

Application of Augmented Reality Technology in Anatomy Education: A Review Article

Ensiyeh Choubdaran (MSc)¹, Haniye Mastour (PhD)¹, Shima Sadat Zarif Nahad (MSc)^{1*}

1. Department of Medical Education, School of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

ARTICLE INFO

Article type

Review article

Article history

Received: 18.08.2024

Accepted: 13.10.2024

Keywords

Augmented Reality,
Anatomy Education,
Medical Education,
Educational Technology.



[10.22038/hmed.2024.81995.1411](https://doi.org/10.22038/hmed.2024.81995.1411)

ABSTRACT

Introduction: Augmented reality is used in various fields, including medical education. Considering the importance of teaching sciences such as anatomy, which requires three-dimensional models and rotation around axes, using augmented reality in teaching and learning can be effective. Therefore, this study has been conducted to introduce augmented reality and its application in the field of medical science education, specifically in the education of human anatomy, and investigate the effect of this technology's application on the learning of learners.

Materials & Methods: Using the keywords Medical Education, Anatomy Education, and Augmented Reality, a search was conducted in PubMed, Science Direct, and Google Scholar databases from 2012 to 2022. All the published experimental and quasi-experimental articles in English and related were extracted and evaluated based on compatibility with the research topic. Selected articles were included in the study for comprehensive review and data extraction.

Results: The use of augmented reality technology can increase students' motivation, learning, immersion, interaction, and understanding of anatomy, encourage them to learn complex anatomy problems, shorten the learning curve, pay attention to details, stimulate students to learn more, and reduce crowding in halls.

Conclusion: Based on the reviewed studies, anatomy education using augmented reality technology can effectively increase learning and improve medical students' understanding of anatomical sciences.

Cite this paper as:

Choubdaran E Mastour H, Zarif Nahad Sh. Application of Augmented Reality Technology in Anatomy Education: A Review Article. *Horizon of Medical Education Development*. 2025;16(2):73-83

* Corresponding author: Shima Sadat Zarif Nahad

Email: zarifnahadsh2@mums.ac.ir

Address: Department of Medical Education, School of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.



کاربست فناوری واقعیت افزوده در آموزش آناتومی: یک مطالعه مروری

انسبیه چوبداران (MSC) ¹ ID، هانیه مستور (PhD) ¹ ID، شیمیا سادات ظریف نهاد (MSC) ¹ * ID

1. گروه آموزش پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی، مشهد، ایران.

مشخصات مقاله	چکیده
نوع مقاله مقاله مروری	مقدمه: واقعیت افزوده در زمینه‌های مختلفی از جمله آموزش پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به اهمیت آموزش علوم مانند آناتومی که نیازمند استفاده از مدل‌های سه بعدی و چرخش حول محورها است به نظر می‌رسد کاربرد واقعیت افزوده در فرآیند یاددهی و یادگیری می‌تواند اثربخش باشد. بنابراین، این مطالعه با هدف معرفی واقعیت افزوده و کاربرد آن در حوزه آموزش علوم پزشکی و به طور خاص در آموزش آناتومی انسان و بررسی تأثیر کاربرد این فناوری بر یادگیری فراگیران انجام پذیرفته است.
پیشینه پژوهش تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۲	روش کار: با بهره‌گیری از کلیدواژه‌های Anatomy Education، Medical Education، Augmented Reality، Google Scholar، ScienceDirect، PubMed و جستجو در پایگاه‌های داده در سال‌های ۲۰۱۲ لغایت ۲۰۲۲ انجام شد. تمامی مقالات منتشر شده مداخله‌ای و شبه-مداخله‌ای به زبان انگلیسی و مرتبط، استخراج و بر اساس هم‌خوانی با موضوع پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفتند. مقالات منتخب که به طور تمام متن در دسترس بود، جهت بررسی جامع و استخراج داده‌ها وارد مطالعه شدند.
کلمات کلیدی واقعیت افزوده، آموزش آناتومی، آموزش پزشکی، فناوری آموزشی.	نتایج: استفاده از فناوری واقعیت افزوده می‌تواند موجب افزایش انگیزه، یادگیری و تعامل و درک دانشجویان از آناتومی، ترغیب در یادگیری مسائل دشوار آناتومی، کاهش زمان یادگیری (کوتاه‌تر شدن منحنی یادگیری)، توجه به جزئیات و تحریک دانشجویان برای یادگیری بیشتر و کاهش ازدحام در سالن‌های تشریح شود.
	نتیجه‌گیری: بر اساس مطالعات بررسی شده آموزش آناتومی با استفاده از فناوری واقعیت افزوده در افزایش یادگیری و بهبود درک دانشجویان پزشکی از علوم تشریح می‌تواند تأثیرگذار باشد.



10.22038/hmed.2024.81995.1411

نحوه ارجاع به این مقاله

Choubdaran E Mastour H, Zarif Nahad Sh. Application of Augmented Reality Technology in Anatomy Education: A Review Article. *Horizon of Medical Education Development*. 2025;16(2):73-83

ایمیل: zarifnahadsh2@mums.ac.ir

*نویسنده مسئول: شیمیا سادات ظریف نهاد

آدرس: گروه آموزش پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران.



