www.edcbmj.ir e-ISSN: 2345-5284

Education Strategies in Medical Sciences (ESMS)

Journal homepage: www.edcbmj.ir/en e-ISSN: 2345-5284

Baqiyatallah University of Medical Sciences

The Effect of Teaching Chemistry Using Computer-Based Interactive Simulation on Spatial Ability and Problem-Solving Skills Of 10th Grade Female Students in Tehran

Sakineh Sharifati [1]*, Mohammad Reza Nili Ahmad Abadi [1], Hamid Reza Maghami [1]

[1] *Department of Educational Technology, Allameh Tabatabaie, Tehran, Iran*

**Corresponding author: Sakineh Sharifati, Educational Technology, Allameh Tabatabaei, Tehran, Iran, Email: sharifati.s110@gmail.com*

Article Info

Keywords: *Educational simulation, Chemistry lesson, Spatial ability, Problem solving skills.*

Abstract

Introduction: One of the contexts that can play an important role in teaching and learning is educational simulation. Given the benefits of this technology, the present study investigates the impact of chemistry education using educational simulation on the spatial ability and problem solving skills of tenth grade female students in Tehran.

Methods: This is a quasi-experimental study with pretest-posttest design with control group. The statistical population of this study consisted of all 10th grade female students in district 2 of Tehran city (1310 students) in the academic year 2019. 60 of them (30 experimental group) and 30 control group were selected by convenience sampling method. The research tools included a combination of two tests of the spatial ability of Montana and Paul Newton and Helen Bristol and a researcher-made problem solving test.

Results: Findings showed that after controlling for pre-test effects, there was a significant difference in spatial ability between the two experimental and control groups. Therefore, it can be said that educational simulation was effective on students' spatial ability and problem solving skills. In mental rotation, spatial perception and spatial visualization, there was a significant difference between the two experimental and control groups, so it can be said that educational simulation was also effective in improving the components of students' spatial ability.

Conclusion: The results of the present study showed that the use of simulation in chemistry instruction affects the students 'spatial ability and problem solving ability and increases the students' ability to solve the problem of chemistry.

Copyright © 2020, Education Strategies in Medical Sciences (ESMS). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

مجله راهبردهای آموزش در علوم پزشکی
دوره ۱۴، شماره ۲، ۱۴۰۰
صفحات: ۲۸-۳۸

تأثیر آموزش درس شیمی با استفاده از شبیه سازی تعاملی مبتنی بر رایانه برتوانایی فضایی و مهارت حل مسئله دانش آموزان دختر پایه دهم شهر تهران

سکینه شریفاتی[۱*]، محمد رضا نیلی احمد آبادی[۱] ، حمید رضا مقامی [۱]

[۱]گروه تکنولوژی آموزشی، علامه طباطبائی ، تهران ، ایران

چکیده

مقدمه: یکی از بسترهایی که می‌تواند در امر آموزش و یادگیری بسیار نقش آفرینی کند، شبیه‌سازی آموزشی می باشد. با توجه به مزایایی که این فناوری دارد ، پژوهش حاضر به بررسی تأثیر آموزش درس شیمی با استفاده از شبیه‌سازی آموزشی بر توانایی فضایی و مهارت های حل مسئله دانش آموزان دخترسال دهم شهرتهران می‌پردازد.

روش‌ها: پژوهش کاربردی و با روش نیمه آزمایشی طرح پیش آزمون – پس‌آزمون با گروه کنترل است. جامعه آماری این پژوهش کلیه دانش‌آموزان دختر پایه ی دهم منطقه ۲ شهر تهران(۱۳۱۰نفر) در سال تحصیلی ۹۸-۹۷ می‌باشند که ۶۰ نفر از آن‌ها (۳۰ نفر گروه آزمایش) و (۳۰ نفر گروه کنترل) با روش نمونه‌گیری در دسترس به عنوان نمونه انتخاب شدند. ابزارهای پژوهش شامل آزمون ترکیبی دو آزمون توانایی فضایی مونته سوتا و پائول نیوتن و هلن بریستول و آزمون حل مسئله محقق ساخته می‌باشد.

