

## الزامات فنی اولیه طراحی و ایجاد یک برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر فناوری واقعیت افزوده

مونا رفیع‌زاده<sup>۱</sup>، رضا صفدری<sup>۲</sup>، ژاله شوشتریان ملاک<sup>۳</sup>، شعبان علیزاده<sup>۴\*</sup>

### چکیده

**زمینه و هدف:** آموزش موبایل مبتنی بر شبیه‌سازی از الزامات عصر جدید بوده و حیطه‌ای رو به گسترش در راستای رفع نیازهای آموزشی رده‌ها و سیستم‌های مختلف است. با توجه به گسترش استفاده از فناوری‌های مبتنی بر شبیه‌سازی و محبوبیت ویژه‌ی فناوری واقعیت افزوده یا (AR: Augmented Reality) در حیطه‌ی آموزش، پژوهش حاضر به منظور تسهیل گام‌های اولیه در شناخت الزامات فنی و نرم‌افزارهای مورد استفاده در ایجاد این نوع برنامه‌های کاربردی (app) صورت گرفته است.

**روش بررسی:** داده‌های مورد نیاز این پژوهش جهت شناسایی پلتفرم/نرم‌افزارهای اصلی مورد استفاده در طراحی و ایجاد برنامه‌های کاربردی آموزشی مبتنی بر فناوری AR با جستجو در منابع کتابخانه‌ای گردآوری شد. همزمان، قابلیت‌ها/بخش‌های برنامه‌های کاربردی خروجی مطالعات وارد شده نیز استخراج، و مجموع این اطلاعات در قالب یک جدول آورده شد. پس از نمایش نرم‌افزارهای مورد استفاده در ایجاد این نوع برنامه‌های کاربردی، معماری و مدلی ساده از نحوه‌ی ایجاد یک برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر فناوری واقعیت افزوده توسط پرکاربردترین نرم‌افزارهای موجود ترسیم شد.

**یافته‌ها:** قابلیت‌های نمایش مدل سه‌بعدی و نمونه سوالات چندگزینه‌ای به‌عنوان قابلیت‌های حداقل (پایه) یک برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر فناوری واقعیت افزوده شناسایی شدند. جهت شناسایی پرکاربردترین نرم‌افزارهای مورد استفاده در ایجاد برنامه‌های کاربردی آموزشی مبتنی بر AR، مقالات وارد شده بررسی، اطلاعات مورد نیاز استخراج و در قالب جدول گردآوری گردید. نتایج بررسی نرم‌افزارهای متعدد مورد استفاده در مقالات حاکی از آن بود که Vuforia و Unity 3D بیشترین آمار استفاده در ایجاد این نوع برنامه‌های کاربردی را دارند. سپس، مدلی ساده از مراحل ایجاد برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر واقعیت افزوده و همچنین یک نمونه خروجی از این نوع برنامه کاربردی بر اساس این اطلاعات ارائه شد.

**نتیجه‌گیری:** آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی یکی از مباحث مطرح و رو به رشد در سطح جهان است. فناوری واقعیت افزوده به‌عنوان یکی از شاخص‌ترین و پرکاربردترین تکنولوژی‌های این حیطه می‌باشد. نتایج این پژوهش مجموعه‌ای از قابلیت‌های پایه یک برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر AR و همچنین نرم‌افزارهای قابل استفاده در ایجاد آن را در برمی‌گیرد. بنابراین، مطالعه‌ی حاضر می‌تواند با ایجاد درک فنی اولیه از آموزش مبتنی بر AR، پژوهشگران علاقمند به این حیطه را در جهت شناسایی و انتخاب ساده‌ترین مسیر در ایجاد یک برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر AR یاری نماید.

**واژه‌های کلیدی:** واقعیت افزوده، آموزش، برنامه کاربردی، الزامات فنی

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۶/۱۹

پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۲/۵

\* نویسنده مسئول:

شعبان علیزاده:

دانشکده علوم پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

Email:

alizadehs@tums.ac.ir

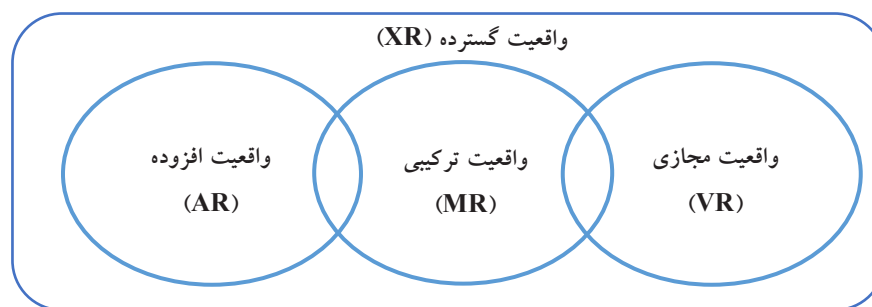
۱ کارشناس ارشد فناوری اطلاعات سلامت، دانشکده علوم پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۲ استاد گروه مدیریت اطلاعات سلامت، دانشکده علوم پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۳ استادیار گروه سلامت الکترونیک، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۴ استاد گروه هماتولوژی آزمایشگاهی و علوم انتقال خون، دانشکده علوم پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

این روند، می‌توان تکنولوژی‌های مبتنی بر شبیه‌سازی، شامل واقعیت مجازی (Virtual Reality)، واقعیت افزوده (Augmented Reality)، واقعیت ترکیبی (Mixed Reality) و واقعیت گسترده (Extended Reality) را نام برد (۱). واقعیت افزوده، فناوری مبتنی بر ترکیب دنیای واقعی با تصاویر مجازی در زمان واقعی (real-time) می‌باشد که با افزودن مفاهیم مجازی به دنیای واقعی به افزایش درک و فهم کاربر از موضوع یا محیط پیرامون کمک می‌کند (۳). شکل ۱ نحوه‌ی ارتباط بین مفاهیم آورده شده را نشان می‌دهد.



شکل ۱: نمونه‌ی ارتباط واقعیت مجازی، افزوده، ترکیبی و گسترده

از انقلاب صنعتی چهارم (The Fourth Industrial Revolution, 4IR)، صنایع مختلف به سوی مشتری‌مداری (توجه به خواسته‌ی مخاطب و تطبیق طراحی محصولات و یا ارائه خدمات با نیاز آن‌ها) جهت‌دهی شدند (۱). سیستم آموزش عالی در قرن بیست و یکم که با سرعت زیاد توسعه و معرفی فشرده‌ی فناوری اطلاعات مشخص شد، نتیجه‌ی انقلاب علمی و فناوری بود که مستلزم جایگزینی جامعه صنعتی با اطلاعات بود (۲). از جمله فناوری‌های سودمند در

تعداد قابل توجهی برنامه کاربردی موبایل وجود دارد که می‌توان از آن‌ها در راستای اهداف آموزشی استفاده کرد. طبق آمار مطالعه‌ای منتشر شده در سال ۲۰۲۱، بیشترین سیستم عامل‌های در حال استفاده به ترتیب Android، iOS، Samsung و KaiOS می‌باشند (۱۰). در بررسی دقیق‌تر، سهم بازار سیستم عامل‌های موبایل در سراسر جهان در سال ۲۰۲۲ عملاً متعلق به سیستم عامل‌های اندروید و iOS با پیشتازی اندروید است (۱۱). با این تفاسیر، بدیهی است که ایجاد برنامه‌های مبتنی بر اندروید امروزه یک فعالیت بسیار محبوب به شمار می‌رود (۱۲). در حوزه‌ی آموزش نیز، طبق مروری سیستماتیک بر برنامه‌های کاربردی موبایل در آموزش پزشکی در سال ۲۰۲۲، اکثریت متخصصان بر این باورند که نوآوری‌های یادگیری موبایل باعث افزایش چشمگیر فرایندهای یادگیری در حیطه‌ی مراقبت‌های بهداشتی می‌شود (۱۳).