مقدمه

با توجه به پیشرفت چشمگیر علم و توسعه روز افزون فناوری‌های جدید در حوزه آموزش و به طور خاص در حیطه آموزش علوم پزشکی، بازنگری و بهبود روش‌های یاددهی و یادگیری متناسب با این فناوری‌ها ضروری به نظر می‌رسد. یکی از فناوری‌هایی که در سال‌های اخیر استفاده از آن در حوزه آموزش علوم پزشکی مشاهده می‌شود واقعیت افزوده^۱ است. از آنجایی که در یادگیری آناتومی دانشجویان به درک عمیق و دانش سه بعدی نیاز دارند، فناوری واقعیت افزوده این امکان را برای آن‌ها فراهم کرده است.

با وجود فناوری‌های جدیدی مانند شبیه‌سازها، واقعیت افزوده و مجازی، امکانات آموزشی نوینی فراهم آمده که نه تنها می‌توانند در ارتقای فرایند یاددهی و یادگیری کمک کننده باشند بلکه در برخی شرایط جایگزین روش‌های سنتی تدریس شوند (۱). AR مفهومی است که برای اولین بار در دهه ۱۹۶۰ توسط ایوان سوترلند در دانشگاه هاروارد معرفی شد (۲). تعاریف متعددی برای واقعیت افزوده ارائه شده است، برخی تعاریف AR را یک لایه دیجیتالی بر روی محیط فیزیکی در نظر گرفته‌اند که عناصر مجازی را به دنیای واقعی می‌افزاید. این عناصر از طریق دریافت و پردازش اطلاعات به وسیله حسگرهای ورودی مانند صدا، ویدئو، تصاویر گرافیکی یا داده‌های GPS^۲ به وجود می‌آیند (۳، ۴). در واقع می‌توان گفت AR فناوری است که اطلاعات دیجیتال را با اطلاعات محیط‌های فیزیکی ترکیب کرده و این توانایی را به کاربران می‌دهد که با اشیاء مجازی تعامل داشته باشند و محیط فیزیکی را معمولاً از طریق دوربین‌های موبایل یا تبلت به طور همزمان مشاهده کنند (۵). آنچه در تعاریف مشترک است حاکی از این است که AR افزودن محتوای مجازی به دنیای واقعی است و می‌تواند درک واقعیت را افزایش دهد. حال آنکه AR به عنوان یک فناوری آموزشی توانایی ارائه تجربه یادگیری موقعیتی بسیار شبیه به واقعیت را دارد به گونه‌ای که یادگیری را پشتیبانی

نموده و با توجه به نحوه کاربرد آن می‌تواند یک روش آموزشی مکمل برای آموزش علمی نظیر آناتومی باشد (۶). با توجه به توسعه مواد آموزشی دیجیتال و استفاده از برنامه‌های موبایل و واقعیت افزوده می‌توان موضوعاتی مانند آناتومی را به صورت تعاملی و سه بعدی ارائه داد و بدین ترتیب امکان درک آناتومی از هر دو بعد خارجی و داخلی بدن بدون حضور در آزمایشگاه آناتومی برای فراگیران فراهم آورده می‌شود (۷). استفاده از واقعیت افزوده تاریخچه‌ای غنی دارد و در بسیاری زمینه‌ها مانند آموزش مراقبت‌های بهداشتی و آناتومی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۸). می‌توان گفت فناوری واقعیت افزوده پتانسیل افزایش یادگیری در آناتومی را دارد چرا که در علوم تشریح دانشجویان به دانش سه بعدی از سیستم‌ها و ساختارهای بدن انسان نیاز اساسی دارند (۹، ۱۰). و فناوری AR این امکان را برای کاربران خود فراهم می‌آورد. چنانچه پیش از این نیز اشاره شد، با AR می‌توان مدل‌های چندبعدی تولید کرد که پیچیدگی جهان را ساده و امکان تعامل در دنیای واقعی و مجازی را برای فراگیران فراهم می‌نماید (۱۱). به طور کلی، استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی واقعیت مجازی ابزاری مناسب در جهت آموزش و یادگیری دانشجویان علوم پزشکی محسوب می‌شود (۱۲). از آنجا که علوم مانند آناتومی از جمله علوم پایه و ضروری در حوزه آموزش پزشکی می‌باشند و در واقع نیاز به درک و تعامل بالایی از جانب فراگیران دارند استفاده از فناوری‌هایی مانند واقعیت افزوده برای آموزش آن با فراهم آوردن محیطی متنوع و جذاب می‌تواند رویکردی کمک کننده در این راستا باشد. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف مروری بر کاربست فناوری واقعیت افزوده در آموزش آناتومی تدوین شده است.