یافته‌ها: یافته های پژوهش نشان داد بعد از کنترل اثرات پیش‌آزمون، در متغیر توانایی فضایی تفاوت معنی‌داری بین دو گروه آزمایش و کنترل وجود داشت بنابر این می توان گفت شبیه‌سازی آموزشی بر توانایی فضایی و مهارت حل مسئله دانش آموزان مؤثر بوده است. در چرخش ذهنی نیز ، ادراک فضایی و دیداری سازی فضایی تفاوت معنی‌داری بین دو گروه آزمایش و کنترل وجود داشت پس می‌توان گفت شبیه‌سازی آموزشی در بهبود مؤلفه‌های توانایی فضایی دانش آموزان نیز مؤثر بوده است.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش پیش رو نشان داد استفاده از شبیه سازی در آموزش درس شیمی بر توانایی فضایی و مهارت حل مسئله دانش آموزان تأثیر دارد و باعث افزایش توانایی فضایی و مهارت حل مسئله درس شیمی در دانش آموزان می شود.

واژگان کلیدی: مدیریت، ارزش‌های سازمانی، آموزش و پرورش

مقدمه

درس شیمی در مقطع متوسطه دوم درسی مبتنی بر آموزش–های تئوری و عملی است. درک صحیح و عمیق مفاهیم در آموزش و یادگیری برای ایجاد مهارت حل مسئله از اهمیت خاصی برخوردار است، برای نیل به این هدف استفاده از موثرین روش، رسانه، ابزار و فناوری گام‌هایی است که می‌تواند تحقق این هدف را میسر سازد.

مهارت‌های حل مسئله نیز از مواردی است که توجه دست اندرکاران تعلیم و تربیت را به خود معطوف کرده است. حل مسئله نیز به عنوان یک کل، سایر حوزه‌هایی را که انسان در زمینه‌های مختلف با آن‌ها روبرو ست را تحت شعاع قرار می‌دهد [1]. مهارت حل مسئله فرآیند تفکر منطقی و منظمی است که به فرد کمک می‌کند تا هنگام رویارویی با مشکلات، راه‌حل‌های متعددی را جستجو کند و سپس بهترین راه حل را انتخاب نماید [۲].

هوش فضایی (توانایی فضایی)، هوش هوشمندی است که شامل مهارت‌های تفکر در تصاویر و همچنین توانایی جذب، تغییر و بازآفرینی جنبه‌های مختلف دنیای بصری – فضایی است. هوش فضایی به توانایی گرفتن دقیق رنگ، جهت و فضا مربوط می‌شود [3]. علی رغم وجود این توانایی در افراد تخیل ما انسان‌ها محدود است به همین دلیل تصور ترکیب ذراتی مانند اتم، بسیار دشوار است. بسیاری از حل مسائل درس شیمی، نیاز به تصویر سازی ذهنی، چرخش ذهنی و ادراک ذهنی (در مجموع توانایی فضایی بالا) دارند که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان، به مباحث ساختارهای اتم و پدیده‌ی کوانتومی، ساختار لوئیس و ترکیب مواد که یک مفهوم حیاتی در یادگیری شیمی است، اشاره کرد. علی رغم سخت بودن موارد انتزاعی و تصویری ، بررسی‌ها نشان می‌دهد توانایی فضایی را می‌توان به وسیله‌ی آموزش یا کارآموزی بهبود داد. کارکردهای دیداری‌سازی فضایی در رشته‌های مختلف به ویژه، در رشته‌ی شیمی به اثبات رسیده است [4]. محیط‌های آموزشی و یادگیری غنی، در حقیقت موقعیت‌های آموزشی هستند که از طریق تجهیزات نرم افزار/ سخت افزار دیجیتالی و امکانات و رسانه‌های تعاملی، فرایند یاددهی–یادگیری را تسهیل می‌کنند [5]. شبیه‌سازی آموزشی از جمله فناوری‌هایی است که می‌تواند مزایایی برای معلمان داشته باشد و میزان یادگیری را در دانش آموزان افزایش دهد همچنین نتایج یادگیری را به‌خصوص در سطوح ابتدایی و دبیرستان تقویت کند [6].

