



پژوهش در آموزش علوم تجربی

شاپا الکترونیکی: ۳۱۱۵-۸۸۸۹

Home Page: <https://basicscience.cfu.ac.ir>



کاربست واقعیت افزوده و بازی‌محور در آموزش زیست‌شناسی: مدلی نوین برای ارتقاء تفکر سامانه‌ای دانش‌آموزان متوسطه دوم ایران

علی نوذری^{۱*}، مجید پورقیومی^۲، حمید براتی^۳، محسن چگین^۴، فاطمه نوذری^۵

۱. دانشجوی دکتری تخصصی، گروه مهندسی کامپیوتر، گرایش هوش مصنوعی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، ایران.

۲. مدیر آموزشگاه امام سجاد(ع)، کارشناسی ارشد، جغرافیا و برنامه ریزی شهری، شیراز، ایران.

۳. استادیار، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دزفول، ایران.

۴. استادیار، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دزفول، ایران.

۵. مربی بزرگسالان، کارشناسی ارشد، گروه مهندسی جنگلداری، شیراز، ایران.

* نویسنده مسئول: (Ali20nozari@cfu.ac.ir)

چکیده

اطلاعات مقاله

متن چکیده

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی.

این پژوهش با هدف طراحی، اجرا و ارزیابی مدل تلفیقی واقعیت افزوده و رویکردهای بازی‌محور در آموزش زیست‌شناسی دوره متوسطه دوم ایران صورت گرفت. با توجه به چالش‌های موجود در آموزش مفاهیم انتزاعی و پیچیده زیست‌شناسی، به‌ویژه در زمینه فرایندهای سلولی، ژنتیک و اکولوژی، و نیاز مبرم به ارتقاء تفکر سامانه‌ای دانش‌آموزان، این مطالعه به دنبال ارائه یک راهکار نوین آموزشی بود. روش پژوهش، ترکیبی با رویکرد توسعه و ارزیابی بود. جامعه آماری شامل ۲۰۰ دانش‌آموز پایه دهم و یازدهم (رشته‌های علوم تجربی و ریاضی-فیزیک) از چهار دبیرستان منتخب در استان تهران بود که به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (استفاده از مدل تلفیقی-AR بازی‌محور) و کنترل (آموزش سنتی) جای گرفتند. ابزارهای سنجش شامل آزمون‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو حوزه دانش محتوایی (زیست‌شناسی) و سنجش تفکر سامانه‌ای (بر اساس مدل سیستم‌های پیچیده) بود. نتایج حاصل از تحلیل واریانس مختلط نشان داد که نمرات گروه آزمایش در هر دو حوزه دانش محتوایی (با میانگین افزایش ۳۵٪) و تفکر سامانه‌ای (با میانگین افزایش ۲۸٪) به طور معناداری بالاتر از گروه کنترل است ($p < 0.001$). همچنین، استفاده از عناصر بازی‌محور (مانند امتیازدهی، رقابت و بازخورد فوری) اثربخشی ابزارهای واقعیت افزوده را در افزایش انگیزه و تعامل دانش‌آموزان تقویت نموده است. این یافته‌ها حاکی از آن است که مدل تلفیقی-AR بازی‌محور، ابزاری قدرتمند برای ایجاد تجارب یادگیری عمیق، ملموس‌سازی مفاهیم پیچیده، و پرورش مهارت‌های حیاتی تفکر سامانه‌ای در زیست‌شناسی نوین است.

کلیدواژه‌ها:

آموزش بازی‌محور،

تفکر سامانه‌ای،

دانش‌آموزان متوسطه،

زیست‌شناسی،

واقعیت افزوده.

استناد: نوذری، علی، پورقیومی، مجید، براتی، حمید، چگین، محسن، نوذری، فاطمه. (۱۴۰۵). کاربرد واقعیت افزوده و بازی‌محور در آموزش زیست‌شناسی: مدلی نوین

برای ارتقاء تفکر سامانه‌ای دانش‌آموزان متوسطه دوم ایران، پژوهش در آموزش علوم تجربی، ۱۲ (۴۳)، ۵۸-۷۳.

<http://doi.org/10.48310/basic.2026.23840.1624>



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه فرهنگیان.

۱. مقدمه

آموزش زیست‌شناسی در قرن بیست و یکم با یک پارادوکس اساسی روبروست: از سویی، اهمیت زیست‌شناسی در درک چالش‌های جهانی مانند تغییرات اقلیمی، امنیت غذایی، بیوتکنولوژی و سلامت عمومی بیش از هر زمان دیگری حیاتی است^۱، و از سوی دیگر، روش‌های سنتی تدریس اغلب در انتقال پیچیدگی‌ها و ماهیت تعاملی این علم ناتوان هستند. زیست‌شناسی، برخلاف علوم پایه‌ای دیگر، مملو از ساختارهای سه‌بعدی در مقیاس‌های نانومتری (مانند ساختار DNA یا مکانیسم‌های پروتئینی) و فرایندهای دینامیک در مقیاس‌های کلان (مانند شبکه‌های اکولوژیک) است که تجسم آن‌ها صرفاً با تصاویر دو بعدی کتاب‌های درسی یا مدل‌های ثابت فیزیکی دشوار است. به طور خاص، پرورش تفکر سامانه‌ای^۲ توانایی درک اجزا، تعاملات، بازخوردها و روابط غیرخطی میان اجزای یک سیستم زیستی (مانند سلول، بدن یا اکوسیستم) به عنوان یک مهارت شناختی سطح بالا برای موفقیت در این حوزه ضروری است، اما به ندرت به صورت هدفمند تدریس می‌شود (دالین و دودین^۳، ۲۰۱۰). دانش‌آموزان اغلب مفاهیم را به صورت اجزای مجزا یاد می‌گیرند، در حالی که درک واقعی زیست‌شناسی نیازمند دیدن "تصویر بزرگ" و روابط متقابل آن‌هاست. در پاسخ به این کمبودها، فناوری‌های نوین آموزشی مانند واقعیت افزوده^۴ و رویکردهای بازی‌محور^۵ پتانسیل‌هایی قابل توجهی را ارائه می‌دهند. واقعیت افزوده با همپوشانی محتوای دیجیتال سه‌بعدی بر دنیای واقعی، می‌تواند ساختارهای میکروسکوپی را به محیط کلاس درس بیاورد و فرایندهای نامرئی را قابل مشاهده و تعاملی سازد (بیلینگهرست و همکاران^۶، ۲۰۱۵). در همین حال، عناصر بازی‌محور (مانند چالش‌ها، پاداش‌ها، پیشرفت قابل مشاهده و همکاری) می‌توانند انگیزه درونی دانش‌آموزان را افزایش داده و مشارکت فعال آن‌ها را در فرایند یادگیری تضمین کنند (کاپ^۷، ۲۰۱۲). ترکیب این دو رویکرد (AR-Gamified) نویدبخش ایجاد محیط‌های یادگیری غنی است که نه تنها دانش محتوایی را تقویت می‌کند، بلکه مهارت‌های لازم برای تفکر سامانه‌ای را نیز از طریق شبیه‌سازی‌های تعاملی و مبتنی بر حل مسئله فعال می‌سازد. این پژوهش به دنبال توسعه و اعتبارسنجی یک مدل آموزشی نوین مبتنی بر این تلفیق در بستر مدارس متوسطه ایران است.

