فصلنامه تخصصی پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد
فصلنامه رشد فناوری، سال بیست و دوم، شماره ۸۶، بهار ۱۴۰۵
www.roshdefanavari.ir
شاپا: ۵۴۸۶-۱۷۳۵ / شاپای الکترونیکی: ۵۶۶۴-۱۷۳۵

تلفیق متاورس در آموزش استم: برآورده‌کردن نیازهای بازار کار از طریق آموزش مؤثر و توسعه مهارت‌های تفکر

رسول عبداله میرزایی*
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران
mirzai_r@yahoo.com

مریم سیف‌الدینی**
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران
maryamseyfaddini6131@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۰۶ تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۴/۰۷/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۱۲

چکیده

آموزش استم (علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات) به‌عنوان رویکردی تلفیقی، فراگیران را با تقویت مهارت‌های تفکر انتقادی، حل مسأله و نوآوری، برای پاسخگویی به نیازهای پویای بازار کار آماده می‌کند. در این راستا، «استم متاورس» تلفیق هوشمندانه اصول آموزش استم با ویژگی‌های بنیادین متاورس (اشتراکی‌بودن، مداومت و غیرمتمرکزبودن) به‌عنوان یک پارادایم نوین آموزشی مطرح شده است. پژوهش حاضر، یک مطالعه توصیفی ـ تحلیلی با رویکرد کیفی است که با روش مرور نظام‌مند ادبیات و با تمرکز بر مقالات منتشرشده در پنج سال اخیر (۲۰۲۳-۲۰۱۹) انجام شده است. یافته‌ها نشان می‌دهند که متاورس با ایجاد شبیه‌سازی‌های واقع‌بینانه، تعامل چندحسی و محیط‌های یادگیری اشتراکی، می‌تواند تجربه یادگیری استم را جذاب‌تر، عمیق‌تر و فراتر از محدودیت‌های فیزیکی کند. همچنین، به‌کارگیری عناصر بازی‌وارسازی ضمن افزایش انگیزه، مهارت‌های همکاری، خلاقیت و تفکر سیستمی را تقویت می‌نماید. با این حال، موفقیت این رویکرد مستلزم طراحی آموزشی هدفمند، دسترسی عادلانه به زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و توجه جدی به چالش‌هایی مانند شکاف دیجیتالی، حریم خصوصی و ریسک‌های روانی-اجتماعی است. این مطالعه بر این نکته تأکید دارد که فناوری متاورس تنها زمانی می‌تواند به‌عنوان ابزاری مؤثر در آموزش استم عمل کند که مستقیماً از نیازهای واقعی بازار کار تغذیه شود و در چهارچوبی سیاست‌محور و مشارکتی پیاده‌سازی گردد.

واژگان کلیدی

آموزش اثربخش؛ تفکر؛ علوم؛ فناوری؛ متاورس.

۱- مقدمه

فناوری‌های رایانه و اینترنت نقش مهمی در زندگی روزمره دارند زیرا بر تعامل بین فردی، ارتباطات و رفتار اجتماعی تأثیر می‌گذارند [۱]. با توجه به اینکه تحولات فناوری رایانه در زندگی ما به صورت مرحله‌ای اتفاق می‌افتد، مرحله اول توسعه رایانه‌های شخصی، مرحله دوم معرفی اینترنت و مرحله سوم توسعه دستگاه‌های تلفن‌همراه است، امروزه در مرحله چهارم که محیط‌های فراگیر ایجادشده توسط فناوری‌های واقعیت دیجیتال در زندگی ما اتفاق می‌افتد به وضوح می‌توان مشاهده کرد که فناوری‌های واقعیت دیجیتالی پتانسیلی برای دگرگونی در زمینه آموزش، کار از راه دور، بازاریابی و زمینه‌های اقتصادی دارند که می‌توان گفت پارادایم جدیدی پدید آمده است که حول مفهوم متاورس شکل گرفته است [۲]. کلمه متاورس[1] از ترکیب کلمات متا[2] به معنای فراتر یا پس از آن و کلمه جهان[3] تشکیل شده است. از آنجایی‌که متاورس از ترکیب دو واژه ماوراء و جهان تشکیل شده است، به معنای فراتر از جهان نیز می‌باشد. متاورس می‌تواند معانی مختلفی برای رشته‌ها یا محیط‌های مختلف داشته باشد، اما عمدتاً یک سکوی چند کاربره و نوآوری است که وقتی صحبت از فناوری رایانه یا فناوری تدریس می‌شود، یک محیط واقعیت دیجیتال فراتر از واقعیت فیزیکی ارائه می‌دهد [۳].

استفاده از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات به‌عنوان ابزار تقویت فرایندهای یادگیری مبتنی بر پارادایم‌های نوظهور در تحول یادگیری دانش‌آموزان اهمیت یافته است. فناوری متاورس با داشتن قدرت غلبه بر محدودیت‌های اساسی ابزارهای آموزش الکترونیکی دو بعدی مبتنی بر وب در مورد واقعیت و انگیزه، می‌تواند علاقه بسیاری را به آموزش از راه دور جلب کند. با توجه به این واقعیت که کاربران نهایی اکنون می‌توانند به

1. Metaverse

* نویسنده مسئول- گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران، ایران
** گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران، ایران

2. Meta
3. Universe

راحتی به فناوری دسترسی داشته باشند، یکپارچگی فناوری همراه با تغییر در سیاست‌های آموزشی اجتناب‌ناپذیر شده است [۴]. با تأثیر رویکرد سازنده‌گرایی در آموزش، اهمیت استفاده از فناوری‌های رایانه و اینترنت در محیط‌های آموزشی در حال افزایش است. با این حال، علی‌رغم شیوه‌های نوآورانه و تغییر در پارادایم‌های آموزشی مبتنی بر پیشرفت فناوری‌های آموزشی، روش‌های آموزشی عمدتاً بدون تغییر باقی می‌مانند و فرایند تدریس بیشتر حول محور انتقال محتوا از کتاب‌های درسی می‌چرخد.

آموزش استم[1] رویکردی برای یادگیری است که بر چهار موضوع کلیدی تمرکز دارد: علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات. این دانش‌آموزان را تشویق می‌کند تا این موضوعات را از طریق فعالیت‌های عملی، حل مسأله و تفکر انتقادی کشف و درک کنند. این رویکرد تلفیقی کنجکاوی، خلاقیت و نوآوری را با اجازه‌دادن به دانش‌آموزان برای کشف چالش‌های دنیای واقعی و یافتن راه‌حل تشویق می‌کند. امروزه آموزش استم به تکامل و انطباق با نیازهای دنیای به سرعت در حال تغییر ادامه می‌دهد. هدف آن تجهیز فراگیران به دانش، مهارت‌ها و طرز فکر لازم برای پیشرفت در نیروی کار قرن بیست و یکم و کمک به پیشرفت‌های علمی و نوآوری‌های فناوری است و دانش‌آموزان را برای مشاغل آینده در زمینه‌های استم آماده می‌کند. با این حال با پیشرفت‌های اخیر در قرن حاضر، انتظارات و تقاضاها برای آموزش استم[2] در حال افزایش است [۵]. کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه با بازنگری در برنامه‌های آموزشی خود سعی در افزایش عملکرد دانش‌آموزان و معلمان در آموزش استم دارند. مشاهده می‌شود که شرکت‌های بزرگ فناوری در رقابت برای ایجاد زیرساخت‌ها و استانداردهای لازم در جهت کاربرد متاورس در آموزش استم (استم متاورس[3]) برای آموزش کارکنان خود هستند و به توسعه سخت‌افزار و نرم‌افزار برای آن ادامه می‌دهند و با مسائل مربوط به حریم خصوصی و امنیتی آن مقابله می‌کنند. در نتیجه این رقابت، طبیعی است که انتظار می‌رود مسائلی مانند حقوق حریم خصوصی کاربران محافظت شود، استم متاورس برای بخش آموزش فراگیر شود و سخت‌افزار مبتنی بر واقعیت دیجیتال، ارگونومیک، راحت و سبک‌تر تولید شود [۶]. با توجه به اهمیت و ایجاد علاقه در استم متاورس به ویژه در زمینه آموزش از راه دور، نیاز به مطالعات تحقیقاتی در بررسی اثرات و عملکردهای این حوزه موضوعی وجود دارد. لذا در مقاله پیش‌رو که به روش مرور نظام‌مند گردآوری شده است به بررسی این موضوع و اثربخشی آن در آموزش، پرداخته شده است.

