مقیاس درجه‌بندی پاس و ون مرینبوئر استفاده شد. داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) و آمار استنباطی (تحلیل کوواریانس یک راهه و نیز جهت مقایسه زوجی گروه‌ها از تصحیح بنفرونی) و نرم‌افزار spss نسخه ۲۳ تجزیه و تحلیل شد. یافته‌های پژوهش نشان داد بین بارشناختی دانش‌آموزانی که با روش واقعیت افزوده، واقعیت مجازی، مولاژ و سنتی آموزش‌دیده بودند، تفاوت معناداری وجود داشت و از میان این روش‌ها بیشترین تأثیر در کاهش بار شناختی را واقعیت افزوده و کمترین اثر را روش تدریس سنتی داشت. به‌عبارتی دیگر استفاده از روش واقعیت افزوده، واقعیت مجازی و مولاژ در راستای هم و در نهایت آموزش سنتی به‌ترتیب کمترین میزان بار هنگام ورود اطلاعات به حافظه‌ی فعال را در دانش‌آموزان وارد می‌کرد. بنابر نتایج باید به معلمان آموزش‌های لازم در جهت استفاده از چنین فناوری‌های داده شود و واقعیت افزوده و واقعیت مجازی را در متدولوژی تدریس خود به کار گیرند و ضمن اینکه به دیگر امکانات در دسترس، مثل مولاژ ها بی‌توجه نباشند که در صورت به‌کارگیری صحیح چنین امکاناتی گاهی همتراز با فناوری‌ها می‌توان در کاهش بارشناختی از آن‌ها سود برد.

واژه‌های کلیدی
واقعیت افزوده، واقعیت مجازی و مولاژ، بار شناختی، زیست‌شناسی.

* **نویسنده مسئول:** فرزانه غریبی
*Corresponding Author: Farzaneh Gharibi
نویسنده مسئول: gharibiedu@gmail.com

مقدمه

بار شناختی یک ساختار روانشناختی است که ابتدا توسط سوئلر[۱] در سال ۱۹۸۸ توصیف شد (چیسون و اشتون[۲]، ۲۰۲۱). مفهوم بارشناختی، اشاره به میزان باری دارد که هنگام ورود اطلاعات به حافظه‌ی فعال، بر این حافظه تحمیل می‌گردد (سوئلر،۲۰۱۱). از آنجایی‌که ظرفیت شناختی محدود است و در آن واحد، می‌توان تنها تعداد محدودی از واحدهای اطلاعاتی را پردازش نمایید (کالیوگا[۳]، ۲۰۰۹)، هنگام یادگیری مطالب جدید و خصوصاً مطالب انتزاعی که همزمان اطلاعات زیادی باید پردازش شود و حفظ شود، منجر به ایجاد موقعیت‌های بیش از حد شناختی و افزایش بار شناختی می‌گردد (سوئلر، ۱۹۸۸؛ کریشنر، سوئلر، کریشنر و زامبرانو[۴]،۲۰۱۸ ؛سوئلر، ون مرینبوئر و پاس [۵]،۲۰۱۹؛ چیسون و اشتون، ۲۰۲۱).

نظریه بار شناختی این استدلال را مطرح می‌کند که بسیاری از تکنیک‌های آموزشی سنتی، محدودیت‌های ساختار شناختی انسان را به‌طور دقیق مد نظر قرار نداده‌اند، چون آنها به‌طور غیر ضروری حافظه فعال یادگیرنده را پر می‌کنند (اشنوتز، فریز و هورتز[۶]، 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 طرح‌ریزی شوند (پاس[۷] و همکاران ۲۰۱۰؛ سوئلر و همکاران ۲۰۱۱).

برنامه‌های درسی مدارس معمولاً در کلاس‌ها یا سالن‌های سخنرانی ارائه می‌شود که بخش بزرگی از تجربیات یادگیری دانش‌آموزان را تشکیل می‌دهند (مک کاسکی[۸] و همکاران ۲۰۰۵؛ گانگیلی[۹]، ۲۰۰۵). کمبود وقت در کلاس‌ها باعث می شود معلمان در زمانی کوتاه، محتوا و دانش فشرده را ارائه دهند و همین امر باعث دشواری‌هایی برای دانش‌آموزان برای درک موضوعات و انتقال قطعات جدید اطلاعات و دانش آنها به حافظه بلند مدت آنها می‌شود(گانگیلی ۲۰۱۰؛ دویسی توتال[۱۰]، ۲۰۱۴؛ جمالی[۱۱] و همکاران، ۲۰۱۵) و از آنجایی‌که ظرفیت شناختی محدود است و در آن واحد، می‌توان تنها تعداد محدودی از واحدهای اطلاعاتی را پردازش نماییم (کالیوگا، ۲۰۰۹) این امر موجب افزایش بار شناختی در دانش‌آموزان می گردد.

در درس زیست‌شناسی و خصوصاً بخش آناتومی به‌دلیل 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، مساله محور و یادگیری مبتنی بر کامپیوتر و تلفن همراه برای بهبود یادگیری و کارایی حافظه پیشنهاد می‌شود (یک کیون[۱۲] و همکاران ۲۰۰۳؛ آدامز و ویلسون[۱۳]، ۲۰۱۱؛ جانسون[۱۴] و همکاران ۲۰۱۲). در این رابطه، استفاده از روش‌هایی که برای آموزش آناتومی امکان تجسم سازی را فراهم می‌کند، در طول زمان، ارزشی گسترده‌ای به دست آورده‌است. اهمیت تجسم سازی برای آموزش آناتومی باعث شده از شبیه‌سازی‌های تعاملی مدل‌های سه‌بعدی، انیمیشن‌ها و فیلم‌ها و دیگر محتوای چند رسانه‌ای برای نمایش و آموزش پویا و قابل تجسم ساختار آناتومیک استفاده شود.

بنا به گفته‌ی برتراند[۱۵](۲۰۰۴) دو موضوع مهم، حوزه تعلیم و تربیت و فرآیند یاددهی – یادگیری را در دوره معاصر همچون حوزه‌های دیگر، تحت سیطره‌ی خود قرار داده است؛ فناوری های جدید ارتباطات و اطلاعات و جهانی‌شدن. بنابراین مطالعه موضوعات مرتبط با فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی به‌صورت چشم‌گیر در فرآیند آموزش و یادگیری مطرح‌شده است. ظهور فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی متنوع، فرایند آموزش و یادگیری را دگرگون ساخته و فناوری‌های نوینی را در امر آموزش به خدمت درآورده‌است که می‌توان از آن‌ها برای حل مشکلات گریبان گیر نظام آموزشی مانند کیفیت پایین یادگیری، نابرابری‌های آموزشی و بی‌توجهی به شرایط بومی و ملی استفاده‌کرد و از قابلیت‌های آن برای ایجاد یادگیری اثربخش نهایت استفاده را کرد (غریبی،۱۳۹۱). درواقع استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات، نماد دوره جدیدی از آموزش است. فناوری اطلاعات و ارتباطات، الگوی فکری آموزش را دگرگون و مدل‌های موجود آموزشی را غنی‌تر کرده و شیوه‌های جدیدی نیز ایجاد می‌کند؛ این مدل‌ها ویژگی‌ای آموزش مبتنی بر فناوری را به اشتراک می‌گذارند و شیوه‌های جدید آموزش و یادگیری را پیشنهاد می‌کنند که در آن، یادگیرنده نقش فعالی داشته و بر یادگیری خود راهبر، مستقل، انعطاف‌پذیر و تعامل

