مقاله پژوهشی

پژوهش در آموزش شیمی، سال سوم، شماره اول، صفحات ۷۵-۱۰۰

پژوهش در آموزش شیمی

http://chemedu.cfu.ac.ir

سنجش اثربخشی نرم‌افزار واقعیت افزوده شیمی بر روی یادگیری دانش آموزان با تمرکز بر مفهوم کاتالیزگرها

اسماعیل جعفری [۱*]، علی عبدالعالی [۲]، محمدرضا حسین پورستوبادی [۳]

[۱] گروه آموزش عالی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

[۲] گروه مخابرات، دانشکده برق و الکترونیک، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران

[۳] گروه مدیریت آموزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

پژوهش حاضر با هدف سنجش اثربخشی نرم‌افزار واقعیت افزوده شیمی بر روی یادگیری دانش آموزان با تمرکز بر مفهوم کاتالیزگرها انجام شد. جامعه آماری کلیه دانش آموزان مقطع تحصیلی نهم شهر تهران بودند که با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای تصادفی، کلاس الف مقطع نهم مدرسه مصباح علم منطقه ۳ انتخاب گردید. پس‌ازآن سنجش میزان یادگیری دانش آموزان بر اساس هرم شناختی بلوم در شش سطح با استفاده از یک گروه ثابت و طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد. نتایج نشان داد استفاده از واقعیت افزوده در شش سطح یادگیری بلوم باعث افزایش میزان یادگیری دانش آموزان گردید. این افزایش در دو سطح اخر طبقه بندی بلوم یعنی ارزشیابی (پیش آزمون ۳/۴۳ و پس آزمون ۴/۵۶) و خلق (پیش‌آزمون ۳/۴۰ و پس‌آزمون ۴/۶۰) بیشتر از چهار سطح بعدی یعنی دانش (پیش آزمون ۴/۵۰ و پس آزمون ۴/۹۰)، فراگیری (پیش آزمون ۴/۱۳ و پس آزمون ۴/۸۳)، کاربرد (پیش‌آزمون ۳/۷۶ و پس‌آزمون ۴/۴۳) و تجزیه‌وتحلیل (پیش‌آزمون ۳/۹۶ و پس‌آزمون ۴/۵۶) بود. از این رو، واقعیت افزوده به‌عنوان یک فناوری نوین می‌تواند به منظور افزایش یادگیری دانش‌آموزان در سطوح عالی شناختی در درس شیمی به کار برده شود و استفاده از آن توصیه می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: آموزش شیمی، کاتالیزگرها، واقعیت افزوده، یادگیری.

---

* نویسنده مسئول: (es.jafari@mail.sbu.ac.ir ✉)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۲۶

مقدّمه

فعالیت‌های آزمایشگاهی یکی از ارکان اصلی آموزش شیمی محسوب می‌شود، اجرای این‌گونه فعالیتها دانش، مهارت و نگرش علمی دانش‌آموزان و دانشجویان را افزایش می‌دهد. اجرای فعالیت‌های آزمایشگاهی در آموزش شیمی در مدارس و در دانشگاه‌ها، کاملاً اساسی و ضروری است و به‌ندرت ممکن است کسی آن را مورد سؤال قرار دهد (بدریان و رستگار، ۱۳۸۶). همچنین تحقیقات بی‌شماری در شناسایی مشکلات یادگیری دانش آموزان انجام‌شده است که به ارائه و روش درس دادن معلمان در درس شیمی به دانش‌آموزان برمی‌گردد (کاشانی، دماوندی و گزافی، ۱۳۸۹).

در آموزش به روش متداول، فعالیت اصلی کلاس بر عهده معلم است و معلم فعالانه به ارائه اطلاعات و دانش سازمان‌یافته می‌پردازد و درصدد است تا آن‌ها را به ذهن فراگیران منتقل کند. این در حالی است که دانش‌آموزان باید به آزمایش و بررسی عناصر بپردازند و محیط یادگیری در اختیار آن‌ها قرار گیرد که در آن به آزمایش‌های علمی و بررسی عناصر مختلف بدون وجود خطرات فیزیکی ناشی از ایمنی دستگاه‌های مختلف آزمایشگاهی بپردازند (مقدسی و همکاران، ۱۳۹۵). در چنین شرایط حاصل از خطرات دستگاه‌های مختلف آزمایشگاهی، بی‌تردید منابع درسی موجود، فناوری‌های آموزشی در دسترس، وضعیت کمی و کیفی آزمایشگاه‌ها، وسایل کمک‌آموزشی و روش‌های متداول تدریس نمی‌توانند پاسخگوی مناسبی برای نیازهای امروزی دانش‌آموزان در درس شیمی باشند. ازاین‌رو، بازنگری کلی در روش‌های تدریس و امکانات آموزشی و کمک‌آموزشی، با ایجاد تغییراتی شایسته، ضروری به نظر می‌رسد. استفاده از فناوری نوین آموزشی می‌تواند راهبرد مناسبی برای حل این مشکل باشد (جتر، ایمک و رس[1]، ۲۰۱۸).

باید توجه داشت که یادگیری و درک مفاهیم شیمی به خاطر پدیده‌های شیمیایی پیچیده و غیرقابل لمس، اغلب دشوار است. همچنین برخی پدیده‌های شیمیایی را به لحاظ محدودیت زمانی و یا ایمنی، نمی‌توان در آزمایشگاه مدرسه تجربه کرد. برای این منظور استفاده از شبیه‌سازی، ساخت مدل و نیز انیمیشن‌های رایانه‌ای پیشنهادشده است. استفاده از مدل‌ها و شبیه‌سازی‌ها کمک بسیار زیادی به درک عمیق و مفهومی شیمی نموده و بسیاری از کج‌فهمی‌های رایج را برطرف می‌سازد (بدریان و رستگار، ۱۳۸۶). هدف پژوهش حاضر بررسی مشکلات معلمان یادگیری درس آزمایشگاه شیمی و ارائه راهکاری توسط فناوری واقعیت افزوده در راستای برطرف نمودن این مشکل‌ها می‌باشد.

---

[1] Jetter, Eimecke & Rese

آموزش به روش واقعیت افزوده به‌عنوان یک ابزار رایانه‌ای تأثیرات مثبتی نسبت به موارد دیگر بر یادگیری عمیق و تجربه یادگیری متفاوت می‌گذارد (ماس و هاگز[۱]، ۲۰۲۰).

فناوری واقعیت افزوده یک نوع فناوری است که تعامل بین دنیای واقعی و اشیا مجازی را امکان پذیر میکند. این نوع فناوری ابتدا توسط آزوما[۲] (آزوما، ۱۹۹۷) مطرح شد و سپس از دهه ۱۹۹۰ در زمینه‌های داروسازی، نظامی، رباتیک، توریست و اخیراً در شبکه‌های اجتماعی و آموزش‌وپرورش به‌طور گسترده‌ای به کار گرفته می‌شود (باور و همکاران[۳]، ۲۰۱۴). فناوری واقعیت افزوده امکان ترکیب عناصر دنیای واقعی را از طریق یک دوربین با عناصر چندرسانه ای دیگر فراهم میکند. این فناوری یک فناوری سه بعدی است که با یک لایه متنی از اطلاعات، درک حسی کاربر را از دنیای واقعی تقویت میکند (آزوما، ۱۹۹۷).

در روش واقعیت افزوده آموزش که با تفکر و تحقیق همراه است و یادگیرنده با مطالبی که باید آموزش ببیند درگیر می‌شود، که در نهایت منجر به یادگیری عمیق می‌گردد (سیریکایا، آلسانجاک سیریکایا[۴]، ۲۰۲۰). با استفاده از تکنولوژی واقعیت افزوده دانش آموزان بدون نیاز به ناظر یا معلم می‌توانند از تجهیزات آزمایشگاهی در یک محیط تعاملیِ چندرسانه‌ای استفاده کنند و آزمایش‌های مربوط به کاتالیزگرها را به‌صورت ایمن انجام دهند. همچنین قابلیت تکرار آزمایش و تعامل دانش آموزان جهت انجام آزمایش و درک مطالب وجود دارد. امروزه با توجه به بررسی‌های به‌عمل‌آمده و بررسی نمونه‌های گوناگون جهت رفع مشکل آموزش شیمی به دانش آموزان می‌توان از تکنولوژی واقعیت افزوده بهره برد (نچیچورنگو و همکاران[۵]، ۲۰۱۸). درنتیجه، یک راه‌حلِ اثربخش برای حل مسئله مذکور، بهره‌مند شدن از ظرفیت‌های واقعیت افزوده در محیط‌های یادگیری عملی است (مارتینز، پرز و پینیرو[۶]، ۲۰۱۹).