شبیه‌سازی آموزشی به یادگیرندگان این امکان را می‌دهند تا بر اساس سرعت شناختی خود به یادگیری بپردازند و با توجه به تعاملاتی که درشبیه‌سازی وجود دارد، تفاوت‌های فردی یادگیرندگان مورد توجه قرار می‌گیرد و آن‌ها را برای یادگیری عمیق‌تر نسبت به موضوع برانگیخته می‌کنند [7].

شبیه‌سازی کامپیوتری در طیف گسترده‌ای از زمینه‌ها، از جمله در حمایت از یادگیری متمایز (یادگیری سفارشی برای دانش آموزان با توانایی‌های مختلف) ، یادگیری مشارکتی (یادگیری در گروه‌ها) و آموزش‌های مبتنی بر مهارت مورد استفاده قرار می‌گیرد [8]. خیلی از موضوعات درسی را به دلیل زمان بر بودن یک فرآیند، غیرقابل روئیت بودن و موارد این چنینی نمی‌توان در یک فضای واقعی و طبیعی آموزش داد. در این شرایط شبیه‌سازی‌های آموزشی که طراحی، تهیه و تولید شده اند مؤثر خواهند بود [9]. شبیه‌سازی در زمینه‌های متفاوتی ازجمله در زمینه تمرین ذهنی و عملکرد یادگیری و تصویرسازی، خودتنظیمی و مقابله، انگیزش و عمل کاربرد دارد [10]. شبیه‌سازی باعث می‌شود که یاد گیرندگان در امر یادگیری خود مشارکت نمایند و مهارت‌های حل مسئله، تفکر انتقادی، اعتماد به نفس و مهارت‌های ذهنی آنان را تقویت کند [11].

Mehtari Arani و همکاران (۱۳۹۷) پژوهشی با عنوان تأثیر شبیه‌سازی آموزشی مبتنی بر رایانه بر بهزیستی ذهنی و یادگیری مادام‌العمر در دانش آموزان انجام دادند. نتایج نشان داد شبیه‌سازی آموزشی مبتنی بر رایانه بر بهزیستی ذهنی و یادگیری مادام‌العمر و همچنین مؤلفه‌های آن در دانش آموزان تأثیر دارد و باعث افزایش بهزیستی ذهنی و یادگیری مادام‌العمر در دانش آموزان می‌شود [12] .

نتیجه‌ی مطالعه‌ی Malekian & MalekMohammadi (۱۳۹۵) نیز نشان داد که کاربرد شبیه‌سازی به عنوان یک روش تدریس موفق در برنامه آموزشی رشته پرستاری امری ضروری است. کاربرد این روش منجر به یادگیری، درک بهتر نقش‌های حرفه‌ای، ایجاد علاقه و افزایش انگیزه و بهبود مهارت‌های بالینی در اکثریت دانشجویان پرستاری می‌شود [13].

Nazary (۱۳۸۹) پژوهشی را با هدف بررسی تاثیر تاکتیک تصویر سازی ذهنی بر یادگیری درس شیمی و بررسی رابطه‌ی این تاکتیک بر توانایی فضایی صورت داد. یافته‌ها نشان می‌دهد استفاده از تاکتیک تصویر ذهنی یادگیری درس شیمی را بهبود بخشیده است و میان استفاده از تاکتیک تصویر سازی ذهنی و توانایی فضایی رابطه‌ی مستقیم و معناداری وجود دارد [14].

McHaney, Reiter, Reychav (۲۰۱۸) پژوهشی با عنوان غوطه‌وری شبیه‌سازی در محیط یادگیری الکترونیکی مبتنی بر سازنده‌گرایی انجام دادند. طبق این پژوهش شبیه‌سازی‌ها می توانند ابزارهای جذابی برای یادگیری الکترونیکی باشند و در هنگام طراحی دروس باید به عنوان یک جز در نظر گرفته شوند. ابزارهای جدید، توسعه شبیه‌سازی و استقرار محیط آنلاین را ساده تر می‌کند. نتایج ارزیابی اطلاعات و نتایج حاصل از نظر سنجی سطح بالایی از رضایت و عملکرد دانش‌آموزان را نشان می دهد [15].