---

1 . Sweller
2 . Chaisson & Ashton
3. Kalyuga
4 . Kirschner, Sweller, Kirschner & Zambrano
5 . Sweller, Van Merri€enboer & Paas
6 . Schnotz, Fries & Horz
7 . Paas
8. McCuskey
9 . Ganguly
10 . Deveci Topal
11 . Jamali
12 . McKeown
13. Adams and Wilson
14 . Johnson
15 . Bertrand

کننده تأکید دارد (فرج اللهی و ظریف صنایعی، ۱۳۸۸).
لذا تحول در آموزش و یادگیری ناشی از فناوری مطمئناً فرصت های جالبی را برای طراحی محیط یادگیری واقعی ، معتبر، جذاب و بسیار سرگرم‌کننده فراهم می‌کند (کرکلی و کرکلی[1]، ۲۰۰۴). علاوه بر این، محققان دریافته اند که فناوری همیشه یک وعده بزرگ برای افزایش مشارکت دانش‌آموزان و سطح درک محتوای آموزشی داشته‌است (نینکارین و همکاران، ۲۰۱۳، دی سیرو، ایبازیز و کلوس، ۲۰۱۲). از جمله جدیدترین فناوری‌ها، فناوری واقعیت افزوده‌است. اصطلاح واقعیت افزوده برای اولین بار توسط توماس‌کادل در سال ۱۹۹۱ و در شرکت بوئینگ مطرح شد (مکنی و لمیوکس، ۲۰۱۴). واقعیت افزوده یک روش تعاملی جدید است که شیء مجازی (می‌تواند یک متن یا یک تصویر دو بعدی و یا یک مدل سه‌بعدی باشد) را به تصویر بلادرنگ واقعی اضافه می‌کند (بِنبِلکاسم و همکاران ۲۰۱۱). واقعیت افزوده به مفهوم ترکیب مفاهیم مجازی با دنیای واقعی پیرامون کاربر می‌باشد به‌گونه‌ای که این مفاهیم افزوده‌شده، منجر به افزایش درک و فهم کاربر از محیط پیرامونی‌اش می‌شود. واقعیت افزوده تکمیل‌کننده واقعیت می باشد، یعنی چیزی را به دنیای واقعی اضافه می‌کند و همچنین می‌توان 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 می‌کند و علاوه بر داده‌های دیجیتالی مانند فایل‌های ویدیوئی، صوتی و اطلاعات متنی، حتی اطلاعات بویایی نیز می‌توانند با درک افراد از دنیای واقعی ترکیب شوند (یون، یوآن یانگ و جانسون، ۲۰۱۱).
کوکاک، کاپاکین و گوگتاش[2](۲۰۱۶) در پژوهش خود نشان دادند که بهر ه گیریی از برنامه‌های کاربردی واقعیت افزوده تلفن همراه درحالی‌که دستاوردهای بالاتری را برای فراگیران به‌همراه داشته، از بار شناختی آنها کاسته‌است. چن و همکاران، ۲۰۱۷، توپوز[3] و همکاران ۲۰۱۸)در تحقیقاتی نشان دادند که واقعیت افزوده برای یادگیری مؤثر پدیده‌هایی که در دنیای واقعی امکان دسترسی به آن‌ها برای دانش‌آموزان مقدور نیست مانند ماشین‌های مکانیکی، نجوم یا پیکربندی فضایی اندام‌های انسان؛ یا بدون یک‌دستگاه تخصصی دیده نمی‌شوند و یا موضوعات انتزاعی اشکال هندسی، ساختارهای شیمیایی، بسیار مثمر ثمر است.

ناسا 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 داده‌است. این محققین ثابت نمودن که کاربرد واقعیت افزوده در حرفه‌آموزی می‌تواند زمینه رشد توجه، اهمیت، اعتماد به نفس و رضایت را در فراگیران ایجاد نماید. هینز، باتلر و راکر [4](۲۰۱۹) در پژوهشی به‌منظور آشناسازی کاربران با عملکرد سیستم‌های پیچیده صنعتی اتوماتیک از واقعیت افزوده بهره گیریی نمودند؛ نتیجه تحقیق آنها نشان داد که کاربرد واقعیت افزوده زمینه درک بهتر و تجربه ی بهتر سیستم‌های خودکار را به‌همراه دارد. العزاوی[5] و همکاران(۲۰۱۹) کاربرد فناوری واقعیت افزوده را روشی جدید به‌منظور ارائه مطالب به‌صورت سه‌بعدی عنوان نموده‌اند. هانگ[6] و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی نشان دادند که کاربرد فناوری واقعیت افزوده منجر به افزایش همکاری میان دانش‌آموزان می گردد. 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. از واقعیت افزوده می تواند به‌طور مستقیم در دنیای واقعی می‌تواند از دانش‌آموزان برای دستیابی به اهداف یادگیری به‌طور مؤثر پشتیبانی کند و دنیای واقعی را گسترش دهد و با معنی‌دار کردن فعالیت‌های یادگیری و کاهش بار وارده بر حافظه، یادداری بیشتر را به ارمغان بیاورد (و و، لی، چانگ، و لیانگ[7] ، ۲۰۱۳).
دیگر فناوری پرکاربرد فناوری واقعیت مجازی است. نظام واقعیت مجازی یک محیط سه‌بعدی شبیه‌سازی شده است که کاربر می‌تواند به‌گونه‌ای با آن کار کند که گویی یک محیط فیزیکی است. واقعیت مجازی می‌تواند نقش مؤثری در حوزه‌ی آموزش ایفا کند و رویکردهای سنتی یادگیری و تدریس را متحول کند (لاینگردن، تسچول، وانگ و جانسون[8]، ۲۰۱۶).واقعیت مجازی شبیه‌سازی دنیای واقعی بر اساس گرافیک کامپیوتری است و به آموزگاران و درمانگران اجازه می دهد محیطی امن، قابل تکرار و قابل‌انعطاف را در طی یادگیری ارائه دهند (بلانی[9] و همکاران،۲۰۱۱). واقعیت مجازی محیط شبیه‌سازی‌شده ی کامپیوتری را به‌گونه‌ای برای کاربر فراهم می‌کند که برای حواس کاربر معادل واقعیت جلوه می‌کند. این

1 . Kirkley & Kirkley
2 . Küçük, Yýlmaz & Göktaþ
3 . Topuz
4 . Heinz, Büttner, and Röcker
5. Al-Azawi
6 . Huang
7 . Wu, Lee, Chang & Liang
8 . Lindgren, Tscholl, Wang & Johnson
9 . Bellani

محیط فاقد مادیت فیزیکی است و می‌تواند نشئت‌گرفته از محیطهای فیزیکی واقعی یا تخیل انسان باشد (میهلج و پادوبنیک[۱]،۲۰۱۲).