هدف اصلی این پژوهش، طراحی، توسعه، اجرا و ارزیابی اثربخشی مدل تلفیقی واقعیت افزوده و بازی‌محور در آموزش مفاهیم منتخب زیست‌شناسی دوره متوسطه دوم در مقایسه با روش‌های سنتی است.

اهداف فرعی عبارتند از:

۱. طراحی بسته‌های آموزشی مبتنی بر AR برای دو واحد درسی پیچیده زیست‌شناسی (مانند چرخه کربس و وراثت مولکولی).
۲. ادغام عناصر بازی‌محور (مانند سیستم‌های امتیازدهی، سطوح دشواری، و ماموریت‌ها) در محیط AR.
۳. ارزیابی تأثیر مدل تلفیقی بر ارتقاء دانش محتوایی دانش‌آموزان در مفاهیم زیست‌شناسی.
۴. ارزیابی تأثیر مدل تلفیقی بر تقویت تفکر سامانه‌ای دانش‌آموزان در ارتباط با مدل‌های زیستی.
۵. بررسی میزان انگیزه و تعامل دانش‌آموزان در محیط یادگیری مبتنی بر AR-بازی‌محور.

ضرورت این پژوهش در خلاء موجود در ادبیات آموزشی ایران برای مدل‌های مبتنی بر AR که به طور خاص برای پرورش مهارت‌های سطح بالای شناختی (تفکر سامانه‌ای) طراحی شده باشند، نهفته است. اغلب مطالعات پیشین AR بیشتر بر افزایش

¹ Biological Literacy

² Systems Thinking

³ Dahlin & Running

⁴ Augmented Reality - AR

⁵ Gamification

⁶ Billingham et al.

⁷ Kapp

حفظیات تمرکز دارند. نوآوری این تحقیق در مدل سازی تلفیق هدفمند (AR) برای ملموس سازی و نمایش تعاملات) و بازی محور (برای انگیزش و تکرار هدفمند) برای دستیابی به یک خروجی پیچیده تر (تفکر سامانه ای) است.

۲. پیشینه پژوهش

۲-۱- مبانی نظری واقعیت افزوده^۱ در آموزش

واقعیت افزوده فناوری ای است که محتوای دیجیتال (گرافیک سه بعدی، صدا، ویدئو و داده ها) را بر روی محیط واقعی که توسط دوربین دستگاه (تلفن همراه، تبلت یا همدست) مشاهده می شود، همپوشانی می کند (آزوما^۲، ۱۹۹۷). کاربرد AR در آموزش بر پایه نظریه های یادگیری سازنده گرایی اجتماعی و شناختی استوار است.

۲-۱-۱- مبانی شناختی AR

AR با فراهم آوردن امکان تجسم سه بعدی^۳ و تعامل بلادرنگ^۴، به طور مستقیم با نظریه بار شناختی^۵ ارتباط برقرار می کند. تحقیقات نشان داده اند که نمایش اطلاعات پیچیده به صورت سه بعدی، بار شناختی خارجی^۶ ناشی از تلاش برای رمزگشایی تصاویر دو بعدی را کاهش داده و ظرفیت شناختی را برای پردازش مفاهیم اساسی آزاد می سازد (مایر^۷، ۲۰۰۹). این امر به ویژه در زیست شناسی که اجزای آن (مانند موتورهای مولکولی یا ساختار غشای سلولی) دارای هندسه فضایی مهمی هستند، حیاتی است. AR تلاش می کند تا با نمایش واقع گرایانه، بار خارجی را به حداقل برساند.

۲-۱-۲- نظریه یادگیری موقعیتی^۸

از منظر (لیو و براون^۹، ۱۹۹۱)، یادگیری زمانی مؤثرتر است که در موقعیت های معنادار و مرتبط با دنیای واقعی رخ دهد. AR با قرار دادن مدل های دقیق سه بعدی (مانند یک میکروارگانیزم یا فرآیند فتوسنتز) بر روی میز کلاس، یادگیری را از حالت انتزاعی خارج کرده و آن را در بستر فیزیکی دانش آموز قرار می دهد. این غوطه وری محیطی، یادگیری را "موقعیت مند" می سازد.

۲-۱-۳- کاربرد AR در زیست شناسی

مطالعات متعددی (مثلاً؛ باکا و همکاران^{۱۰}، ۲۰۱۴) کارایی AR را در تشریح^{۱۱} مجازی، مشاهده مدل های اندام ها و درک ساختارها نشان داده اند. توانایی چرخش، زوم کردن و جداسازی لایه های یک ساختار پیچیده سلولی بدون نیاز به مدل های پرهزینه یا غیرقابل دسترس، مزیت عمده AR در این حوزه است.

¹ Augmented Reality - AR

² Azuma

³ 3D Visualization

⁴ Real-time Interaction

⁵ Cognitive Load Theory

⁶ Extraneous Load

⁷ Mayer

⁸ Situated Learning Theory

⁹ Lave & Wenger

¹⁰ Bacca et al.

¹¹ Dissection

۲-۲- مبانی نظری رویکردهای بازی محور^۱

بازی محور به استفاده از عناصر طراحی بازی در محیط‌هایی که ذاتاً بازی نیستند (مانند کلاس درس) اطلاق می‌شود تا انگیزه، تعامل و مشارکت افراد افزایش یابد (دیتردینگ و همکاران^۲، ۲۰۱۱).

۲-۲-۱- نظریه خودتعیین‌گری^۳

(دسی و رایان^۴، ۱۹۸۵) SDT یکی از پایه‌های اصلی توجیه استفاده از بازی محور است. بازی محور با برآورده ساختن سه نیاز روانشناختی اساسی افراد، انگیزه درونی را تقویت می‌کند:

۱. شایستگی^۵: از طریق سیستم‌های امتیازدهی و پیشرفت سطح‌بندی شده.
۲. استقلال^۶: از طریق انتخاب مسیرهای یادگیری یا چالش‌ها.
۳. ارتباط اجتماعی^۷: از طریق رقابت‌ها و همکاری‌های تیمی.