یکی از چالش‌های کلیدی در تحقق سیستم‌های AR، انتخاب سخت‌افزار مناسب جهت برآورده نمودن الزامات آن است. یکی از گزینه‌ها، استفاده از فناوری‌های پوشیدنی مانند نمایشگرهای روی سر و عینک‌های هوشمند است که باید عمر باتری محدود آن‌ها را در نظر گرفت. گزینه‌ی دیگر، استفاده از فناوری‌های AR با صفحه ثابت، مانند رایانه‌های رومیزی، به عنوان یک رسانه‌ی دویبعدی در نمایشگرهای مانیتور است که استفاده از آن‌ها در محیط‌های تدریس سنتی ممکن است با محدودیت همراه باشد. با در نظر گرفتن در دسترس بودن

آموزش دیجیتال شامل مفاهیمی است که پیوسته در حال تحول است و اغلب به عنوان آموزش الکترونیکی شناخته می‌شود. این شکل از یادگیری می‌تواند از تبدیل اساسی محتوای حضوری به فرمت دیجیتال تا استفاده‌ی پیچیده‌تر از فناوری‌های دیجیتال (مانند آموزش موبایل، بیماران مجازی و واقعیت مجازی) باشد (۴). از مشکلات اساسی شکل‌های پیشرفته‌ی آموزش، ناکافی بودن انعطاف و پویایی، و همچنین عدم سازگاری با نیازهای یادگیرندگان به اطلاعات و آموزش در زمان و مکان مورد نیاز است. برخی از این مشکلات عنوان شده راه‌حل خود را در قابلیت‌های آموزش موبایل می‌یابند (۵ و ۶). فناوری موبایل می‌تواند به روش‌های مختلف مانند دسترسی به وبسایت‌های آموزشی یا ایجاد جلسات عملی و شبیه‌سازی (درون و بیرون کلاس)، و همچنین بهبود ارتباط بین فراگیر و فرادهنده در رفع نارسایی‌های آموزشی مؤثر واقع گردد (۲).

با توجه به گسترش همه‌جانبه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات، دستگاه‌های تلفن همراه هوشمند تقریباً در بسیاری از ابعاد زندگی روزمره مردم به جزیی جدایی‌ناپذیر تبدیل شده است. استفاده از برنامه‌های کاربردی نیز متعاقباً رواج یافته است (۷). برنامه‌های کاربردی موبایل شامل نرم‌افزار/مجموعه‌ای از برنامه‌ها هستند که بر روی دستگاه تلفن همراه اجرا می‌شوند و وظایف خاصی را برای کاربر انجام می‌دهند (۸) که به دلیل دسترسی آسان برطرف‌کننده‌ی بخش اعظم نیازهایی گشته‌اند که پیش‌تر از طریق وبسایت‌ها تامین می‌شد (۹). امروزه

نرم‌افزارهای استفاده شده در طراحی و ایجاد این نوع برنامه‌های کاربردی می‌باشد. همچنین در ادامه، مدل فنی یک برنامه کاربردی آموزشی ساده مبتنی بر فناوری AR و نمونه‌ای از خروجی آن ارائه می‌شود. طبق دانسته‌های پژوهشگران این مقاله، در زمان شروع این پژوهش، مطالعه‌ی داخلی مشابه و یا مطالعه‌ای که هم‌زمان به نرم‌افزارهای ایجادکننده و قابلیت‌های برنامه‌های کاربردی خروجی آموزشی مبتنی بر AR پرداخته باشد، موجود نبوده است. این مطالعه می‌تواند گامی پایه برای آشنایی بیشتر پژوهشگران داخل کشور با این فناوری و پیش‌روی در جهت طراحی و ایجاد برنامه‌های کاربردی آموزشی نوین باشد.

### روش بررسی

این پژوهش از نوع توصیفی بود و با هدف شناسایی مطالعات انجام شده در حیطه‌ی استفاده از برنامه کاربردی مبتنی بر AR در یادگیری مقاطع دانشگاهی در ده سال اخیر صورت گرفت. جستجوی پایگاه‌های داده‌ای IEEE Xplore و Google Scholar, Scopus, Web of Science, PubMed با کلیدواژه‌های مشخص و سرچ استراتژی متناسب با آن پایگاه داده طبق جدول ۱ در تیرماه سال ۱۴۰۱ انجام شد.

جدول ۱: استراتژی جستجوی پایگاه‌های داده

Database	Search Strategy
PubMed	((("Augmented reality"[All Fields] OR "mixed reality"[All Fields] OR "augmented realities"[All Fields] OR "mixed realities"[All Fields]) AND ("educational"[All Fields] OR "education"[All Fields]) AND ("app"[All Fields] OR "mobile application"[All Fields] OR "mobile app"[All Fields])) Results=33
Web of Science	TI/AB=((("Augmented reality" OR "mixed reality" OR "augmented realities" OR "mixed realities") AND ("educational" OR "education") AND ("app" OR "mobile application"))) Results=482
Scopus	TITLE-ABS-KEY (((("Augmented reality" OR "mixed reality" OR "augmented realities" OR "mixed realities") AND ("educational" OR "education") AND ("app" OR "mobile application")))) Results=689
Google Scholar	((("Augmented reality" OR "mixed reality" OR "augmented realities" OR "mixed realities") AND ("educational" OR "education") AND ("app" OR "mobile application") AND Hematology)) [2012-2022 time range] Results=183
IEEE Xplore	((("All Metadata": "Augmented reality" OR "All Metadata": "mixed reality" OR "All Metadata": "augmented realities" OR "All Metadata": "mixed realities") AND ("All Metadata": "educational" OR "All Metadata": "education") AND ("All Metadata": "app" OR "All Metadata": "mobile application"))) Results=168

مطالعه شدند. معیارهای ورود و خروج به شرح زیر بود:

• معیارهای ورود به مطالعه

- موضوع مطالعه ایجاد برنامه کاربردی مبتنی بر فناوری AR که در راستای اهداف آموزشی / یادگیری باشد.

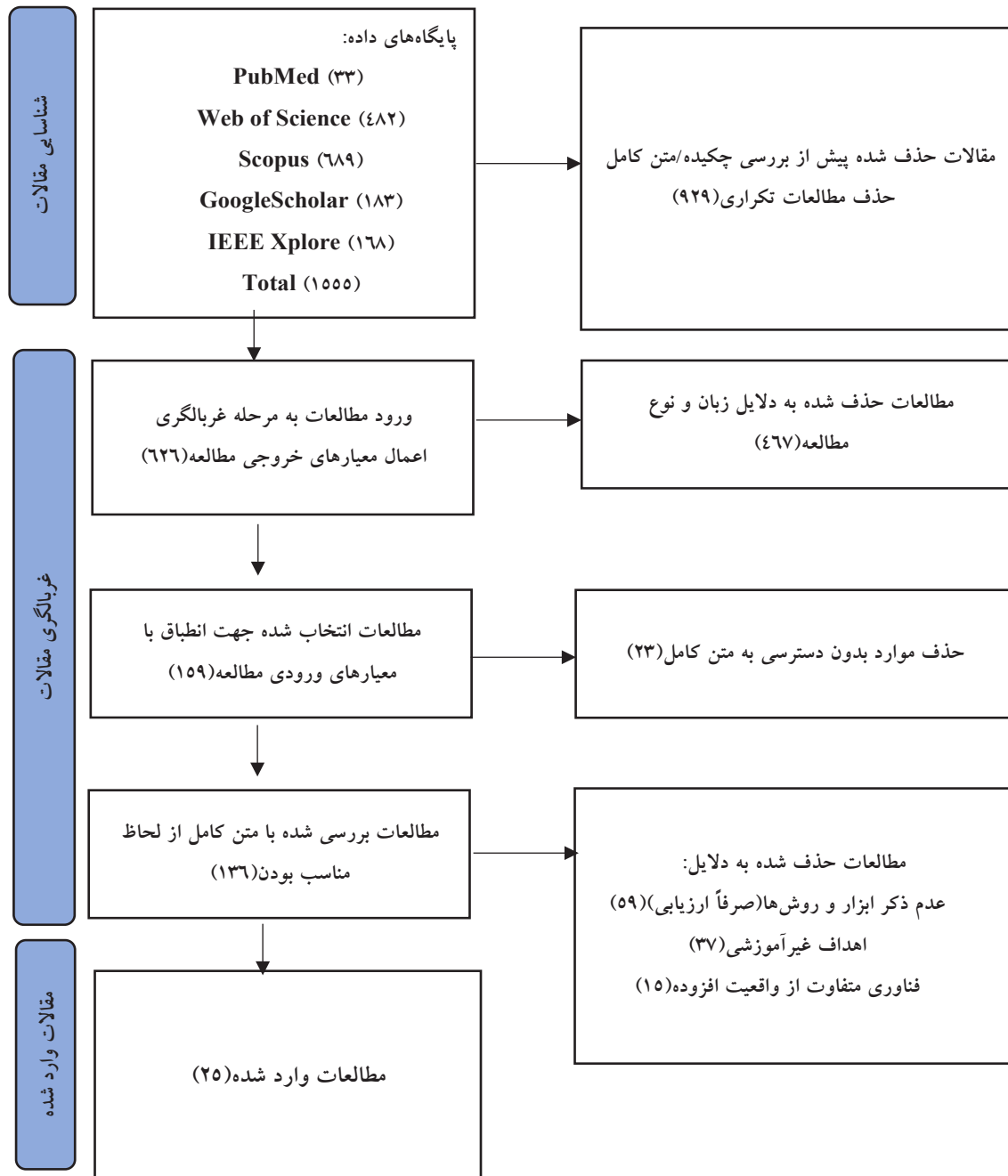
دستگاه‌های دستی مانند گوشی‌های هوشمند و تبلت‌ها به دلیل حجم کم و پشتیبانی از تکنولوژی مورد نیاز، در مقایسه با دستگاه‌های دیگر، انتخابی ارجح برای تحقق یک سیستم AR برای استفاده در آموزش به‌نظر می‌رسد (۱۴).