واقعیت افزوده در کلاس درس فرصت‌های یادگیری عمیق‌تر و نیز تجربه یادگیری متفاوت و مؤثر را نشان داده است (ماس و هاگز ، ۲۰۲۰). علاوه بر این، واقعیت افزوده همچنین می‌تواند به‌منظور افزایش کارهای گروهی مورداستفاده قرار گیرد (کسیم و اوزارسلان[۷]، ۲۰۱۲). پژوهش‌های فراوانی در

---

[1] Maas & Hughes
[2] Azuma
[3] Bower et al
[4] Sırakaya & Alsancak Sırakaya
[5] Nechypurenko et al
[6] Martínez, Perez & Piñeiro
[7] Kesim & Ozarslan

حوزه فناوری واقعیت افزوده و ارتباط آن با یادگیری دانش آموزان وجود دارد. ازجمله پژوهشی که توسط لام و همکاران[1] (۲۰۲۰) انجام‌شده است و واقعیت افزوده تعاملی همراه با فعالیت‌های طبیعی با هدف یادگیری آزمایش شیمی را مطرح می‌کند. بدین‌صورت که اقدامات فیزیکی مانند امکان تکان دادن و ریختن مواد آزمایشی با استفاده از واقعیت افزوده مبتنی بر نشانه (درج‌شده بر روی کارت یا جعبه) وجود دارد. نتایج نشان داد که تغییرات معناداری بین میانگین نمرات گروه‌های آزمایشی و کنترل وجود دارد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مشارکت دانش آموزان بیشتر شده و یادگیری افزایش میابد. همچنین، چن و لیو[2]، (۲۰۲۰) در پژوهشی که با عنوان «استفاده از واقعیت افزوده باهدف تجربه عناصر درس شیمی» انجام دادند، نشان دادند که گروهی از دانش‌آموزان که به‌طور عملی مفهوم واکنش شیمیایی را آموخته بودند، به‌طور قابل‌توجهی عملکرد و علاقه بیشتری نشان می‌دادند. همچنین، دانش‌آموزانی که از فناوری واقعیت افزوده استفاده کردند، ۴ ماه بعد نیز یادگیری ماندگاری را در مورد درک مفهومی از عناصر شیمیایی نشان دادند؛ بنابراین، استفاده از واقعیت افزوده‌ای که کاربر به‌صورت عملی با آن در تعامل است، استراتژی قابل‌اعتمادی به‌منظور یادگیری شیمی و مؤثر واقع‌شدن آن در کوتاه‌مدت و بلندمدت است. همچنین، در مطالعه‌ای که وان، سان و عمر[3] (۲۰۱۸) با عنوان «فناوری واقعیت افزوده برای آموزش شیمی پایه دهم: آیا یادگیری دانش‌آموزان از این طریق بهتر است؟» انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تغییرات معناداری بین میانگین نمرات گروه‌های آزمایشی و کنترل وجود دارد و استفاده از فناوری واقعیت افزوده تأثیر مثبت معناداری بر نتایج یادگیری دانش‌آموزان داشته و نیز منجر به افزایش سرزندگی و تعامل میان آن‌ها شده است. به‌این‌ترتیب، واقعیت افزوده می‌تواند به‌عنوان یک فناوری آموزشی ارزشمند مورداستفاده قرار گیرد. با احتساب این اهمیت، پژوهش حاضر به سنجش اثربخشی نرم‌افزار واقعیت افزوده شیمی بر روی یادگیری دانش آموزان با تمرکز بر مفهوم کاتالیزگرها پرداخته است.

نرم افزار واقعیت افزوده طراحی شده در پژوهش بر اساس سیستم بازی سازی یونیتی و بر اساس نظر متخصصان درس آزمایشگاه شیمی مبنی بر تعاملی کردن فضای آموزش درس شیمی با استفاده از رویکرد های نوین آموزشی، ایجاد محیط تعاملی میان دانش آموز و معلم در فضای مجازی، ایجاد محیط ایمن در جهت انجام آزمایش توسط دانش آموزان، تولید و استفاده از مکمل های دیجیتالی،

[1] Lam et al
[2] Chen & Liu
[3] Wan, San & Omar

و استفاده از ابزار های آموزشی جایگزین و در دسترس طراحی گردید. نرم افزار مبتنی بر نشانه می‌باشد، که پس از قرارگیری دوربین بر روی آن می‌توان وارد محیط آزمایشگاه شد و به انجام آزمایش کاتالیزگر(خمیردندان فیل) پرداخت.

نرم افزار طراحی شده سعی بر آن دارد تا با درگیر کردن دانش آموز در یک محیط تعاملی، او را در شرایط بهتر یادگیری قرار دهد. در این نرم افزار یادگیرنده با استفاده از انتخاب های خود و با لمس صفحه به انجام آزمایش می‌پردازد. تجهیزات را جا به جا می‌کند و در صورت درست یا غلط بودن مراحل از نرم افزار پیغام صوتی دریافت می‌نماید. تمامی این تصویر سازی ها به مخاطب در یادگیری بهتر مطالب و به یاد سپاری آنان کمک می‌نماید. دانش آموز می‌بایست برای هریک از مراحل بر روی صفحه نرم افزار کلیک نماید تا مراحل یکی پس از دیگری اتفاق بافتد. همچنین اگر در مرحله ای دانش آموزبه اشتباه ماده ای را انتخاب نماید نرم افزار به او با علامت قرمز هشدار می‌دهد و دانش آموز می‌بایست انتخاب خود را اصلاح نماید.

در محیط نرم افزار فضایی طراحی شده است که با استفاده از آن دانش آموزان می‌توانند سوالات خود را خارج از فضای کلاس درس از معلم پرسش کنند و معلم در فضای مجازی به آنان پاسخ گو باشد. در طراحی سعی برآن شده است تا دانش آموزان در هنگام کار با ابزار آزمایشگاه جهت انجام آزمایش از دستکش استفاده نمایند که به دانش آموزان حس ایمن بودن را انتقال می‌دهد و دانش آموزان یاد می‌گیرند که ایمنی را می‌بایست در آزمایشگاه رعایت نمایند. جهت یادگیری و برقراری ارتباط دانش آموزان در فضای نرم افزار فیلمی از آموزش کاتالیزگرها تهیه و ضبط شد. دانش آموزان با استفاده از قرارگیری گوشی بر روی کد مورد نظر می‌توانند فیلم را دانلود و مشاهده نمایند.

روش پژوهش

در پژوهش حاضر از روش شبه آزمایشی به‌صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون بر روی یک گروه ثابت استفاده شد. مبحث کاتالیزگرها بخش آزمایش خمیردندان فیل در دو جلسه به‌صورت آموزش‌های سنتی به دانش آموزان آموزش داده شد. پیش‌آزمون در مرحله اول به عمل آمد و داده‌ها ثبت شد. این مرحله به صورت حضوری و با حضور معلم در کلاس درس برگزار شد و به عنوان یکی از فعالیت های کلاسی نیز ثبت گردید و نتایج آن نیز به صورت یک پرسشنامه ۱۲ سوالی مورد بررسی قرار گرفت. پس از گذشت چهارده روز آموزش به دانش آموزان توسط واقعیت افزوده صورت پذیرفت و نتایج حاصل از پس‌آزمون از دانش آموزان دریافت شد و به‌صورت پرسشنامه انجام پذیرفت. بدین

صورت که پس از اجرای آزمایش خمیردندان فیل توسط نرم افزار واقعیت افزوده، طی یک پرسشنامه ۱۲ سوالی میزان اثربخشی این روش سنجیده شد و دانش آموزان به هریک از سوالات پرسشنامه پاسخ دادند. پس از انجام مداخله و اجرای واقعیت مجازی بر روی گروه آزمایش، نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون آزمودنی‌ها با یکدیگر مقایسه گردید. جامعه آماری این پژوهش شامل تمام دانش آموزان مقطع نهم شهر تهران بود که با استفاده از مدل نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای چندمرحله‌ای دانش‌آموزان کلاس الف مقطع نهم دوره اول متوسطه مدرسه مصباح علم در منطقه ۳ تهران که در سال تحصیلی ۹۸-۹۹ مشغول به تحصیل بودند انتخاب شدند. تعداد دانش آموزان ۱۵ نفر بود. ابزار مورداستفاده در پژوهش پرسشنامه ۱۲ سؤالی بود که توسط هرم یادگیری بلوم در شش سطح دانش، فراگیری، کاربرد، تجزیه‌وتحلیل، ارزشیابی و خلق مورداستفاده قرار گرفت(جدول شماره ۱). در هر یک از شش سطح ۲ سؤال مطرح شد. میزان روایی پرسشنامه توسط سه نفر از متخصصان این حوزه به‌وسیله روایی صوری تائید شد. همچنین میزان پایایی با استفاده آلفای کرونباخ برابر با مقدار ۰/۸۱۳ شد که مورد تائید می‌باشد.