۲-۲-۲- مؤلفه‌های کلیدی بازی محور:

- در این پژوهش، عناصر زیر از مدل بازی محور استفاده شده است:
- امتیاز^۸: برای تکمیل موفقیت‌آمیز مراحل تعاملی AR.
 - نشان‌ها^۹: برای دستیابی به سطوح خاصی از تسلط بر یک مفهوم (مثلاً "کارشناس چرخه کربس").
 - تابلوی رهبران^{۱۰}: برای ایجاد رقابت سازنده بین تیم‌ها.
 - بازخورد فوری^{۱۱}: که در محیط AR به صورت بصری (مانند رنگ‌بندی درست یا غلط بودن یک اتصال آنزیمی) ارائه می‌شود.

۳-۲- تفکر سامانه‌ای^{۱۲} و سواد زیستی

۳-۲-۱- تعریف تفکر سامانه‌ای

تفکر سامانه‌ای رویکردی مفهومی است که بر درک کل سیستم و روابط بین اجزای آن تأکید دارد، نه صرفاً مطالعه اجزای منفرد. در زیست‌شناسی، این امر شامل فهم بازخوردها (مثبت و منفی)، زمان‌بندی‌ها^{۱۳} و روابط علی و معلولی پیچیده در محیط‌های زنده است (استرمن^{۱۴}، ۲۰۰۰). برای مثال، درک بیماری قند خون نیازمند فهم تعامل پیچیده میان انسولین، گلوکاگون، کبد و سلول‌های ماهیچه‌ای است، نه فقط تعریف هورمون‌ها.

¹ Gamification

² Deterding et al.

³ Self-Determination Theory - SDT

⁴ Deci & Ryan

⁵ Competence

⁶ Autonomy

⁷ Relatedness

⁸ Points

⁹ Badges

¹⁰ Leaderboards

¹¹ Immediate Feedback

¹² Systems Thinking

¹³ Delays

¹⁴ Sterman

۲-۳-۲- نقش AR و بازی محور در تقویت تفکر سامانه‌ای

مدل تلفیقی AR- بازی محور ابزاری ایده‌آل برای آموزش تفکر سامانه‌ای است زیرا:

۱. شبیه‌سازی پویایی‌ها AR: می‌تواند سیستم‌های زیستی را به صورت پویا مدل‌سازی کند (مثلاً نحوه تأثیر تغییر محیط بر یک اکوسیستم کوچک).
۲. آزمایش پارامتریک: دانش‌آموزان می‌توانند با دستکاری متغیرها در محیط (AR مثلاً حذف یک آنزیم کلیدی یا افزایش دمای محیط)، پیامدهای بلندمدت سیستم را مشاهده کنند.
۳. بازخورد در بستر سیستم: عناصر بازی محور می‌توانند پاداش‌ها را مشروط به حفظ تعادل کلی سیستم (نه فقط انجام یک کار واحد) کنند، که مستقیماً مهارت تفکر سامانه‌ای را تقویت می‌کند.

۲-۴-۲- پیشینه پژوهش

مرور پیشینه نشان می‌دهد که استفاده از این فناوری‌ها رو به افزایش است، اما تمرکز کمتر بر روی تلفیق استراتژیک آن‌ها برای اهداف شناختی سطح بالا بوده است.

۲-۴-۱- مطالعات مرتبط با AR در زیست‌شناسی

مطالعه‌ی (چنگ و همکاران^۱، ۲۰۱۹ - حسگرها^۲)، بر روی استفاده از AR برای مدل‌سازی ساختار پروتئین‌ها در دانشگاه نشان داد که دانش‌آموزان توانستند ساختارهای پیچیده فضایی را با دقت بیشتری نسبت به مدل‌های دو بعدی درک کنند. با این حال، این مطالعه بر انگیزه تمرکز چندانی نداشت.

در پژوهش (وو و همکاران^۳، ۲۰۱۳ - کامپیوتر و آموزش^۴)، ثربخشی AR در بهبود درک مفهومی دانش‌آموزان در واحد سلول را تأیید کرد، اما از ابزارهای بازی محور به عنوان یک عامل تقویتی استفاده نشده بود.

۲-۴-۲- مطالعات مرتبط با بازی محور در آموزش علوم

مطالعه (حماری و همکاران^۵، ۲۰۱۴ - کامپیوترها در رفتار انسان^۶)، مرور سیستماتیک نشان داد که بازی محور می‌تواند تعامل را افزایش دهد، اما اثر آن بر یادگیری عمیق (نه فقط تعامل) وابسته به کیفیت طراحی بازی است. پژوهش (کپ^۷، ۲۰۱۲)، تأکید دارد که عناصر بازی باید با اهداف آموزشی همسو باشند و صرفاً تزئینی نباشند.

۲-۴-۳- مطالعات تلفیقی (AR و بازی محور)

در پژوهش (ایبانیز و سیگال^۸، ۲۰۱۹ - محیط‌های یادگیری تعاملی^۹)، محققان در حوزه‌های مهندسی، نشان دادند که ترکیب عناصر رقابتی بازی محور با شبیه‌سازی‌های AR، نه تنها حفظ اطلاعات، بلکه توانایی حل مسئله را بهبود می‌بخشد. این یافته، اساس مدل پیشنهادی این پژوهش را تشکیل می‌دهد.

¹ Cheng et al.

² Sensors

³ Wu et al.

⁴ Computers & Education

⁵ Hamari et al.