در زمینه آموزش، فناوری واقعیت مجازی در بسیاری از حوزه‌ها از جمله رشته پزشکی پتانسیل عظیمی در ایجاد شبیه‌سازی برای آموزش متخصصان در اقدامات جراحی (کابریلو[۲] و همکاران، ۲۰۱۴، اوکاموتو[۳] و همکاران، ۲۰۱۵، نیشیموتو و همکاران[۴]، ۲۰۱۶) در بازآفرینی موارد اضطراری پزشکی (کیلمون[۵]،۲۰۱۰) و حتی کار با کودکان مبتلا به ASD برای ایجاد مهارت‌های اجتماعی و شناختی (کانها[۶] و همکاران، ۲۰۱۶)دارد. در پژوهش آندرسون، کانگ، سورنسن[۷](۲۰۱۸) با عنوان تأثیر آموزش شبیه‌سازی واقعیت مجازی بر بار شناختی در آموزش جراحی نشان داد که کاربرد واقعیت مجازی هنگامی که پیچیدگی یادگیری افزایش می‌یابد، بار شناختی را کاهش می‌دهد و منجر به یادگیری مطلوب می‌شود که این امر به‌خاطر شکل‌گیری طرحواره های ذهنی منسجم ایجاد می‌شود.

یکی دیگر از روش‌های تدریس زیست‌شناسی، استفاده از مولاژهای آموزشی است. بهترین نوع رسانه‌ها برای ایجاد تجارب واقعی اجسام (اندازه، جنس، شکل) سه‌بعدی ها هستند. چون هنگام تجربه کردن اجسام از تمام حواس استفاده می‌شود. سه‌بعدی ها را به اجسام واقعی، نمونه‌ها، مدل‌ها، برشها و ماکتها تقسیم‌بندی می‌کنند. مدل‌ها، پدیده‌های سه‌بعدی هستند که از روی اشیا واقعی بازسازی‌شده و از بسیاری جهات به آنها شبیه هستند (مثل مدل اتمی، کره‌ی زمین). انواعی از مدل‌ها که برای نشان‌دادن ساختمان بدن موجودات زنده به کار می‌رود مولاژ می‌گویند (علی‌آبادی،۱۳۹۷).

استفاده از مولاژ را می‌توان یکی از روش‌های متداول آموزش به‌حساب آورد که از دیر باز مورد استفاده قرار گرفته و شاید بتوان آن را نخستین شیوه آموزشی در گروه‌های مختلف پزشکی از جمله پرستاری، آموزش بهداشت و دندانپزشکی دانست (عطارباشی، امامی، اخوان کرباسی، کاویانی وهریانی،۲۰۱۵).

مولاژ ها به‌دلیل کم‌هزینه بودن و بازنمایی سه‌بعدی، مزایای بیشتری را نسبت به‌روش های دیگر آموزش دارد (چان و چنگ[۸]،۲۰۱۱). نتایج پژوهش خات[۹] و همکاران (۲۰۱۳) با عنوان اثربخشی منابع مبتنی بر رایانه و سنتی آموزش آناتومی با مقایسه سه روش آموزش واقعیت مجازی، آموزش مبتنی بر کامپیوتر و آموزش با استفاده از مولاژ نشان داد هیچ تفاوتی در یادگیری و عملکرد گروه‌ها وجود ندارد.

مولاژها و مدل‌های فیزیکی به‌دلیل اینکه امکان لمس مدل را فراهم می‌آورد، باعث یادگیری و کاهش بار شناختی یادگیرندگان می‌گردد(واینمن، و لاک، لوکاس، ژنگ[۱۰]،۲۰۱۸). مولاژ ها به یادگیرندگان کمک می‌کند که بتواند رابطه بین ساختارهای مختلف آناتومیکی را از طریق دست‌کاری کردن یاد بگیرد (آذر و آذر[۱۱]،۲۰۱۶).پریس، ویلیام، لم و ولر[۱۲](۲۰۱۳)در پژوهش خود با عنوان بیایید فیزیکی شویم: مزایای یک مدل فیزیکی بیش از مدل‌های رایانه‌ای و کتاب‌های درسی سه‌بعدی در یادگیری آناتومی ضمن بیان این نکته که پژوهش‌ها در زمینه مقایسه روش‌های تدریس آناتومی بسیار کمیاب است، با مقایسه سه روش تدریس دریافتند که از مولاژها و مدل‌های فیزیکی می‌توان برای نشان‌دادن روابط پیچیده فضایی استفاده کرد. و دانش‌آموزان در گروه مولاژ و مدل‌های فیزیکی در مقایسه با کتاب درسی و مدل‌های سه‌بعدی رایانه‌ای در یادگیری بازخورد مثبت‌تر ی داشتند و علت آن هم تقویت درک بینایی و سه‌بعدی از معماری پیچیده آناتومیک نسبت به سایر روش‌ها بود.

از آنجا که درحال‌حاضر معلم محوری پایه آموزش و پرورش در کشور می‌باشد، به روزکردن مدارس، استفاده از فناوری، برخورداری از خلاقیت‌های جدید در آموزش و پرورش و اهمیت دادن به توانایی‌ها، لازمه این تحوّل است. بحث در مورد فناوری اطلاعات و ارتباطات و نحوه برخورد کشور ایران با آن، از موضوعات بسیار مهمی است که مطالعه و بررسی آن برای کشور ایران نه‌تنها لازم، بلکه واجب و ضروری به نظر می‌رسد. تاینرمن[۱۳] (۲۰۰۶) معتقد است که بیان این سخن که آموزش حضوری و کلاسی کاملاً قدیمی شده و هیچ ارزشی ندارد کاری ساده است، اما همه‌ی نشانه‌ها حاکی از این است که اگر چه آموزش الکترونیکی محاسن زیادی دارد؛ اما این به این معنا نیست که یادگیری کلاسی به پایان راه خودش رسیده‌است، آموزش الکترونیکی نیز ضعف‌ها و محدودیت‌های خاص خود دارد. در واقع امروزه معلوم شده‌است که جایگاه استفاده از آموزش الکترونیکی در آموزش آن‌گونه که سرو صدا به پا کرده

1. Mihelj & Podobnik
2 . Cabrilo
3 . Okamoto
4 . Nishimoto
5 . Kilmon
6 . Cunha
7 . Andersen, Konge & Sørensen
8 .Chan & Cheng
9 . Khot
10 . Wainman, Wolak, Pukas, Zheng & NormanR
11 . Azer & Azer
12. Preece, Williams, Lam, Weller
13 . Tinerman

است در مقام عمل و تأثیر، فعلاً چندان قابل‌توجه نیست. لذا پژوهش حاضر با عنایت به این امر مهم و شناسایی جدیدترین فناوری‌ها و کاربرد آن در کلاس‌های درس زیست شناسی بران است تا اثربخشی آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده، مجازی و مولاژ بر بار شناختی دانش‌آموزان دختر پایه دهم متوسطه شهر اراک در درس زیست‌شناسی را در سال تحصیلی ۹۸-۱۳۹۷ مورد بررسی قرار دهد.

روش

روش پژوهش حاضر نیمه آزمایشی با استفاده از روش پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل کلیه دانش‌آموزان دختر پایه دهم متوسطه شهر اراک در سال تحصیلی ۹۸-۱۳۹۷ بود که به‌روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چهار کلاس انتخاب (تعداد ۱۱۳ نفر دانش‌آموز) به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. جایگزینی کلاس‌ها در گروه های آزمایش و کنترل هم به‌صورت تصادفی صورت پذیرفت.