چون هدف پژوهش حاضر در بخش کمی، بررسی تأثیر استفاده از فناوری واقعیت افزوده در افزایش سطح یادگیری دانش آموزان است و سطح یادگیری با توجه به طبقه‌بندی بلوم به شش سطح تقسیم‌بندی شد، ابتدا با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف، نرمال بودن داده‌ها برای هر سطح مشخص و سپس با توجه به نرمال بودن یا نرمال نبودن داده‌ها آزمون مناسب انتخاب شد. سپس، برای مقایسه دو میانگین (میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون) در یک گروه در صورت نرمال بودن داده‌ها، آزمون تی وابسته (تی زوجی) و در صورت نرمال نبودن داده‌ها، آزمون ویلکاکسون استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

در این بخش به بررسی داده‌های به‌دست‌آمده در شش سطح شناختی بلوم می‌پردازیم و بر اساس آزمون‌های آماری نتایج هریک را بررسی می‌نماییم. برای پاسخ به این پژوهش، سؤالاتی در قالب پرسشنامه طراحی شدند تا به اندازه‌گیری میزان یادگیری دانش آموزان در شش سطح طبقه‌بندی بلوم یعنی سطح دانش، سطح فراگیری، سطح کاربرد، سطح تجزیه‌وتحلیل، سطح ارزشیابی و سطح خلق بپردازند تا مشخص شود که آیا استفاده از فناوری واقعیت افزوده موجب افزایش سطح یادگیری در دانش آموزان شده است یا خیر.

جدول ۱: سوالات طراحی شده بر اساس هرم بلوم جهت سنجش میزان یادگیری

به یاد سپاری	۱	کاتالیزگر چیست؟
	۲	مراحل انجام آزمایش خمیردندان فیل را توضیح دهید
فراگیری	۳	پس از اضافه کردن کاتالیزگر به داخل محلول در آزمایش خمیر دندان فیل مقدار بسیار زیادی کف مشاهده میکنیم علت چیست؟
	۴	در آزمایش خمیر دندان فیل کاتالیزگر چگونه درست میشود؟
کاربرد	۵	کاربردی از کاتالیزور ها در زندگی روزمره بیان نمایید
	۶	ویژگی یک کاتالیزگر خوب چیست و چه خصوصیاتی باید داشته باشد؟
تجزیه و تحلیل	۷	به نظر شما سطح تماس کاتالیزور با واکنش دهنده ها چه تاثیری بر میزان سرعت واکنش دارد؟
	۸	فرمول آزمایش خمیردندان فیل را بنوسید و کاتالیزگر را درون آن مشخص نمایید؟ فرآورده های این آزمایش چیست؟
ارزشیابی	۹	چه راهکارهایی را برای بهتر انجام شدن این واکنش پیشنهاد میدهید؟
	۱۰	تاثیر میزان غلظت مواد در سرعت واکنش چگونه است؟
خلق	۱۱	به نظر شما واکنش هایی که در آن ها کاتالیزگر استفاده میگردد گرماگیر هستند یا گرماده؟
	۱۲	آیا آزمایش دیگری به غیر از آزمایش خمیردندان فیل می‌شناسید؟ توضیح دهید.

۱-سطح دانش

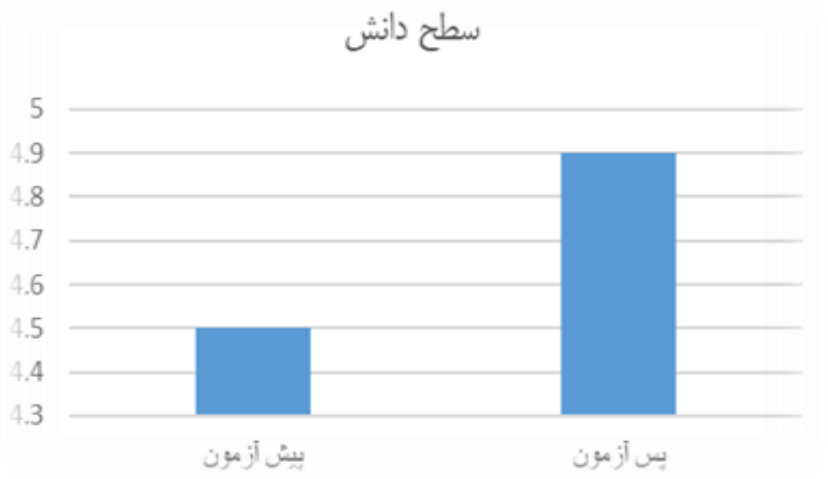
اولین سطحی که موردبررسی قرار می‌گیرد تا به این سؤال پژوهش پاسخ دهد، سطح اول از طبقه‌بندی بلوم یعنی سطح دانش است. برای پاسخ به این سؤال ابتدا باید آزمون آماری مناسبی انتخاب شود یعنی در ابتدا نرمال بودن یا نرمال نبودن داده‌های آماری باید مشخص شود و سپس آزمون آماری مناسبی انتخاب شود. به همین سبب از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی فرض نرمال بودن داده‌های پژوهش استفاده شد. با توجه به جدول نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف اگر سطح معناداری بزرگ‌تر از ۰/۰۵ باشد، توزیع داده‌ها نرمال می‌باشند و ما می‌توانیم از آزمون‌های پارامتریک جهت پاسخ به سؤال پژوهش استفاده کنیم ولی اگر سطح معناداری کوچک‌تر

از ۰/۰۵ باشد، توزیع داده‌ها نرمال نیست پس باید از آزمون‌های ناپارامتریک جهت پاسخ به سؤال پژوهش استفاده کنیم.

جدول ۲. نتیجه آزمون کلموگروف-اسمیرنوف مربوط به نمره کل سطح دانش

سطوح یادگیری بلوم	حجم نمونه	آماره آزمون	سطح معنی داری
سطح دانش	۱۵	۰/۲۲۷	۰/۰۳۷

با توجه به جدول ۲، نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان می دهد که سطح معنی داری کوچکتر از ۰/۰۵ می باشد پس فرض نرمال بودن داده‌ها رد و برای پاسخ به این سوال از آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون استفاده می‌شود. زیرا هدف از این آزمون، مقایسه دو میانگین از یک گروه است و هدف ما مقایسه دو میانگین در سطح دانش دانش آموزان در یک گروه ثابت، یکی قبل از استفاده از فناوری واقعیت افزوده و دیگری بعد از استفاده از فناوری واقعیت افزوده می‌باشد و چون داده های مربوط به این سطح نرمال نشده‌اند در نتیجه از آمون ناپارامتریک ویلکاکسون استفاده می‌شود. ابتدا نمودار و شاخص‌های آمار توصیفی مربوط به میانگین پیش آزمون و پس آزمون این گروه دانش آموزان در سطح دانش ارائه می‌شود.



شکل ۱. میانگین پیش آزمون و پس آزمون دانش آموزان در سطح دانش

جدول ۳. شاخص های آمار توصیفی پیش آزمون و پس آزمون در سطح دانش

نوع آزمون	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین
پیش آزمون	۱۵	۴/۵۰	۰/۵۳۴	۳/۵۰	۵
پس آزمون	۱۵	۴/۹۰	۰/۲۰۷	۴/۵۰	۵

همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است، میانگین پیش آزمون دانش آموزان در سطح دانش (۴/۵۰) و میانگین پس آزمون دانش آموزان در سطح دانش (۴/۹۰) است و انحراف معیار پیش آزمون (۰/۵۳۴) و انحراف معیار پس آزمون (۰/۲۰۷) بدست آمد.

جدول ۴. آزمون ویلکاکسون جهت مقایسه میانگین پیش آزمون و پس آزمون سطح دانش

نوع آزمون	میانگین رتبه ها	جمع رتبه ها	آماره آزمون	سطح معنی داری
پیش آزمون و پس آزمون	۰/۰۰	۰/۰۰	-۲/۵۸۸	۰/۰۱۰
	۴/۵۰	۳۶		

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۴، سطح معناداری به دست آمده از آزمون ویلکاکسون کوچکتر از ۰/۰۵ بوده است، یعنی بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون دانش آموزان در سطح دانش تفاوت معناداری وجود دارد. آماره آزمون ویلکاکسون و سطح معناداری آن بدست آمده و در نتیجه، بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون دانش آموزان در این سطح از یادگیری تفاوت معناداری وجود دارد و فناوری واقعیت افزوده توانسته در افزایش یادگیری دانش آموزان در سطح دانش از طبقه بندی بلوم تاثیر داشته باشد و این تفاوت را می‌توان هم در میانگین بدست آمده از گروه پیش آزمون (۴/۵۰) و پس آزمون (۴/۹۰) (نتایج جدول ۲) و هم سطح معنی داری بدست آمده از آزمون ویلکاکسون (۰/۰۱۰) مشاهده کرد. در نتیجه، این تغییر مشاهده شده در نتایج پس آزمون دانش‌آموزان در سطح دانش از طبقه‌بندی بلوم، نسبت به پیش‌آزمون آنها، منتج از آموزش مبتنی بر فناوری واقعیت افزوده بوده و این فناوری سطح یادگیری دانش آموزان در سطح دانش افزایش داده است.