۲- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر یک مطالعه توصیفی ـ تحلیلی با رویکرد کیفی است که به‌منظور شناسایی، تحلیل و تلفیق شواهد موجود درباره کاربرد متاورس در آموزش استم و ارتباط آن با نیازهای بازار کار با روش مرور نظام‌مند ادبیات انجام شده است. انتخاب این روش بر این اساس انجام شد که هدف پژوهش دستیابی به دیدگاهی جامع، عینی و مبتنی بر شواهد از یک حوزه نوظهور و پیچیده است. مرور نظام‌مند ادبیات تنها یک روش جمع‌آوری اطلاعات نیست، بلکه یک چهارچوب روش‌شناختی ساختاریافته محسوب می‌شود که زمانی ارجحیت دارد که هدف پژوهش، دستیابی به یک دیدگاه جامع از یک موضوع پیچیده باشد [۷]. حوزه «استم متاورس» در حال حاضر در مراحل اولیه توسعه نظری و کاربردی قرار دارد و مطالعات موجود در این زمینه، علی‌رغم رشد اخیر، هنوز پراکنده، ناهمگون و فاقد چهارچوب مفهومی یکپارچه هستند. در چنین شرایطی، مرور نظام‌مند امکان غربالگری منتقدانه، دسته‌بندی مفاهیم کلیدی، شناسایی شکاف‌های پژوهشی و استنباط الگوهای معنادار را فراهم می‌آورد مزیتی که در مرورهای غیرنظام‌مند یا مطالعات موردی یافت نمی‌شود.

فرایند این پژوهش مطابق با چک‌لیست پریزما[4] طراحی و اجرا شد [۸]. این چهارچوب به‌دلیل تضمین شفافیت، قابلیت تکرار و کاهش سوگیری روش‌شناختی، به‌عنوان استاندارد در مرورهای نظام‌مند شناخته می‌شود [۹]. مراحل اجرایی پژوهش به‌شرح زیر است:

۱- تعیین سؤال پژوهش: با توجه به‌عنوان و اهداف مطالعه، سؤال اصلی به‌صورت زیر تعریف شد: «چگونه تلفیق متاورس در آموزش استم می‌تواند از طریق توسعه مهارت‌های تفکر، نیازهای بازار کار آینده را برآورده سازد؟» این سؤال سه مؤلفه کلیدی «متاورس»، «مهارت‌های تفکر» و «نیازهای بازار کار» را در یک چهارچوب تحلیلی یکپارچه قرار می‌دهد.

۲- راهبرد جستجو: جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های معتبر بین‌المللی با ترکیبی از کلیدواژه‌های استم، متاورس، آینده کار و مهارت‌های قرن ۲۱ انجام شد.

۳- غربالگری و انتخاب مطالعات: مطالعات براساس معیارهای ورود (مقالات علمی، تمرکز بر آموزش استم و متاورس، انتشار در سال‌های ۲۰۲۳–۲۰۱۹) و معیارهای خروج (مقالات غیرمعتبر بر حسب محل انتشار، عدم دسترسی به متن کامل، عدم ارتباط موضوعی) غربالگری شدند.

۴- استخراج و تحلیل داده‌ها: داده‌های کلیدی از مطالعات منتخب استخراج و در قالب جداول مفهومی سازمان‌دهی شدند. سپس، تحلیل کیفی داده‌ها با رویکرد تحلیل محتوای تماتیک انجام گرفت که شامل خلاصه‌سازی یافته‌ها، شناسایی الگوها، دسته‌بندی مفاهیم و استنباط روابط بین متغیرهای کلیدی (مانند ویژگی‌های متاورس، مهارت‌های تفکر و نیازهای بازار کار) بود.

1. Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM)
2. STEM
3. STEM Metaverse
4. PRISMA

این فرایند نظام‌مند، امکان پاسخ به سؤالات پژوهش را با تکیه بر شواهد تجربی و در گفتمان علمی جاری فراهم آورد و زمینه تدوین چهارچوبی تحلیلی برای «استم متاورس» را هموار ساخت.

۳- یافته‌های پژوهش

متاورس به‌عنوان نسل بعدی ارتباط اجتماعی شناخته شده است که می‌تواند به‌طور کامل یا تا حدی مجازی باشد و به دنیای خلق شده‌ای اشاره دارد که در آن مردم می‌توانند تحت قوانین تعریف شده زندگی کنند [۱۰-۱۱]. برای مثال، می‌تواند یک دنیای کاملاً مجازی مانند یک سیستم واقعیت مجازی[1] یا یک دنیای نیمه مجازی مانند استفاده از واقعیت افزوده[2] در زمینه‌های دنیای واقعی باشد [۱۲]. در فضای متاورس، افراد می‌توانند در فعالیت‌های اجتماعی مانند بحث در مورد یک موضوع، همکاری در یک پروژه، بازی‌کردن، و یادگیری از تجربه یا حل برخی مسائل شرکت کنند. دوستان فرد در متاورس می‌توانند افراد واقعی یا شخصیت‌های مجازی باشند [۱۳-۱۵] و علاوه بر این، می‌تواند مانند دنیای واقعی، انواع مختلفی از فعالیت‌ها یا رویدادها مانند فعالیت‌های اقتصادی، بلایای طبیعی و جز آن در متاورس وجود داشته باشند [۱۶و ۱۰]. در چنین دنیای مجازی تنها محدودیت، تخیل افراد است. علاوه بر این می‌توان جزئیات زندگی در متاورس را به‌طور کامل ثبت کرد [۱۶-۱۷].

برخی افراد ممکن است متاورس را صرفاً یک اصطلاح جدید برای واقعیت مجازی یا واقعیت افزوده بدانند. با این حال، متاورس بسیار بیشتر از این دو است. می‌توان گفت که سه ویژگی در متاورس وجود دارد که آن را کاملاً با واقعیت مجازی یا افزوده معمولی متفاوت می‌کند: «به اشتراک گذاشته شده»، «مداوم» و «غیرمتمرکز». علاوه بر این، هوش‌مصنوعی یک فناوری موردنیاز برای قادرساختن دنیای متاورس به پیروی از قوانین تعریف‌شده توسط ایجادکننده آن است. لذا سیستم واقعیت افزوده یا مجازی می‌تواند بخشی از متاورس برای ارائه محتوای مجازی باشد. از سوی دیگر، متاورس می‌تواند حاوی عناصر واقعیت افزوده یا مجازی به همراه سایر عناصر موردنیاز باشد. با توجه به ویژگی «اشتراک‌گذاری شده»، یادگیری دانش‌آموز با سیستم آموزشی واقعیت مجازی به تنهایی نمی‌تواند به‌عنوان نمونه‌ای از متاورس در آموزش در نظر گرفته شود. در یک سیستم واقعیت مجازی چند کاربره، افراد می‌توانند با استفاده از یک هویت جدید با دیگران تعامل داشته باشند. با این حال، اگر سیستم قادر به ارائه دنیایی پایدار مانند کارکردن، مالکیت، یادگیری، تعامل، ایجاد و سرگرمی نباشد که کاربران را قادر به «زندگی» کند، از منظر ویژگی «مداوم» یک متاورس نیست. علاوه بر این، فناوری‌های غیرمتمرکز (مانند زنجیره‌های بلوکی) برای اطمینان از اینکه فعالیت‌های اقتصادی را می‌توان به صورت ایمن انجام داد و اینکه دارایی‌های شخصی و سیاهه‌های مربوط به متاورس توسط دیگران اصلاح نمی‌شوند، موردنیاز است [۱۸].