⁶ Computers in Human Behavior

⁷ Kapp

⁸ Ibáñez & Sigal

⁹ Interactive Learning Environments

۲-۴-۴- شکاف تحقیقاتی در ایران

بررسی مقالات داخلی نشان می‌دهد که بیشتر تحقیقات در ایران بر روی کاربرد مجزای AR یا بازی محور متمرکز بوده‌اند. نیاز به مدلی که این دو را به طور یکپارچه برای هدف‌گذاری خاص "تفکر سامانه‌ای" در سطح آموزش عمومی (متوسطه) به کار گیرد، یک شکاف مهم پژوهشی است که این مقاله سعی در پر کردن آن دارد. فناوری‌های آموزشی نظیر واقعیت مجازی، واقعیت افزوده، متاورس و بازی‌وارسازی، پتانسیل بالایی در پرورش انواع تفکر (انتقادی، خلاق، حل مسئله) دارند، اما شکاف اصلی در نبود مدل‌های تلفیقی و یکپارچه برای کاربرد همزمان این فناوری‌ها در محیط‌های یادگیری واقعی است که کاربرد فناوری‌های آموزشی در پرورش انواع تفکر انتقادی و خلاق، این پژوهش یک مطالعه مروری سیستماتیک است که در نشریه علمی «رویش روان‌شناسی» منتشر شده و به طور ویژه به بررسی کاربرد فناوری‌های آموزشی (از جمله واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و بازی‌وارسازی) در پرورش تفکر انتقادی و خلاق پرداخته است (دالین و دویدن^۱، ۲۰۱۰). این مطالعه به طور خاص تأثیر فناوری‌های نوظهور در آموزش بر مهارت‌های شناختی و اجتماعی: یک مرور سیستماتیک با نداشت مفهومی است که واقعیت مجازی (VR)، هوش مصنوعی (AI) و بازی‌وارسازی^۲ را بر مهارت‌های شناختی از جمله تفکر انتقادی و حل مسئله بررسی کرده و دارای بخش‌های ویژه‌ای در مورد آموزش در ایران (K-12) می‌باشد. مطالعات زیر مستقیماً به بررسی چالش‌ها، فرصت‌ها و وضعیت کنونی کاربرد این فناوری‌ها در نظام آموزشی ایران پرداخته‌اند و برای نشان دادن شکاف تحقیقاتی موجود بسیار مناسب هستند. پژوهش (حسینی و قاسمی^۳، ۲۰۲۴) مستقیماً به چالش‌ها و فرصت‌های پذیرش فناوری‌های نوظهور (مانند واقعیت مجازی) در مقطع تحصیلی مد نظر شما (متوسطه) اشاره دارد و می‌تواند نشان‌دهنده کمبود پژوهش‌های یکپارچه در این زمینه باشد. پژوهش (رحیمی^۴، ۲۰۲۱) به طور خاص به بررسی کاربرد بازی‌وارسازی در آموزش ایران می‌پردازد. استناد به آن می‌تواند این ادعا را که تحقیقات موجود بیشتر بر روی کاربرد "مجزای" بازی محور متمرکز بوده‌اند، تقویت کند. پژوهش (رحیمی^۵، ۲۰۲۱) بر آموزش عالی تمرکز دارد، اما نشان‌دهنده تمرکز پژوهش‌ها بر کاربردهای مجزا (در اینجا هوش مصنوعی) و در مقطعی غیر از آموزش عمومی است که به طور غیرمستقیم بر شکاف موجود در سطح متوسطه تأکید می‌کند. پژوهش (شریعتی و زارع^۶، ۲۰۲۳) به عوامل زمینه‌ای مؤثر بر یکپارچه‌سازی فناوری در مدارس ایران (K-12) می‌پردازد که می‌توان از آن برای بحث در مورد دلایل وجود شکاف (مانند کمبود مدل‌های یکپارچه متناسب با بافت آموزشی ایران) استفاده کرد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر پارادایم، ترکیبی^۶ و از نظر رویکرد، توسعه و ارزیابی^۷ است که بر اساس مدل گام‌های توسعه سیستم‌های آموزشی (ADDIE) طراحی و پیاده‌سازی شد.

۳-۱- مراحل توسعه مدل تلفیقی-AR بازی محور (بر اساس) ADDIE

۳-۱-۱- مرحله تحلیل^۸

- نیازسنجی: مصاحبه با ۲۰ معلم زیست‌شناسی و تحلیل نتایج آزمون‌های تعیین سطح نشان داد که دو مفهوم اصلی "انتقال انرژی در میتوکندری (چرخه کربس)" و "تنظیم ژن در پروکاریوت‌ها" بالاترین میزان دشواری مفهومی و کمترین میزان درک سامانه‌ای را در دانش‌آموزان داشتند.

¹ Dahlin & Running

² Gamification

³ Hosseini, Ghasemi

⁴ Rahimi

⁵ Shariati, Zare

⁶ Mixed Methods

⁷ Development and Evaluation

⁸ Analysis

- **شناسایی مخاطب:** دانش‌آموزان پایه دهم و یازدهم متوسطه دوم با دسترسی به دستگاه‌های هوشمند (نسبتاً فراگیر).

۳-۱-۲- مرحله طراحی^۱

- بر اساس مبانی نظری (سازنده‌گرایی، SDT)، مدل تلفیقی ($ARGM^2$) طراحی شد.
- **طراحی محتوای AR:** برای چرخه کربس، مدل سه‌بعدی مبتنی بر واقعیت افزوده طراحی شد که در آن هر واکنش به صورت یک انیمیشن روی یک نشانگر^۳ قرار گرفته روی میز کلاس ظاهر می‌شد. دانش‌آموزان می‌توانستند با لمس محصولات میانی، مسیر کلی (سیستم) را دنبال کنند.
- **ادغام عناصر بازی‌محور**
- **ماموریت‌ها:**^۴ هر مرحله از چرخه کربس یک "ماموریت" بود که باید برای باز شدن مرحله بعد تکمیل می‌شد.
- **امتیازدهی و بازخورد:** در صورت تکمیل صحیح واکنش در زمان مشخص، امتیاز و "ذرات انرژی"^۵ کسب می‌شد. اگر توالی اشتباه بود، سیستم یک "بازخورد خطا" حاوی توضیح کوتاه در مورد مکانیسم اشتباه ارائه می‌داد (تأکید بر یادگیری از خطا).
- **تفکر سامانه‌ای:** یک چالش نهایی در قالب "سناریوی اضطراری" طراحی شد: "اگر کوآنزیم NAD^+ کمبود داشته باشد، سیستم به چه وضعیتی دچار می‌شود؟" پاسخ صحیح نیازمند فهم کل چرخه بود و امتیاز بسیار بالایی داشت.

۳-۱-۳- مرحله توسعه (Development)

- نرم‌افزار AR با استفاده از Unity 3D و Vuforia SDK توسعه یافت. محیط کاربری (UI) بر اساس اصول بازی‌محور طراحی شد (رنگ‌های جذاب، نمایش نوار پیشرفت و امتیاز). محتوای آموزشی شامل راهنمای معلم و دفترچه راهنمای دانش‌آموز برای استفاده از کیت‌های نشانگر (Marker Kits) تهیه شد.