پس از سخت‌افزار، نرم‌افزارهای مورد استفاده مطرح می‌گردد. بر اساس مطالعه‌ای مروری بر برنامه‌های کاربردی آموزشی مبتنی بر AR در حیطه‌ی STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)، ماهیت چندوجهی این فناوری، توسعه‌دهندگان را به استفاده از ترکیبی از زبان‌های برنامه نویسی مختلف (مانند MATLAB, Java, JavaScript) و فریم‌ورک‌ها (همانند WebGL) با ارجحیت اندکی نسبت به Microsoft Visual Studio و غیره سوق داده است. ARToolKit به‌طور مشابه، برای طراحی و انیمیشن آثار سه بعدی، ترکیبی از ابزارهای تجاری (مانند Vuforia, Metaio Creator, 3D Unity) و منبع باز (مانند HTML5) گزارش شده است. جهت ایجاد مدل‌ها و انیمیشن‌های سه بعدی که در صحنه‌ی واقعی گنجانده شده‌اند نیز از نرم‌افزارهای 3Ds Max, Blender, Autocad و Maya استفاده شده است (۱۵).

هدف از پژوهش حاضر شناسایی و دسته‌بندی الزامات فنی و قابلیت‌های برنامه کاربردی آموزشی مقاطع دانشگاهی مبتنی بر فناوری AR و دسته‌بندی

مجموعه مقالات حاصل از نتایج جستجو (۱۵۵۵ مورد) در قالب فایل xml دانلود شده و در ابزار مبتنی بر وب Rayyan (۱۶) جهت بررسی وارد شد. مطالعات تکراری (duplications) توسط این ابزار شناسایی و پس از بررسی و تایید ارزیاب حذف شدند. مقالات باقیمانده طبق شکل ۲ حذف و یا وارد

- قابلیت دسترسی به متن کامل وجود داشته باشد.
- متن مقاله به زبان انگلیسی باشد.
- معیارهای خروج از مطالعه
- مقالاتی که به زبانی غیر از انگلیسی چاپ شده باشد.
- مقالاتی که از نوع نامه به سردبیر و یا گزارش باشد.
- دسترسی به متن کامل امکان پذیر نباشد.
- درباره فناوری های غیر از واقعیت افزوده باشند.
- هدف از ایجاد برنامه کاربردی آموزش نباشد.
- در قسمت روش ها اطلاعاتی از نحوه توسعه برنامه کاربردی موجود نباشد (به عنوان مثال صرفاً تاثیر واقعیت افزوده بر یادگیری را سنجیده باشند).



شکل ۲: نمودار شناسایی مطالعات وارد شده

سال انتشار، حیطه‌ی درسی، قابلیت‌های برنامه کاربردی خروجی و نرم‌افزارهای مورد استفاده در ایجاد برنامه کاربردی و همچنین بخشی از این اطلاعات (ستون آخر) در قالب نمودار ۱ آورده شد. همچنین پس از بررسی متدولوژی مقالات

پس از بررسی مطالعات وارد شده و استخراج اطلاعات مورد نظر، قابلیت‌های اصلی برنامه‌های کاربردی آموزشی مبتنی بر AR و نرم‌افزارهای مورد استفاده در ایجاد این نوع برنامه‌های کاربردی در قالب جدول ۲ شامل ستون‌های عنوان مقاله،

ذکر شده، پس از حذف مقالات تکراری، غربالگری و اعمال معیارهای ورود و خروج بر مقالات باقیمانده، ۱۵۹ مطالعه جهت انطباق با معیارهای ورود بررسی شدند. در نهایت ۲۵ مطالعه جهت ورود به مطالعه انتخاب شد. مطالعات وارد شده از جهت حوزه آموزشی برنامه کاربردی ایجاد شده، سال انجام پژوهش، هدف، قابلیت‌ها و نرم‌افزارهای استفاده شده بررسی و اطلاعات استخراج شده در قالب جدول دسته‌بندی گشت. قابلیت‌ها/محورهای عملکردی ارایه شده توسط این برنامه‌های کاربردی (از مطالعاتی که این اطلاعات عنوان شده بود) در جدول ۲ آورده شده است:

مختلف، شمایی از خلاصه روند تشکیل برنامه کاربردی (توسط پرکاربردترین نرم‌افزار) و معماری یک برنامه کاربردی مبتنی بر فناوری AR ساده ترسیم گشت. در نهایت، در شکل ۴ خروجی یک نمونه برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر AR ساده برای درس خون‌شناسی آورده شده است.

## یافته‌ها

در مرحله بررسی منابع کتابخانه‌ای، از ۱۵۵۵ نتیجه جستجو در پنج پایگاه داده

جدول ۲: اطلاعات استخراج شده از مطالعات وارد شده

ردیف	عنوان مطالعه	سال	حیطه کلی	قابلیت‌ها			نرم‌افزار / زبان برنامه‌نویسی / الگوریتم استفاده شده
				نمایش مدل 3D	بازی / انیمیشن	سوالات چندگزینه‌ای	
۱	آزمایشگاه واقعیت افزوده موبایل برای یادگیری تیتراسیون اسید-باز (۱۷)	۲۰۲۲	شیمی	*	*	*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TrainAR framework (to create the prototype)</li> <li>• Unity version 2019.4</li> <li>• ARKit and ARCore</li> </ul>
۲	تأثیر برنامه کاربردی واقعیت افزوده موبایل توسعه یافته برای تزریق بر سطح دانش و مهارت دانشجویان پرستاری: یک مطالعه کنترل شده تجربی (۱۸)	۲۰۲۱	پرستاری	*	*	*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UNITY 3D</li> <li>• Vuforia</li> <li>• 3Ds Max</li> <li>• After Affect</li> <li>• Camtasia</li> </ul>
۳	برنامه واقعیت افزوده برای توسعه یک ابزار یادگیری برای دانشجویان: تبدیل تلفن همراه به فلش کارت (۱۹)	۲۰۲۰	دندانپزشکی	*	*	*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unity3D</li> <li>• Vuforia database</li> <li>• Xcode 10.3</li> </ul>
۴	استفاده از واقعیت افزوده برای تقویت یادگیری الکترونیک قدرت برای مبتدیان (۲۰)	۲۰۲۲	مهندسی	*	*	*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unity</li> <li>• Blender</li> <li>• ARCore</li> </ul>
۵	زیست‌شناسی آمازون: کتاب الکترونیکی مبتنی بر واقعیت افزوده برای زیست‌شناسی (۲۱)	۲۰۲۰	زیست‌شناسی	*	*	*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unity</li> <li>• Android Studio</li> </ul>
۶	برنامه AIKesFar، یک واقعیت افزوده موبایل در یادگیری تجهیزات رسانه‌ای برای دانشکده داروسازی اندونزی (۲۲)	۲۰۱۸	داروسازی	*	*	*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vuforia SDK</li> </ul>
۷	واقعیت افزوده موبایل برای یادگیری خودمحور و ترکیبی در پزشکی: کارآزمایی تصادفی کنترل شده (۲۳)	۲۰۱۷	درماتولوژی	*	*	*	Not mentioned
۸	استفاده از واقعیت افزوده برای آموزش از راه دور مهندسی ساخت و ساز در طول فاصله‌گذاری اجتماعی Covid-۱۹ (۲۴)	۲۰۲۱	مهندسی	*	*	*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vuforia engine and rendering graphics</li> <li>• Vuforia SDKs</li> <li>• Unity 3D</li> </ul>
۹	یادگیری آناتومی با واقعیت افزوده (۲۵)	۲۰۱۹	پزشکی	*	*	*	Not mentioned
۱۰	تجسم ساختارهای مولکولی سه بعدی با استفاده از یک برنامه واقعیت افزوده (۲۶)	۲۰۲۰	شیمی	*	*	*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jmol,</li> <li>• Unity</li> <li>• Vuforia</li> </ul>
۱۱	استفاده از واقعیت افزوده مبتنی بر دید برای بهبود یادگیری دانشجویان از ستون فقرات و ناهنجاری‌های ستون فقرات. یک مطالعه اکتشافی (۲۷)	۲۰۲۱	پزشکی	*	*	*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autodesk Maya</li> <li>• An existing 3D spine model</li> </ul>