در سال‌های اخیر، برنامه‌های بسیاری مرتبط با متاورس به‌ویژه توسط شرکت‌های بازی‌های رایانه‌ای و شبکه‌های اجتماعی ساخته شده است [۱۹-۲۲]. علاوه بر این، محققان نشان داده‌اند که علاوه بر واقعیت افزوده و مجازی، پیشرفت رابط‌های مغز و کامپیوتر[3] پذیرش متاورس را تسهیل می‌کند [۲]. در سال‌های اخیر، مسائل و کاربردهای متاورس به‌طور گسترده مورد بحث قرار گرفته که بیشترین کاربرد ذکرشده بازی‌های دیجیتال است [۱۵]. یکی دیگر از برنامه‌های شناخته‌شده مراقبت‌های بهداشتی است که به‌عنوان مثال از واقعیت افزوده یا مجازی برای مشارکت‌دادن دانش‌آموزان در آموزش مهارت‌های پزشکی یا پرستاری استفاده می‌شود [۲۳-۲۴]. از واقعیت افزوده یا مجازی برای نمایش برخی محصولات جدید یا ارائه تجربیات مجازی نیز استفاده شده است [۱۳]. از منظر یک تعریف دقیق از متاورس، بیشتر برنامه‌های کاربردی موجود در واقع واقعیت مجازی یا افزوده هستند تا متاورس. از سوی دیگر، اثربخشی و موفقیت این کاربردها، پتانسیل متاورس را تعیین می‌کند. البته، برای پیاده‌سازی برنامه‌های متاورس ایده‌آل، ویژگی‌های مرتبط (به‌عنوان مثال، «به اشتراک گذاشته شده»، «مداوم» و «غیرمتمرکز») باید در نظر گرفته شوند. به‌عنوان مثال، یک محیط بازی متاورس باید به چندین بازیکن اجازه دهد تا در بازی شرکت کنند تا ویژگی «اشتراک‌گذاری» را انجام دهند. علاوه بر این، بازیکنان فردی بتوانند به‌طور مداوم بازی را انجام دهند تا از ویژگی «مداوم» پیروی کنند. مهم‌تر از آن، محیط بازی باید تضمین کند که بازیکنان می‌توانند برای دارایی‌ها یا گنجینه‌های خود کار کنند و صاحب آن‌ها شوند، و ثبت و ضبط فعالیت‌های آن‌ها باید با استفاده از برخی فناوری‌های امن، مانند زنجیره‌های بلوکی، برای انجام ویژگی «غیرمتمرکز» به‌طور ایمن نگهداری شوند [۲۵].

هوش مصنوعی[4] به توسعه سیستم‌های کامپیوتری یا ماشین‌هایی اشاره دارد که می‌توانند کارهایی را انجام دهند که معمولاً به هوش انسانی نیاز دارند. این شامل ایجاد الگوریتم‌ها و سیستم‌هایی است که رایانه‌ها را قادر می‌سازد تا هوش انسانی را شبیه‌سازی کنند، از داده‌ها یاد بگیرند، تصمیم‌گیری کنند و مشکلات را حل کنند. لازم به ذکر است که هوش مصنوعی به‌طور کلی نقش مهمی در متاورس ایفا می کند. «داوری» یکی از عملکردهایی است که توسط هوش مصنوعی در زمانی‌که درگیری بین کاربران متاورس وجود دارد اجرا می‌شود. به‌عنوان مثال در یک بازی مبتنی بر متاورس، احتمالاً مسابقاتی وجود دارد که داوری برای قضاوت برنده و بازنده و همچنین تعیین عواقب موردنیاز است. «شبیه‌سازی» یکی دیگر از عملکردهای احتمالی ارائه‌شده توسط هوش مصنوعی است. به‌عنوان مثال،

1. Virtual Reality (VR)
2. Augmented Reality (AR)
3. Brain - Computer Interface (BCI)
4. Artificial Intelligence (AI)

هنگامی که کاربر گیاهان یا حیوانات را پرورش می‌دهد، نیاز به یک تابع شبیه‌سازی برای تعیین وضعیت گیاهان یا حیوانات با گذشت زمان وجود دارد. البته، هوش مصنوعی همچنین باید بتواند با پیروی از قوانین از پیش تعریف‌شده توسط سازنده، تصمیم‌گیری کند، مانند تعیین عواقب زمانی که برخی رویدادها براساس قوانین از پیش تعریف شده اتفاق می‌افتد.

محققان مختلف به بررسی کاربرد متاورس در کیفیت بخشی آموزش پرداخته‌اند و چندین کاربرد بالقوه متاورس در آموزش مانند آموزش پزشکی، پرستاری و مراقبت‌های بهداشتی، آموزش علوم، آموزش ساخت و همچنین یادگیری زبان را گزارش کردند [۱۴،۱۶،۲۶-۲۹]. با توجه به ویژگی‌های متاورس، انتظار می‌رود که متاورس در آموزش با آموزش مبتنی بر واقعیت مجازی یا واقعیت مجازی متفاوت باشد. به‌عنوان مثال، برای یک دوره یادگیری زبان انگلیسی به‌عنوان زبان خارجی، اثربخشی قرار دادن زبان‌آموزان در زمینه‌های معتبر ارائه‌شده توسط واقعیت مجازی توسط چندین مطالعه قبلی گزارش شده است [۳۰]. در این نوع آموزش، زبان‌آموزان زبان انگلیسی را قادر می‌سازد تا زندگی دیگری را تجربه نمایند. در واقع متاورس به فراگیران امکان می‌دهد فرصت‌های بیشتری برای تجربه، کاوش، یادگیری و آموزش در دنیای جدید و همچنین کار و تعامل با مردم داشته باشند. آن‌ها حتی می‌توانند در زمینه‌هایی که قادر به تجربه در دنیای واقعی نیستند، یاد بگیرند یا تمرین کنند. به‌عنوان مثال، بیشتر افراد ممکن است فرصتی برای خدمت در سطح مدیریت یا تمرین برای پرواز با هواپیما نداشته باشند. با این حال، اگر سازنده دنیای متاورس بخواهد تجربه یا فرصت‌های یادگیری را برای کاربران فراهم کند، این می‌تواند در متاورس اتفاق بیفتد. به برخی از دلایل در جهت کاربرد متاورس در آموزش در زیر اشاره شده است که می‌تواند به‌عنوان فرصت در اثربخشی آموزش استم از آن بهره جست:

- قراردادن دائمی فراگیران در یک محیط تمرینی شناختی یا مهارتی که می‌تواند در دنیای واقعی خطرناک باشد.
- قراردادن مداوم یادگیرندگان در زمینه‌هایی برای تجربه و یادگیری، که معمولاً فرصت درگیرشدن در دنیای واقعی را ندارند.
- توانمندسازی فراگیران برای درک یا یادگیری چیزی که مستلزم مشارکت و تمرین طولانی‌مدت است.
- تشویق فراگیران به تلاش برای ایجاد یا کشف چیزی که به جهت برخی دلایل عملی، مانند هزینه یا کمبود مواد واقعی، توانایی انجام آن را در دنیای واقعی ندارند.
- برای اینکه یادگیرندگان بتوانند افکار و تلاش‌های جایگزین در مورد شغل یا زندگی خود داشته باشند.
- برای اینکه یادگیرندگان بتوانند موضوعات مختلف را از منظرها یا نقش‌های مختلف درک، تجربه یا مشاهده کنند.
- برای اینکه یادگیرندگان بتوانند تعامل و حتی همکاری با افرادی را بیاموزند که ممکن است فرصتی برای کار با آنها در دنیای واقعی نداشته باشند.
- پرورش مهارت‌های تفکر فراگیران با درگیرکردن آنها در وظایف پیچیده، متنوع و معتبر.