ابزارهای پژوهش

داده‌ها در این پژوهش به‌صورت میدانی با اجرای پیش آزمون و پس آزمون گردآوری شد. ضمناً از مطالعات کتابخانه‌ای برای بررسی نظریه‌ها و پیشینه پژوهش استفاده گردید. جهت جمع آوری داده‌ها ابتدا نسبت به اخذ مجوزهای لازم از اداره کل آموزش و پرورش استان مرکزی به‌منظور انجام پژوهش در سطح مدارس اقدام گردید. سپس با هماهنگی مدیر چهار دبیرستان و دبیران کلاس‌های گزینش‌شده در خارج از ساعات درسی، طی سه جلسه آموزش‌ها و هماهنگی لازم در خصوص محتوا، روش و نحوه آموزش انجام شد و همچنین توسط محقق به‌عنوان همکار معلم آموزش‌های لازم جهت استفاده نحوه کارکردن با واقعیت افزوده، واقعیت مجازی و مولاژ به دانش آموزان داده شد. پس از برگزاری پیش آزمون بار شناختی و نهایتاً طی ۱۴ جلسه برای هر یک از ۴ روش (هر هفته دو جلسه برای هر روش) و مجموعاً ۵۶ جلسه، دبیران براساس آموزش های دیده‌شده فصول گردش مواد در بدن و کلیه‌ها و قلب کتاب زیست‌شناسی پایه دهم رشته تجربی را تدریس کردند در ادامه با انجام پس آزمون، دانش‌آموزان هر گروه از نظر میزان بارشناختی مورد ارزیابی قرار گرفتند. جهت اندازه‌گیری میزان بارشناختی مقیاس درجه‌بندی ذهنی تک آیتمی ۹ درجه‌ای از ۱ (تلاش ذهنی بسیار کم) تا ۹ (تلاش ذهنی بسیارزیاد) پاس و ون مرینبوئر (۱۹۹۳) استفاده شد. در مطالعه پاس و مرینبوئر (۱۹۹۴) میزان آلفا کرانباخ مقیاس اندازه‌گیری بار شناختی ۰/۸۲ گزارش‌شده است. در پژوهش محبوبی، زارع، سرمدی، فردانش، فیضی و محبوبی (۱۳۹۱) همسانی درونی مقیاس بار شناختی از طریق آلفای کرانباخ ۰/۸۶ و اعتبار بازیابی ۰/۸۶ گزارش‌شده است. در پژوهش (احدی و سلیمانی ۱۳۹۳) پایایی پرسش‌نامه از روش آلفای کرونباخ بالای ۰/۷۰ به‌دست آمده‌است. در پژوهش حاضر اعتبار این پرسش‌نامه با استفاده از آلفای کرونباخ ۰/۸۸ به‌دست آمد. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش از شاخص‌های آمارتوصیفی (فراوانی، میانگین، انحراف معیار) و جهت بررسی فرضیه‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیره استفاده شد.

یافته ها

خلاصه نتایج توصیفی (کمینه، بیشینه، میانگین و انحراف معیار) نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون شرکت‌کنندگان چهار گروه (واقعیت افزوده، واقعیت مجازی، مولاژ و مدل سنتی) در متغیربارشناختی، در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش

متغیر	گروه	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف استاندارد
بار شناختی	واقعیت افزوده	۲۸	۱۴	۳۶	۲۸,۹۶	۵,۵۶
پیش آزمون	واقعیت مجازی	۲۶	۱۷	۳۶	۲۹,۳۸	۴,۹۰
	مدل آموزشی	۳۰	۱۹	۳۶	۲۹,۷۰	۴,۸۰
	سنتی	۲۹	۲۲	۳۶	۲۹	۴,۸۷
بار شناختی	واقعیت افزوده	۲۸	۴	۱۹	۹,۶۱	۴,۱۵
پس آزمون	واقعیت مجازی	۲۶	۴	۲۴	۱۵,۵۰	۴,۵۹
	مدل آموزشی	۳۰	۶	۲۱	۱۳,۷۷	۳,۹۱
	سنتی	۲۹	۱۷	۳۶	۲۴,۷۶	۵,۰۴

با توجه به اینکه پژوهش حاضر که از نوع پیش‌آزمون پس‌آزمون با چند گروهی بود، برای تحلیل داده‌ها و به‌منظور کنترل اثر پیش آزمون از روش تحلیل کوواریانس استفاده شد. در این نوع تحلیل باید مفروضه‌های زیر رعایت گردد تا بتوان به نتایج به‌دست‌آمده اطمینان کرد. یکی از این مفروضه‌ها، بررسی همسانی ماتریسهای واریانس- کوواریانس می‌باشد که بدین منظور از آزمون باکس[1] استفاده شده است. برای نمرات پس آزمون (P=۰,۱۰ و F=۱,۷۶ و Box`sM= ۱۱,۲۷) محاسبه شد. میزان معناداری آزمون باکس از ۰,۰۵ بیشتر است، لذا نتیجه گرفته می‌شود که ماتریس واریانس-کوواریانس‌ها همگن می باشند. در ادامه جهت بررسی مفروضه نرمال بودن داده‌ها از آزمون نرمال بودن چند متغیره شاپیرو ویلک[2] استفاده شد که مقدار به‌دست آمده (P=۰,۳۸ و Mvw=۱۱,۳۲) نشان از نرمال بودن داده‌ها دارد. برای بررسی همگنی واریانس دو گروه در مرحله پس‌آزمون، از آزمون همگنی واریانس‌های لوین[3] استفاده شد. آماره آزمون برای متغیر بارشناختی (P=۰,۰۹ و F=۲,۹۳) و برای متغیر یادگیری (P=۰,۳۲ و F= ۰,۹۷) و متغیر یادداری (P=۰,۱۳ و F=۲,۳۴) بود که نشان می‌دهد این مفروضه درمورد متغیر یادگیری نقص شده است.

مفروضه مهم دیگر همگونی ضرایب رگرسیون است. لازم به ذکر است که آزمون همگنی ضرایب رگرسیون از طریق تعامل پیش‌آزمون متغیر بارشناختی و متغیر مستقل (روش آموزش) مورد بررسی قرار گرفت. تعامل متغیر مستقل با نمرات پیش آزمون متغیرها به‌ترتیب برابر با (P=۰,۳۴ و F=۱,۱۳) بود که هیچ‌کدام، معنادار نبودند و نتایج به‌دست 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 (Chi-Square =۲۹,۱۱ و P =۰,۰۰۱). با توجه به برقراری مفروضه‌های تحلیل کوواریانس، امکان استفاده از این آزمون آماری وجود داشت.

بعد از آن به بررسی مفروضه ها از آزمون تجزیه‌وتحلیل کوواریانس تک متغیره استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

چنانچه در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود بین میانگین نمرات پس آزمون متغیر بار شناختی بعد از حذف اثر پیش آزمون تفاوت معنی‌داری وجود دارد (η^2= ۰,۷۱ ، P =۰,۰۰۱ و F ۸۷,۶۴ =). بنابراین میانگین نمرات چهار گروه (آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده، آموزش مبتنی بر واقعیت مجازی، آموزش مبتنی بر مولاژ و آموزش سنتی) به‌طور معناداری در آزمون بار شناختی، با هم تفاوت دارند.