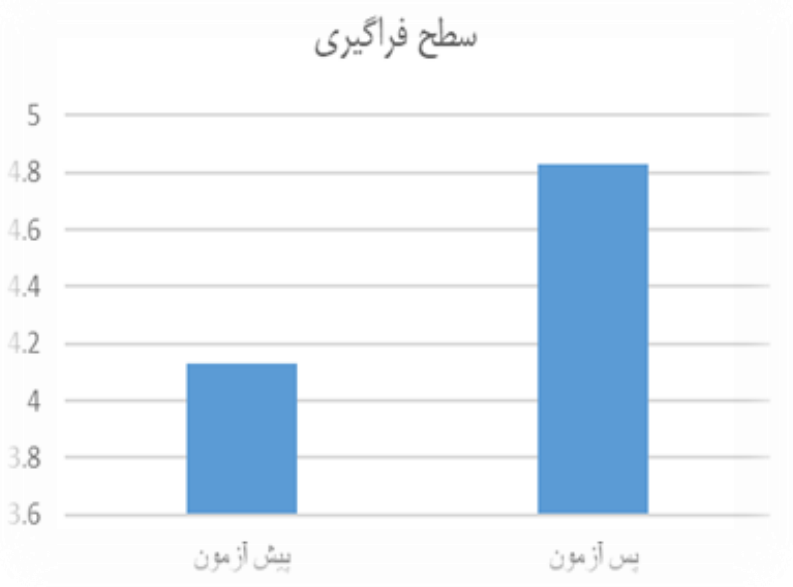
۲- سطح فراگیری

دومین سطحی که مورد بررسی قرار می گیرد تا به این سوال پژوهش پاسخ دهد، سطح فراگیری است. برای پاسخ به این سوال ابتدا باید آزمون آماری مناسبی انتخاب شود یعنی در ابتدا نرمال بودن یا نرمال نبودن داده‌های آماری باید مشخص شود و سپس آزمون آماری مناسبی انتخاب شود. به همین سبب از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی فرض نرمال بودن داده‌های پژوهش استفاده شد. با توجه به جدول نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف اگر سطح معناداری بزرگتر از ۰/۰۵ باشد، توزیع داده‌ها نرمال می‌باشند و ما می‌توانیم از آزمون‌های پارامتریک جهت پاسخ به سوال پژوهش استفاده کنیم ولی اگر سطح معناداری کوچکتر از ۰/۰۵ باشد، توزیع داده‌ها نرمال نیست در نتیجه باید از آزمون های ناپارامتریک جهت پاسخ به سوال پژوهش استفاده کنیم.

جدول ۵. نتیجه آزمون کلموگروف-اسمیرنوف مربوط به نمره کل سطح دانش

سطوح یادگیری بلوم	حجم نمونه	آماره آزمون	سطح معنی داری
سطح فراگیری	۱۵	۰/۱۸۱	۰/۱۹۹

با توجه به جدول ۵، نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان می‌دهد که سطح معنی‌داری بزرگ‌تر از ۰/۰۵ می‌باشد پس فرض نرمال بودن داده‌ها تائید می‌شود و برای پاسخ به این سؤال از آزمون پارامتریک تی وابسته (تی زوجی) استفاده می‌شود؛ زیرا هدف از این آزمون، مقایسه دو میانگین از یک گروه است و هدف ما مقایسه دو میانگین در سطح فراگیری دانش آموزان در یک گروه ثابت، یکی قبل از استفاده از فناوری واقعیت افزوده و دیگری بعد از استفاده از فناوری واقعیت افزوده می‌باشد و چون داده‌های مربوط به این سطح نرمال شده‌اند درنتیجه از آمون پارامتریک تی وابسته (تی زوجی) استفاده می‌شود. ابتدا نمودار و شاخص‌های آمار توصیفی مربوط به میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون این گروه دانش آموزان در سطح فراگیری ارائه می‌شود.



شکل ۲. میانگین پیش آزمون و پس آزمون دانش آموزان در سطح فراگیری

جدول ۶. شاخص های آمار توصیفی پیش آزمون و پس آزمون در سطح فراگیری

نوع آزمون	تعداد	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد
پیش آزمون	۱۵	۴/۱۳	۰/۸۳۳	۰/۲۱۵
پس آزمون	۱۵	۴/۸۳	۰/۲۴۳	۰/۰۶۳

همانطور که جدول ۶ نشان می‌دهد، میانگین پیش آزمون دانش آموزان در سطح فراگیری (۴/۱۳) و میانگین پس آزمون دانش آموزان در سطح فراگیری (۴/۸۳) است و انحراف معیار پیش آزمون (۰/۸۳۳) و انحراف معیار پس آزمون (۰/۲۴۳) بدست آمد.

جدول ۷. آزمون تی وابسته جهت مقایسه میانگین پیش آزمون و پس آزمون فراگیری

نوع آزمون	میانگین	انحراف معیار	انحراف استاندارد	t	معنی داری
پیش آزمون و پس آزمون	-۰/۷۰۰	۰/۸۱۹	۰/۲۱۱	-۳/۳۰۹	۰/۰۰۵

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۷، سطح معناداری به دست آمده از آزمون تی وابسته کوچکتر از ۰/۰۵ بوده است یعنی بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون دانش آموزان در سطح فراگیری تفاوت معناداری وجود دارد. مقداره تی آزمون و سطح معناداری آن بدست آمده و در نتیجه بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون دانش آموزان در این سطح از یادگیری تفاوت معناداری وجود دارد و واقعیت افزوده توانسته در افزایش یادگیری دانش آموزان تاثیر داشته باشد و این تفاوت را می‌توان هم در میانگین بدست آمده از گروه پیش آزمون (۴/۱۳) و پس آزمون (۴/۸۳) (نتایج جدول ۵) و هم سطح معنی داری بدست آمده از آزمون تی وابسته (۰/۰۰۵) مشاهده کرد. در نتیجه، این تغییر مشاهده شده در نتایج پس آزمون دانش آموزان در سطح فراگیری از طبقه بندی بلوم، نسبت به پیش آزمون آنها، منتج از آموزش مبتنی بر فناوری واقعیت افزوده بوده است و این فناوری سطح یادگیری دانش آموزان در سطح فراگیری را افزایش داده است.

۳- سطح کاربرد

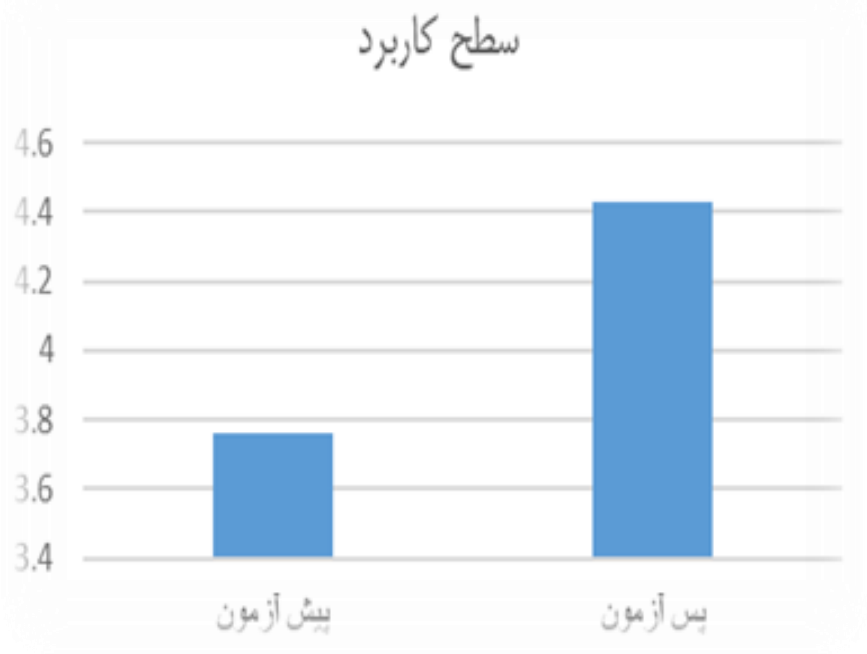
سومین سطحی که موردبررسی قرار می‌گیرد تا به این سؤال پژوهش پاسخ دهد، سطح کاربرد است. برای پاسخ به این سؤال ابتدا باید آزمون آماری مناسبی انتخاب شود. یعنی در ابتدا نرمال بودن یا نرمال نبودن داده‌های آماری باید مشخص شود و سپس آزمون آماری مناسبی انتخاب شود. به همین سبب از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی فرض نرمال بودن داده‌های پژوهش استفاده شد. با توجه به جدول نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف اگر سطح معناداری بزرگ‌تر از ۰/۰۵ باشد، توزیع داده‌ها نرمال می‌باشند و ما می‌توانیم از آزمون‌های پارامتریک جهت پاسخ به سؤال پژوهش استفاده کنیم ولی اگر سطح معناداری کوچک‌تر از ۰/۰۵ باشد، توزیع داده‌ها نرمال نیست درنتیجه باید از آزمون‌های ناپارامتریک جهت پاسخ به سؤال پژوهش استفاده کنیم.