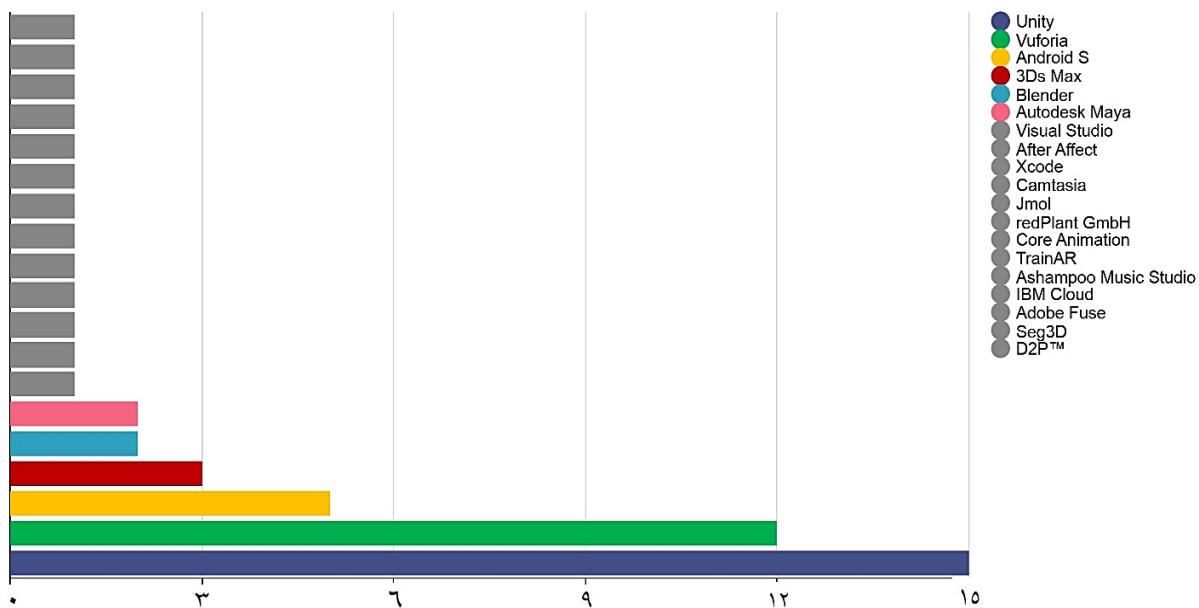


<ul style="list-style-type: none"> <li>• redPlant GmbH software developer</li> </ul>	*	*	پزشکی	۲۰۱۹	استفاده از ابزار یادگیری سیار توسط دانشجویان پزشکی در مقطع کارشناسی آناتومی و اثرات آن بر نتایج ارزیابی (۲۸)	۱۲
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Java</li> <li>• Google Sceneform</li> </ul>	*	*	ذکر نشده	۲۰۲۰	AR-LaBOR: طراحی و ارزیابی یک برنامه واقعیت افزوده برای آشنایی با آزمایشگاه (۲۹)	۱۳
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Android Studio, SDK, NDK</li> <li>• Google Sceneform</li> <li>• 3Ds MAX</li> <li>• Core Animation</li> <li>• Asset Media Recorder</li> <li>• Ashampoo Music Studio</li> <li>• Google Translate Plugin</li> </ul>	*	*	فیزیک	۲۰۲۱	توسعه و استفاده از برنامه کاربردی موبایل AR Physics در تدریس فیزیک در دانشگاه (۳۰)	۱۴
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unity (development environment)</li> <li>• Vuforia SDK</li> <li>• Blender (for building a 3D model of the transformer)</li> </ul>		*	مهندسی برق	۲۰۱۸	کاربرد فناوری واقعیت افزوده در مطالعه مهندسی برق (۳۱)	۱۵
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unity engine, with Vuforia SDK</li> <li>• Android Studio</li> </ul>	*	*	شیمی	۲۰۲۱	MicroWorld: یک برنامه واقعیت افزوده عربی برای یادگیری فضای اتمی (۳۲)	۱۶
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unity 3D</li> <li>• Vuforia platform</li> <li>• IBM Cloud, IBM Watson SDK</li> <li>• QR Code Generator</li> <li>• Adobe Fuse</li> <li>• Speech-To-Text API</li> </ul>	*	*	فناوری اطلاعات کسب و کار (BITE)	۲۰۱۸	نمونه‌سازی سریع واقعیت افزوده موبایل در زمینه آموزش (۳۳)	۱۷
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wireless connection</li> <li>• An existing prototype, CPReality</li> <li>• Microsoft HoloLens (TCP Server)</li> </ul>		*	پزشکی	۲۰۲۱	واقعیت افزوده در شبیه‌سازی شوک سپتیک کودکان: کارآزمایی امکان‌سنجی کنترل‌شده تصادفی (۳۴)	۱۸
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vuforia Engine</li> <li>• Unity platform</li> <li>• Visual Studio</li> <li>• C# programming language</li> <li>• Android Studio</li> <li>• web cam/smart hardware: mobile phone/ manikin</li> </ul>	*	*	پزشکی	۲۰۲۱	استفاده از واقعیت افزوده جهت ارتقای آموزش پزشکی در بیماری‌های قلبی: پژوهش طراحی اقدام (۳۵)	۱۹
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unity Editor</li> <li>• Vuforia software development kit (SDK) version 6.5</li> <li>• Seg3D (open-source) software</li> </ul>		*	جراحی (پزشکی)	۲۰۱۸	واقعیت افزوده برای موضعی ساختن اندام فردی در روند جراحی (۳۶)	۲۰

• Vuforia software	*	پزشکی	۲۰۲۱	تقویت آموزش OSH با یک برنامه مبتنی بر واقعیت افزوده (۳۷)	۲۱
• Android Studio • Java programming language • OpenCV library • Google Mobile Vision API	*	مهندسی (کامپیوتر)	۲۰۲۲	AR4FSM: کاربرد واقعیت افزوده موبایل در آموزش مهندسی برای درک ماشین حالت-متناهی (۱۴)	۲۲
• Autodesk Maya 2017 • Unity 3D 2018.4	*	رادیولوژی	۲۰۲۲	واقعیت افزوده در رادیولوژی برای آموزش و تمرین- یک مطالعه طراحی (۳۸)	۲۳
• Unity 3D software • Vuforia Engine package • D2P™ and MeshMixer software	*	پزشکی	۲۰۲۲	AEducaAR، آموزش تشریحی در واقعیت افزوده: یک تجربه آزمایشی از یک ابزار آموزشی نوآورانه ترکیبی از فناوری AR و چاپ سه بعدی (۳۹)	۲۴
• Unity 3D • C# coding • 3Ds Max	*	پزشکی	۲۰۲۱	بهبود آموزش سکنه مغزی با واقعیت افزوده: یک کارآزمایی تصادفی کنترل شده (۴۰)	۲۵