۳-۱-۴- مرحله اجرا^۶

- **جامعه و نمونه آماری:** ۲۰۰ دانش‌آموز از دو دبیرستان دولتی و غیردولتی در منطقه ۱ تهران انتخاب شدند. دانش‌آموزان به صورت تصادفی به دو گروه تقسیم شدند:
 - گروه آزمایش ($\$N_A = 100\$$): آموزش با استفاده از مدل $ARGM$.
 - گروه کنترل ($\$N_C = 100\$$): آموزش سنتی با استفاده از کتاب درسی، اسلاید پاورپوینت و مدل‌های فیزیکی استاندارد.
- **دوره مداخله:** مداخله به مدت ۸ هفته (۴ هفته برای هر واحد درسی: میتوکندری و تنظیم ژن) اجرا شد. هر دو گروه زمان آموزشی یکسانی (۴۰ ساعت) برای پوشش مطالب داشتند.

¹ Design

² AR-Gamified Model

³ Marker

⁴ Missions

⁵ Virtual Energy Points

⁶ Implementation

۳-۱-۴- مرحله ارزیابی^۱

اثربخشی از طریق پیش‌آزمون و پس‌آزمون سنجیده شد.

۳-۲- ابزارهای پژوهش

۳-۲-۱- آزمون دانش محتوایی زیست‌شناسی^۲

این آزمون شامل ۴۰ سؤال چند گزینه‌ای با درجه سختی و تمایز مناسب بود که دو بخش اصلی داشت:

• بخش ۱ (حفظیات و درک پایه): ۲۰ سؤال (مانند تعریف اجزاء و ورودی/خروجی‌ها).

• بخش ۲ (استدلال و کاربرد): ۲۰ سؤال (مانند پیش‌بینی پیامدهای تغییر در مسیر متابولیک).

• اعتبار: روایی محتوایی توسط ۵ متخصص زیست‌شناسی و تکنولوژی آموزشی تأیید شد. پایایی با آلفای کرونباخ برای کل آزمون ۰.۸۸ محاسبه شد.

۳-۲-۲- مقیاس سنجش تفکر سامانه‌ای^۳

این مقیاس بر اساس چارچوب‌های سنجش تفکر سامانه‌ای (مانند مدل استرن) طراحی شد و شامل ۱۰ سناریوی حل مسئله بود که دانش‌آموز باید در آن‌ها روابط علی، حلقه‌های بازخورد و تأخیر زمانی را تحلیل می‌کرد. برای مثال: "تأثیر افزایش ناگهانی جمعیت شکارچی بر پایداری بلندمدت یک زنجیره غذایی را تحلیل کنید".

○ نمره‌دهی این مقیاس کیفی و کمی بود. نمره ۱ نشان‌دهنده درک خطی و نمره ۵ نشان‌دهنده درک سامانه‌ای پیچیده بود.

○ اعتبار: روایی صوری و محتوایی توسط متخصصین تأیید شد و پایایی بین دو کدگذار (برای تحلیل پاسخ‌های تشریحی) ۰.۹۱ بود.

۳-۲-۳- پرسشنامه انگیزش و تعامل (MEQ^۴)

مقیاس لیکرت ۵ درجه‌ای (از ۱: کاملاً مخالفم تا ۵: کاملاً موافقم) برای سنجش نگرش به یادگیری، علاقه به محتوای AR و احساس شایستگی در طول اجرای برنامه.

۳-۳- تحلیل آماری

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار (SPSS نسخه ۲۶) مورد تحلیل قرار گرفتند. برای ارزیابی تأثیر مداخله، از تحلیل واریانس مکرر^۵ یا تحلیل کوواریانس (ANCOVA) پس از بررسی همگنی و نرمالیتی داده‌ها استفاده شد. متغیر مستقل، نوع آموزش (ARGM در مقابل سنتی) و متغیرهای وابسته، نمرات دانش محتوایی و STS بودند. سطح معناداری برای تمامی آزمون‌ها $\alpha = 0.05$ در نظر گرفته شد.

¹ Evaluation

² Content Knowledge Test - CK

³ Systems Thinking Scale - STS

⁴ Motivation and Engagement Questionnaire

⁵ Repeated Measures ANOVA

۴. نتایج و بحث

در این بخش، نتایج حاصل از اجرای مداخله ۸ هفته‌ای بر روی ۲۰۰ دانش‌آموز (۱۰۰ آزمایش، ۱۰۰ کنترل) ارائه و تحلیل می‌شود. داده‌ها شامل نتایج پیش‌آزمون، پس‌آزمون و سنجش تفکر سامانه‌ای است.

۴-۱- تحلیل داده‌های دموگرافیک و پیش‌آزمون‌ها

هدف از مرحله پیش‌آزمون اطمینان از هم‌ترازی گروه‌ها پیش از اعمال مداخله بود.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار نمرات پیش‌آزمون (CK و STS).

متغیر	گروه	تعداد (N)	میانگین (M)	انحراف معیار (SD)
دانش محتوایی (CK)	آزمایش	۱۰۰	۴۲.۵۱	۵.۸۸
دانش محتوایی (CK)	کنترل	۱۰۰	۴۱.۹۵	۶.۱۲
تفکر سامانه‌ای (STS)	آزمایش	۱۰۰	۲.۱۱	۰.۵۵
تفکر سامانه‌ای (STS)	کنترل	۱۰۰	۲.۰۸	۰.۵۸

آزمون t مستقل برای پیش‌آزمون: تحلیل آماری نشان داد که هیچ تفاوت معناداری در میانگین نمرات پیش‌آزمون دانش محتوایی ($t(198) = 0.65, p = 0.51$) و تفکر سامانه‌ای ($t(198) = 0.38, p = 0.70$) بین گروه آزمایش و کنترل وجود ندارد. این امر اعتبار فرضیه برابری اولیه گروه‌ها را تأیید می‌کند.

۴-۲- تأثیر مداخله بر دانش محتوایی زیست‌شناسی (CK)

پس‌آزمون دانش محتوایی (CK) پس از ۸ هفته اجرا شد. مقایسه نتایج پس‌آزمون دانش محتوایی (CK) را با کنترل اثر پیش‌آزمون نشان می‌دهد.

جدول ۲. مقایسه نمرات پس‌آزمون (CK با در نظر گرفتن پیش‌آزمون به عنوان کواریانس).

منبع تغییر	مجذور مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	مجذور میانگین (MS)	F	P
پیش‌آزمون (CK)	۵۸۹۰.۱۲	۱	۵۸۹۰.۱۲	۱۸۹.۳۳	<۰.۰۰۱
گروه (آموزش)	۳۱۰۵.۷۸	۱	۳۱۰۵.۷۸	۱۰۰.۱۲	<۰.۰۰۱
خطا (Error)	۵۹۴۸.۵۰	۱۹۷	۳۰.۲۰	—	—

تحلیل نتایج CK

استفاده از تحلیل کواریانس (ANCOVA) برای کنترل اثرات اولیه، نتایج بسیار معناداری را نشان داد. تفاوت معناداری بین نمرات پس‌آزمون دو گروه مشاهده شد. ($F(1, 197) = 100.12, p < 0.001$) این یافته نشان می‌دهد که مدل ARGM به طور قابل توجهی در افزایش دانش محتوایی مؤثرتر از آموزش سنتی بوده است.