جدول ۲. نتایج تجزیه و تحلیل کوواریانس تک‌متغیره جهت مقایسه نمرات بارشناختی

زیر مقیاس‌ها	منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P	η2	توان
بارشناختی	پیش آزمون	۱	۶۹۴,۴۷	۵۱,۸۰	۰,۰۰۱	۰,۳۱	۱,۰۰
	گروه	۳	۱۱۷۴,۹۷	۸۷,۶۴	۰,۰۰۱	۰,۷۱	۱,۰۰
	خطا	۱۰۷	۱۳,۴۰	–	–	–	–

جدول ۳. آزمون بنفرونی برای مقایسه‌ی میانگین‌های پس آزمون متغیر بارشناختی در واقعیت افزوده، مجازی، مولاژ و آموزش سنتی

متغیر وابسته	مقایسه گروه‌ها	تفاوت میانگین	خطای استاندارد	p	فاصله اطمینان	
					حد پایین	حد بالا
بارشناختی	واقعیت افزوده- واقعیت مجازی	-۵,۸۱	۰,۹۹	۰,۰۰۱	-۸,۳۶	-۲,۹۹
	واقعیت افزوده- مولاژ	-۳,۷۸	۰,۹۶	۰,۰۰۱	-۶,۳۷	-۱,۱۹
	واقعیت افزوده- سنتی	-۱۵,۱۳	۰,۹۷	۰,۰۰۱	-۱۷,۷۴	-۱۲,۵۲
	واقعیت مجازی - مولاژ	۱,۸۹	۰,۹۸	۰,۳۳	-۰,۷۴	۴,۵۳
	واقعیت مجازی - سنتی	-۹,۴۵	۰,۹۹	۰,۰۰۱	-۱۲,۱۱	-۶,۷۹
	مولاژ- سنتی	-۱۱,۳۴	۰,۹۵	۰,۰۰۱	-۱۳,۹۱	-۸,۷۷

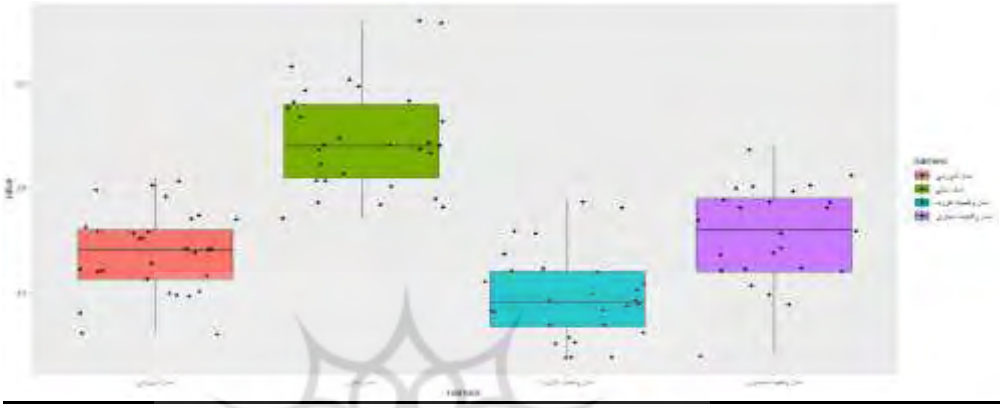
1 . Box's Test of Equality of Covariance Matrices

2 . Shapiro-Wilk test for Multivariate Normality

3 . Levene's Test for Equality of Variances

در جدول ۳ مقایسه اثربخشی روش آموزش مبتنی *بر واقعیت افزوده، مجازی، مولاژ و آموزش سنتی* بر میزان بارشناختی با استفاده از روش تعقیب تصحیح بنفرونی صورت گرفت. نتایج تحلیل آزمون بنفرونی در جدول ۳ نشان‌می‌دهد تفاوت معنی داری بین روش‌های واقعیت افزوده– واقعیت مجازی، واقعیت افزوده– مولاژ، واقعیت افزوده– سنتی، واقعیت مجازی – سنتی و مولاژ– سنتی در بارشناختی وجود داشت ($P<۰,۰۵$)، اما بین روش‌های واقعیت مجازی – مولاژ تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P<۰,۰۵$).

در نمودار ذیل نیز می‌توان تفاوت میانگین‌های، گروه‌های چهارگانه را در متغیر بارشناختی مشاهده نمود.



نمودار ۱. نمرات بارشناختی در بین چهار گروه آموزشی

بحث و نتیجه گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی مقایسه اثربخشی آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده، واقعیت مجازی و مولاژ و آموزش سنتی بر میزان بارشناختی در درس زیست‌شناسی دانش‌آموزان دختر پایه دهم شهر اراک انجام شد. نتایج پژوهش نشان داد تفاوت معنی‌داری بین روش‌های واقعیت افزوده با واقعیت مجازی، واقعیت افزوده با مولاژ، واقعیت افزوده با سنتی، واقعیت مجازی با سنتی و مولاژ با سنتی در بار شناختی وجود داشت، اما بین روش‌های واقعیت مجازی – مولاژ تفاوت معناداری مشاهده نشد. به‌عبارتی دیگر بار شناختی دانش‌آموزان در واقعیت افزوده به‌ترتیب در مقایسه با روش‌های واقعیت مجازی، مولاژ و سنتی کمتر از روش‌های دیگر بود. اما بار شناختی دانش‌آموزان در روش واقعیت مجازی و مولاژ تفاوت معناداری نداشت. در نتیجه می‌توان گفت بار شناختی دانش‌آموزان این دو روش مشابه هم بود.

مطالعات مشابه مقایسه‌ای در این خصوص وجود نداشت. اما یافته‌های پژوهش با بخشی از یافته‌های آندرسون،کانگ و سورنسن[1](۲۰۱۸)، واینمن، و لاک، لوکاس و ژنگ(۲۰۱۸) ، کوکاک، کاپکین وگوگتاش (۲۰۱۶) ، و و و، لی، چانگ و لیانگ (۲۰۱۳)، پریس، ویلیام، لم و ولر(۲۰۱۳) همسو بود.

در تبیین نتایج پژوهش حاضر می‌توان گفت فرض اصلی نظریه بارشناختی، توجه به محدودیت‌های ساختار شناختی انسان است. این مطلب نشان‌دهنده آن است که آموزش باید حافظه فعال را در نظر بگیرد و بر ضرورت این مطلب تأکید می‌کند که تکنیک‌های آموزشی باید در راستای اصول سیستم شناختی انسان به کار گرفته شود (اندرسون و همکاران،۲۰۱۸). روش های تدریس که بتواند تلاش ذهنی برای پردازش اطلاعات را کاهش دهد موجب بهبود تعاملات بین ساختارهای اطلاعاتی و ساختارهای شناختی یادگیرنده می‌شود و افزایش یادگیری می‌شود (جلانی و سرن[2]، ۲۰۱۵). بار شناختی نشان‌می‌دهد که یادگیری بهتر در شرایطی رخ می‌دهد که با معماری شناختی انسان سازگار باشد و هدف آن دستیابی به این امر از طریق ارزیابی و طراحی تمرین یادگیری و استفاده از فناوری‌ها و ... است.