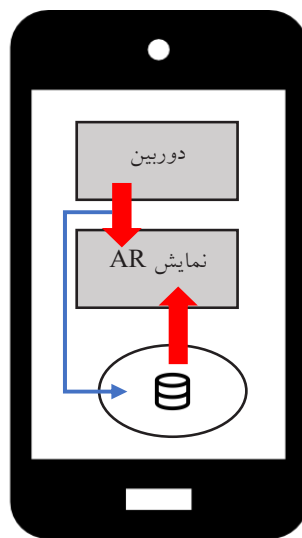
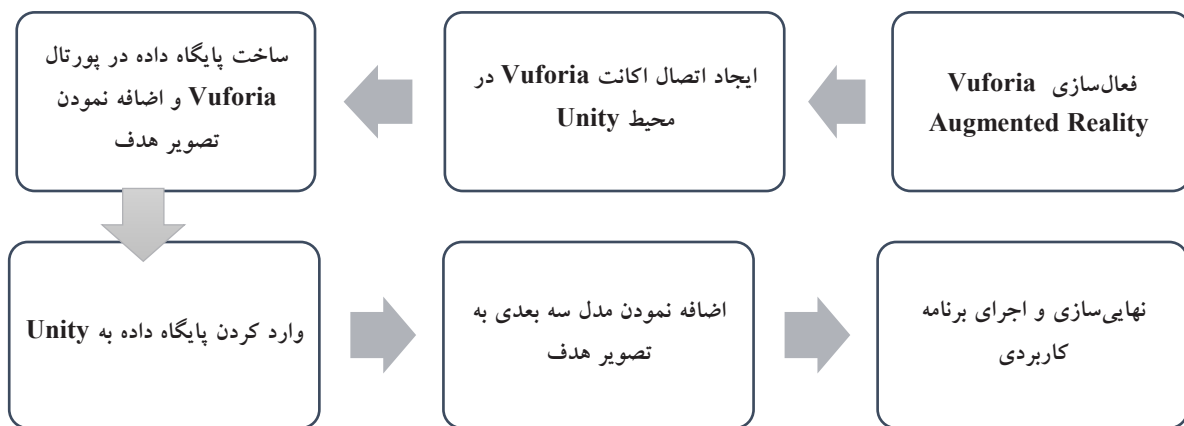
الکترونیک و سازه) بود. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، پرتکرارترین قابلیت‌های برنامه‌های کاربردی آموزشی مبتنی بر AR موارد نمایش مدل سه‌بعدی (۴۰-۲۴ و ۱۹ و ۱۷) و استفاده از سوالات چندگزینه‌ای (چه با هدف تمرین چه به صورت آزمون) (۳۲ و ۲۹-۲۷ و ۲۵ و ۲۲ و ۱۹ و ۱۷) می‌باشند. به‌عبارتی دیگر می‌توان این قابلیت‌ها را به‌عنوان قابلیت‌های حداقل و پایه در طراحی و ایجاد یک برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر AR معرفی نمود. نتیجه بررسی نرم‌افزارهای استفاده شده در توسعه‌ی برنامه‌های کاربردی نیز در قالب نمودار ۱ براساس تعداد مطالعاتی که از این نرم‌افزارها استفاده نموده‌اند، ترسیم شده است.

ستون سایر به‌عنوان زیرمجموعه‌ی بخش قابلیت‌ها در جدول ۲ شامل پشتیبانی از QR-Code، ارایه اطلاعات در قالب فلش کارت، اطلاعات تجهیزات، نمایش هولوگرام، و قابلیت افزودن یادداشت می‌باشد. هر مطالعه‌ای که برنامه کاربردی خروجی آن یکی از موارد فوق رداشته باشد، در این ستون علامت‌گذاری شده است. برنامه کاربردی توسعه داده شده در ۱۵ مورد از ۲۵ مقاله وارد شده (۶۰٪)، در حیطه‌ی علوم پزشکی (دروس مهم و پایه رشته‌های پزشکی، دندانپزشکی، پرستاری، داروسازی و آزمایشگاه) بود. سایر موارد نیز عموماً در رشته‌های علوم پایه (شیمی، ریاضیات و فیزیک) و رشته‌های مهندسی (شامل مهندسی برق/



مدل سه بعدی نیز به ترتیب بیشتر از Autodesk 3DS Max (۳۰ و ۱۸)، Blender (۳۱ و ۲۱) و Autodesk Maya (۳۸ و ۲۷) استفاده شده بود. Autodesk 3DS Max (Autodesk Inc., San Rafael, California, USA)، نرم‌افزاری برای مدل‌سازی و رندرگیری سه بعدی، طراحی انیمیشن و سایر عملکردهاست که از آن به طور گسترده در زمینه‌های بصری بازی‌ها، تولید محتوای چندرسانه‌ای، تبلیغات، معماری، طراحی صنعتی و مهندسی استفاده می‌شود (۴۱). حال که نرم‌افزارهای ایجاد برنامه‌های کاربردی آموزشی مبتنی بر AR و همچنین قابلیت/بخش‌های اصلی این نوع برنامه‌های کاربردی عنوان شد، خلاصه‌ای از روند تشکیل یک برنامه کاربردی با استفاده از Unity 3D و Vuforia به عنوان پرکاربردترین نرم‌افزارهای مورد استفاده در ایجاد برنامه‌های کاربردی آموزشی مبتنی بر AR و همچنین معماری ساده‌ی این نوع برنامه‌ها در شکل ۳ آورده شده است.

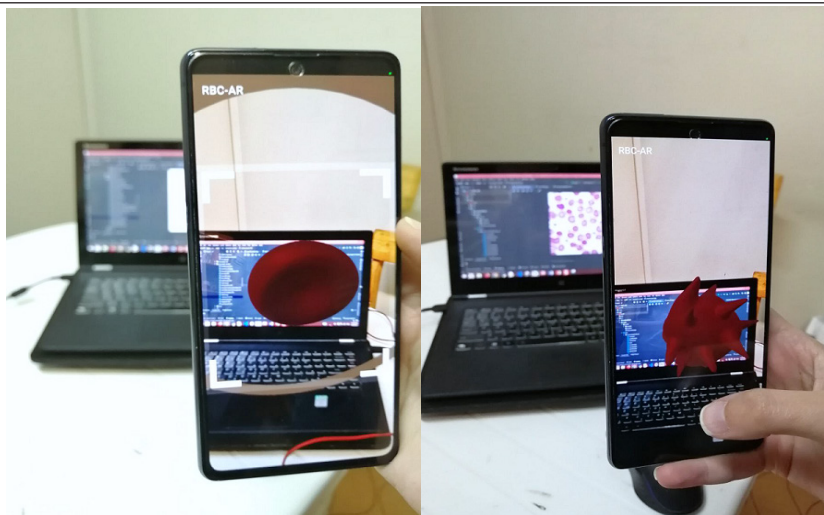
همان‌گونه که در نمودار ۱ آورده شده است، نرم‌افزارهای Unity 3D (۳۵-۳۷ و ۳۹) Vuforia و (۲۱-۱۷ و ۲۴ و ۳۱ و ۲۶ و ۳۳ و ۳۵ و ۳۶ و ۳۸ و ۴۰) و Android (۳۱-۳۳ و ۲۶ و ۲۴ و ۲۲ و ۱۹ و ۱۸) در رتبه‌ی اول و دوم و به دنبال آن‌ها Studio (۳۵ و ۳۲ و ۳۰ و ۲۰ و ۱۴) پرکاربردترین نرم‌افزارهای استفاده شده در طراحی برنامه‌های کاربردی آموزشی مبتنی بر AR بوده‌اند. ویرایشگر Unity 3D (Unity Technologies, San Francisco, CA, USA)، یک رابط بصری با قابلیت کشیدن و رها کردن (drag and drop) است و سیستم الحاقی مولفه آن به اشیا (objects) این قابلیت را می‌دهد تا ویژگی‌های عناصر (UI: User Interface) مانند دکمه‌ها را بدون نیاز به کدنویسی دریافت کنند. Vuforia نیز یک پلتفرم دیداری است که برای توسعه‌ی واقعیت افزوده استفاده شده و در نسخه‌های جدیدتر Unity 3D ادغام شده است (۳۳). در بخش طراحی



شکل ۳: معماری برنامه کاربردی به صورت ساده

در شکل ۴ نیز نمونه‌ای از خروجی یک برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر AR برای درس خون‌شناسی که با استفاده از نرم‌افزارهای Android Studio، Autodesk 3DS Max و ARCore ایجاد شده، آورده شده است.

در شکل ۴ نیز نمونه‌ای از خروجی یک برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر AR برای درس خون‌شناسی که با استفاده از نرم‌افزارهای



شکل ۴: نمونه برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر AR

## بحث

پژوهش حاضر جهت شناسایی الزامات فنی برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر فناوری واقعیت افزوده جهت ارایه تصویری از ویژگی های اصلی و نرم افزارهای مورد استفاده در طراحی و ایجاد، این نوع برنامه ها صورت گرفت. پس از غربالگری مقالات، مطالعات وارد شده بررسی و کلیه نرم افزارهای دخیل در طراحی و ایجاد و همچنین ویژگی ها/بخش های اصلین برنامه های کاربردی خروجی، استخراج و در قالب جدول دسته بندی شد. در نهایت نیز تصویری از یک نمونه برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر AR ساده در حیطه خون شناسی آزمایشگاهی ارایه گردید.

در دهه های اخیر، آموزش عالی دستخوش تغییر قابل توجه در روش شناسی شده است؛ زیرا طراحی برنامه درسی به طور فزاینده ای بر فراگیران متمرکز شده است. به عنوان مثال، افزایش استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) در فرایندهای یاددهی-یادگیری، امکان تطبیق مطالب و روش شناسی با علایق و ریتم یادگیری فراگیران، و در نتیجه تسهیل فرایند آموزش را فراهم نموده است (۴۲).