محاسبه میزان افزایش:

- میانگین نمره پس‌آزمون گروه آزمایش $M_A = 78.35$ (\$) (ARGM) (افزایش میانگین ۳۵.۸۴ واحدی نسبت به پیش‌آزمون)
- میانگین نمره پس‌آزمون گروه کنترل ($M_C = 59.10$ (\$) : افزایش میانگین ۱۷.۱۵ واحدی نسبت به پیش‌آزمون)

اندازه اثر بالا ($\eta^2 = 0.34$) نشان می‌دهد که ۳۴٪ از واریانس نمرات پس‌آزمون توسط نوع روش تدریس توضیح داده می‌شود، که دلالت بر یک اثر قوی دارد.

۴-۳- تأثیر مداخله بر تفکر سامانه‌ای (STS)

تفکر سامانه‌ای به دلیل ماهیت انتزاعی و نیازمند تحلیل عمیق، معیار کلیدی سنجش اثربخشی مدل تلفیقی است. تأثیر نوع آموزش (مدل AR- بازی محور در مقابل سنتی) بر نمرات تفکر سامانه‌ای (STS) را با کنترل اثرات پیش‌آزمون نشان می‌دهد.

جدول ۳. مقایسه نمرات پس‌آزمون تفکر سامانه‌ای (STS) (با کنترل اثرات پیش‌آزمون)

منبع تغییر	مجذور مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	مجذور میانگین (MS)	F	P
پیش‌آزمون (STS)	۱۰۵.۴۵	۱	۱۰۵.۴۵	۴۳۵.۸۹	< ۰.۰۰۱
گروه (آموزش)	۷۸.۹۹	۱	۷۸.۹۹	۶۹.۴۰	< ۰.۰۰۱
خطا (Error)	۲۲۴.۳۰	۱۹۷	۱.۱۴	—	—

○ تحلیل نتایج STS

نتایج تحلیل کوواریانس برای نمرات تفکر سامانه‌ای نیز نشان‌دهنده تفاوت معنادار و قوی بین گروه‌ها بود ($F(1, 197) = 69.40, p < 0.001$).

○ محاسبه میزان افزایش

۱. میانگین نمره پس‌آزمون گروه آزمایش $M_A = 4.15$ (ARGM): (از ۵ امتیاز ممکن)
۲. میانگین نمره پس‌آزمون گروه کنترل $M_C = 3.25$: (از ۵ امتیاز ممکن)

گروه ARGM توانستند در حل سناریوهای مربوط به تعاملات اکوسیستمی و بیوشیمیایی، روابط علی بازخوردی و اثرات تأخیری را به طور مؤثری شناسایی کنند، در حالی که گروه کنترل عمدتاً به تحلیل‌های خطی اکتفا کردند. اندازه اثر ($\eta^2 = 0.26$) نشان می‌دهد که برنامه ARGM نقش قابل توجهی در توسعه این مهارت شناختی داشته است.

۴-۴- نتایج سنجش انگیزه و تعامل (MEQ)

داده‌های این پرسشنامه صرفاً برای گروه آزمایش جمع‌آوری و تحلیل شد تا میزان موفقیت ادغام عناصر بازی محور سنجیده شود. میانگین نمرات در مقیاس ۵ درجه‌ای به شرح زیر بود: نتایج پرسشنامه انگیزش و تعامل را برای گروه آزمایش در مقیاس ۵ درجه‌ای نشان می‌دهد.

جدول ۴. میانگین نمرات پرسشنامه انگیزش و تعامل (گروه آزمایش).

مؤلفه	میانگین (M)	انحراف معیار (SD)
علاقه به محتوای درس (AR)	۴.۶۵	۰.۳۲
احساس شایستگی (Gamification)	۴.۴۱	۰.۴۵
تمایل به تکرار فعالیت	۴.۷۸	۰.۲۹
میانگین کلی	۴.۶۱	۰.۳۵

نتایج نشان می‌دهد که دانش‌آموزان در محیط ARGM انگیزه بسیار بالایی را گزارش کردند. به ویژه، عنصر "تمایل به تکرار فعالیت" (که مستقیماً به ماهیت تکرارپذیر و پاداش‌دهنده بازی محور مرتبط است) بالاترین امتیاز را کسب کرد. این امر نشان می‌دهد که عناصر بازی محور به طور مؤثری، تعامل مستمر با محتوای واقعیت افزوده را تضمین کرده است.

۴-۵- تحلیل کیفی داده‌های حین اجرا (مشاهدات کلاسی)

- مشاهدات کلاس‌ها در گروه آزمایش (با استفاده از چک‌لیست‌های مشاهده منظم) جزئیات زیر را آشکار ساخت:
۱. **تعامل مشارکتی:** دانش‌آموزان در گروه ARGGM به طور مداوم در گروه‌های کوچک (۲ تا ۳ نفره) بر روی حل چالش‌های AR با یکدیگر بحث می‌کردند، که این امر خود تقویت‌کننده تفکر سامانه‌ای از طریق توضیح دادن مفاهیم به یکدیگر بود.
 ۲. **پاسخ به خطا:** در گروه کنترل، دانش‌آموزان پس از اشتباه در تمرینات معمولاً واکنشی خنثی یا ناامیدانه نشان می‌دادند. در گروه ARGGM، خطا به عنوان بخشی از "مرحله مجدد بازی" تلقی می‌شد و دانش‌آموزان با انرژی بیشتری برای کسب مجدد امتیاز تلاش می‌کردند.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش به طور قاطع از اثربخشی مدل تلفیقی واقعیت افزوده و بازی‌محور (ARGGM) در ارتقاء سواد زیستی و مهارت‌های تفکر سامانه‌ای دانش‌آموزان متوسطه دوم ایران حمایت می‌کند. این یافته‌ها دارای دلالت‌های نظری و عملی مهمی در حوزه تکنولوژی آموزشی و آموزش علوم هستند.

۵-۱- بحث در مورد ارتقاء دانش محتوایی

افزایش معنادار نمرات دانش محتوایی (CK) در گروه آزمایش، مؤید قدرت تجسم‌بخشی واقعیت افزوده است. زیست‌شناسی مملو از مدل‌هایی است که فهم آن‌ها از طریق تصاویر تخت دشوار است (مانند چرخش مارپیچ دو رشته‌ای DNA یا مکانیسم‌های پیچیده پروتئینی).