جدول ۸. نتیجه آزمون کلموگروف-اسمیرنوف مربوط به نمره کل سطح کاربرد

سطوح یادگیری بلوم	حجم نمونه	آماره آزمون	سطح معنی داری
سطح کاربرد	۱۵	۰/۱۵۹	۰/۲۰۰

با توجه به جدول ۸، نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان می‌دهد که سطح معنی‌داری بزرگ‌تر از ۰/۰۵ می‌باشد پس فرض نرمال بودن داده‌ها تائید می‌شود و برای پاسخ به این سؤال از آزمون پارامتریک تی وابسته (تی زوجی) استفاده می‌شود و از آنجا که هدف ما مقایسه دو میانگین

در سطح کاربرد دانش آموزان در یک گروه ثابت، یکی قبل و دیگری بعد از استفاده از فناوری واقعیت افزوده می‌باشد و چون داده‌های مربوط به این سطح نرمال شده‌اند درنتیجه از آمون پارامتریک تی وابسته (تی زوجی) استفاده می‌شود. ابتدا نمودار و شاخص‌های آمار توصیفی مربوط به میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون این گروه دانش آموزان در سطح کاربرد ارائه می‌شود.



شکل ۳. میانگین پیش آزمون و پس آزمون دانش آموزان در سطح کاربرد

جدول ۹. شاخص های آمار توصیفی پیش آزمون و پس آزمون در سطح کاربرد

نوع آزمون	تعداد	میانگین	انحراف معیار	حطای استاندارد
پیش آزمون	۱۵	۳/۷۶	۰/۶۵۱	۰/۱۶۸
پس آزمون	۱۵	۴/۴۳	۰/۵۶۲	۰/۱۴۵

همان‌طور که در جدول ۹، نشان داده‌شده است، میانگین پیش‌آزمون دانش آموزان در سطح کاربرد (۳/۷۶) و میانگین پس‌آزمون دانش آموزان در سطح کاربرد (۴/۴۳) است و انحراف معیار پیش‌آزمون (۰/۶۵۱) و انحراف معیار پس‌آزمون (۰/۵۶۲) به دست آمد.

جدول ۱۰. آزمون تی وابسته جهت مقایسه میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون سطح کاربرد

نوع آزمون	میانگین	انحراف معیار	انحراف استاندارد	t	معنی داری
پیش آزمون و پس آزمون	-۰/۶۶۶	۰/۵۸۷	۰/۱۵۱	-۴/۳۹۴	۰/۰۰۱

با توجه به نتایج ارائه‌شده در جدول ۱۰، سطح معناداری به‌دست‌آمده از آزمون تی وابسته کوچک‌تر از ۰/۰۵ بوده است یعنی بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون دانش آموزان در سطح کاربرد تفاوت معناداری وجود دارد. مقدارِ تی آزمون و سطح معناداری آن به دست آمده و درنتیجه بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون دانش آموزان در این سطح از یادگیری تفاوت معناداری وجود دارد و فناوری واقعیت افزوده توانسته در افزایش یادگیری دانش آموزان در سطح کاربرد تأثیر داشته باشد و این تفاوت را می‌توان هم در میانگین به‌دست‌آمده از گروه پیش‌آزمون (۳.۷۶) و پس‌آزمون (۴/۴۳) (نتایج جدول ۹) و هم‌سطح معنی‌داری به‌دست‌آمده از آزمون تی وابسته (۰/۰۰۱) مشاهده کرد. درنتیجه، این تغییر مشاهده‌شده در نتایج پس‌آزمون دانش آموزان در سطح کاربرد از طبقه‌بندی بلوم، نسبت به پیش‌آزمون آن‌ها، منتج از آموزش مبتنی بر فناوری واقعیت افزوده بوده و این فناوری سطح یادگیری دانش آموزان در سطح کاربرد را افزایش داده است.

۴- سطح تجزیه و تحلیل

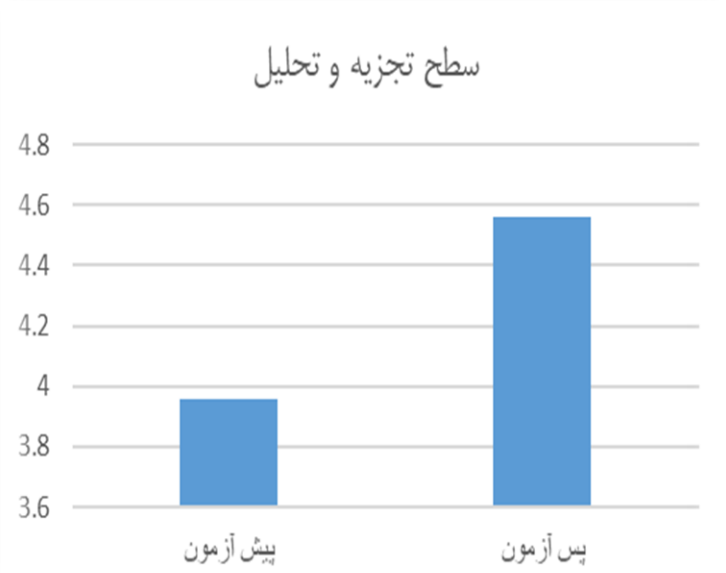
چهارمین سطحی که موردبررسی قرار می‌گیرد تا به این سؤال پژوهش پاسخ دهد، سطح تجزیه‌وتحلیل است. برای پاسخ به این سؤال ابتدا باید آزمون آماری مناسبی انتخاب شود. یعنی در ابتدا نرمال بودن یا نرمال نبودن داده‌های آماری باید مشخص شود و سپس آزمون آماری مناسبی انتخاب شود. به همین سبب از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی فرض نرمال بودن داده‌های پژوهش استفاده شد. با توجه به جدول نتایج اگر سطح معناداری بزرگ‌تر از ۰/۰۵ باشد، توزیع داده‌ها نرمال می‌باشند و ما می‌توانیم از آزمون‌های پارامتریک جهت پاسخ به سؤال پژوهش استفاده کنیم

ولی اگر سطح معناداری کوچک‌تر از ۰/۰۵ باشد، توزیع داده‌ها نرمال نیست پس باید از آزمون‌های ناپارامتریک جهت پاسخ به سؤال پژوهش استفاده کنیم.

جدول ۱۱. نتیجه آزمون کلموگروف-اسمیرنوف مربوط به نمره کل سطح تجزیه و تحلیل

سطوح یادگیری بلوم	حجم نمونه	آماره آزمون	سطح معنی داری
سطح تجزیه و تحلیل	۱۵	۰/۲۵۳	۰/۰۱۱

با توجه به جدول ۱۱، نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان می‌دهد که سطح معنی‌داری کوچک‌تر از ۰/۰۵ می‌باشد، پس فرض نرمال بودن داده‌ها رد می‌شود و برای پاسخ به این سؤال از آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون استفاده می‌شود و از آنجا که هدف ما مقایسه دو میانگین در سطح تجزیه‌وتحلیل دانش آموزان در یک گروه ثابت، یکی قبل و دیگری بعد از استفاده از فناوری واقعیت افزوده می‌باشد و چون داده‌های مربوط به این سطح نرمال نشده‌اند درنتیجه از آمون ناپارامتریک ویلکاکسون استفاده می‌شود. ابتدا نمودار و شاخص‌های آمار توصیفی مربوط به میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون این گروه دانش آموزان در سطح تجزیه‌وتحلیل ارائه می‌شود.



شکل ۴. میانگین پیش آزمون و پس آزمون دانش آموزان در سطح تجزیه و تحلیل

جدول ۱۲. شاخص های آمار توصیفی پیش آزمون و پس آزمون در سطح تجزیه و تحلیل

نوع آزمون	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین
پیش آزمون	۱۵	۳/۹۶	۰/۵۱۶	۳	۵
پس آزمون	۱۵	۴/۵۶	۰/۳۷۱	۴	۵

همان‌طور که در جدول ۱۲، نشان داده‌شده است، میانگین پیش‌آزمون دانش آموزان در سطح تجزیه‌وتحلیل (۳/۹۶) و میانگین پس‌آزمون دانش آموزان در سطح تجزیه‌وتحلیل (۴/۵۶) است و انحراف معیار پیش‌آزمون (۰/۵۱۶) و انحراف معیار پس‌آزمون (۰/۳۷۱) به دست آمد.

جدول۱۳. آزمون ویلکاکسون جهت مقایسه میانگین پیش آزمون و پس آزمون سطح تجزیه و تحلیل

نوع آزمون	میانگین رتبه ها	جمع رتبه ها	آماره آزمون	سطح معنی داری
پیش آزمون و پس آزمون	۰/۰۰	۰/۰۰	-۳/۰۲۰	۰/۰۰۳
	۶	۶۶		

با توجه به نتایج ارائه‌شده در جدول ۱۳، سطح معناداری به‌دست‌آمده از آزمون ویلکاکسون کوچک‌تر از ۰/۰۵ بوده است یعنی بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون دانش آموزان در سطح تجزیه‌وتحلیل تفاوت معناداری وجود دارد. آماره آزمون ویلکاکسون (۳/۰۲۰-) و سطح معناداری آن (۰/۰۰۳) به دست آمد. درنتیجه، بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون دانش آموزان در این سطح از یادگیری تفاوت معناداری وجود دارد و فناوری واقعیت افزوده توانسته است در افزایش یادگیری دانش آموزان در سطح تجزیه‌وتحلیل از طبقه‌بندی بلوم تأثیر داشته باشد و این تفاوت را می‌توان هم در میانگین به‌دست‌آمده از گروه پیش‌آزمون (۳/۹۶) و پس‌آزمون (۴/۵۶) (نتایج جدول ۱۱) و هم‌سطح معنی‌داری به‌دست‌آمده از آزمون ویلکاکسون (۰/۰۰۳) مشاهده کرد. درنتیجه، این تغییر مشاهده‌شده در نتایج پس‌آزمون دانش آموزان در سطح تجزیه‌وتحلیل از طبقه‌بندی بلوم، نسبت به پیش‌آزمون آن‌ها، منتج از آموزش مبتنی بر فناوری واقعیت افزوده بوده است و این فناوری سطح یادگیری دانش آموزان در سطح تجزیه‌وتحلیل را افزایش داده است.