از آنجایی‌که تدریس با استفاده از واقعیت افزوده در مقایسه با واقعیت مجازی، مولاژ و روش تدریس سنتی در کاهش بارشناختی برتری داشته‌است و نظر به پیشینه‌های اندک در خصوص پژوهش‌های مقایسه‌ای و با توجه به مطالعات تک بعدی متعددی که در خصوص روش‌های تدریس ذکر شده وجود دارد شاید دلایل برتری روش واقعیت افزوده را در این دانست که:

1 . Andersen, Konge & Sørensen

2 . Jalani & Sern

واقعیت افزوده پتانسیل معماری شناختی کاربران مختلف را به حداکثر می‌رساند و با استفاده از تکرار، آشنایی و مهارت بیشتر کاربران با رابط، محتوا و پروتکل‌های آموزشی، پتانسیل معماری شناختی کاربران مختلف را به‌خوبی در نظر می‌گیرد (رادو[1]،۲۰۱۴).

پژوهش‌ها نشان داده اند که رویکرد یادگیری از طریق واقعیت افزوده به‌به یادگیرندگان کمک می‌کند با انجام تلاش کمتر شناختی، بهتر یاد بگیرند که از دلایل آن می‌توان گفت تجربه حسی و تعامل در زمان واقعی با محیط ممکن است رضایت یادگیری را فراهم کند و دانش‌آموزان را قادر سازد تا دانش خود را برای انجام وظایف یادگیری ساختارمند کنند (سودا[2] و همکاران،۲۰۱۶).

از واقعیت افزوده می‌توان به‌طور مستقیم در دنیای واقعی برای دستیابی به اهداف یادگیری دانش‌آموزان بهره برد و با معنی دار کردن فعالیت‌های یادگیری و کاهش بار وارده بر حافظه، یادداری بیشتر را به ارمغان بیاورد (و و، لی، چانگ، و لیانگ ، ۲۰۱۳). واقعیت افزوده با کمک به تجسم ساختارهای سه‌بعدی انتزاعی و روشن‌تر شدن مباحث پیچیده در محیطی واقعی، می تواند محتوا را به بهترین وجه انتقال دهد (و و و همکاران ، ۲۰۱۳). ارائه تعامل از طریق نمای سه‌بعدی اشیا از دیدگاه‌های مختلف در محیطی واقعی، مهارت‌های مکانی و عملی دانش آموزان را بهبود می‌بخشد (کروالا[3] و همکاران،۲۰۰۶،چنگ و تسای[4]،۲۰۱۲) و همین امر می‌تواند به کاهش بار شناختی وارده بر حافظه کمک کند. بنابراین واقعیت افزوده با توجه به شکل ارائه محتوا به‌خوبی می‌تواند از افزایش بار شناختی جلوگیری کند (چیانگ[5] و همکاران ، ۲۰۱۴، کوکاک، کاپکین و گوگتاش،۲۰۱۶).

استفاده از برنامه‌های کاربردی واقعیت افزوده تلفن همراه در آموزش آناتومی به ایجاد یک محیط یادگیری مؤثر و سازنده کمک می‌کند و بار شناختی کاربران را کاهش می‌دهد، زیرا اطلاعات انتزاعی در کتاب‌های چاپ‌شده از طریق مواد چند رسانه‌ای و قابل تعامل با ایجاد تجربه حسی در برنامه‌های کاربردی واقعیت افزوده تلفن همراه یاد گرفته‌می‌شود، در نتیجه رویکرد یادگیری واقعیت افزوده تلفن همراه به دانش‌آموزان کمک می‌کند که با تلاش‌های شناختی کمتر، یادگیری بیشتری و پایدارتری داشته‌باشند (کوچک، کاپاکین و گوگتاش، ۲۰۱۶).

از آنجایی‌که اضافه‌بار شناختی بر یادگیری تأثیر منفی می‌گذارد و مهارت‌های پایین یادگیری و برنامه‌ریزی ذهنی ضعیف برای سازماندهی اطلاعات جدید در حافظه کاری باعث افزایش بارهای اضافه شناختی و در نتیجه از خستگی یا سازماندهی ضعیف اطلاعات و کاهش یادگیری می‌شود (سئول[6] و همکاران، ۲۰۱۷). و از سوی دیگر شواهد و پژوهش‌ها حاکی از تلاش شناختی قابل‌توجهی برای یادگیری ساختارهای آناتومیکی و روابط آنها است (موکسهام[7] و همکاران ، ۲۰۲۰)، لذا همواره باید در آموزش و تدریس به‌دنبال راه‌حل‌های متنوع برای افزایش کارایی حافظه دانش‌آموزان و کاهش بار شناختی آنان بود. مطابق یافته‌های پژوهش واقعیت مجازی و مولاژ بعد از واقعیت افزوده می‌تواند به‌عنوان روش‌های تدریس آناتومی برای کاهش بار شناختی و افزایش کارایی حافظه جهت یادگیری بهتر مورد استفاده قرار گیرد.

واقعیت مجازی، با تولید فضای سه‌بعدی، پنداره یا محیطی ایجاد می‌کند که برای حواس (بیشتر بصری) معادل واقعیت، وانمود می‌گردد و با استفاده از مبدل‌های طراحی‌شده و حسگرهای خاص به‌طور تعاملی امکان دست‌کاری تصاویر نمایشی و حرکتی را ایجاد می‌کند (لاینگردن، تسچول، وانگ و جانسون[8]، ۲۰۱۶) و شرکت‌کنندگان در دنیای مجازی می توانند وظایفی که در دنیای واقعی غیرممکن است را انجام دهند. به‌عبارتی دیگر واقعیت مجازی، به‌طور کلی می‌تواند موقعیتی تا حد امکان نزدیک به موقعیت‌های زندگی واقعی ایجاد نماید و به شرکت‌کنندگان فرصت تجربه موقعیت‌های چالش‌برانگیز در یک محیط امن را دهد (فامیل خلیلی و عبدی،۱۳۹۰). بنابراین با استفاده از واقعیت مجازی دانش آموزان می‌توانند اشیا را در یک محیط مجازی لمس و دست کاری کنند تا بتوانند درک بیشتری از آنها به‌دست بیاورند. حتی دانش‌آموزان قادر به برقراری ارتباط با مجموعه داده‌ها و مفاهیم انتزاعی هم هستند که قبلاً غیرممکن بود. دانش‌آموزان می‌توانند در محیط سه‌بعدی به تعامل با یکدیگر بپردازند. واقعیت مجازی به‌جای نظریه بر رویکردهای عملی متمرکز شده (لاینگردن و همکاران، ۲۰۱۶) و با افزایش درک یادگیرندگان از روابط پیچیده فضایی و افزایش مهارت‌های

1. Radu
2. Sevda
3. . Kerawalla
4 . Cheng & Tsai
5 . Chiang
6 . Sewell
7. Moxham
8 . Lindgren, Tscholl, Wang & Johnson

تجسم آناتومی و چرخش ذهنی سه‌بعدی منجر به کاهش بار شناختی می‌شوند (پریس و همکاران، ۲۰۱۳، الفلاح[1] و همکاران،۲۰۱۹). نهایتاً اینکه واقعیت مجازی هنگامی‌که پیچیدگی یادگیری افزایش می‌یابد، بار شناختی را کاهش می دهد و منجر به یادگیری مطلوب می‌شود که این امر به‌خاطر شکل‌گیری طرح‌واره های ذهنی منسجم ایجاد می‌شود (آندرسون، کانگ، سورنسن،۲۰۱۸).