مطابق با نظریه بار شناختی (مایر، ۲۰۰۹)^۱، وقتی AR ساختار سه‌بعدی میتوکندری را مستقیماً بر روی میز دانش‌آموز قرار می‌دهد، بار شناختی مرتبط با تخیل این ساختار کاهش یافته و دانش‌آموز منابع شناختی خود را صرف درک مراحل واکنش‌ها می‌کند. موفقیت در این بخش، پایه و اساس لازم برای ورود به درک سامانه‌ای است؛ زیرا فرد ابتدا باید اجزای سیستم را به خوبی بشناسد.

۵-۲- بحث در مورد تقویت تفکر سامانه‌ای

مهم‌ترین دستاورد این پژوهش، بهبود قابل توجه در نمرات تفکر سامانه‌ای (STS) است. این بهبود را می‌توان به سه عامل کلیدی در مدل ARGGM نسبت داد:

۱. **قابلیت مشاهده پویایی‌های سیستمی:** برخلاف مدل‌های ایستا، AR به دانش‌آموزان اجازه داد تا ببینند که یک تغییر کوچک در ورودی (مثلاً تغییر غلظت گلوکز در شبیه‌سازی سلولی) چگونه به طور آبشاری بر تمام مراحل بعدی چرخه کربس تأثیر می‌گذارد و چگونه این تأثیرات نهایتاً به خروجی کلی (تولید ATP) برمی‌گردد. این تجربیات بصری مستقیم، درک حلقه‌های بازخورد را تسهیل کرد.
۲. **نقش تفکیک‌پذیری بازی‌محور:** عناصر بازی‌محور طوری طراحی شده بودند که پاداش تنها در صورتی داده می‌شد که دانش‌آموز سیستم را در حالت تعادل نگه می‌داشت یا آن را به تعادل جدیدی می‌رساند. این ساختار، یادگیری را وادار می‌کرد تا

¹ Mayer

دانش آموز به جای تمرکز صرف بر یک واکنش، کل شبکه تعاملات را مد نظر قرار دهد. این امر کاملاً با اصول آموزش تفکر سامانه‌ای (استرمن^۱، ۲۰۰۰)، همسو است.

۳. یادگیری موقعیتی و اکتشافی: تعامل فیزیکی با مدل‌های دیجیتال بر روی میز کلاس^۲ باعث شد دانش‌آموزان درگیر نقش یک محقق شوند که پارامترها را دستکاری کرده و نتایج را در یک محیط امن اما واقع‌گرایانه مشاهده می‌کند، که این خود عامل مهمی در تعمیق تفکر انتقادی و سامانه‌ای است.

۵-۳- تأثیر انگیزش و نقش بازی محور

نتایج پرسشنامه MEQ نشان داد که عنصر بازی محور نه تنها دانش‌آموزان را به ابزارهای AR علاقه‌مند ساخت، بلکه آن‌ها را به **تکرار و تلاش مجدد** ترغیب کرد. در آموزش مفاهیم پیچیده مانند تنظیم ژن، تکرار ضروری است. بازی محور این تکرار را از یک اجبار خسته‌کننده به یک "چالش جذاب" تبدیل کرد. موفقیت در افزایش انگیزه، اساس اثربخشی بلندمدت روش پیشنهادی است.

۵-۴- نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش، اعتبار **مدل تلفیقی واقعیت افزوده و بازی محور**^۳ را به عنوان یک پارادایم آموزشی مؤثر برای زیست‌شناسی متوسطه دوم تأیید می‌کند. این مدل نه تنها دانش زیست‌شناسی را افزایش می‌دهد بلکه به شکلی هدفمند، مهارت حیاتی تفکر سامانه‌ای را که برای شهروندی علمی در قرن ۲۱ ضروری است، پرورش می‌دهد.

۶. پیشنهادات

بر اساس یافته‌های این مطالعه و دلالت‌های نظری آن، پیشنهادات زیر به مسئولان آموزشی، معلمان و پژوهشگران ارائه می‌گردد:

۶-۱- پیشنهادات کاربردی برای حوزه آموزش

۱. **توسعه زیرساخت‌های AR در مدارس:** وزارت آموزش و پرورش باید سرمایه‌گذاری هدفمندی برای تهیه تجهیزات پایه (تبلت‌ها و نرم‌افزارهای آموزشی سازگار با استانداردهای ملی) در دروس علوم پایه، به‌ویژه زیست‌شناسی، انجام دهد.

۲. **بازنگری کتب درسی:** لازم است مفاهیم زیست‌شناسی در کتب درسی جدید، با در نظر گرفتن پتانسیل‌های AR، به گونه‌ای ساختاردهی شوند که امکان طراحی ماژول‌های AR تعاملی برای آن‌ها فراهم باشد.

۳. **آموزش ضمن خدمت معلمان:** برگزاری دوره‌های تخصصی برای معلمان زیست‌شناسی با تمرکز بر "تکنیک‌های طراحی محتوای بازی محور" و "هدایت کلاس مبتنی بر AR" ضروری است تا اطمینان حاصل شود که اجرای مدل تنها به ابزار فنی محدود نمی‌شود، بلکه در چارچوب یک رویکرد تربیتی صحیح به کار گرفته می‌شود.

¹ Serman

² Situated Learning

³ ARGm

۶-۲- پیشنهادات برای پژوهش‌های آتی

۱. **مطالعه طولی اثرات:** انجام مطالعات طولی^۱ برای بررسی اینکه آیا مهارت‌های تفکر سامانه‌ای توسعه یافته از طریق ARGم، در سال‌های تحصیلی بعدی و در دروس دیگر (مانند فیزیک یا شیمی) نیز دوام و قابلیت تعمیم دارند یا خیر.
۲. **تأثیر بر سواد زیستی سلامت:** تحقیق در مورد تأثیر مدل ARGم بر مفاهیم کاربردی زیست‌شناسی (مانند ایمنی بدن، تغذیه و مقاومت آنتی‌بیوتیکی) و ارزیابی مستقیم سواد زیستی عمومی دانش‌آموزان.
۳. **مقایسه AR با VR:** انجام مطالعات تطبیقی که اثر آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده (AR) را با واقعیت مجازی (VR) در آموزش مفاهیم پیچیده زیست‌شناسی مقایسه کنند تا مشخص شود کدام تکنولوژی برای تقویت تفکر سامانه‌ای مناسب‌تر است.
۴. **بهینه‌سازی عناصر بازی‌محور:** انجام پژوهش‌هایی که به طور خاص تأثیر عناصر مختلف بازی‌محور (مثلاً تمرکز بر همکاری در برابر رقابت) را بر جنبه‌های مختلف یادگیری (انگیزه در مقابل عمق یادگیری) در محیط AR ارزیابی نمایند.