روش کار

این مطالعه مروری با استفاده از جستجوی کلیدواژه‌های Anatomy Education، Augmented Reality و PubMed، Medical Education در پایگاه‌های داده ScienceDirect، Google Scholar در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۲ انجام شد. در پایگاه‌های اطلاعاتی

Augmented Reality (AR)^۱
Global Positioning System (GPS)^۲



نشان‌دهنده تاثیر مثبت فناوری‌های واقعیت افزوده (AR) و واقعیت مجازی (VR) در فرآیند آموزش است. این فناوری‌ها در بهبود تمرکز، کاهش حواس‌پرتی و ارتقاء درک سه‌بعدی، به ویژه در زمینه آموزش آناتومی، بسیار مؤثر عمل کرده‌اند. استفاده از هولولنز و دستگاه‌های مبتنی بر واقعیت افزوده به بهبود کیفیت یادگیری و درک ساختارهای پیچیده بدن کمک کرده و تجربه‌ای لذت‌بخش و جذاب برای دانشجویان فراهم کرده است. همچنین، AR و VR به افزایش مشارکت، تعامل و انگیزه یادگیرندگان کمک کرده‌اند، در حالی که برای یادگیری موثر و مستقل نیز مفید بوده‌اند. با این حال، برخی از دانشجویان تأکید کرده‌اند که این فناوری‌ها نمی‌توانند جایگزین آموزش سنتی مانند کالبد شکافی یا کتاب درسی شوند، اما می‌توانند به عنوان ابزارهای مکمل یادگیری استفاده شوند. در کنار این مزایا، عوارض جزئی مانند سرگیجه هنگام استفاده از هولولنز گزارش شده است. در مجموع، نتایج حاکی از کارایی بالای این روش‌ها در علوم پزشکی و بهداشتی است. در جدول شماره ۱ سعی شده است یافته‌های مطالعات مرتبط ارائه گردد.

جدول ۱. خلاصه مطالعات بررسی شده

نویسنده اول	سال	شرکت‌کنندگان	موضوع آموزش	روش اجرا	یافته‌ها
آلبرت (۱۳)	۲۰۱۳	۱۰ نفر دانشجوی پزشکی، دانشگاه هانوفر، آلمان	اثرات یادگیری واقعیت افزوده سیار در مقایسه با یادگیری کتاب درسی بر دانشجویان پزشکی: مطالعه آزمایشی تصادفی کنترل شده در این مطالعه واقعیت افزوده در گروه مداخله به صورت استفاده از برنامه مبتنی بر واقعیت افزوده تلفن همراه که موجب شبیه‌سازی موقعیت‌هایی که از نظر اخلاقی مشکل ساز هستند یا به ندرت در زندگی واقعی با آن‌ها مواجه می‌شوند، ممکن ساخته است.	مداخله‌ای، دارای پیش‌آزمون و پس‌آزمون	در گروه مداخله افزایش دانش، کاهش خستگی و بی‌حوصلگی مشاهده شد و کیفیت لذت (شناسایی، تحریک، جذابیت) به طور معنی‌داری تغییر کرد، در حالی که تحریک‌پذیری به طور قابل توجهی افزایش پیدا نکرد. تفاوت میانگین کیفیت عملکرد دانشجویان در دو گروه به صورت ناچیز بود.
فرر تورسا ^۱ (۱۴)	۲۰۱۶	۱۷۱ نفر دانشجوی پزشکی، فیزیوتراپی و پزشکی با تخصص پا، دانشگاه کاتالونیا،	آموزش از راه دور و کلاس درس معکوس در یادگیری آناتومی: مطالعه تطبیقی استفاده از واقعیت افزوده، ویدئو و یادداشتهای	مطالعه تطبیقی، اندازه‌گیری میزان توجه و انگیزه، یادگیری مستقل و درک سه‌بعدی، با استفاده از واقعیت افزوده، یادداشت و ویدئو، توسط پرسشنامه	نتایج نشان داد واقعیت افزوده باعث تمرکز بیشتر و حواس‌پرتی کمتر شده و همچنین توسط آن دانشجویان بهتر می‌توانستند موضوع آموزش را تصور و درک و پیاده‌سازی کنند. در نهایت نتایج کسب شده نشان داد کارایی واقعیت افزوده در هر سه جنبه توجه و

مورد نظر کلید واژه‌های Anatomy Education با Augmented Reality و دیگر با Medical Education توسط عملگر بولین AND گردیده و تمامی مقالات مرتبط منتشر شده به زبان انگلیسی، با نوع مطالعه مداخله‌ای و شبه مداخله‌ای وارد مطالعه شده و پژوهش‌های نامرتبط که گروه هدف آن‌ها غیر از دانشجویان پزشکی بودند. از مطالعه‌ی حاضر حذف گردید.

در مجموع ۱۴۷ مطالعه در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۲ یافت گردید که با مطالعه عنوان و چکیده موارد غیر مرتبط حذف گردیده و از این بین ۱۲ مقاله از نوع مداخله‌ای و شبه مداخله‌ای مرتبط مطالعه و در ادامه گزارش می‌شود.