Moser و همکاران (۲۰۱۷) پژوهشی با عنوان تأثیر آموزش فراشناختی و افزایش موفقیت یادگیری در یادگیری فیزیک مبتنی

بر شبیه‌سازی انجام دادند. نتایج نشان داد آموزش فراشناختی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد در پس آزمون دارد [16].

Costin و همکاران (۲۰۱۸) پژوهشی با عنوان استفاده از شبیه‌سازی برای توسعه مهارت‌های کارآفرینی و فرایند ذهنی: مطالعه موردی اکتشافی انجام دادند. این شبیه‌سازی سناریوهای محیط واقعی را تکرار می‌کند، در نتیجه یک محیط یادگیری نوآورانه را فراهم می‌کند. نتایج نشان می‌دهد ادغام یادگیری مبتنی بر شبیه‌سازی در برنامه درسی در تسهیل مهارت‌های کارآفرینی و فرایند ذهنی نقش مهمی دارد [17].

Williams و همکاران (۲۰۱۷) پژوهشی با عنوان شبیه‌سازی و پیامد سلامت روانی انجام دادند. نتایج نشان داد برخی از روش‌های شبیه‌سازی در آموزش بیشتر استفاده می‌شود و برای کمک به آموزش سلامت روانی مؤثر بوده‌اند [18].

مطالعه ی Sarabando (۲۰۱۴) به بررسی سهم شبیه‌سازی کامپیوتر ی در یادگیری دانش آموزان از مفاهیم فیزیک (وزن و جرم) پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد دانش‌آموزانی که صرفا از شبیه‌سازی کامپیوتری یا با استفاده توام از فعالیت‌های «دستکاری» و شبیه‌سازی استفاده کرده‌اند، پیشرفت بهتری نسبت به گروهی که صرفا با استفاده از دستکاری آموزش دیده بودند از خود نشان دادند [19]. پژوهش‌ها نشان می‌دهد در زمینه آموزشی و یادگیری و بهبود مهارت ذهنی شبیه‌سازی‌های آموزشی بسیار مثمر ثمر بوده‌اند؛ بنابراین مطالعه و بررسی عوامل مؤثر بر روش‌های نوین تدریس، عوامل موثر بر فرایند یاددهی-یادگیری، نیازهای متغیر فراگیران در عصر ارتباطات، میزان بهره‌گیری مربیان و معلمان از فناوری‌های نوین و تلفیق آن‌ها در برنامه درسی را بهبود می‌بخشند، همچنین بر مهارت حل مسئله و توانایی فضایی یادگیرندگان تاثیر گذار است. این پژوهش سعی دارد تا تأثیر آموزش درس شیمی با استفاده از شبیه‌سازی را بر توانایی فضایی و مهارت حل مسئله دانش آموزان مورد بررسی قرار دهد.

فرضیه‌های پژوهش عبارتند از:

– استفاده از شبیه‌سازی آموزشی تعاملی مبتنی بر رایانه بر توانایی فضایی و مهارت حل مسئله درس شیمی دانش آموزان دختر سال دهم تاثیر دارد.

– استفاده از شبیه‌سازی آموزشی تعاملی مبتنی بر رایانه بر توانایی فضایی دانش آموزان دختر سال دهم تأثیر معناداری دارد.

– استفاده از شبیه‌سازی آموزشی تعاملی مبتنی بر رایانه بر مهارت حل مسئله درس شیمی دانش‌آموزان دختر سال دهم تأثیر معناداری دارد.