بر این اساس می‌توان دریافت که آموزش مبتنی بر متاورس کاربردهای زیادی دارد. اگر فراگیران فرصتی برای تجربه یا تمرین در دنیای واقعی نداشته باشند، اهداف یادگیری در متاورس می‌تواند به شدت با نیازهای فراگیران در زندگی واقعی مرتبط باشد. از طرف دیگر، آموزش مبتنی بر متاورس می‌تواند کاملاً به مشاغل یا رشته‌های فراگیر در دنیای واقعی بی‌ربط باشد. آنها ممکن است فقط بخواهند چیز جدیدی را امتحان کنند یا نقش متفاوتی را ایفا کنند تا ببینند چه کاری می‌توانند در جهت حرفه‌ای کاملاً متفاوت در متاورس انجام دهند.

آموزش استم که در نتیجه رقابت فزاینده اقتصادی و علمی جهانی پدیدار شد، به‌عنوان یک رویکرد آموزشی در نظر گرفته می‌شود که به توسعه مهارت‌های زندگی فردی و افزایش رفاه اجتماعی کمک می‌کند. یکی از اهداف نهایی رویکرد آموزشی استم، تجهیز فرد به مهارت‌هایی است که فرد را قادر می‌سازد تا مشکلات زندگی واقعی را با رویکرد آموزش فرا رشته‌ای حل کند. آموزش استم با هدف اجرای چندین رشته ادغام‌شده با یکدیگر و در چهارچوب یک موضوع مشترک است. مشخص است که این رشته‌ها شامل علومی مانند مهندسی، هنر و فناوری به همراه بسیاری از شاخه‌های علوم می‌شود [۳۱].

به‌روزرسانی و مطالعات جدید در این علوم حائز اهمیت است به ویژه، شتاب سریع در فناوری باید در محیط‌های آموزشی منعکس شود و با آموزش استم ادغام شود. محبوب‌ترین سازه‌های نوآورانه در زمینه فناوری، متاورس است. مفاهیم نرم‌افزار، هوش مصنوعی، واقعیت مجازی، ذخیره‌سازی ابری، واقعیت افزوده، واقعیت مجازی و زنجیره بلوک[1] مربوط به متاورس است. گفته می‌شود که می‌توان با ساختن چهره دیجیتالی خود، یعنی آواتار خود، در این دنیا زندگی کنید. به‌عنوان مثال؛ برای کسانی‌که می‌خواهند در خانه ورزش کنند، داشتن آواتار مربیان ورزشی مشابه یا متفاوت، افزایش تعداد داوران مسابقات فوتبال با آواتار، قرارگرفتن در معرض گرمایش زمین در محیط دیجیتال و حساس‌بودن به آب و هوا در محیط واقعی چند نمونه است [۳۲]. محیط متاورس می‌تواند محیط مهمی را برای آموزش مجازی فراهم کند. همچنین می‌توان آن را آواتار دانش‌آموزان و معلمانی دانست که در یک محیط مجازی گردهم می‌آیند و آموزش می‌دهند و تلاش می‌شود تا محیط یادگیری واقعی، به ویژه در صنعت شکل بگیرد.

آموزش استم، که رویکرد آموزش اثربخش در حال حاضر است، می‌تواند یک محیط جایگزین به‌عنوان یک حوزه کاربردی باشد. مشکلات تجربه‌شده در زمینه‌های کاربردی برای آموزش استم، مانند محدودیت‌های زمانی، تلفیق رشته‌های تحصیلی، و تعداد بالای دانش‌آموزان را می‌توان با

1. Blockchain

محیط متاورس حذف کرد. آموزش استم را می‌توان در محیط متاورس با هماهنگی علوم، مهندسی و ریاضیات با موضوعی فرارشته‌ای به‌کار برد. موضوعات درس تلفیق‌شده در مؤلفه‌های دنیای متاورس را می‌توان با مشارکت آواتارهای دانش‌آموز و معلم تحقق بخشید. متاورس شرایط دنیای واقعی را فراهم می‌کند تا در سطحی نزدیک به واقعیت ارائه شود. نمونه‌هایی مانند سیستم‌های یادگیری بر روی بدن انسان در علوم، آزمایش واکنش‌های شیمیایی آسان، محاسبات ریاضی، آزمایش سناریوها و احتمالات مختلف، طراحی و ساخت محصولات مهندسی، امکان کاربردهای عملی در زمینه پزشکی، ترسیم و اندازه‌گیری اشیاء دیجیتال یا واقعی و ایجاد ایده‌های خلاقانه به‌عنوان مثال می‌تواند مطالعاتی را در محیط فراوجهی آموزش استم ایجاد نماید که در این صورت مانند هر رویکرد دیگری، چالش‌ها و فرصت‌هایی در چهارچوب آموزش استم در دنیای متاورس وجود خواهد داشت.

۴- استم متاورس

استم متاورس، به ترکیب آموزش با رویکرد تلفیقی استم (علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات) با متاورس اشاره دارد. در این نگاه، تلاش می‌شود تا بهبودی در نیل به اثربخشی در تجارب یادگیری در استم رخ دهد و با بهبود روش‌های آموزش در استم، آن را قابل دسترس‌تر، تعاملی و مؤثر تر نماید. با بهره‌گیری از فناوری‌های واقعیت مجازی، فراگیران بتوانند در شبیه‌سازهای واقعیت مجازی، فعالیت‌ها را انجام دهند، مدل‌های علمی پیچیده را بصری‌سازی کرده و با همکاری با دانش‌آموزان دیگر از سایر محیط‌های آموزشی، در فضای مجازی استم متاورس مهارت‌های کار گروهی را تمرین کرده و از تجارب هم بهره بگیرند. این رویکرد می‌تواند تجربه یادگیری فعال‌تر و پویاتری را فراهم کند و خلاقیت، تفکر انتقادی و مهارت حل مسأله را تقویت نماید.

یکی از چالش‌های قوی آموزشی مرسوم، نیاز به محتوایی است که به‌طور کامل دانش‌آموزان را به شیوه‌ای فعال در جریان یادگیری درگیر کند. مشارکت کم دانش‌آموزان و محدودیت‌های زمانی و مکانی، به‌علاوه دشواری در درک مفاهیم انتزاعی، همگی از جمله موانعی هستند که بر سر راه سیستم فعلی آموزش قرار دارد. دانش‌آموزان اغلب فاقد مفهوم‌سازی شهودی هستند. برای آنها در سناریوهای دنیای واقعی، فرصت‌های قابل توجهی برای تعامل با مفاهیم جدید به صورت عملی وجود ندارد و این کیفیت بسیاری از سناریوهای یادگیری معمولی را تضعیف می‌کند. یکی از راه‌حل‌های کاربردی در سیستم فعلی که حجم بالایی از داده را نیاز دارد، استفاده از متاورس است که آینده پرباری را برای پیشرفت حوزه‌های آموزشی و یادگیری پیشنهاد می‌کند. ادغام فناوری‌های جدید مانند واقعیت مجازی، واقعیت افزوده، واقعیت ترکیبی، هوش مصنوعی و محاسبات ابری در فعالیت‌های آموزشی به‌طور قابل توجهی اثربخشی تعاملات دوجانبه را افزایش داده و عمیق‌تر می‌کند [۳۳].