در تدریس آناتومی، مولاژها و مدل‌های فیزیکی هم به‌عنوان یک روش سنتی کم‌هزینه هنوز هم مورد توجه هستند. در حالی که با روی کار آمدن فناوری‌های تجسم سه‌بعدی و گسترش روز افزون شان، مطالعات صورت‌گرفته در خصوص اثربخشی مدل‌های فیزیکی و مولاژ در یادگیری آناتومی به‌عنوان یک روش سنتی سه‌بعدی کم‌هزینه بسیار کم است. با این حال از عواملی که استفاده از مولاژ ها در تدریس منجر به کاهش بار شناختی می‌گردد می‌توان گفت مولاژ ها با فراهم‌آوردن امکان لمس فیزیکی اندام‌ها (یامین و ویولتو[2]،۲۰۱۶؛ واینمن، و لاک، لوکاس، ژنگ(۲۰۱۸) از پیچیدگی یادگیری اندام‌های می‌کاهد و به یادگیرندگان کمک می‌کند که بتواند رابطه بین ساختارهای مختلف آناتومیکی را از طریق دست‌کاری کردن یاد بگیرد (آذر و آذر،۲۰۱۶).بنابراین به نظر می‌رسد مولاژ ها به با امکان دسترسی آسان و با هزینه کم می‌توانند ابزاری عملی برای برای درک جایگاه مکانی اندام‌های آناتومیکی، کاهش پیچیدگی یادگیری آناتومی و کاهش بارشناختی باشند. با توجه به نتایج پژوهش و با توجه به پتانسیل‌های بالای فناوری‌های واقعیت افزوده و واقعیت مجازی و با در نظر گرفتن این نکته که بسیاری از معلمان و دانش‌آموزان دسترسی به تلفن‌های هوشمند دارند، پیشنهاد می‌شود با توجه به پتانسیل های بالای فناوری‌های واقعیت افزوده و واقعیت مجازی در آموزش، خصوصاً در دروسی با مفاهیم انتزاعی در دروس دیگر هم از مزایای این فناوری‌ها در تدریس استفاده گردد. همچنین محتواهای آموزشی مناسب هر درس با استفاده از فناوری‌های واقعیت افزوده و واقعیت مجازی تهیه و تولید گردد و در صورت عدم دسترسی به این فناوری‌های نوین، معلمان از مولاژهای آموزشی در درس زیست‌شناسی جهت افزایش بازده یادگیری و کاهش بار شناختی به‌صورت مناسب بهره ببرند و نهایتاً فرصت‌های یادگیری جدید را با استفاده از این فناوری‌های نوین در اختیار معلمان قرار دهیم و آنان را تشویق نمود تا به استفاده ترکیبی از روش‌های ذکر شده در درس زیست‌شناسی جهت غنی‌سازی آموزش سنتی روی آورند و سعی شود موانع استفاده از فناوری‌ها برداشته شود و به معلمان آموزش‌های لازم در جهت استفاده از چنین فناوری‌های داده شود و واقعیت افزوده و واقعیت مجازی را در متدولوژی تدریس خود به کار گیرند و ضمن اینکه به دیگر امکانات در دسترس، مثل مولاژ ها بی‌توجه نباشند که در صورت به‌کارگیری صحیح چنین امکاناتی گاهی همتراز با فناوری‌ها می‌توان در کاهش بارشناختی از آن‌ها سود برد.

و سخن آخر اینکه اگر چه امروزه استفاده از فن‌آوری‌ها و تکنیک‌های جدید در بحث آموزش به‌شدت افزایش‌یافته و استفاده از آنها در کشورهای پیشرفته به‌خوبی توسعه‌یافته است، اما هنوز در ایران در حال رشد است. بنابراین، کاربرد آن‌ها در آموزش و پرورش باید بیشتر مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان در سایه اثربخشی چنین فناوری‌های در آموزش و یادگیری در مدارس ایران شاهد ارتقای روزافزون کیفیت فرآیند تعلیم و تربیت بود. امید است پژوهش اینجانب راهگشای چنین مسیری باشد.

تعارض منافع: در این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد.

منابع

احدی، فاطمه و 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. *مجله ایرانی آموزش در علوم‌پزشکی*، (۴)۱۴: ۳۰۲-۲۹۱.

زارعی زوارکی، اسماعیل، و غریبی، فرزانه. (۱۳۹۱). تأثیر آموزشی چندرسانه‌ای بر میزان یادگیری و یادداری ریاضی دانش‌آموزان دختر کم‌توان ذهنی پایه چهارم شهر اراک. *روانشناسی افراد استثنائی*، ۲(۵)، ۱-۱۹.

علی‌آبادی، خدیجه .(۱۳۹۷). مقدمات تکنولوژی آموزشی، تهران، *انتشارات پیام‌نور*.

فامیل خلیلی، اعظم و عبدی، جواد. (۱۳۹۰). غوطه وری در محیط یادگیری مجازی. *مجله ابزار دقیق*، شماره ۲۹ ، ۲۱.

فرج اللهی، مهران، ظریف صنایعی، ناهید. (۱۳۸۸). آموزش مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات در آموزش‌عالی .*دوماهنامه علمی-پژوهشی راهبردهای آموزش در علوم‌پزشکی*، (۴)۲، ۱۷۱-۱۶۷.

محبوبی، طاهر؛ زارع، حسین؛ سرمدی، محمدرضا؛ فردانش، هاشم

1 . Alfalah

2 . Yammine

و فیضی، آوات. (۱۳۹۱). تأثیر رعایت اصول طراحی آموزشی بر بارشناختی موضوعات یادگیری در محیط‌های یادگیری چندرسانه‌ای. *فصلنامه مطالعات برنامه درسی آموزش‌عالی*، ۳(۶)، صف ۴۶-۲۹.

Adams, C. M. & Wilson, T. D. (2011). Virtual cerebral ventricular system: An MR based three dimensional computer model. *Anatomical sciences education*, 4(6), 340-347.

Al-Azawi, R., Albadi, A., Moghaddas, R. and Westlake, J.(2019. 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.

Alfalah, S. F. Falah, J. F. Alfalah, T. Elfalah, M. Muhaidat, N & Falah, O. (2019). A comparative study between a virtual reality heart anatomy system and traditional medical teaching modalities. *Virtual Reality*, 23(3), 229-234.

Andersen, S. A. W. Konge, L & Sørensen, M. S. (2018). The effect of distributed virtual reality simulation training on cognitive load during subsequent dissection training. *Medical teacher*, 40(7), 684-689.

Attarbashi Moghadam, F. Emami, A. Akhavan Karbasi, M. H. Kavyani, K & Haerian, A. (2015). Evaluation of Oral Hygiene Instruction's Condition in Private Office in Yazd City. *Tolooebehdasht*, *13*(5), 118-124.