یافته‌ها

در بررسی مطالعات انجام شده که مرتبط با استفاده از فناوری واقعیت افزوده در آموزش پزشکی و آناتومی و نقش آن در آموزش و یادگیری بودند، مشاهده گردید که استفاده از این فناوری با گذر زمان از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۲ به مرور افزایش یافته و به طور کلی یافته‌ها حاکی از آن است که بین استفاده از فناوری AR و یادگیری آناتومی رابطه معناداری وجود دارد. نتایج مجموعه مقالات مرور شده

انگیزه، یادگیری مستقل و درک سه بعدی نسبت به بقیه کمک ها (یادداشت و ویدئو) امتیاز بالاتری را کسب کرد.			اسپانیا		
نتایج پژوهش نشان داد که توانایی فراگیران که از هولولنز و دستگاه‌های واقعیت افزوده مبتنی بر تلفن همراه برای به دست آوردن درک سه بعدی از ساختارهای فیزیولوژیکی و تشریحی پیچیده بدن استفاده می‌کردند، بهبود یافت و توانایی افزایش مؤثر ارائه محتوا در موقع استفاده از واقعیت افزوده نشان داد. همچنین نتایج نشان داد یادگیری از طریق هر دو فناوری برای شرکت کنندگان لذت-بخش بوده و این فناوری‌های لذت بخش و جذاب را به عنوان یک روش آموزشی جدید ارائه کردند.	مداخله‌ای، دارای دو گروه، یک گروه واقعیت افزوده مبتنی بر موبایل و یک گروه هولولنز میکروسافت	هولولنز و واقعیت افزوده موبایل در آموزش علوم پزشکی و بهداشت: یک کارآزمایی تصادفی کنترل شده، آموزش فیزیولوژی و آناتومی مغز از طریق واقعیت افزوده مبتنی بر موبایل و هولولنز میکروسافت، که آزمون‌های قبل و بعد از مداخله نیز از دانشجویان گرفته شد.	۳۸ نفر دانشجوی سال دوم پزشکی، استرالیا	۲۰۱۶	کوکوک ^۳ (۱۵)
نتایج نشان می‌دهد واقعیت افزوده (AR) و واقعیت مجازی (VR) هر دو به اندازه برنامه‌های مبتنی تبلت در یادگیری آناتومی مؤثر بودند، اما موجب افزایش و ارتقاء لذت، مشارکت و تعامل یادگیرنده که از مزایای ذاتی VR و AR هستند، شده بود.	مداخله‌ای، دارای پس آزمون	اثربخشی واقعیت مجازی و افزوده در علوم بهداشتی و آناتومی پزشکی، آموزش آناتومی جمجمه با استفاده از فناوری AR، VR و برنامه‌های مبتنی بر تبلت (TB)	۵۹ نفر دانشجوی پزشکی و بهداشت، ایرلند	۲۰۱۷	مورو ^۴ (۱۶)
آینه جادویی واقعیت افزوده به عنوان یک منبع یادگیری اضافی برای استانداردهای بالینی، یادگیری تعاملی تر و دانشجو محور است.	مداخله‌ای، استفاده از پرسشنامه	یک آینه جادویی واقعیت افزوده به عنوان وسیله آموزشی افزودنی برای آناتومی درشت ^۷ (کالبد شناسی)	۸۸۰ نفر دانشجوی سال اول پزشکی، دانشگاه لودویگ ماکسیمیلیان ^۶ مونیخ، آلمان	۲۰۱۸	کولمان ^۵ (۱۷)
سیستم یادگیری آناتومی انسان با تجسم واقعیت افزوده تعاملی به عنوان یک ابزار مکمل یادگیری به دانشجویان کمک می‌کند آناتومی انسان را آسان تر یاد بگیرند.	مداخله‌ای، اندازه گیری میزان عملکرد تعاملی، محتوا و برنامه آموزشی، ویژگی های چند رسانه‌ای، ایجاد انگیزه و درک سه بعدی با استفاده از واقعیت افزوده مبتنی بر موبایل، توسط پرسشنامه	توسعه یک سیستم یادگیری آناتومی انسان با استفاده از فناوری واقعیت افزوده	۳۰ نفر دانشجوی پزشکی، اندونزی	۲۰۱۸	کورنیان ^۸ (۱۸)
علیرغم بازخورد مثبت دانشجویان از هر دو	مداخله‌ای، دارای پیش آزمون و	مزایای استفاده از یک سیستم	۷۴۹ نفر	۲۰۱۹	بورک ^۹ (۱۹)

Küçük^۳
Moro^۴
Kugelmann^۵
Ludwig-Maximilians^۶
Gross Anatomy^۷
Kurniawan^۸
Bork^۹