در جهت بررسی امکان استفاده از متاورس در آموزش استم، فعالیتی در آموزش ایمنی هسته‌ای در متاورس انجام شد که در آن فراگیران باید رادیواکتیویته را در سناریوهای مختلف اندازه‌گیری کنند. نتایج نشان داد که همه دانش‌آموزان از انجام پروژه لذت بردند و از فعالیت آواتار و فضای سه بعدی مجازی بسیار هیجان زده شدند. دانش‌آموزان به سختی کلاس را ترک نموده و در مدت زمان زیادی به کار با آواتارها ادامه دادند. لذا برای چنین مواد آموزشی دشوار، متاورس می‌تواند یک اثر مکمل مؤثر برای به‌دست آوردن نتایج آموزشی مورد انتظار باشد که ترکیب و ادغام سخنرانی، هدایت و راهنمایی در متاورس و آزمایشات عملی در آموزش استم می‌تواند با استفاده از متاورس و سیستم مجازی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های نیل به یادگیری اثربخش باشد [۳۴]. بنابراین متاورس می‌تواند به‌عنوان یک ابزار پشتیبانی در نیل به اثربخشی در آموزش استم عمل نماید.

متاورس از هوش مصنوعی، واقعیت افزوده، واقعیت مجازی و وب سه[1]، برای ایجاد محیط‌های اجتماعی فراگیر، سه بعدی، زمان واقعی و تعاملی بهره می‌برد. در این محیط‌ها، کاربران متاورس می‌توانند با یکدیگر تعامل داشته باشند، چیزهایی بسازند (به صورت گروهی یا به تنهایی)، بازی کنند و با آواتارها و اشیاء دیجیتال سه بعدی تعامل داشته باشند [۳۵]. به‌طور کلی، متاورس بسیاری از دانش‌آموزان را قادر می‌سازد تا در محیط‌های کاملاً فراگیر و چندرسانه‌ای که از دنیای فیزیکی و دیجیتالی استفاده می‌کنند، یاد بگیرند. به‌عنوان مثال، در یک کلاس هندسه، دانش‌آموزان ممکن است معادلات هندسی را با دیدن و دستکاری اشکال هندسی در یک محیط واقعیت مجازی بیاموزند و در عین حال به صحبت‌های یک ریاضیدان خبره گوش دهند که آنان را راهنمایی می‌نماید. دانش‌آموزان همچنین می‌توانند مسائل هندسی را در یک محیط مجازی و مشترک با سایر دانش‌آموزان حل کنند. دانش‌آموزان ممکن است به‌طور مجازی در دفتر معمار یا مهندس فعال باشند و نقشه‌های ساختمان‌های شهری جدید طراحی شده را بررسی کنند تا بفهمند اصول ریاضی چگونه در عمل، اعمال می‌شوند. دانش‌آموزان هم به صورت فردی و هم به صورت جمعی، در مواقعی بر روی وظایف مختلف و با سرعت‌های متفاوت کار خواهند کرد. در مقاطع خاص، معلم با دانش‌آموزان مبتنی بر طراحی انجام‌شده در استم، در یک محیط کاملاً فیزیکی صحبت می‌کند تا پیشرفت آنها را بررسی کند، بحثی را آغاز کند و شواهدی از حل متفکرانه مسأله را بررسی نماید. در مجموع، یک محیط یادگیری متاورس غنی‌شده، هم دنیای فیزیکی و هم دنیای مجازی را با هم ترکیب می‌کند و از چند رسانه‌ای برای ارائه فرصت‌های یادگیری متنوع برای دانش‌آموزان در یک محیط مشارکتی استفاده می‌کند. در این صورت، یادگیری غیرمتمرکزتر خواهد شد و برنامه‌های مدارس متاورس با توجه به اینکه دانش‌آموزان به‌طور فزاینده‌ای به دنبال محیط‌های

1. Web3

یادگیری برخط فراگیر، تعاملی و جذاب هستند، ظهور خواهند کرد [۳۶] که توجه به استم می‌تواند فراگیران را در یک محیط یادگیری اثربخش قرار دهد. در یک محیط یادگیری غیرمتمرکز، دانش‌آموزان دیگر محدود به محدودیت‌های فیزیکی یا رسمی تحمیل‌شده توسط مدیران محیط آموزشی نیستند. در این میان دانش‌آموزان و والدین آنها به دنبال جایگزین‌هایی برای یادگیری در آموزش سنتی با قلم و کاغذ و معلم‌محور خواهند بود. جایگزین‌های همه‌جانبه‌تری ظاهر خواهند شد، مانند استم متاورس، که برای کودکان و نوجوانان از بازی‌های چند نفره مجازی زنده برای یادگیری موضوعات علمی استفاده می‌کند.

بازی‌ها قدرت جذب و ایجاد انگیزه در فراگیران را دارند. با ترکیب ویژگی‌های بازی مانند چالش‌ها، پاداش‌ها و ردیابی پیشرفت، استم متاورس می‌تواند مشارکت دانش‌آموز را در فعالیت‌های استم افزایش دهد. دانش‌آموزان بیشتر در فرایند یادگیری هیجان‌زده و سرمایه‌گذاری می‌کنند، زمانی‌که شبیه به یک بازی باشد. استم متاورس می‌تواند فضاهای دیجیتال تعاملی را ایجاد نماید که در آن دانش‌آموزان می‌توانند در فعالیت‌های مرتبط با استم، شبیه‌سازی‌ها، آزمایش‌ها و حل‌مسأله شرکت کنند. استفاده از ماهیت جذاب و تعاملی بازی‌ها می‌توانند سکوهای آموزشی استم متاورس را برای دانش‌آموزان لذت‌بخش‌تر، همه‌جانبه‌تر و در دسترس‌تر کنند. بازی‌ها یادگیری فعال را تشویق می‌کنند، جایی‌که دانش‌آموزان به جای دریافت منفعلانه اطلاعات، با انجام فعالیت یاد می‌گیرند. بسیاری از بازی‌ها باعث ترویج همکاری و تعامل اجتماعی می‌شوند. در استم متاورس، دانش‌آموزان می‌توانند در تیم‌های مجازی با هم کار کنند، چالش‌ها را به‌طور جمعی حل کنند و دانش و راهبردها را به اشتراک بگذارند. این امر باعث تقویت مهارت‌های همکاری، ارتباط و کار تیمی می‌شود که در زمینه‌های استم و سناریوهای دنیای واقعی ارزشمند هستند. شبیه‌سازی‌ها و سناریوهای واقعی ارائه‌شده در زمینه‌های عملی، به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد پروژه‌های مهندسی را شبیه‌سازی کنند، آزمایش‌های مجازی انجام دهند یا اکوسیستم‌های مجازی را کشف کنند. این شبیه‌سازی‌ها به پرکردن شکاف بین دانش نظری و کاربردهای دنیای واقعی کمک می‌کند و درک دانش‌آموزان و توانایی‌های حل مسأله را افزایش می‌دهد. عناصر بازی در استم متاورس می‌توانند تجربیات یادگیری شخصی‌سازی‌شده را فعال کنند. از طریق الگوریتم‌های هوش مصنوعی، سیستم می‌تواند پیشرفت دانش‌آموزان را ارزیابی کند، بازخورد هدفمند ارائه دهد و سطح دشواری را براساس توانایی‌های فردی تنظیم کند. این رویکرد شخصی‌شده از دانش‌آموزان با سرعت خاص خود پشتیبانی می‌کند، به نیازهای یادگیری خاص آنها رسیدگی می‌کند و تسلط بر مفاهیم استم را ارتقاء می‌دهد. مدارس و دانشگاه‌ها با ارائه جایگزین‌های جذاب به دانش‌آموزان، ممکن است در موقعیت بهتری برای مقابله با مشکلات مربوط به کمبود فضای فیزیکی، عدم مشارکت دانش‌آموزان و کمبود معلم قرار گیرند [۳۷].