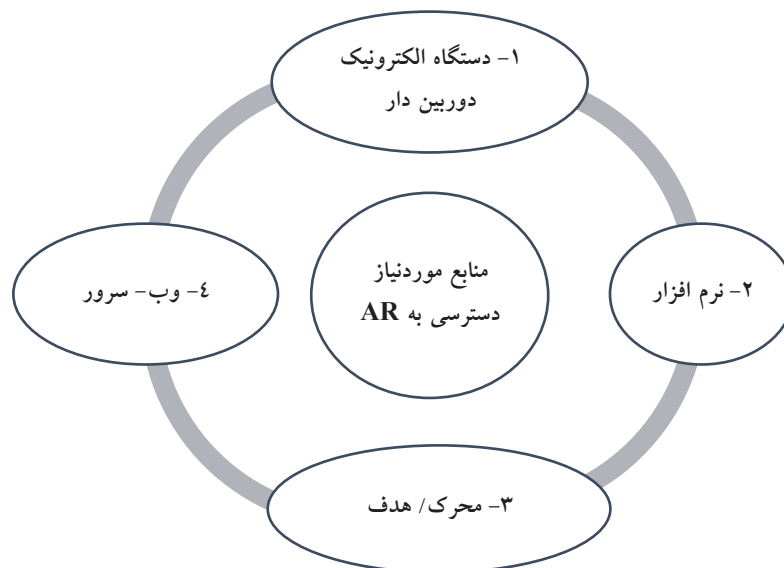
به خصوص در سال های اخیر روند استفاده از آموزش های مبتنی بر فناوری AR با پتانسیل ها و چالش های متعدد سرعت گرفته است. مطالعه ای مرور سیستماتیک و متاآنالیز Dunleavy و همکاران بر آموزش موبایل برای تخصص های حیطه سلامت، آموزش دیجیتال را شامل، اما نه محدود به آموزش آفلاین و آنلاین مبتنی بر رایانه، بازی های جدی و بازیوار سازی (Gamification)، دوره های گسترده آنلاین باز، محیط های واقعیت مجازی، واقعیت افزوده، شبیه سازی بیمار مجازی، مربیان مهارت های روانی حرکتی و آموزش دیجیتال سیار (mLearning) معرفی نموده است. هریک از این انواع آموزش دیجیتال دارای ویژگی ها، مزایا، محدودیت ها و چالش های خاص خود است (۴۳).

تجربه ای AR مبتنی بر تلفن همراه را می توان از طریق خدمات وب یا یک برنامه کاربردی ساده تحقق بخشید. یک برنامه مبتنی بر وب می تواند با استفاده از اینترنت به سیستم های AR دسترسی داشته باشد؛ بنابراین از دردسر به روزرسانی دستی (manual) آن در آینده جلوگیری می کند. با این حال، برنامه های مبتنی بر وب برای اجرا به یک اتصال اینترنتی فعال نیاز دارند؛ از این رو در طراحی یا ایجاد این نوع برنامه های کاربردی، الزامات مربوط به شبکه و اینترنت نیز مطرح می گردد. برخلاف برنامه های مبتنی بر وب، برنامه های کاربردی آفلاین می توانند بدون نیاز به اتصال اینترنتی عمل کنند. علاوه بر این، این نوع برنامه ها از جهاتی سریع تر و کارآمدتر محسوب می شوند؛ زیرا تمام محاسبات به صورت محلی روی دستگاه انجام می شوند و نیازی به ارتباط خارجی از هر نوعی نیست (۱۴).

برای طراحی و توسعه هر تکنولوژی، نیاز به زیرساخت های متعدد می باشد. یکی از پایه ای ترین نیازها، الزامات فنی تکنولوژی مورد نظر است. پژوهش حاضر، جهت شناسایی الزامات فنی برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر فناوری AR و ارایه مدلی ساده از آن به منظور ایجاد درک پایه از مفهوم آموزش مبتنی بر فناوری AR جهت ارتقای سطح آموزش عالی صورت گرفت. در پژوهش های بررسی شده، نرم افزارهای استفاده شده در توسعه برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر فناوری AR (مواردی که مستقیماً عنوان شده بود) استخراج و در نمودار ۱ نمایش داده شد. نتایج، حاکی از آن است که Unity 3D و Vuforia بیشترین آمار استفاده را داشته اند و بر همین اساس روش و مدلی ساده جهت ایجاد درک بهتر از ساختار پایه ای برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر AR ارایه گشت. با وجود استفاده گسترده از Vuforia، مطالعه ای Sandoval Pérez و همکاران استفاده از ARCore را بر SDK های Vuforia ترجیح داد. طبق این پژوهش، ARCore

به این دلیل انتخاب شد که نقشه‌های بزرگ‌تری را از نظر نظارت بر محیط واقعی در مقایسه با سایر SDK های واقعیت افزوده (مانند Vuforia)، و با در نظر گرفتن اسناد (documnets) و پشتیبانی موجود از طرف Google، حفظ می‌کند (۲۰). در مطالعات مشابه، پژوهش Kiv و همکاران در سال ۲۰۲۱ با محوریت استفاده از فناوری واقعیت افزوده در آموزش فیزیک در مقاطع دانشگاهی، نرم‌افزارهای مورد استفاده در ایجاد برنامه‌های کاربردی مبتنی بر AR را Vuforia SDK، Tizen Studio، Unreal Engine، Unity، X Code، Android Studio، 3Ds Max و Blender عنوان نمود. تفاوت اصلی پژوهش حاضر با مطالعه‌ی Kiv و همکاران، در ارایه طیف گسترده‌تر نرم‌افزارهای ایجاد شده و اضافه کردن قابلیت‌های برنامه‌های کاربردی خروجی است (۳۰). در گذشته، این نگرانی وجود داشت که با توجه به این که AR سطح بالاتری از تمرکز را نسبت به ماژول‌های آموزشی ساده با پشتیبانی چندرسانه‌ای - و

احتمالاً نیاز به توجه بیشتر برای جنبه‌های فنی - از فراگیران می‌طلبد، استفاده از آن سخت باشد. اما امروزه، هنگامی که این فناوری بر گوشی موبایل پیاده‌سازی می‌شود که کاربران با آن‌ها آشنا هستند، بسیاری از پیچیدگی‌هایی که قبلاً به AR نسبت داده می‌شد، کمتر مطرح می‌شوند (۲۳). با این حال، پیشرفت روزافزون این فناوری نیز پیچیدگی‌هایی به همراه دارد. به عنوان مثال اگر AR برای دستگاه‌های تلفن همراه موجود بسیار پیچیده باشد و رابط کاربری دارای عناصر و منوهای زیادی برای مدیریت باشد، اجرای آن بر یک دستگاه دارای صفحه نمایش کوچک می‌تواند مشکل ساز باشد. علاوه بر این، اثربخشی برنامه به کیفیت تعامل نیز بستگی دارد (۱۴). مرور سیستماتیک Rodríguez-Abad و همکاران در سال ۲۰۲۱ بر روی AR در حیطه سلامت به عنوان راهنما در تصمیم‌گیری (Decision Making) در تحصیلات عالی (۴۲)، منابع کلی مورد نیاز جهت اتخاذ فناوری AR را مطابق شکل ۵ معرفی نمود.



شکل ۵: منابع مورد نیاز دسترسی به AR

مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ زیرا متخصصان کافی برای تولید محصولات آموزشی تعاملی مبتنی بر واقعیت افزوده وجود ندارد (۴۲). تربیت متخصصان در حیطه‌های بین رشته‌ای می‌تواند پاسخی به این مسئله باشد. پژوهش Lee و همکاران در سال ۲۰۱۸ با عنوان واقعیت افزوده برای متمرکز نمودن اقدام خاص در جراحی، فرایند کلی توسعه‌ی برنامه کاربردی مبتنی بر AR را با استفاده از ویرایشگر Unity و Vuforia SDK توصیف کرد و نشان داد که AR به راحتی می‌تواند در کاربردهای پزشکی (با نمایش مثال کاربرد آن در جراحی لاپاراسکوپی تیرئوئید) استفاده شود. نکته حایز اهمیت این مطالعه عنوان

همان‌گونه که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، در مرحله اول، یک دستگاه الکترونیکی دارای دوربین از قبیل تبلت، گوشی هوشمند، کامپیوتر و عینک هوشمند لازم است. سپس، نرم‌افزاری برای ادغام محتوای مجازی در دنیای واقعی، همراه با یک محرک (trigger) برای اجرای محتوای AR، و در نهایت یک وب سرور که در آن اطلاعات مجازی که می‌خواهیم در محیط واقعی نمایش دهیم، ذخیره می‌شود. این مطالعه همچنین در کنار کمبود توسعه‌دهندگان محتوا یکی از موانع اصلی ادغام فناوری AR در کلاس‌ها را نیاز به توسعه‌ی محتوای چندرسانه‌ای سه بعدی معرفی نمود. به عبارتی دیگر، این فناوری هنوز کمتر

نمودن این مسئله بود که حتی بدون تخصص در روش‌های پردازش تصویر مانند تکنیک‌های ثبت، این نرم‌افزار به راحتی می‌تواند در تحقیقات AR با استفاده از تصاویر مختلف پزشکی استفاده گردد (۳۶).