فناوری (آینه جادویی واقعیت افزوده و میز تشریح مجازی آناتوماژ) در مورد بهبود درک سه بعدی، تعداد زیادی از آن‌ها در نظرات خود تاکید کردند که هیچ یک از این دو فناوری قادر به جایگزینی یک مسیر کالبد شکافی نیست و نمی‌تواند جایگزین یادگیری با کتاب درسی شود، اما می‌تواند باعث لذت و جذابیت در یادگیری شود.	پس آزمون	آینه جادویی واقعیت افزوده برای آموزش یکپارچه رادیولوژی در آناتومی درشت ^{۱۰} (کالبد شناسی)	دانشجوی سال اول پزشکی، دانشگاه لودویگ ماکسیمیلیان، مونیخ، آلمان		
دانشجویان با نمرات ^{۱۴} MRT پایین، نمرات پس آزمون بالاتری در گروه سه بعدی AR استریوسکوپی در مقایسه با گروه دسکتاپ سه بعدی تک نمایی و مشابه نمرات در گروه دو بعدی به دست آوردند. شرکت کنندگان با نمرات MRT بالاتر در همه شرایط به همان اندازه خوب عمل کردند.	یک کارآزمایی تصادفی سازی و کنترل شده در دو مرکز، مداخله-ای، دارای سه گروه که شامل گروه اول: مدل سه بعدی AR استریوسکوپی، گروه دوم: مدل دسکتاپ سه بعدی تک نمایی ^{۱۳} و گروه سوم: اطلس تشریحی دو بعدی بودند، دارای پس آزمون	اثر تجسم واقعیت افزوده استریوسکوپی ^{۱۲} بر یادگیری آناتومی و اثر اصلاحی توانایی‌های دیداری-فضایی	۶۰ نفر دانشجوی سال اول و دوم پزشکی، دانشگاه لیدن، هلند	۲۰۲۰	بومولوا ^{۱۱} (۲۰)
نتایج نشان داد که واقعیت افزوده به عنوان ابزاری موثر و جذاب برای آموزش در آناتومی جمجمه می‌باشد.	مداخله‌ای، دارای پیش آزمون و پس آزمون	اثر بخشی یک نمایشگر روی سر واقعیت افزوده در یادگیری آناتومی جمجمه	۳۲ نفر از دانشجویان موسسه کویاهوگا	۲۰۲۱	دونکان وادیا ^{۱۵} (۲۱)
افزایش قابل توجهی در سرگیجه هنگام استفاده از هولولنز گزارش شد و هیچ اثر نامطلوب دیگری برای سلامتی مشاهده نشد. هر دو حالت برای یادگیری موثر بودند و شواهدی را برای اتخاذ روش واقعیت افزوده در علوم بهداشتی و پزشکی ارائه می‌کرد.	کارآزمایی تصادفی کنترل شده، انجام پیش آزمون و پس آزمون و تکمیل پرسشنامه	هولولنز و واقعیت افزوده موبایل در آموزش علوم پزشکی و بهداشت: یک کارآزمایی تصادفی کنترل شده، شرکت کنندگان در دو گروه واقعیت افزوده مبتنی بر موبایل (AR) و هولولنز	۳۸ نفر دانشجوی سال اول پزشکی و بهداشت، استرالیا	۲۰۲۱	مورو ^{۱۶} (۹)
هر دو گروه پیشرفت قابل توجهی در درون گروه را نشان می‌دهند، عملکرد پس آزمون در گروه واقعیت افزوده به طور قابل توجهی بهتر بود.	مداخله‌ای در دو گروه و دارای پیش آزمون و پس آزمون	استفاده از واقعیت افزوده و CT برای آموزش آناتومی سر و گردن	۳۰ نفر دانشجوی سال اول پزشکی	۲۰۲۱	ویکس ^{۱۷} (۲۲)

Gross Anatomy^{۱۰}
 Bogomolova^{۱۱}
 Stereoscope^{۱۲}
 Monoscopic^{۱۳}
 Mental Rotation Test^{۱۴}
 Duncan-Vaidya^{۱۵}
 Moro^{۱۶}
 Weeks^{۱۷}

موبایل با واقعیت افزوده استفاده کرده بودند، دستاوردهای بالاتر و بار شناختی کمتری را گزارش کردند (۱۵).

در تمامی مقالات به تأثیر واقعیت افزوده بر روی افزایش تعامل در دانشجویان اشاره شده بود که می‌تواند بیانگر این باشد که دانشجویان ارتباط خوبی با این مقوله دارند. فناوری واقعیت افزوده موقعیتی را فراهم می‌سازد که می‌تواند برای گروهی از دانشجویان که قدرت تجسم فضایی پایین‌تری دارند مفید واقع شده و به افزایش توانایی‌های بصری-فضایی آن‌ها کمک کند، دانشجویان با سطوح پایین‌تر از توانایی‌های بصری-فضایی، بیشترین بهره را از مدل سه بعدی استریوسکوپي بردند و درک بهتری از آناتومی سه بعدی پیدا کردند (۲۰).