در مجموع، با ظهور تجربیات یادگیری برخط متنوع‌تر و همه جانبه‌تر، چالش‌های بیشتری برای آموزش سنتی و برنامه‌های درسی آن وجود خواهد داشت. یادگیری بیشتر به بازی‌سازی تبدیل خواهد شد که در آن فعالیت‌های یادگیری مجازی به‌طور فزاینده‌ای شامل مکانیک بازی و عناصر طراحی بازی مانند رقابت، امتیاز و پاداش می‌شود. دنیای واقعیت مجازی سه بعدی و واقعیت افزوده کاملاً فراگیر، کاربران را در داخل بازی‌ها قرار می‌دهد و از محدودیت‌های صفحه نمایش بازی‌های دو بعدی فراتر می‌رود. همانطور که عناصر بازی‌وارسازی شده[1]، فراگیرتر و جذاب‌تر می‌شوند، احتمالاً بین کودکان و جوانان محبوب‌تر می‌شوند. انتظار می‌رود که اندازه بازار جهانی یادگیری مبتنی بر بازی در پنج سال آینده نزدیک به ۲۰ درصد افزایش یابد و با افزایش تقاضا برای واقعیت افزوده، واقعیت مجازی و هوش مصنوعی در آموزش، به احتمال زیاد تقاضا برای فعالیت‌های یادگیری بازی‌سازی شده نیز افزایش خواهد یافت [۳۸]. بسیاری از سکو[2]های آموزشی محبوب شامل عناصر بازی‌وارسازی شده هستند. متاورس تعداد نامحدودی از امکانات آموزشی را ارائه می‌دهد، اما خطرات آن برای کودکان در حال حاضر ناشناخته است. در دنیای واقعیت مجازی و واقعیت افزوده سه بعدی کاملاً فراگیران در محیط خود هستند و آنچه در اطراف آنها می‌گذرد ممکن است برای بزرگسالان به راحتی در دسترس یا آشکار نباشد [۳۹]. لذا لازم است در کنار مزایای ذکرشده به معایب و تهدیدهای ناشی از آن هم توجه نمود.

آموزش مبتنی بر متاورس همانند آموزش الکترونیکی محدودیت مکان را برای فراگیر و مربی ندارد و همه مزایای مرتبط با آموزش الکترونیکی را از قبیل دسترسی ۲۴ ساعته به محتوا، ارائه محتوای آموزشی شخصی‌سازی شده و جزآن را دارد. اما مزایایی در متاورس وجود دارد که بر کاستی‌های آموزش الکترونیکی غلبه می‌کند، زیرا محیط یادگیری یک محیط سه بعدی است و فراگیرتر و تعاملی‌تر است. تجربه اجتماعی در متاورس در مقایسه با کلاسی که از طریق سکوی آموزشی مانند زوم[3] یا کلاس درس گوگل[4] اجرا می‌شود عمیق‌تر است. با این حال زمانی‌که از فناوری‌های مرتبط با متاورس در آموزش استفاده می‌شود دانش‌آموزان تجربه اجتماعی کمتری را نسبت به آموزش حضوری درک می‌کنند. زیرا ارتباطات اجتماعی در متاورس ضعیف‌تر است، چون در متاورس به جای خود فرد، آواتار در فرایند آموزش نشان داده می‌شود [۱۰]. یکی از نکات منفی آموزش الکترونیکی نابرابری در دسترسی به فناوری است و این امر در متاورس نیز اتفاق می‌افتد. برای دسترسی به متاورس داشتن یک اتصال اینترنتی خوب و سخت‌افزار خاص، نمایشگر سربند[5] (نمایشگر روی سر با کنترلرها) ضروری است [۴۰].

1. Gamification
2. Platform
3. Zoom
4. Google Classroom
5. Head-Mounted Display (HMD)

۵- بحث و نتیجه‌گیری

آموزش استم، با تأکید بر تلفیق علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، فراگیران را برای مقابله با چالش‌های پیچیده دنیای واقعی آماده می‌کند. این رویکرد نه تنها مهارت‌های حل مسأله و تفکر انتقادی را پرورش می‌دهد، بلکه با ترکیب دانش علمی و خلاقیت فنی، زمینه‌ساز نوآوری و پیشرفت فناورانه در سطوح مختلف است. در همین راستا فناوری متاورس به‌عنوان یک فضای دیجیتال سه‌بعدی، اشتراکی و مداوم، پتانسیل تحول‌آفرینی در نحوه آموزش استم را دارد.

یافته‌های این مطالعه مرور نظام‌مند نشان می‌دهد که «استم متاورس» تنها یک ابزار جذاب نیست، بلکه می‌تواند پلی مؤثر بین آموزش و نیازهای بازار کار ایجاد کند. یافته‌های ارائه‌شده تأیید می‌کنند که متاورس با ایجاد شبیه‌سازی‌های واقع‌بینانه و ایمن، فراگیران را در موقعیت‌هایی قرار می‌دهد که مستلزم تحلیل، تصمیم‌گیری و ابداع راه‌حل هستند. همان‌طور که در مطالعه موردی در حوزه ایمنی هسته‌ای مشاهده شد [۳۴]. این یافته با ادبیات موجود درباره یادگیری مبتنی بر شبیه‌سازی همسو است [۲۸, ۳۰]، اما نوآوری آن در ادغام ویژگی‌های مداومت و اشتراکی‌بودن است: فراگیران نه‌تنها یک بار آزمایش را انجام می‌دهند، بلکه می‌توانند پروژه‌های بلندمدت را در یک فضای پایدار دنبال کنند و با دیگران همکاری نمایند. این ویژگی‌ها، تفکر سیستمی و خلاقیت را فراتر از سطح شبیه‌سازی‌های سنتی تقویت می‌کند.

این پژوهش نشان می‌دهد که استم متاورس می‌تواند پلی بین آموزش و اشتغال ایجاد کند. محیط‌های مجازی اشتراکی، فراگیران را برای کار در تیم‌های دیجیتال آماده می‌کنند؛ ابزارهای مدل‌سازی سه‌بعدی، توانایی طراحی مبتنی بر داده را تقویت می‌نمایند؛ و بازی‌وارسازی، انگیزه نوآوری و پشتکار را افزایش می‌دهد [۳۷, ۳۸]. این یافته‌ها «کار تیمی در فضاهای مجازی» و «انطباق‌پذیری فناورانه» را از مهارت‌های کلیدی قرن بیست‌ویکم می‌داند [۳۷]. با این حال، برخلاف برخی مطالعات که تنها بر جنبه‌های فناورانه تمرکز دارند [۲۳]، این پژوهش بر ضرورت طراحی آموزشی هدفمند تأکید می‌کند که بدون همسویی با نیازهای واقعی صنعت، متاورس تنها یک ابزار جذاب اما بی‌ثمر خواهد بود. فرصت‌های استم متاورس شامل دسترسی برابر به آزمایشگاه‌های مجازی، شخصی‌سازی یادگیری و شبیه‌سازی مشاغل آینده است [۳۴, ۳۷]. با این حال، چالش‌هایی مانند شکاف دیجیتالی [۴۰]، ضعف در ارتباطات اجتماعی عمیق [۱۰] و ریسک‌های امنیتی [۳۹] نیز شناسایی شد. این یافته‌ها هشداری روشن برای سیاست‌گذاران است که سرمایه‌گذاری در فناوری باید همراه با سیاست‌گذاری عادلانه و چهارچوب‌های اخلاقی باشد.