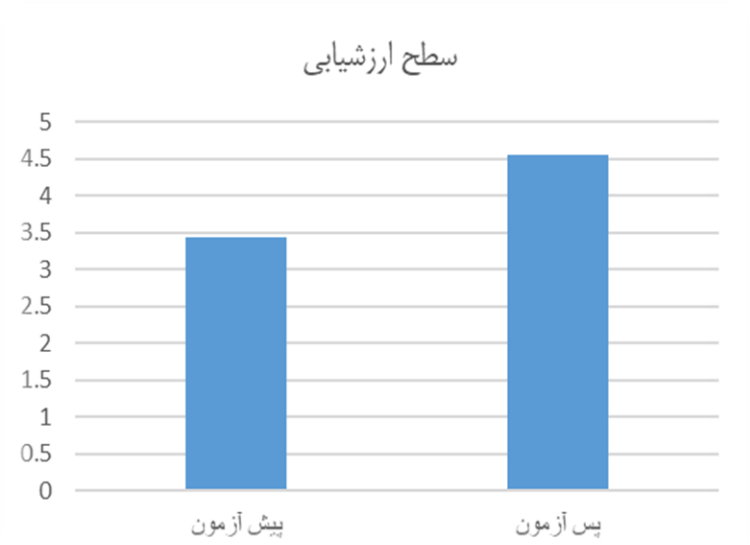
۵-سطح ارزشیابی

پنجمین سطحی که مورد بررسی قرار می‌گیرد تا به این سوال پژوهش پاسخ دهد، سطح پنجم از طبقه بندی بلوم یعنی سطح ارزشیابی است. برای پاسخ به این سوال ابتدا باید آزمون آماری مناسبی انتخاب شود یعنی در ابتدا نرمال بودن یا نرمال نبودن داده‌های آماری باید مشخص شود و سپس آزمون آماری مناسبی انتخاب شود. به همین سبب از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی فرض نرمال بودن داده‌های پژوهش استفاده شد. با توجه به جدول نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف اگر سطح معناداری بزرگتر از ۰/۰۵ باشد، توزیع داده‌ها نرمال می‌باشند و ما می‌توانیم از آزمون‌های پارامتریک جهت پاسخ به سوال پژوهش استفاده کنیم ولی اگر سطح معناداری کوچکتر از ۰/۰۵ باشد، توزیع داده‌ها نرمال نیست پس باید از آزمون‌های ناپارامتریک جهت پاسخ به سوال پژوهش استفاده کنیم.

جدول ۱۴. نتیجه آزمون کلموگروف-اسمیرنوف مربوط به نمره کل سطح ارزشیابی

سطوح یادگیری بلوم	حجم نمونه	آماره آزمون	سطح معنی داری
سطح ارزشیابی	۱۵	۰/۲۳۳	۰/۰۲۷

با توجه به جدول ۱۴، نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان می‌دهد که سطح معنی داری کوچکتر از ۰/۰۵ می باشد پس فرض نرمال بودن داده‌ها رد می شود و برای پاسخ به این سوال از آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون استفاده می‌شود. زیرا هدف از این آزمون، مقایسه دو میانگین از یک گروه است و هدف ما مقایسه دو میانگین در سطح ارزشیابی دانش آموزان در یک گروه ثابت، یکی قبل از استفاده از فناوری واقعیت افزوده و دیگری بعد از استفاده از فناوری واقعیت افزوده می‌باشد و چون داده‌های مربوط به این سطح نرمال نشده‌اند در نتیجه از آمون ناپارامتریک ویلکاکسون استفاده می‌شود. ابتدا نمودار و شاخص‌های آمار توصیفی مربوط به میانگین پیش آزمون و پس آزمون این گروه دانش آموزان در سطح ارزشیابی ارائه می‌شود.



شکل ۵. میانگین پیش آزمون و پس آزمون دانش آموزان در سطح ارزشیابی

جدول ۱۵. شاخص های آمار توصیفی پیش آزمون و پس آزمون در سطح ارزشیابی

نوع آزمون	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین
پیش آزمون	۱۵	۳/۴۳	۰/۶۲۲	۲/۵۰	۴/۵۰
پس آزمون	۱۵	۴/۵۶	۰/۴۱۶	۴	۵

همانطور که در جدول ۱۵، نشان داده شده است، میانگین پیش آزمون دانش آموزان در سطح ارزشیابی (۳/۴۳) و میانگین پس آزمون دانش آموزان در سطح ارزشیابی (۴/۵۶) است و انحراف معیار پیش آزمون (۰/۶۲۲) و انحراف معیار پس آزمون (۰/۴۱۶) بدست آمد.

جدول ۱۶. آزمون ویلکاکسون جهت مقایسه میانگین پیش آزمون و پس آزمون سطح ارزشیابی

	میانگین رتبه ها	جمع رتبه ها	آماره آزمون	سطح معنی داری
پیش آزمون و پس آزمون	۰/۰۰	۰/۰۰	-۳/۲۰۵	۰/۰۰۱
	۷	۹۱		

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۱۶ ، سطح معناداری به دست آمده از آزمون ویلکاکسون کوچکتر از ۰/۰۵ بوده است یعنی بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون دانش آموزان در سطح ارزشیابی تفاوت معناداری وجود دارد. آماره آزمون ویلکاکسون (۳/۲۰۵-) و سطح معناداری آن (۰/۰۰۱) بدست آمد. در نتیجه، بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون دانش آموزان در این سطح از یادگیری تفاوت معناداری وجود دارد و فناوری واقعیت افزوده توانسته است در افزایش یادگیری دانش آموزان در سطح ارزشیابی از طبقه بندی بلوم تاثیر داشته باشد و این تفاوت را می‌توان هم در میانگین بدست آمده از گروه پیش آزمون (۳/۴۳) و پس آزمون (۴/۵۶) (نتایج جدول ۱۴) و هم سطح معنی داری بدست آمده از آزمون ویلکاکسون (۰/۰۰۱) مشاهده کرد. در نتیجه، این تغییر مشاهده شده در نتایج پس آزمون دانش آموزان در سطح ارزشیابی از طبقه بندی بلوم، نسبت به پیش آزمون آنها، منتج از آموزش مبتنی بر فناوری واقعیت افزوده بوده است و این فناوری سطح یادگیری دانش آموزان در سطح ارزشیابی را افزایش داده است.

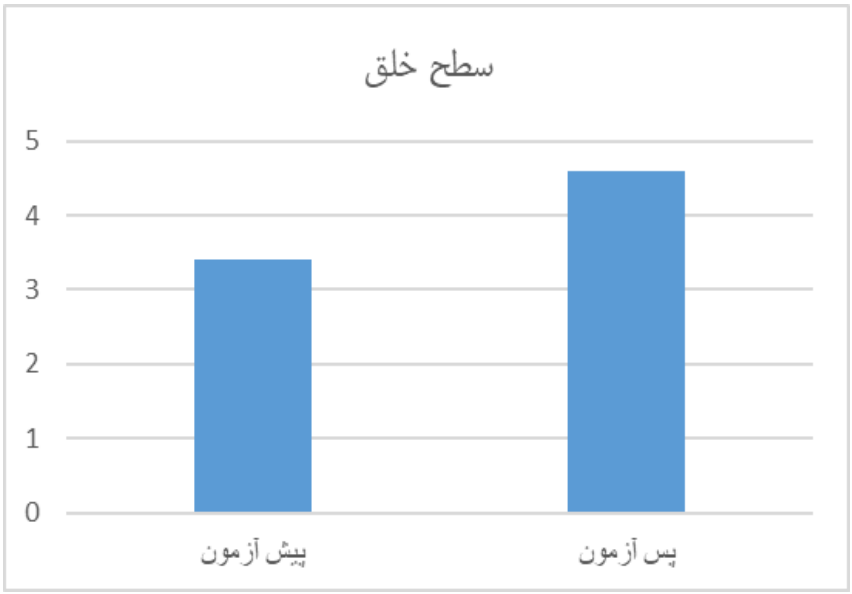
۶-سطح خلق

ششمین سطحی که موردبررسی قرار می‌گیرد تا به این سؤال پژوهش پاسخ دهد، سطح ششم از طبقه‌بندی بلوم یعنی سطح خلق است. برای پاسخ به این سؤال ابتدا باید آزمون آماری مناسبی انتخاب شود یعنی در ابتدا نرمال بودن یا نرمال نبودن داده‌های آماری باید مشخص شود و سپس آزمون آماری مناسبی انتخاب شود. به همین سبب از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی فرض نرمال بودن داده‌های پژوهش استفاده شد. با توجه به جدول نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف اگر سطح معناداری بزرگ‌تر از ۰/۰۵ باشد، توزیع داده‌ها نرمال می‌باشند و ما می‌توانیم از آزمون‌های پارامتریک جهت پاسخ به سؤال پژوهش استفاده کنیم ولی اگر سطح معناداری کوچک‌تر از ۰/۰۵ باشد، توزیع داده‌ها نرمال نیست پس باید از آزمون‌های ناپارامتریک جهت پاسخ به سؤال پژوهش استفاده کنیم.