در پژوهش کولمان^{۲۲} و همکاران نیز ۹۳٫۴٪ دانشجویان کاملاً موافق بودند که آئینه جادویی AR درک کلی سه بعدی از آناتومی انسان را افزایش می‌دهد (۱۷). دانشجویان می‌توانند با حرکت دادن موبایل با مدل‌های سه بعدی از زوایای مختلف تعامل داشته و این مطالب را تجسم کنند (۱۸).

همچنین در مطالعه ویک و همکاران، تجسم سه بعدی، پتانسیل بهبود یادگیری آناتومی سرگردن را به دنبال داشت (۲۲).

طبق پژوهش مورو^{۲۳} و همکاران، شیوه‌های تدریس مبتنی بر تصاویر دو بعدی در کتاب‌ها سیستم‌های اندام را به صورت سه بعدی نمی‌توانند به تصویر بکشند، برنامه‌های واقعیت افزوده مبتنی بر موبایل و هولولنزهای میکروسافت می‌توانند کمک بزرگی در این زمینه باشند و به عنوان مکمل‌هایی برای تدریس استفاده شوند (۹).

استفاده از سیستم واقعیت افزوده مبتنی بر موبایل معایبی را نیز به دنبال دارد چرا که از کاربر می‌خواهد که آن را با دستانش نگه دارد که ممکن است ناخوشایند باشد. بنابراین، یک سیستم واقعیت افزوده روی سر مفیدتر به نظر می‌رسد و یا استفاده از نوعی پایه برای نگه داشتن دستگاه تلفن همراه (۲۳).

بحث

نظام‌های نوین آموزشی باعث ایجاد نیازهای جدیدی در دانشجویان گردیده‌اند و هر دو گروه استاد و دانشجو در کنار استفاده از روش‌های سنتی ملزم به آشنایی با فناوری‌های جدید نیز می‌باشند. همگام شدن با دنیای فناوری در جهان امروز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. واقعیت افزوده از جمله فناوری‌هایی می‌باشد که در حوزه آموزش پزشکی و به خصوص آموزش علوم مانند آناتومی ورود یافته و مورد توجه سیاست‌گذاران حوزه آموزش قرار گرفته است. تجسم سه بعدی برای نسل‌های جدید دانشجویان پزشکی و پزشکان در حال آموزش در زمینه‌های مختلف مفید است. با این حال تحقیقات کمی برای مقایسه مستقیم عملکرد دانشجو پس از استفاده از ابزارهای سه بعدی با ابزارهایی که از صفحه نمایش دو بعدی استفاده می‌کنند وجود دارد (۲۲). در برخی از مطالعات انجام شده بین استفاده از فناوری واقعیت افزوده و یادگیری ارتباط معناداری مشاهده گردید. در مطالعه فرر تورسا^{۱۸} با توجه به میانگین نمرات دانشجویان بین نتایج دانشجویانی که از AR استفاده کرده بودند در مقایسه با دانشجویانی که از ویدئو و جزوه آموزشی استفاده کرده بودند ارتباط معناداری وجود داشت و میانگین نمرات AR به طور قابل توجهی بالاتر بود. به علاوه، ۷۶٫۹٪ دانشجویان AR را برای مطالعه مؤثر دانستند و ۷۵٪ نیز بیان کردند که AR انگیزه و علاقه به موضوع را در آنها افزایش می‌دهد (۱۴). در پژوهش ویکس^{۱۹} و همکارانش نیز عملکرد دانشجویان گروه واقعیت افزوده در پس‌آزمون به طور قابل توجهی بهتر بود (۲۲). در پژوهش بومولوا^{۲۰} و همکارانش دانشجویان با نمرات MRT پایین در پس‌آزمون در گروه سه بعدی AR استریوسکوپي در مقایسه با گروه دستکاپ مونوسکوپي نمرات بالاتری کسب کردند و مشابه با گروه اطلس دو بعدی عمل کردند (۲۰). سودا کوکوک^{۲۱} و همکارانش نیز بیان کردند که گروهی که از برنامه کاربردی

Ferrer-Torregrosa^{۱۸}

Weeks^{۱۹}

Bogomolova^{۲۰}

Sevda Küçük^{۲۱}

Kugelmann^{۲۲}

Moro^{۲۳}

تجسم سه بعدی، توانایی بصری-فضایی، ابزار مکمل آموزشی را می‌توان مورد توجه قرار داد. در تمامی مقالات به اینکه AR موجب افزایش غوطه وری و تعامل یادگیرنده می‌شود اشاره شده است که این می‌تواند نتایج نویدبخش استفاده مؤثر از واقعیت افزوده را به عنوان ابزاری تکمیلی برای آموزش آناتومی بیان کند.

استفاده از واقعیت افزوده در آموزش چالش بزرگی محسوب می‌شود که این امر به دلیل مغایرت این فناوری با روش‌های سنتی آموزشی، هزینه راه اندازی و نگهداری سیستم‌های دارای AR و مقاومت در برابر فناوری‌های جدید است (۲).