روش‌ها

پژوهش به صورت نیمه آزمایشی است که در آن از طرح پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل استفاده شد. جامعه آماری پژوهش حاضر کلیه‌ی دانش‌آموزان دختر پایه‌ی دهم منطقه ۲ شهر تهران(۱۳۱۰نفر) در سال تحصیلی ۹۸-۹۷ می‌باشند که ۶۰ نفر از آن‌ها (۳۰ نفر گروه آزمایش) و (۳۰ نفر گروه کنترل) با روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. بعد از تعیین حجم نمونه، نمونه‌های آماری به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و گواه قرار گرفتند . قبل از اجرای آموزش پیش آزمونی برای دو گروه آزمایش و کنترل اجرا شد. بعد از اجرای پیش آزمون برای گروه کنترل، شش جلسه درس به مدت یک ساعت و نیم به صورت معمول برگزار شد و منبع تدریس صرفا کتاب شیمی سال دهم بود. در گروه آزمایش برای آموزش از شبیه‌سازی تعاملی مبتنی بر رایانه سایت PhET از دانشگاه کلرایدوی آمریکا استفاده شد و طی شش جلسه مباحث کتاب شیمی سال دهم با استفاده از این شبیه‌سازی‌ها در کلاس درس، در آزمایشگاه و متعاقبا در منزل مورد پیگیری قرار گرفتند و معلم و پژوهشگر در راستای دنبال کردن دانش آموزان تدابیری را به کار گرفتند که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به استفاده از این شبیه‌سازی و با ویژگی‌های مطرح‌شده، به دو صورت مستقل و کار در آزمایشگاه بر روی مفاهیم مربوط به درس شیمی (مولاریته، ساختار لوئیس، اسیدها و بازها) اشاره کرد. معلم در این پژوهش، نقش راهنما و تسهیل‌کننده داشت. پس از شش جلسه آموزش در دو گروه پس آزمون اجرا شد و داده‌های حاصل از اجرای آزمایش، گردآوری و تحلیل شدند. ابزارهای پژوهش شامل آزمون ترکیبی دو آزمون توانایی فضایی مونته سوتا و پائول نیوتن و هلن بریستول تهیه شده توسط نظری و آزمون حل مسئله محقق ساخته می‌باشد [14].

الف)آزمون توانایی فضایی

ابزاری که در این تحقیق جهت سنجش توانایی فضایی دانش آموزان مورد استفاده قرارگرفته است بر پایه‌ی شکل اصلاح شده ی آزمون مینه سوتا (۱۹۳۰) که شامل دو فرم AA و BB می‌باشد. از آنجایی که فرم تجدید نظر شده‌ی دکتر حمزه گنجی که در ایران ترجمه شده است سوال‌های مربوط به هر خرده آزمون را مشخص نکرده است. آقای حشمت نظری با همکاری اساتید راهنما و مشاور فرم اصلی آزمونی که توسط پاول نیوتن و هلن بریستول تهیه شده است (دارای ۴۵ سوال از آزمون فرم AA را که با سوال های آزمون پائول نیوتن و هلن بریستول مشابه بوده است) را انتخاب و اجرا کرده است . برای این آزمون ۴۵ سوالی، برای هر پاسخ درست یک نمره و برای پاسخ های نادرست و بدون پاسخ نمره‌ی صفر در نظر گرفته می‌شود.

آزمون توانایی فضایی بر گردان، دارای روایی صوری است که توسط اساتید راهنما، مشاور و متخصصین موضوع در پایان‌نامه‌ی نظری، مورد تائید قرار گرفته است. پایایی آزمون توانایی فضایی مینه سوتا در پژوهش‌های گوناگون بین ۲۷/.تا ۵۷/. بوده است. در ادامه ضریب پایایی آزمون ترکیبی دو آزمون توانایی فضایی مونته سوتا و پائول نیوتن و هلن بریستول تهیه شده توسط نظری (۱۳۸۹) ۵۸/. آلفای کرونباخ بوده است. در پژوهش حاضر نیز

پایایی آن از طریق ضریب آلفای کرونباخ محاسبه شدکه پایایی آن ۰/۶۱ بدست آمد.