جدول ۱۷. نتیجه آزمون کلموگروف-اسمیرنوف مربوط به نمره کل سطح خلق

سطوح یادگیری بلوم	حجم نمونه	آماره آزمون	سطح معنی داری
سطح ارزشیابی	۱۵	۰/۲۸۰	۰/۰۰۲

با توجه به جدول ۱۷، نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان می‌دهد که سطح معنی‌داری کوچک‌تر از ۰/۰۵ می‌باشد پس فرض نرمال بودن داده‌ها رد می‌شود و برای پاسخ به این سؤال از آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون استفاده می‌شود؛ زیرا هدف از این آزمون، مقایسه دو میانگین از یک گروه است و هدف ما مقایسه دو میانگین در سطح خلق دانش آموزان در یک گروه ثابت، یکی قبل از استفاده از فناوری واقعیت افزوده و دیگری بعد از استفاده از فناوری واقعیت افزوده می‌باشد و چون داده‌های مربوط به این سطح نرمال نشده‌اند درنتیجه از آمون ناپارامتریک ویلکاکسون استفاده می‌شود. ابتدا نمودار و شاخص‌های آمار توصیفی مربوط به میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون این گروه دانش آموزان در سطح خلق ارائه می‌شود.



شکل ۶. میانگین پیش آزمون و پس آزمون دانش آموزان در سطح خلق

جدول ۱۸. شاخص های آمار توصیفی پیش آزمون و پس آزمون در سطح خلق

نوع آزمون	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین
پیش آزمون	۱۵	۳/۴۰	۱/۰۳	۱	۵
پس آزمون	۱۵	۴/۶۰	۰/۴۷۰	۳/۵۰	۵

همان‌طور که در جدول (۱۸)، نشان داده‌شده است، میانگین پیش‌آزمون دانش آموزان در سطح خلق (۳.۴۰) و میانگین پس‌آزمون دانش آموزان در سطح خلق (۴.۶۰) است و انحراف معیار پیش‌آزمون (۱.۰۳) و انحراف معیار پس‌آزمون (۴۷۰/.) به دست آمد.

جدول ۱۹. آزمون ویلکاکسون جهت مقایسه میانگین پیش آزمون و پس آزمون سطح خلق

نوع آزمون	میانگین رتبه ها	جمع رتبه ها	آماره آزمون	سطح معنی داری
پیش آزمون و پس آزمون	۰/۰۰	۰/۰۰	-۲/۹۴۹	۰/۰۰۳
	۶	۶۶		

با توجه به نتایج ارائه‌شده در جدول (۱۹)، سطح معناداری به‌دست‌آمده از آزمون ویلکاکسون کوچک‌تر از ۰/۰۵ بوده است یعنی بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون دانش آموزان در سطح خلق تفاوت معناداری وجود دارد. آماره آزمون ویلکاکسون (۲/۹۴۹-) و سطح معناداری آن (۰/۰۰۳) به دست آمد. درنتیجه، بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون دانش آموزان در این سطح از یادگیری تفاوت معناداری وجود دارد و فناوری واقعیت افزوده توانسته است در افزایش یادگیری دانش آموزان در سطح خلق از طبقه‌بندی بلوم تأثیر داشته باشد و این تفاوت را می‌توان هم در میانگین به‌دست‌آمده از گروه پیش‌آزمون (۳/۴۰) و پس‌آزمون (۴/۶۰) (نتایج جدول ۱۷) و هم‌سطح معنی‌داری به‌دست‌آمده از آزمون ویلکاکسون (۰/۰۰۳) مشاهده کرد. درنتیجه، این تغییر مشاهده‌شده در نتایج پس‌آزمون دانش آموزان در سطح خلق از طبقه‌بندی بلوم، نسبت به پیش‌آزمون آن‌ها، منتج از آموزش مبتنی بر فناوری واقعیت افزوده بوده است و این فناوری سطح یادگیری دانش آموزان در سطح خلق را افزایش داده است.

بحث و نتیجه گیری

با توجه به این که آموزش‌وپرورش کلید تغییر مسیر جهانی است؛ اگر بخواهیم همگام با رشد نسل‌ها یادگیری آن‌ها را دچار تحول کنیم ناگزیریم همگام با فناوری‌های روز دنیا به استقبال چالش‌های پیش روی دنیای مدرن برویم و دانش‌آموزان و معلمان را منطبق با اصول و فناوری‌های سازگار به فضای یادگیری در این عصر وفق دهیم. فناوری واقعیت افزوده در کنار دیگر فناوری‌های

آمیخته‌شده در آموزش در دنیای امروزی ازجمله هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، واقعیت مجازی و غیره یکی از فناوری‌های هیجان‌انگیز در آموزش است.

در این راستا با توجه به نتایج به دست آمده از نرم‌افزار واقعیت افزوده، داده‌های به‌دست‌آمده توسط آزمون‌های آماری موردبررسی و تحلیل قرار گرفت. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در شش سطح شناختی بلوم می‌توان دریافت که استفاده از واقعیت افزوده بر روی یادگیری تأثیری معناداری دارد. واقعیت افزوده در هنگام فرآیند یادگیری با محتوا ارتباط مستقیم برقرار می‌نماید. در استفاده از نرم افزار واقعیت افزوده، دانش‌آموز با استفاده از ارتباط مستقیم با ابزارآلات مرتبط به آزمایش کاتالیزگر بدون اضطراب و دلهره مواد را با یکدیگر مخلوط می‌کرد و این خود باعث افزایش تمرکز دانش‌آموز می‌گردد (کامبرا، کاردوسو و ماتیوس[1]، ۲۰۱۵). همچنین ایجاد درک مستقیم و معنادار زمینه بهبود یادگیری را امکان‌پذیر می‌سازد. با توجه به اینکه نمایش سه‌بعدی از تجهیزات استفاده‌شده در آزمایش زمینه شناخت بهتر که ازجمله مراتب طبقه‌بندی بلوم می‌باشد را برای دانش آموزان فراهم می‌سازد باعث تعمیق بهتر یادگیری می‌گردد.

همچنین واقعیت افزوده امکان تعامل دانش آموزان با موقعیت‌های دنیای واقعی برای تسهیل در ایجاد بازنمودهای مفاهیم و درگیر شدن در محتوای یادگیری مجازی انگیزه یادگیری دانش آموزان را ارتقا می‌بخشد و زمینه یادگیری همه‌جانبه را افزایش می‌دهد (باور و همکاران، ۲۰۱۴). در پژوهش حاضر نیز سعی شد تا در پیاده‌سازی نرم‌افزار تا حد امکان فضاهای بصری و صوتی متناسب با فضای آزمایش استفاده گردد که این عامل به قرارگیری دانش‌آموز در فضای نرم‌افزار و تعمیق در آن بسیار کمک می‌نماید از همین روی در یادگیری در سطح دانش کمک می‌نماید که اولین سطح از هرم بلوم می‌باشد و با نتایج به‌دست‌آمده از تحقیقات بیان‌شده هم‌راستا می‌باشد.