اینکه دانشجویان بتوانند در کنار روش‌های سنتی تدریس از فناوری‌های جدیدی مانند AR نیز استفاده کنند بسیار مطلوب است اما با توجه به افزایش روزافزون دانشجویان در گروه‌های پزشکی و کمبود دستگاه‌ها و تجهیزات فناورانه و همچنین هزینه بر بودن آنها، مانع استفاده از این فناوری‌ها در دانشکده‌های پزشکی می‌گردد. تهیه اجساد نیز برای تدریس درس تشریح نظر اقتصادی، مسائل اخلاقی و نظارتی مشکل ساز بوده و نیز موجب ازدحام دانشجویان در سالن‌های تشریح می‌شوند. با توجه به مسائل یاد شده شاید بتوان گفت آموزش آناتومی با استفاده از فناوری واقعیت افزوده در افزایش یادگیری و بهبود درک دانشجویان پزشکی از علوم تشریح می‌تواند تاثیرگذار باشد و همچنین توسعه برنامه‌های واقعیت افزوده مبتنی بر موبایل در حال حاضر از بقیه روش‌ها به صرفه‌تر می‌باشد که بهتر است سیاست‌هایی برای استفاده بهینه از این فناوری اتخاذ گردد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشکده پزشکی مشهد که در اجرای این پژوهش ما را باری فرمودند تشکر و قدردانی می‌شود.

تضاد منافع

نویسندگان تضاد منافی ندارند.

حمایت مالی

<http://hmed.mums.ac.ir>

انتقادات دیگری نیز برای اینگونه سیستم‌های فناورانه عنوان شده که خراب شدن و یا هنگ کردن نرم افزارها است (۱۷). عنصر زمان نیز در بررسی چند مقاله مورد توجه قرار گرفت و به نظر می‌رسد با پیشرفت فناوری و به دنبال آن پیشرفته-تر شدن دستگاه‌هایی مانند تبلت، موبایل، هولولنز و هدست ها زمان صرف شده برای یادگیری تا حدودی کاهش یافته باشد چرا که در مطالعه کوک^{۲۴} و همکارانش بیان شده که دانشجویان در مدت زمان کوتاه‌تری درس‌هایی مانند آناتومی که از نظر محتوا نیز دشوار هستند را با استفاده از واقعیت افزوده بهتر یاد می‌گیرند (۱۵) و در پژوهش فر تورسا^{۲۵} و همکاران، بیان شده که استفاده از سیستم‌های واقعیت افزوده زمان بیشتری را می‌طلبد (۱۴).

در بررسی مطالعه بورک فلیکس^{۲۶} و همکاران، دانشجویانی که در گروه آینه جادویی بودند در پاسخ به سؤالات تصویری عملکرد بهتری داشته و دانشجویانی که در گروه منابع تئوری و کتابهای درسی بودند در پاسخ به سؤالات متنی بهتر عمل کردند که می‌تواند بیانگر این باشد که وقتی مدل آموزشی و مدل ارزشیابی مشابه هم باشند عملکرد اختصاصی هر گروه مطلوبتر خواهد بود (۱۹) در پژوهش بومولوا^{۲۷} و همکاران، در ارزیابی دانش آناتومی نمرات گروه اطلس تشریحی از گروه دسکتاپ سه بعدی بهتر بود و مشابه با گروه مدل سه بعدی استریوسکوپي بوده که می‌توان به ماهیت ارزیابی کاغذ-مداد اشاره کرد که در واقع با مواد مورد مطالعه در گروه اطلس تشریحی دو بعدی همسوتر بوده است (۲۰).

نتیجه گیری

با مرور مقالات ذکر شده در رابطه با استفاده از فناوری واقعیت افزوده و یادگیری آناتومی و بررسی مطالب، ابعادی برای واقعیت افزوده شامل: تعامل، کاوش پویا، یادگیری،

^{۲۴} Küçük

^{۲۵} Ferrer-Torregrosa

^{۲۶} Bork Felix

^{۲۷} Bogomolova



این مقاله مستخرج از پایان نامه نویسنده اول در مقطع کارشناسی ارشد رشته تکنولوژی آموزشی در علوم پزشکی، خانم انسیه چوبداران است که با کد ۹۹۲۳۵۷ در دانشگاه علوم پزشکی مشهد به تصویب رسیده است.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی مشهد با کد IR.MUMS.MEDICAL.REC.1400.504 تصویب شده است.