ب) آزمون مهارت حل مسئله

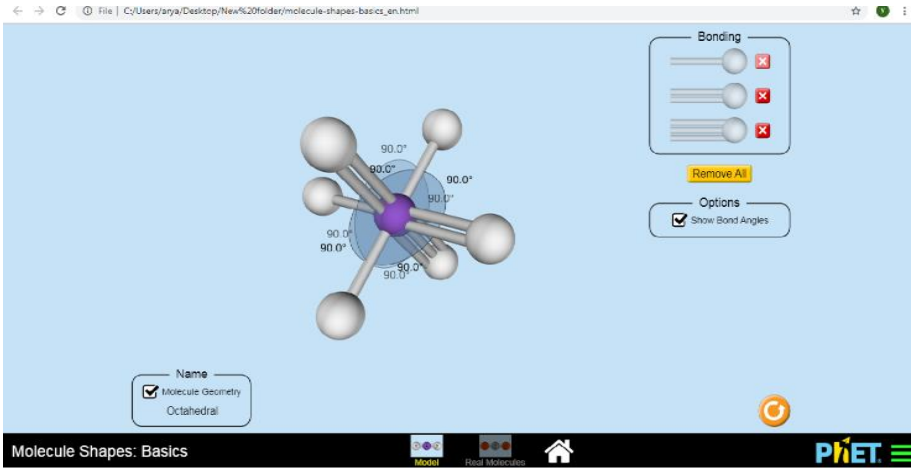
آزمون حل مسئله از نوع محقق ساخته بود، برای مهارت‌های حل مسئله در ارتباط با درس شیمی، آزمونی بر اساس محتوای آموزشی کتاب شیمی سال دهم، گروه موردنظر ساخته شد. ۳۰ سوال توسط معلمان در دسترس با توجه به محتوا استخراج شد. سپس این سوالات به ۵ آموزگار با تجربه‌ی بالا از جمله آموزگاران گروه آزمایش و کنترل داده شد. در نهایت از مجموع ۳۰ سوال به ۱۴ سوال برای آزمون مهارت‌های حل مسئله درس شیمی اختصاص داده شد. با توجه به اینکه شبیه‌سازی‌های آموزشی در نظر گرفته شده در راستای دو متغیر توانایی فضایی و مهارت حل مسئله بود، آزمون نیز بر این مبنا طراحی شد. روایی محتوایی آن از نظر ۵ نفر دبیر شیمی و دبیر همکار در اجرای پژوهش، همچنین توسط اساتید محترم راهنما و مشاور مورد تایید قرار گرفت و پایایی آن با استفاده از آزمون کودر- ریچاردسون بررسی شد و پایایی آن ۸۷/. به دست آمد.

معادل این فرم سوالات ۲ گانه ای برای همتایی با شرط داشتن تمام خصیصه‌ها از جمله مطابق با طبقات شش‌گانه حیطه شناختی، سطح دشواری و تمیز، تعداد سوالات و غیره با سوالات مورد نظر یکسان و معادل‌سازی شد.

این دو فرم (الف و ب) به عنوان پیش آزمون و پس آزمون، ابزار سنجش مهارت‌های حل مسئله بود. برای روایی محتوایی دو فرم همتایی (الف و ب) این آزمون‌ها دراختیار ۵ نفر از آموزگاران با تجربه و نمونه برای انطباق با اهداف آموزشی و محتوای موضوع مورد پژوهش قرار گرفت. جدول (۱) پایایی متغیرهای پژوهش از طریق ضریب آلفای کرونباخ و کودر ریچاسون را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۱. خرده مؤلفه‌های توانایی فضایی

مولفه‌ها	سوالات مربوط به هر مولفه
چرخش ذهنی	۲-۴-۷-۱۱-۱۲-۱۶-۱۹-۲۳-۲۴-۲۹-۳۱-۳۴-۳۵-۳۸-۴۳
ادراک فضایی	۳-۸-۹-۱۳-۱۵-۱۷-۲۰-۲۲-۲۶-۲۸-۳۳-۳۷-۳۹-۴۲-۴۵
دیدار سازی فضایی	۱-۵-۶-۱۰-۱۴-۱۸-۲۱-۲۵-۲۷-۳۰-۳۲-۳۶-۴۰-۴۱۰-۴۴