در این راستا گارزون و آکودو[2] (۲۰۱۹) در تحقیقی نشان دادند که واقعیت افزوده به ارائه عینی‌تر مفاهیم و فرآیندها به یادگیرنده و افزایش توجه آن‌ها به موضوع یادگیری می‌گردد. با توجه به یافته‌های تحقیق می‌توان دریافت که در هریک از سطوح یادگیری بلوم میزان افزایش یادگیری به یک اندازه نیست. همان‌طور که از یافته‌ها برمی‌آید میزان یادگیری در دو سطح اخر یعنی ارزشیابی و خلق بیشتر از دیگر سطوح یعنی دانش، فراگیری، کاربرد و تجزیه‌وتحلیل بوده است. ازجمله مواردی که در این مورد حائز اهمیت است می‌توان به این موضوع اشاره کرد که دانش آموزان در هنگام

[1] Coimbra, Cardoso & Mateus
[2] Garzón & Acevedo

تدریس به‌صورت سنتی در سه سطح اول به میزان خوبی موضوع درس را یاد گرفته‌اند و آموزش با واقعیت افزوده تغییرات محسوسی در این سه سطح در آنان ایجاد نکرده و اندکی یادگیری را افزایش داده است و همین امر سبب شده است تا اختلاف نمرات آنان در سه سطح اول به‌صورت چشم‌گیری تغییر نکرده است. این امر در سطوح بالای شناختی بلوم ازجمله ارزشیابی و خلق بسیار چشم‌گیر است به‌طوری‌که می‌توان تغییرات محسوسی را در یادگیری دانش آموزان در شیوه آموزش با استفاده از واقعیت افزوده در این سطوح مشاهده کرد. علت این امر می‌تواند قابلیت‌های واقعیت افزوده جهت یادگیری بهتر دانش آموزان باشد؛ زیرا در فرآیند تدریس به‌وسیله واقعیت افزوده دانش‌آموز امکان این را دارد که با استفاده از فضای نرم‌افزار به فضای اینترنت دسترسی داشته باشد و نمونه‌هایی مشابه از فضای آزمایش درس شیمی را در آن جست‌وجو نماید. همچنین وجود یک ویدیو کلیپ جذاب به‌عنوان یک ابزار آموزشی در اختیار دانش آموزان قرار گرفت که در سطح خلق برای دانش آموزان بسیار تأثیرگذار بود. درست است که افزایش یادگیری در هر شش سطح از هرم یادگیری بلوم مشاهده گردید اما باید توجه داشت که این میزان در دو سطح پایین هرم با توجه به ظرفیت‌های تکنولوژی واقعیت افزوده بیشتر بوده است. این امر گواه آن است که واقعیت افزوده با درگیر کردن دانش آموزان توسط ویژگی‌های جذاب خود توانسته است در لایه‌های عمیق‌تر یادگیری اثرگذاری بهتری را داشته باشد.

ازآنجایی‌که واقعیت افزوده پلی است بین دنیای واقعی و مجازی و رفع موانع بین آن‌ها و با داشتن پتانسیل‌های بالا و مزیت‌های گوناگون برای اضافه شدن به محیط‌های آموزشی و کمک به یادگیری موضوعاتی که دانش آموزان نمی‌توانند به علت مشکلات گوناگون به‌صورت عملی انجام دهند و مشکلات دیگری همچون کمبود وقت دبیران شیمی در کلاس‌های درس و تعداد زیاد دانش آموزان می‌توان از واقعیت افزوده به‌عنوان یک فناوری نوپا در راستای بهبود دستیابی به اهداف یادگیری استفاده نمود. لازم به ذکر است این امر جز با یادگیری و آموزش مربیان و معلمان و تولید محتوای مناسب تدریس با توجه به ویژگی‌های نسل فعلی دانش آموزان میسر نیست.

در نهایت یافته‌های این مطالعه نشان‌دهنده این است که واقعیت افزوده ابزاری است که توسط آن می‌توان علاوه بر کارآمد کردن آموزش به برطرف کردن نیازهای معلمین در کلاس درس آزمایشگاه شیمی پرداخت. همچنین از طریق واقعیت افزوده درس شیمی می‌توان نیازهای معلمین را به‌خوبی پاسخ داد. به‌عنوان‌مثال با استفاده از واقعیت افزوده در بخش ایمنی با فراهم آوردن محیطی ایمنی دانش‌آموز با اطمینان بیشتری به انجام آزمایش می‌پردازد. همچنین تکرارپذیر بودن آزمایش از

هزینه‌های اضافی و بالای انجام آزمایش در آزمایشگاه می‌کاهد. این پژوهش نشان داد که استفاده از واقعیت افزوده به‌عنوان یک تکنولوژی روز می‌تواند میزان یادگیری را در دانش آموزان افزایش داده و نیازهای معلمان در حین تدریس درس آزمایشگاه شیمی را برطرف نماید.

منابع

بدریان، عابد؛ رستگار، طاهره (۱۳۸۶). مطالعه تطبیقی استانداردهای آموزش علوم۱ در ایران و کشورهای مؤفق در آزمون TIMSS. *همایش نوآوری در برنامه های درسی دوره ابتدایی*. شیراز.

شکاری کاشانی، زهرا؛ *دماوندی*، مجید ابراهیم؛ گزافی علیرضا (۱۳۸۹). تاثیر روش یادگیری تا حد تسلط در نگرش، عملکرد و انگیزش درونی دانش آموزان دختر دبیرستانی در یادگیری مفاهیم شیمی. *اندیشه های نوین تربیتی*، ۶(۲): ۱۷۱-۱۵۵.

مقدسی، حمید؛ *ربیعی*، رضا؛ بیگدلی، شعله؛ ناظمی، اسلام؛ پور صدقیانی، حسن ابراهیم (۱۳۹۵). نقش مدل‌ها، رویکردها و نظریه‌های یادگیری در طراحی و تولید نرم‌افزارهای آموزشی مبتنی بر تکنیک واقعیت مجازی در آموزش پرستاری: مرور سیستماتیک. *مجله پرستاری و مامایی*، ۱۴(۴): ۳۱۲-۳۰۰.

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, *6*(4), 355-385.

Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented Reality in education–cases, places and potentials. *Educational Media International*, *51*(1), 1-15.

Chen, S. Y., & Liu, S. Y. (2020). Using augmented reality to experiment with elements in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, *111*, 106418.

Coimbra, M. T., Cardoso, T., & Mateus, A. (2015). Augmented reality: an enhancer for higher education students in math's learning?. *Procedia Computer Science*, *67*, 332-339.

Garzón, J., & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, *27*, 244-260.

Jetter, J., Eimecke, J., & Rese, A. (2018). Augmented reality tools for industrial applications: What are potential key performance indicators and who benefits?. *Computers in Human Behavior*, *87*, 18-33.

Kesim M, Ozarslan Y. Augmented reality in education: current technologies and the potential for education. Procedia-social and behavioral sciences. 2012; 47:297-302.

Lam, M. C., Tee, H. K., Nizam, S. S. M., Hashim, N. C., Suwadi, N. A., Tan, S. Y., ... & Liew, S. Y. (2020). Interactive Augmented Reality with Natural Action for Chemistry Experiment Learning. *TEM Journal*, *9*(1), 351.

Maas, M. J., & Hughes, J. M. (2020). Virtual, augmented and mixed reality in K–12 education: A review of the literature. *Technology, Pedagogy and Education*, *29*(2), 231-249.

Martínez, L. V., Perez, M. E. D. M., & Piñeiro, M. R. N. (2019). Percepción docente sobre la Realidad Aumentada en la Enseñanza de Ciencias en Primaria. Análisis DAFO. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3301-3301.

Nechypurenko, P. P., Starova, T. V., Selivanova, T. V., Tomilina, A. O., & Uchitel, A. D. (2018, October). Use of augmented reality in chemistry education. In *Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2018), Kryvyi Rih, Ukraine* (pp. 15-23).

Sırakaya, M., & Alsancak Sırakaya, D. (2020). Augmented reality in STEM education: A systematic review. *Interactive Learning Environments*, 1-14.

Wan, A. T., San, L. Y., & Omar, M. S. (2018). Augmented Reality Technology for Year 10 Chemistry Class: Can the Students Learn Better?. *International Journal of Computer-Assisted Language Learning and Teaching (IJCALLT)*, *8*(4), 45-64.

Research article

Research in Chemistry Education, Vol 3, No 1, 75-100

Research in Chemistry Education

http://chemedu.cfu.ac.ir

Measuring the Effectiveness of Chemistry Augmented Reality Software on Students' Learning with a Focus on the Concept of Catalysts

Esmaeil Jafari[1*], Ali Abdolali [2], Mohammadreza Hosseinpoor [3]

[1] *Faculty of Education and Psychology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*

[2] *Department of Electrical Engineering, Faculty of Electromagnetics and Telecommunications, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran*

[3] *Department of Educational management, Faculty of Education and Psychology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*

Abstract

The purpose of this study was to measure the effectiveness of chemistry augmented reality software on students' learning with a focus on the concept of catalysts. The statistical population was all ninth grade students in Tehran. In order to determine the sample size from the multi-stage random cluster sampling method, class A of the ninth grade of Mesbah Aalam School in District 3 was selected. Students' learning was then assessed based on Bloom's cognitive pyramid at six levels using a fixed group and a pre-test and post-test design. The results showed that the use of augmented reality in six levels of learning by Bloom increased the learning rate of students. This increase in the last two levels of Bloom's classification, which includes evaluation (pre-test 3.43 and post-test 4.56) and creation (pre-test 3.40 and post-test 4.60), is greater than the other four levels of knowledge (pre-test 4.50 and post-test 4.90), Learning (pre-test 4.13 and post-test 4.83), application (pre-test 3.76 and post-test 4.43) and analysis (pre-test 3.96 and post-test 4.56). Therefore, augmented reality as a new technology can be used to enhance students' learning at higher cognitive levels in chemistry and its use is recommended.

Keywords: Chemistry education, Catalysts, Augmented reality, Learning**.**

[*]Corresponding Author: (✉ es.jafari@mail.sbu.ac.ir)