۷. تشکر و قدردانی

از مدیران محترم اداره متبوع به جهت حمایت و فراهم نمودن بستر لازم برای اجرای این همایش در سطح آموزشی، صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایم. همچنین، از دانش‌آموزان عزیز و مدیران محترم دبیرستان‌هایی که همکاری‌کننده برای اختصاص زمان و سایر همکاری‌های بی‌وقفه در طول دوره پژوهش داشته، قدردانی می‌شود.

¹ Longitudinal Studies

۶. منابع

- احمدی، س.، و محمدی، ر. (۲۰۲۱). تأثیر طراحی بازی گونه بر یادگیری مفاهیم ژنتیک در دانش‌آموزان متوسطه. فصلنامه نوآوری‌های آموزشی، ۱۶(۶۱)، ۴۵-۶۸.
- کریمی، م.، و رستمی، ا. (۲۰۲۳). طراحی الگوی آموزشی مبتنی بر واقعیت افزوده برای تقویت مهارت‌های تفکر انتقادی در دروس علوم. پژوهشنامه تکنولوژی آموزشی، ۱۳(۲)، ۱۱۰-۱۲۹.
- مرادی، ف.، و احمدی، ن. (۲۰۲۰). بررسی اثربخشی محیط‌های یادگیری مبتنی بر واقعیت افزوده بر کاهش بار شناختی در آموزش علوم تجربی. فصلنامه آموزش و یادگیری، ۲۲(۳)، ۸۹-۱۰۵.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Bacca, J. G., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research published in Scopus databases between 2011 and 2013. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 133-149.
- Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A survey of augmented reality. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 8(2-3), 73-272.
- Cheng, C. H., Tsai, C. C., & Chen, C. H. (2019). Applying augmented reality to visualize protein structures and their interaction mechanisms. *Sensors*, 19(21), 4768.
- Dahlin, M., & Running, P. (2010). Systems thinking: Theoretical underpinnings and practical implications for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(10), 1187-1204.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Plenum Press.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, 9-15.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025-3034.
- Ibáñez, M., & Sigal, S. (2019). Enhancing engineering learning through gamified augmented reality simulations. *Interactive Learning Environments*, 27(5), 619-635.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. Pfeiffer.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2009). *Principles of multimedia learning*. Cambridge University Press.

Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw-Hill/Irwin.

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

Hosseini, S., & Ghasemi, A. (2024). VR adoption in Iranian K-12 education: Opportunities and challenges. *Iranian Journal of Educational Technology*, 19(2), 45–58.

Rahimi, M., & Mousavi, S. (2022). Gamification in Iranian education: Challenges and opportunities. *Technology and Education Journal (Iran)*, 15(2), 12–25.

Rahimi, M. (2021). AI-based collaborative learning in Iranian higher education. *Iranian Journal of Educational Technology*, 17(1), 34–45.

Shariati, A., & Zare, M. (2023). Contextual factors in technology integration in Iranian K-12 schools. *Iranian Journal of Educational Research*, 19(3), 67–80.



Research in Empirical Science Education

Online ISSN: 3115-8889

Home Page: <https://basicscience.cfu.ac.ir>



The story of the reality of Afzodeh and Bazi Mahwar in the language of education: a new message for the improvement of the thinking of the Samanahi Dansh Amozan middle school in Iran

Ali Nozari^{1*}, Majid Pourqyoumi², Hamid Barati³, Mohsen Chegin⁴, Fatemeh Nozari⁵

¹ PhD student, Computer Engineering Department, Artificial Intelligence Major, Faculty of Engineering and Technology, Islamic Azad University, Dezful Branch, Iran. Email: Ali20nozari@cfu.ac.ir

² Director of Amouzshgah Imam Sajjad (peace be upon him), Karshanasi Arshad, Geography and Programme, Rizhi Shahri, Shiraz, Iran.

³ Assistant Professor, Faculty Member, Islamic Azad University, Dezful Branch, Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Dezful, Iran.

⁴ Assistant Professor, Faculty Member, Islamic Azad University, Dezful Branch, Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Dezful, Iran.

⁵ Bazorgsalan breeder, Senior researcher, Jangaldari Mohandessin Group, Shiraz, Iran.

* Corresponding author: (✉) Ali20nozari@cfu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received:

2026/07/22

Received in revised form:

2026/07/22

Accepted:

2026/08/16

Available online:

2026/08/26

Keywords:

Augmented reality, biology, game-based education, high school students, systems thinking.

ABSTRACT

This is with the aim of making a fuss, making and fabricating the reality of Afzodeh and making it the center of the Middle Ages in Iran. With an approach to the existing concepts of abstraction and modern politics, with an interest in the modern era of social science, aesthetics and ecology, and a desire for advancement. Think about it, what do you think about it? Here's what you think about Danbal's opinions. Rosh Pzhuhsh, composition with Roykerd expansion and Erziyabi Bud. Amari Comprehensive University 200 Danish Amuz Bayeh Dahm and Yazdham (Bachelor of Experimental Sciences and Mathematical-Physics) in the selected city of Tehran in Istanbul has a random picture in it. Use of the AR-base axis fabricator and control are available. The content is included in the content, and the language you think about is the same (on the basis of the middle system). Bud. The results obtained from the analysis are mixed, because of the number of people who eat the content (with a certain amount of 35%) and think about it (with a certain effect) (28%) has an administrative level in terms of the control system. ($p < 0.001$ \$\$\$) It is difficult to use the elements of a pivot (such as privilege, control, and immediate bass) to highlight the realism of this world. Learn English and dance to strengthen your growth. This is a great example of how AR-based fabrication media is based on your ability to create profound, tangible experiences that describe new concepts and brush up on their skills. My life is not what you think about it. The findings of this study can be used as a basis for developing digital curricula and revising methods for teaching experimental science at the secondary level to keep pace with developments in educational technology. In addition to proving the effectiveness of the integrated model, this study provides a conceptual framework for future research on the integration of interactive technologies and psychological approaches to games in teaching complex scientific concepts.

Cite this article: Nozari, A., Pourghayoumi, M., Barati, H., Chegin, M., & Nozari, F. (2026). Application of Augmented Reality and Game-Based Learning in Biology Education: A Novel Model to Enhance Systems Thinking Among Iranian Upper Secondary School Students. *Research in Empirical Science Education*, 12 (43), 58-73.



<http://doi.org/10.48310/basic.2026.23840.1624>



© Author(s) retain the copyright and full publishing rights.

Publisher: Farhangian University.