یکی از یافته‌های کلیدی این پژوهش این است که موفقیت استم متاورس مستلزم اتکا به مکانیزم‌های نظام‌مند شناسایی نیازهای بازار کار است، نه صرفاً بهره‌گیری از امکانات فناورانه. در نگاه عام، شناسایی نیازهای بازار کار فرایندی پویا و چندسطحی است که در سطح کلان از طریق تعامل سه‌جانبه زیر انجام می‌شود:

۱- ورودی از سوی صنعت و بازار کار: صنایع و سازمان‌های اقتصادی از طریق گزارش‌های استخدامی، نظرسنجی‌های مهارتی، همکاری با مؤسسات آموزشی و شرکت در کمیته‌های مشورتی، نیازهای فعلی و آینده خود را اعلام می‌کنند. این داده‌ها، نقشه راهی برای طراحی محیط‌های یادگیری متاورس فراهم می‌آورند.

۲- نقش سیاست‌گذاری آموزشی: سیاست‌گذاران آموزشی با استفاده از این داده‌ها، چهارچوب‌های ملی مهارت را به‌روزرسانی کرده و برنامه‌های درسی را بازنگری می‌نمایند. این چهارچوب‌ها، معیارهایی برای ارزیابی اثربخشی آموزش‌هایی مانند استم متاورس فراهم می‌کنند. بدون این پیوند، هرگونه سرمایه‌گذاری در فناوری، خطر تبدیل‌شدن به پروژه‌های نمایشی و غیرکارآمد را دارد.

۳- پژوهش‌های آینده‌پژوهی: این پژوهش‌ها با استفاده از روش‌هایی مانند سناریوسازی، تحلیل روندها و مدل‌سازی فناوری، پیش‌بینی می‌کنند که چه مشاغلی در آینده رشد خواهند کرد و چه مهارت‌هایی منسوخ یا جایگزین خواهند شد. این پیش‌بینی‌ها، به‌ویژه در حوزه‌های فناورانه مانند متاورس، حیاتی هستند؛ زیرا فناوری‌های نوظهور اغلب سریع‌تر از سیستم‌های آموزشی تکامل می‌یابند.

در این چهارچوب، استم متاورس تنها زمانی می‌تواند به‌عنوان راه‌حلی مؤثر عمل کند که مستقیماً از این مکانیزم‌های شناسایی تغذیه شود. به‌عنوان مثال، اگر گزارش‌های صنعت نشان دهند که «توانایی همکاری در محیط‌های مجازی» یک مهارت کلیدی است، آنگاه فضاهای استم متاورس باید سناریوهایی را شبیه‌سازی کنند که در آن دانش‌آموزان با هم‌تیمی‌های مجازی تعامل داشته باشند. این رویکرد، آموزش را از «فناوری‌محور» به «نیازمحور» تبدیل می‌کند.

همچنین یافته‌های این پژوهش دارای پیامدهای راهبردی برای سیاست‌گذاری آموزشی در سطح ملی است:

- بازنگری در اسناد بالادستی مرتبط با مهارت برای ادغام مهارت‌های دیجیتال پیشرفته (مانند کار تیمی در فضاهای مجازی)،
- سرمایه‌گذاری عادلانه در زیرساخت‌های فناورانه (اینترنت پرسرعت، هدست‌های واقعیت مجازی و جز آن) به‌ویژه در مناطق محروم،
- تشکیل کمیته‌های تخصصی صنعت ـ آموزش برای به‌روزرسانی مستمر برنامه‌های درسی براساس نیازهای واقعی بازار کار.

در مجموع، تلفیق متاورس در آموزش استم پتانسیل ایجاد تحولی عمیق در نحوه یادگیری علوم و فناوری را دارد؛ هرچند این پتانسیل تنها در صورتی به ثمر می‌نشیند که طراحی محیط‌های یادگیری متاورس مستقیماً از داده‌های واقعی و به‌روز بازار کار تغذیه شود و چالش‌های ساختاری به‌ویژه نابرابری در دسترسی به زیرساخت‌های دیجیتال و ریسک‌های امنیتی به‌طور جدی مورد توجه قرار گیرد. منظور از چالش‌های امنیتی، مجموعه‌ای از مسائلی است که شامل جمع‌آوری و استفاده غیرشفاف از داده‌های فراگیران، تهدیدهای مربوط به حریم خصوصی،

خطرات تعامل در فضاهای مجازی نظارت‌نشده، و امکان دسترسی به محتوای نامناسب در محیط‌های چندکاربره می‌شود [۳۹]. یافته‌های این پژوهش تأکید می‌کنند که فناوری به‌تنهایی هرگز ارزش‌آفرین نیست؛ بلکه تنها زمانی مؤثر است که در خدمت اهداف آموزشی، اقتصادی و اجتماعی کلان قرار گیرد. از این‌رو، سیاست‌گذاری‌هایی که آگاهانه، عادلانه و مبتنی بر مشارکت سه‌جانبه صنعت، آموزش و فناوری باشند، کلید بهره‌برداری پایدار از پتانسیل «استم متاورس» برای آماده‌سازی نیروی کار آینده و تحقق اهداف توسعه ملی هستند. با این حال، این حوزه هنوز در مراحل اولیه پژوهش قرار دارد. نیاز به مطالعات تجربی بیشتر به‌ویژه در زمینه اثربخشی بلندمدت، پیامدهای روانی ـ اجتماعی و طراحی سناریوهای آموزشی مبتنی بر نیازهای واقعی صنعت ضرورت دارد. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده از روش‌های ترکیبی (کمّی-کیفی) استفاده کنند تا بتوانند به‌صورت مستقیم و نظام‌مند، تأثیر استم متاورس را بر آمادگی فراگیران برای ورود به بازار کار ارزیابی نمایند.