شناسایی ابزارها و روش‌های مورد استفاده در توسعه‌ی برنامه‌های کاربردی مبتنی بر AR جهت آشنایی با ساده‌ترین یا بهینه‌ترین روش موجود، از اهداف اصلی مطالعه حاضر می‌باشد. مواردی که در نمودار ۱ آورده شده است، تنها نرم‌افزارهای موجود و یا قابل استفاده نیستند و قطعاً روش‌ها و ابزارهای دیگر وجود داشته و با پیشرفت تکنولوژی روز به روز بر تعدادشان افزوده می‌شود. اما می‌توان موارد پر تکرار را پایه یا نقطه‌ای برای شروع کار در این حیطه در نظر گرفت. نقطه قوت اصلی پژوهش حاضر این است که طبق دانسته‌های پژوهشگران آن، تنها مطالعه‌ی موجود با ارایه مجموعه قابلیت‌ها و نرم‌افزارهای قابل استفاده در توسعه‌ی یک برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر فناوری AR به زبان فارسی است و نسبت به مقالات خارجی مشابه نیز توصیف دقیق‌تری از روند ایجاد ارایه می‌دهد. از دیگر نقاط قوت آن نیز می‌توان به ارایه مدل فنی ساده (به جای شرح مراحل ساخت یک برنامه کاربردی خاص) جهت تسهیل روند توسعه برنامه‌های کاربردی آموزشی مبتنی بر فناوری AR (در حیطه و مقطع مورد نظر) می‌باشد. نقاط ضعف اصلی این پژوهش محدودیت‌های زبانی اعمال شده در مرحله بررسی (حذف مطالعات به زبان‌های غیرانگلیسی) و عدم بررسی الزامات اطلاعاتی در کنار الزامات فنی بود.

## نتیجه‌گیری

AR یک رسانه‌ی فناوری جدید است که هنوز در مراحل اولیه توسعه‌ی خود است؛ اما احتمالاً با توجه به فرصت‌ها و چالش‌های ایجاد شده توسط

محققان و مربیان، به فناوری آموزشی رایج تبدیل خواهد شد. خصوصاً با در نظر گرفتن این مسئله که استفاده از AR برای مقاصد آموزشی این ظرفیت را دارد که با ارایه ابزارهای جدید برای چندین ابزار نمایش، عمل و بیان و تعامل، به یک رسانه‌ی قدرتمند در طراحی جهانی برای یادگیری یا (UDL: Universal Design for Learning) تبدیل شود (۴۴). بنابراین، می‌توان گفت که انتخاب AR به عنوان فناوری انتقال آموزش به خصوص برای مباحثی که همچنان روش‌های آموزش سنتی در آن غالب است، انتخابی منطقی است. این مطالعه، قابلیت‌های پایه و نرم‌افزارهای قابل استفاده در طراحی برنامه کاربردی مورد نظر و همچنین شمایی از ساختار یک برنامه کاربردی ساده ارایه نموده است که در مجموع می‌تواند نقطه شروع در راستای گسترش استفاده از تکنولوژی AR در آموزش و در نهایت ارتقای سطح آموزش عالی باشند.

پژوهشگر پیشنهاد می‌کند که در مطالعات آتی مرور سیستماتیک گسترده از ابعاد مختلف برنامه‌های کاربردی آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی شامل ابعاد فنی و اطلاعاتی بر انواع سیستم‌های مبتنی بر AR صورت گیرد تا درک مشخصی از وضعیت فعلی، نقاط قدرت و نقاط ضعف سیستم‌های موجود جهت نیازسنجی و طراحی سیستم‌های بهینه‌تر به دست آید.

## تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد در رشته فناوری اطلاعات سلامت، دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران با عنوان «ایجاد و ارزیابی برنامه کاربردی آموزشی مبتنی بر فناوری واقعیت افزوده برای درس خون‌شناسی» و شناسه اخلاق IR.TUMS.SPH.REC.1401.036 است.

## References

1. Ronaghi MH. Application of augmented and virtual reality technologies in medicine. Journal of Payavard Salamat 2021; 14(5): 394-403 [Article in Persian].
2. Rakhmatov D. Mobile technologies in the higher education system. Mental Enlightenment Scientific-Methodological Journal 2021; 2021(2): 182-98.
3. Gharibi F, Nateghi F, Moosavipour S & Seifi M. The effect of augmented reality training on learning, retention and cognitive load in biology lessons. Jundishapur Education Development Journal 2020; 11(S 99): 167-83 [Article in Persian].
4. Tashkandi E. E-Learning for undergraduate medical students. Advances in Medical Education and Practice 2021; 12(1): 665-74.

5. Valadi S, Alitajer S & Khotanlou H. Functional measurement of a supplementary teaching system based on augmented reality technology for the course “building mechanical services and utilities” in architecture. *Technology of Education Journal (TEJ)* 2020; 14(1): 181-8[Article in Persian].
6. Yordanova K. Mobile learning and integration of advanced technologies in education, Bulgaria: International Conference on Computer Systems and Technologies, 2007.
7. Nemati-Anaraki L, Mousavi SS, Ali-Beyk M & Mahami-Oskouei M. Medical students knowledge and use of smartphone-based applications. *Journal of Health Administration* 2022; 24(4): 84-94[Article in Persian].
8. Islam R & Mazumder T. Mobile application and its global impact. *International Journal of Engineering and Technology* 2010; 10(6): 72-8.
9. Safdari R, Rahmanian M & Pahlevany-Nejad Sh. Identification of information elements for preeclampsia android-based self-management application. *Journal of Payavard Salamat* 2019; 12(6): 476-87[Article in Persian].
10. Eshnazarova MY & Katayeva MM. Theoretical basis of mobile learning and use of mobile platforms. *International Journal on Integrated Education* 2021; 4(1): 184-7.
11. Laricchia F. Mobile operating systems’ market share worldwide from 1st quarter 2009 to 4th quarter 2022. Available at: <https://www.statista.com/statistics/272698/global-market-share-held-by-mobile-operating-systems-since-2009/>. 2023.
12. Mukherjee R, Pati SK & Banerjee A. Performance tuning of Android applications using clustering and optimization heuristics. USA: Academic Press, *Advanced Data Mining Tools and Methods for Social Computing*; 2022: 27-50.
13. Chandran VP, Balakrishnan A, Rashid M, Pai-Kulyadi G, Khan S, Devi ES, et al. Mobile applications in medical education: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2022; 17(3): e0265927.
14. Nadeem M, Lal M, Cen J & Sharsheer M. AR4FSM: Mobile augmented reality application in engineering education for finite-state machine understanding. *Education Sciences* 2022; 12(8): 555.
15. Mystakidis S, Christopoulos A & Pellas N. A systematic mapping review of augmented reality applications to support STEM learning in higher education. *Education and Information Technologies* 2022; 27(2): 1883-927.
16. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z & Elmagarmid A. Rayyan—A web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews* 2016; 5(210): 1-10.
17. Domínguez-Alfaro JL, Gantois S, Blattgerste J, De-Croon R, Verbert K, Pfeiffer T, et al. Mobile augmented reality laboratory for learning acid–base titration. *Journal of Chemical Education* 2022; 99(2): 531-7.
18. Kurt Y & Ozturk H. The effect of mobile augmented reality application developed for injections on the knowledge and skill levels of nursing students: An experimental controlled study. *Nurse Education Today* 2021; 103(1): 104955.
19. Sharmin N & Chow AK. Augmented reality application to develop a learning tool for students: Transforming cellphones into flashcards. *Healthcare Informatics Research* 2020; 26(3): 238-42.
20. Sandoval-Perez S, Gonzalez-Lopez JM, Villa-Barba MA, Jimenez-Betancourt RO, Molinar-Solis JE, Rosas-Ornelas JL, et al. On the use of augmented reality to reinforce the learning of power electronics for beginners. *Electronics* 2022; 11(3): 302.
21. Somakeerthi DCS, De-Silva GWIU, De-Silva LDT, Chandrasiri S & Krishara J. Amazon biology: An augmented reality-based e-book for biology, Malabe, Sri-Lanka: 2nd International Conference on Advancements in Computing (ICAC), 2020.
22. Firdaus M & Allan JF. The alkesfar app, a mobile augmented reality on learning media tools for Indonesian pharmacy school, Palembang, Indonesia: Third International Conference on Informatics and Computing (ICIC), 2018.