Azer, S. A & Azer, S. (2016). 3D anatomy models and impact on learning: a review of the quality of the literature. *Health professions education*, *2*(2), 80-98.

Bellani, M. Fornasari, L. Chittaro, L & Brambilla, P. (2011). Virtual reality in autism. state of the art, *epidemiology and psychiatric sciences*, vol. 20, 3: 235-238.

Benbelkacem, S. Zenati-Henda, N. Zerarga, F. Bellarbi, A., Belhocine, M., Malek, S & Tadjine, M. (2011). Augmented reality platform for collaborative E-maintenance systems. *In Augmented reality-some emerging application areas*. IntechOpen.

Bertrand, O. (2004). Planning human resources: methods, experiences and practices. UNESCO, *International Institute for Educational Planning*.

Cabrilo, I. Sarrafzadeh, A., Bijlenga, P. Landis, B. N & Schaller, K. (2014). Augmented reality-assisted skull base surgery. *Neurochirurgie*, 60(6), 304-306.

Chaisson, N. F & Ashton, R. W. (2021). Virtual interviews and their effect on cognitive load for graduate medical education applicants and programs. *ATS scholar*, *2*(3), 309-316.

Chan, L. K & Cheng, M. M. (2011). An analysis of the educational value of low-fidelity anatomy models as external representations.*Anatomical Sciences Education*, 4, 256–263.

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.

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.

Chiang, T. H. Yang, S. J & Hwang, G. J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Journal of Educational Technology & Society*, *17*(4), 352-365.

Cunha, P. Brandão, J. Vasconcelos, J. Soares, F & Carvalho, V. (2016). Augmented reality for cognitive and social skills improvement in children with ASD. In 2016 13th *International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)* (pp. 334-335). IEEE.

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* 4:48–62.

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.

Ganguly, P. K. (2010). Teaching and Learning of Anatomy in the 21st Century: Direction and the Strategies. *The Open Medical Education Journal*, 3(1).

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*.retrived by https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=767838

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.

Jalani, N. H & Sern, L. C. (2015). The example-problem-based learning model: applying cognitive load theory. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *195*, 872-880.

Jamali, S. S. Shiratuddin, M. F. Wong, K. W & Oskam, C. L. (2015). Utilising mobile-augmented reality for learning human anatomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 197, 659-668.

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). Knowledge elaboration: A cognitive load perspective. *Learning and Instruction*, *19*(5), 402-410.

Kerawalla, L. Luckin, R. Seljeflot, S & Woolard, A. (2006). "Making it real": exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual reality*, 10 (3-4), 163-174.

Khot, Z. Quinlan, K. Norman, G. R & Wainman, B. (2013). The relative effectiveness of computer based and traditional resources for education in anatomy. *Anatomical sciences education*, *6*(4), 211-215.

Kilmon, C. A. Brown, L. Ghosh, S & Mikitiuk, A. (2010). Immersive virtual reality simulations in nursing education. *Nursing education perspectives*, 31(5), 314-317.

Kirkley, B. S. E & Kirkley, J. R. (2004). Creating Next Generation Blended Learning Environments Using Mixed Reality, Video Games and Simulations, TechTrends 49(3). 42-53.

Kirschner, P. A. Sweller, J. Kirschner, F & Zambrano, R. J. (2018). From cognitive loadtheory to collaborative cognitive load theory. International Journal of ComputerSupported Collaborative Learning, 13, 213–233.

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.

Lindgren, R. Tscholl, M. Wang, S & Johnson, E. (2016). Enhancing learning and engagement through embodied interaction within a mixed reality simulation. *Computers & Education*, *95*, 174-187.

McCuskey, R. S. Carmichael, S. W & Kirch, D. G. (2005). The importance of anatomy in health professions education and the shortage of qualified educators. Academic Medicine, 80(4), 349-351.

McKeown, P. P. Heylings, D. J. A., Stevenson, M. McKelvey, K. J. Nixon, J. R. & R McCluskey, D. (2003). The impact of curricular change on medical students' knowledge of anatomy. Medical Education, 37(11), 954-961.

MIHELJ M., PODOBNIK J. (2012). Human haptic system. In Haptics for Virtual Reality and Teleoperation, Intelligent Systems, Control and Automation: Science and Engineering. Springer Netherlands, vol. 64, pp. 41–55.

Moxham, J. B. Shaw, H. Crowson, R & Plaisant, O. (2020). The future of clinical anatomy. *European Journal of Anatomy*, *15*(1), 29-46.

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*, 103, 657-664**.**

Nishimoto, S. Tonooka, M. Fujita, K. Sotsuka, Y. Fujiwara, T. Kawai, K & Kakibuchi, M. (2016). An augmented reality system in lymphatico-venous anastomosis surgery. *Journal of surgical case reports*, 2016(5).

Okamoto, T. Onda, S. Yanaga, K. Suzuki, N. & Hattori, A. (2015). Clinical application of navigation surgery using augmented reality

in the abdominal field. *Surgery today*, 45(4), 397-406.

Paas, F. van Gog, T & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: New conceptualizations, specifications, and integrated research perspectives. *Educational Psychology Review*, 22(2), 115-121.

Preece, D. Williams, S. B. Lam, R & Weller, R. (2013). "Let's get physical": advantages of a physical model over 3D computer models and textbooks in learning imaging anatomy. *Anatomical sciences education*, 6(4) 216-224.

Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533-1543.

Schnotz, W. Fries, S & Horz, H. (2009). Motivational aspects of cognitive load theory. Contemporary motivation research: *From global to local perspectives*, 69-96.

Sewell JL, Boscardin CK, Young JQ, Cate Ten O, O'Sullivan PS. (2017). Learner, patient, and supervisor features are associated with different types of cognitive load during procedural skills training. *Acad Med*. 92:1622–1631.

Shea CH, Lai Q, Black C, Park JH. (2000). Spacing practice sessions across days benefits the learning of motor skills. *Hum Mov Sci*. 19:737–760. Sorensen MS, Moseg.

Tinnerman, L. S. (2006). A comparative study between traditional and distance education instructional environments involving two graduate level learning disabilities classes. *International journal of instructional technology and distance learning*, 3(4), 31-42.

Sweller, J. Van Merri€enboer, J. J & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 32(2), 261–262.

Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. In Psychology of learning and motivation (Vol. 55, pp. 37-76). *Academic Press*.

Sweller, J. Van Merrienboer, J. J & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational psychology review*, *10*(3), 251-296.

Topuz, Y. N/A Correction: (O-74). (2018). Virtual reality technology in anatomy education. *Anatomy*, 12(3), pp.158-158.

Wainman, B. Wolak, L. Pukas, G. Zheng, E & Norman, G. R. (2018). The superiority of three dimensional physical models to two dimensional computer presentations in anatomy learning. *Medical education*, *52*(11), 1138-1146.

Wu, H. K. Lee, S. W. Y. Chang, H. Y & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education, *Computers and Education*, 62, 41-49.

Yammine, K & Violato, C. (2016). The effectiveness of physical models in teaching anatomy: a meta-analysis of comparative studies. *Advances in Health Sciences Education*, *21*(4), 883-895.

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)*, 4(1), 11.

COPYRIGHTS

© 2022 by the authors. Lisensee PNU, Tehran, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY4.0) (http:/creativecommons.org/licenses/by/4.0)