۶- مراجع

1- Zhao, Y., Jiang, J., Chen, Y., Liu, R., Yang, Y., Xue, X., Chen, S. Metaverse: Perspectives from graphics, interactions, and visualization. Visual Informatics, 6(1), 56-67, 2022. https://doi:10.1016/j.visinf.2022.03.002.
2- Mystakidis, S. Metaverse. Encyclopedia, 2(1), 486-497, 2022. https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031
3- Cheng, R., Wu, N., Chen, S., Han, B. Will Metaverse Be NextG Internet? Vision, Hype, and Reality. IEEE Network, 36(5), 197-204, 2022. https://doi:10.1109/MNET.117.2200055.
4- Yang, Y.T.C., Wu, W.C.I. Digital Storytelling for enhancing student academic achievement, critical thinking, and learning motivation. A year-long experimental study. Computers & Education, 59(2), 339-352, 2012.
5- Dönmez, İ., Gülen, S., Ayaz, M. Impact of Argumentation-Based STEM Activities on Ongoing STEM Motivation. Journal for STEM Education Research, 5, 78–101, 2022. https://doi.org/10.1007/s41979-021-00062-2.
6- Han, D. I. D., Bergs, Y., Moorhouse, N. Virtual reality consumer experience escapes: preparing for the metaverse. Virtual Reality, 26, 1443–1458, 2022. https://doi:10.1007/s10055-022-00641-7.
7- Fink, A. Conducting research literature reviews: From the internet to paper (Fourth ed.). SAGE, 2014.
8- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., Moher, D. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. PLOS Medicine, 18(3), e1003583, 2021.
9- Hür, G. Prisma kontrol listesi 2020 güncellemesi. Online Türk Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(4), 609-611, 2021.
10- Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y., Jo, S. Educational applications of metaverse: Possibilities and limitations. Journal of Educational Evaluation for Health Professions, 18, 32, 2021. https://doi:10.3352/jeehp.2021.18.32.
11- Farjami, S., Taguchi, R., Nakahira, K., Rattia, R., Fukumura, Y., Kanematsu, H. Multilingual Problem Based Learning in Metaverse. In Proceedings of the 7th International Conference on Intelligent Environments, 499-509, 2011. https://doi:10.1007/978-3-642-23854-3_53.
12- Avila, S. Implementing augmented reality in academic libraries. Public Services Quarterly, 13(3), 190-199, 2017.
13- Bourlakis, M., Papagiannidis, S., Li, F. Retail spatial evolution: paving the way from traditional to metaverse retailing. Electronic Commerce Research, 9, 135-148, 2009. https://doi.org/10.1007/s10660-009-9030-8.
14- Jovanović, A., Milosavljević, A. VoRtex Metaverse Platform for Gamified Collaborative Learning. Electronics, 11(3), 317, 2022. https://doi:10.3390/electronics11030317.
15- Park, S.-M., Kim, Y.-G. A Metaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges. IEEE Access, 10, 4209-4251, 2022. https://doi:10.1109/ACCESS.2021.3140175.
16- Díaz, J. E. M., Saldaña, C. A. D., Ávila, C. A. R. Virtual World as a Resource for Hybrid Education. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 15(15), 94–109, 2020. https://doi:10.3991/ijet.v15i15.13025.
17- Davis, A., Murphy, J., Owens, D., Khazanchi, D., Zigurs, I. Avatars, People, and Virtual Worlds: Foundations for Research in Metaverses. Journal of the Association for Information Systems, 10(2), 91-117, 2009. https://doi:10.17705/1jais.00183.
18- Min, T., Cai, W. Portrait of decentralized application users: an overview based on large-scale Ethereum data. CCF Transactions on Pervasive Computing and Interaction, 4, 124-141, 2022. https://doi:10.1007/s42486-022-00094-6.
19- Egliston, B., Carter, M. Critical questions for Facebook's virtual reality: data, power and the metaverse. Internet Policy Review, 10(4), 1-23, 2021. https://doi:10.14763/2021.4.1610.
20- Jeong, H., Yi, Y., Kim, D. An innovative e-commerce platform incorporating metaverse to live commerce. International Journal of Innovative Computing, Information and Control, 18(1), 221-229, 2022.
21- Wiederhold, B. K. Ready (or Not) Player One: Initial Musings on the Metaverse. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 25(1), 1-2, 2022. https://doi:10.1089/cyber.2021.29234.editorial.
22- Cipresso, P., Giglioli, I. A. C., Raya, M. A., Riva, G. The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature. Frontiers in Psychology, 9, 2086, 2018. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02086.
23- Huang, H., Hwang, G.-J., Chang, S.-C. Facilitating decision making in authentic contexts: an SVVR-based experiential flipped learning approach for professional training. Interactive Learning Environments, 31(8), 5219-5235, 2023. https://doi:10.1080/10494820.2021.2000435.
24- Hwang, G.-J., Chang, C.-C., Chien, S.-Y. A motivational model-based virtual reality approach to prompting learners' sense of presence, learning achievements, and higher-order thinking in professional safety training. British Journal of Educational Technology, 53, 1343–1360, 2022. https://doi:10.1111/bjet.13196.
25- Vergne J. P. The Future of Trust will be Dystopian or Decentralized: Escaping the Metaverse. Available at SSRN. 10.2139/ssrn.3925635, 2021.
26- Koo, H. Training in lung cancer surgery through the metaverse, including extended reality, in the smart operating room of Seoul National University Bundang Hospital, Korea. Journal of Educational Evaluation for Health Professions, 18, 33, 2021. https://doi:10.3352/jeehp.2021.18.33.
27- Choi, H.-S., Kim, S.-H. A content service deployment plan for metaverse museum exhibitions-Centering on the combination of beacons and HMDs. International Journal of Information Management, 37(1, Part B), 1519-1527, 2017. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.04.017.
28- Siyaev, A., Jo, G.-S. Neuro-Symbolic Speech Understanding in Aircraft Maintenance Metaverse. IEEE Access, 9, 154484-154499, 2021. https://doi:10.1109/ACCESS.2021.3128616.

29- Tasa, U. B., Görgülü, T. Meta-art: art of the 3-D user-created virtual worlds. Digital Creativity, 21(2), 100-111, 2010. https://doi:10.1080/14626261003786251.
30- Chien, S.-Y., Hwang, G.-J., Jong, M. S.-Y. Effects of peer assessment within the context of spherical video-based virtual reality on EFL students' English-speaking performance and learning perceptions. Computers & Education, 146, 103751, 2020. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103751.
31- Idin, S. An overview of STEM education and industry 4.0. Research highlights in STEM Education, Book chapter, 194-208, 2018.
32- Birer, G. C. Metaverse. Bilim ve Teknik Dergisi, 55 (654), 16-37, 2022.
33- PourMohammadBagher, L., Safar abadi, N. An overview on the use of metaverse systems in education. Educational Technologies in Learning, 5(18), 71-96, 2022. https://doi:10.22054/jti.2023.72479.1373.
34- Kanematsu, H., Kobayashi, T., Barry, D. M., Fukumura, Y., Dharmawansa, A., Ogawa, N. Virtual STEM Class for Nuclear Safety Education in Metaverse. Procedia Computer Science, 35, 1255-1261, 2014. https://doi:10.1016/j.procs.2014.08.224.
35- Doolani, S., Wessels, C., Kanal, V., Sevastopoulos, C., Jaiswal, A., Nambiappan, H., Makedon, F. A Review of Extended Reality (XR) Technologies for Manufacturing Training. Technologies, 8(4), 77, 2020. https://doi.org/10.3390/technologies8040077.
36- Jagatheesaperumal, S.K., Ahmad, K., Al-Fuqaha, A., Qadir, J. Advancing Education Through Extended Reality and Internet of Everything Enabled Metaverses: Applications, Challenges, and Open Issues. Retrieved from arXiv e-prints (arXiv:2207.01512), 2022.
37- Tsai, Y. C. The Value Chain of Education Metaverse. arXiv preprint arXiv:2211.05833, 2022.
38- Lombeyda, S., Djorgovski, S. G., Tran, A., Liu, J. An Open, Multi-Platform Software Architecture for Online Education in the Metaverse. In The 27th International Conference on 3D Web Technology (Web3D '22),1-7, 2022. https://doi:10.1145/3564533.3564576.
39- Mo, J., Mo, F. A Study of Online Learning Context Optimization Strategies under the Metaverse Perspective. Journal of Education, Society and Behavioral Science, 36(1), 30-42, 2023.
40- Jensen, L., Konradsen, F. A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. Education and Information Technologies, 23, 1515–1529, 2018. https://doi:10.1007/s10639-017-9676-0.