23. Noll C, Von-Jan U, Raap U & Albrecht UV. Mobile augmented reality as a feature for self-oriented, blended learning in medicine: Randomized controlled trial. *JMIR mHealth and uHealth* 2017; 5(9): e7943.
24. Alahakoon Y & Kulatunga AK. Application of augmented reality for distance learning to teach manufacturing engineering during COVID-19 social distancing. *Engineer* 2021; 54(4): 117-26.
25. Norgaard C, O'Neill L, Nielsen KG, Juul SH & Chemnitz J. Learning anatomy with augmented reality, Palma, Spain: 10th International Conference on Education and New Learning Technologies, 2018.
26. Eriksen K, Nielsen BE & Pittelkow M. Visualizing 3D molecular structures using an augmented reality app. *Journal of Chemical Education* 2020; 97(5): 1487-90.
27. Kandasamy G, Bettany-Saltikov J, Cordry J & Mc-Sherry R. Use of vision-based augmented reality to improve student learning of the spine and spinal deformities. An exploratory study. *The South African Journal of Physiotherapy* 2021; 77(2): 1579.
28. Golenhofen N, Heindl F, Grab-Kroll C, Messerer DAC, Bockers TM & Bockers A. The use of a mobile learning tool by medical students in undergraduate anatomy and its effects on assessment outcomes. *Anatomical Sciences Education* 2020; 13(1): 8-18.
29. Nadeem M, Chandra A, Livirya A & Beryozkina S. AR-LaBOR: Design and assessment of an augmented reality application for lab orientation. *Education Sciences* 2020; 10(11): 316.
30. Kiv AE, Bilous VV, Bodnenko DM, Horbatovskyi DV, Lytvyn OS & Proshkin VV. The development and use of mobile app AR Physics in physics teaching at the university. Available at: <https://ceur-ws.org/Vol-2898/paper11.pdf>. 2021.
31. Rigenkov NS, Tulsy VN & Borisova SV. Application of augmented reality technology in the study of electrical engineering, Moscow, Russia: IV International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino), 2018.
32. Alrige M, Bitar H, Al-Suraihi W, Bawazeer K & Al-Hazmi E. MicroWorld: An augmented-reality arabian app to learn atomic space. *Technologies* 2021; 9(3): 53.
33. Muilu T, Nguyen N & Dirin A. Rapid mobile augmented reality prototyping in education context. Available at: [https://www.researchgate.net/profile/Amir-Dirin/publication/329277544\\_Rapid\\_Mobile\\_Augmented\\_Reality\\_Prototyping\\_with\\_Unity\\_Vuforia\\_and\\_3D\\_Modeling/links/5c938402299bf111693bfc9e/Rapid-Mobile-Augmented-Reality-Prototyping-with-Unity-Vuforia-and-3D-Modeling.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Amir-Dirin/publication/329277544_Rapid_Mobile_Augmented_Reality_Prototyping_with_Unity_Vuforia_and_3D_Modeling/links/5c938402299bf111693bfc9e/Rapid-Mobile-Augmented-Reality-Prototyping-with-Unity-Vuforia-and-3D-Modeling.pdf). 2020.
34. Toto RL, Vorel ES, Tay KYE, Good GL, Berdinka JM, Peled A, et al. Augmented reality in pediatric septic shock simulation: Randomized controlled feasibility trial. *JMIR Medical Education* 2021; 7(4): e29899.
35. Al-Ahmadi D, Bitar H, Al-Saadi H, Boker L & Al-Ghamdi L. Using augmented reality to enhance medical education in heart diseases: Action design research. *TEM Journal - Technology, Education, Management* 2021; 10(3): 1141-8.
36. Lee D, Yi JW, Hong J, Chai YJ, Kim HC & Kong HJ. Augmented reality to localize individual organ in surgical procedure. *Healthcare Informatics Research* 2018; 24(4): 394-401.
37. Kamal AA, Junaini SN, Hashim AH, Sukor FS & Said MF. The enhancement of OSH training with an augmented reality-based app. *International Journal of Online and Biomedical Engineering* 2021; 17(13): 120-33.
38. Raith A, Kamp C, Stoiber C, Jakl A & Wagner M. Augmented reality in radiology for education and training—A design study. *Healthcare* 2022; 10(4): 672.
39. Cercenelli L, De-Stefano A, Billi AM, Ruggeri A, Marcelli E, Marchetti C, et al. AEducaAR, anatomical education in augmented reality: A pilot experience of an innovative educational tool combining AR technology and 3D printing. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2022; 19(3): 1024.

40. Moro C, Smith J & Finch E. Improving stroke education with augmented reality: A randomized control trial. *Computers and Education Open* 2021; 2(1): 100032.
41. Pu B, Bao L & Yang K. Research on computer 3DS MAX aided environmental art design based on performance technology and visual art. Available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1744/3/032040/pdf>. 2021.
42. Rodriguez-Abad C, Fernandez-De-La-Iglesia JDC, Martinez-Santos AE & Rodriguez-Gonzalez R. A systematic review of augmented reality in health sciences: A guide to decision-making in higher education. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021;18(8): 4262.
43. Dunleavy G, Nikolaou CK, Nifakos S, Atun R, Law GCY & Car LT. Mobile digital education for health professions: Systematic review and meta-analysis by the digital health education collaboration. *Journal of Medical Internet Research* 2019; 21(2): e12937.
44. Walker Z, Mc-Mahon DD, Rosenblatt K & Arner T. Beyond pokemon: Augmented reality is a universal design for learning tool. *SAGE Open* 2017; 7(4): 1-8.

# Identification of Preliminary Technical Requirements to Design and Develop Augmented Reality Based Educational App

Mouna Rafizadeh<sup>1</sup> (M.S.), Reza Safdari<sup>2</sup> (Ph.D.), Jaleh Shoshtarian Malak<sup>3</sup> (Ph.D.),  
Shaban Alizadeh<sup>4\*</sup> (Ph.D.)

1 Master of Science in Health Information Technology, School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2 Professor, Department of Health Information Management, School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3 Assistant Professor, Department of Digital Health, School of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4 Professor, Department of Laboratory Hematology and Transfusion Sciences, School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

## Abstract

Received: 10 Sep. 2022

Accepted: 25 Apr. 2023

**Background and Aim:** Simulation-based Mobile Education is one of the necessities of the new era as well as an escalating field to meet the needs of different educational systems and levels. Considering the increasing application of simulation-based technologies, and the popularity of Augmented Reality (AR) in the field of education, the present research aims to facilitate the initial steps in understanding the technical requirements and software used in developing these types of apps.

**Materials and Methods:** The data required for this research was collected by searching in library resources to identify the commonly used platform/software in designing and developing AR-based educational apps. At the same time, the included studies' app features/sections were also extracted, and the total of this information was presented in a table. After indicating the mainly used software in the development of these types of apps, a simple app architecture and a how-to-develop model using the most practical software were illustrated.

**Results:** "3D Model display" and "multiple-choice questions" were identified as the minimum (basic) features of an AR-based educational app. To identify the most commonly used software in creating AR-based educational apps, articles were reviewed, required information was extracted, and gathered in form of a table. The results of the review showed that Unity 3D and Vuforia have the highest usage statistics in creating these types of apps. Finally, a simple model of the process of developing AR-based educational app and a sample output of this type of app were presented based on this information.

**Conclusions:** Simulation-based education is one of the prominent and growing topics worldwide. Augmented Reality is one of the most renowned and widely used technologies in this field. The results of this study encompass a set of basic features of an AR-based educational app as well as the software that can be used to create such apps. Therefore, this study can assist researchers interested in this field in navigating the simplest path to developing an AR-based educational app by providing them with an initial technical understanding of AR-based education.

**Keywords:** Augmented Reality, Education, App, Technical Requirements

\* Corresponding Author:  
Alizadeh Sh  
Email:  
alizadehs@tums.ac.ir