مشارکت نویسندگان

پاسخگویی به تمام جنبه های کار	نهایی سازی	بررسی انتقادی و ویرایش	نگارش پیش نویس اصلی	تجزیه و تحلیل و/یا تفسیر	جمع آوری و/یا پردازش داده ها	طراحی طرح	مفهوم سازی	
■	■	■	■	■	■	■	■	ا.چوبداران
■	■	■	■	■	■	■	■	ه.مستور
■	■	■	■	■	■	■	■	ش.ظریف نهاد

*راهنمای رنگها:



References

- Duarte ML, Santos LR, Guimarães Júnior JB, Peccin MS. Learning anatomy by virtual reality and augmented reality. A scope review. *Morphologie: bulletin de l'Association des anatomistes*. 2020;104(347):.254-66
- Hoseini M, Akbarabadi M. Application of augmented reality and holoport technology in medical education. National conference of the future of engineering and technology; Tehran, Iran.2016 [In Persian]
- Crofton EC, Botinestean C, Felon M, Gallagher E. Potential applications for virtual and augmented reality technologies in sensory science. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2019;56:102178
- Sutherland J, Belec J, Sheikh A, Chepelev L, Althobaity W, Chow BJW, et al. Applying Modern Virtual and Augmented Reality Technologies to Medical Images and Models. *Journal of digital imaging*. 2019;32(1).38-53
- Huang KT, Ball C, Francis J, Ratan R, Boumis J, Fordham J. 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*. 2019;22(2):.105-10
- Kamphuis C, Barsom E, Schijven M, Christoph N. Augmented reality in medical education? Perspectives on Medical Education. 2014;3(4):.300-11
- Dreimane S, Daniela L. Educational Potential of Augmented Reality Mobile Applications for Learning the Anatomy of the Human Body. *Technology, Knowledge and Learning*. 2021;26(4):.763-88
- Connaghan R, Poyade M, Rea PM. Evaluation of Child-Friendly Augmented Reality Tool for Patient-Centered Education in Radiology and Bone Reconstruction. *Advances in experimental medicine and biology*. 2019;1171:105-26
- Moro C, Phelps C, Redmond P, Stromberga Z. HoloLens and mobile augmented reality in medical and health science education: A randomised controlled trial. *British Journal of Educational Technology*. 2021;52(2):.680-94
- Elsayed M, Kadom N, Ghobadi C, Strauss B, Al Dandan O, Aggarwal A, et al. Virtual and augmented reality: potential applications in radiology. *Acta radiologica (Stockholm, Sweden: 1987)*. 2020;61(9):.1258-65
- Rodriguez-Pardo C, Hernandez S, Patricio MÁ, Berlanga A, Molina JM, editors. *An Augmented Reality Application for Learning Anatomy. Bioinspired Computation in Artificial Systems; 2015Cham: Springer International Publishing*.
- Ronaghi MH. Application of Augmented and Virtual Reality Technologies in Medicine. *Payavard Salamat*. 2020;14(5):.403-394
- Albrecht UV, Folta-Schoofs K, Behrends M, von Jan U. Effects of mobile augmented reality learning compared to textbook learning on medical students: randomized controlled pilot study. *Journal of medical Internet research*. 2013;15(8):e.182
- Ferrer-Torregrosa J, Jiménez-Rodríguez MÁ, Torralba-Estelles J, Garzón-Farinós F, Pérez-Bermejo M, Fernández-Ehrling N. Distance learning ects and flipped classroom in the anatomy learning: comparative study of the use of augmented reality, video and notes. *BMC Medical Education*. 2016;16(1):.230
- Küçük S, Kapakin S, Gökteş Y. Learning anatomy via mobile augmented reality: Effects on achievement and cognitive load. *Anatomical sciences education*. 2016;9(5):.411-21
- Moro C, Štromberga Z, Raikos A, Stirling A. The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anatomical sciences education*. 2017;10(6):.549-59
- Kugelman D, Stratmann L, Nühlen N, Bork F, Hoffmann S, Samarbarksh G, et al. An Augmented Reality magic mirror as additive teaching device for gross anatomy. *Annals of anatomy = Anatomischer Anzeiger: official organ of the Anatomische Gesellschaft*. 2018;215:71-7
- Kurniawan MH, Suharjo, Diana, Witjaksono G. Human Anatomy Learning Systems Using Augmented Reality on Mobile Application. *Procedia Computer Science*. 2018;.135:80-8
- Bork F, Stratmann L, Enssle S, Eck U, Navab N, Waschke J, et al. The Benefits of an Augmented Reality Magic Mirror System for Integrated Radiology Teaching in Gross Anatomy. *Anatomical sciences education*. 2019;12(6):.585-98
- Bogomolova K, van der Ham IJM, Dankbaar MEW, van den Broek WW, Hovius SER, van der Hage JA, et al. The Effect of Stereoscopic Augmented Reality Visualization on Learning Anatomy and the Modifying Effect of Visual-



Spatial Abilities: A Double-Center Randomized Controlled Trial. *Anatomical sciences education*. 2020;13(5):558-67

21. Duncan-Vaidya EA, Stevenson EL. The Effectiveness of an Augmented Reality Head-Mounted Display in Learning Skull Anatomy at a Community College. *Anatomical sciences education*. 2021;14(2):221-31

22. Weeks JK, Pakpoor J, Park BJ, Robinson NJ, Rubinstein NA, Prouty SM, et al. Harnessing Augmented Reality and CT to Teach First-Year Medical Students Head and Neck Anatomy. *Academic radiology*. 2021;28(6):871-6

23. Ibáñez M-B, Delgado-Kloos C. Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*. 2018;123:109-23