شکل۳-۱. محیط شبیه‌سازی phET (مبحث ساختار لوئیس)

یافته‌ها

قبل از آزمون فرضیهٔ پژوهشی با استفاده از تحلیل کوواریانس چند متغیری، مفروضهٔ نرمال بودن با استفاده از آزمون کالمگروف اسمیرنف بررسی شد و این آزمون برای هر ۲ متغیر در هر دو مرحلهٔ اندازه‌گیری در دو گروه با سطح معنی‌داری بزرگ‌تر از ۰/۰۵ تأیید شد. مفروضهٔ همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون f لوین بررسی شد و نتایج این آزمون نشان داد که مفروضهٔ همگنی واریانس‌ها در دو متغیر توانایی فضایی و مهارت حل مسئله به ترتیب ۰/۲۹۸ و۰/۴۳۴ است که با سطح معنی‌داری بزرگ‌تر از ۰/۰۵ تأیید شد . مفروضه‌ی برابری ماتریس‌های واریانس کوواریانس نیز با استفاده از آزمون ام باکس بررسی شد ماتریس کواریانس‌ها در دو گروه با هم برابر هستند (۰/۰۵ < P , ۰/۳۸۷ =F). مفروضهٔ شیب رگرسیون نیز با استفاده از آزمون واریانس بررسی شد و برای هر دو متغیر با سطح معنی‌داری بزرگ‌تر از ۰/۰۵ تأیید شد.

نتایج آزمون در بررسی فرضیه اصلی پژوهش

نتایج تحلیل کواریانس نشان داد استفاده از شبیه‌سازی برای آموزش درس شیمی بر توانایی فضایی و حل مسئله دانش‌آموزان تاثیر معناداری داشته است. (P <۰/۰۰ و F = ۱۹/۳۱)، و در نتیجه فرض صفر رد می‌شود. هر چه مقدار لامبدای ویلکز به یک

نزدیک‌تر باشد یعنی تفاوت‌ها معنی‌دار نیستند. مقدار اتا نیز هر چه بزرگتر از ۰/۱۴ باشد نشان دهندهٔ اندازه اثر زیاد است.

به منظور بررسی تفاوت دو گروه آزمایش و کنترل در هر یک از متغیرها، آزمون اثرات بین آزمودنی مورداستفاده قرار گرفت که نتایج حاصل در جدول ۸-۴ ارائه شده است.

تحلیل هر یک از متغیرهای وابسته به تنهایی، نشان داد که دانش‌آموزانی که تحت تاثیر آموزش شبیه‌سازی قرار گرفتند، در توانایی فضائی (P <۰/۰۰ و F = ۲۱/۹۸۱)، در حل مسئله (P <۰/۰۰ و F = ۷/۳۲۱)، در سطح ۰/۰۱ با گروه کنترل تفاوت معنی‌دار آماری نشان دادند. بنابراین فرضیه اصلی پژوهش مورد تایید قرار گرفت و فرض صفر رد شد. با توجه به بالاتر بودن میانگین نمرات گروه آزمایش در مرحله پس‌آزمون و جدول (۳) چنین نتیجه می‌شود که استفاده از شبیه‌سازی در آموزش درس شیمی بر توانایی فضایی و مهارت حل مسئله دانش‌آموزان دختر سال دهم اثرگذار است.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندار متغیرهای پژوهش در دو گروه آزمایش و کنترل

متغیر پژوهش		گروه آزمایش		گروه کنترل	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
چرخش ذهنی	پیش آزمون	۱۵/۶۰	۳/۳	۱۶/۷۳	۴/۲
	پس آزمون	۱۷/۲۶	۴/۵	۱۶/۵۳	۵/۸
ادراک فضایی	پیش آزمون	۱۶/۸۶	۲/۵	۱۵/۶۶	۳/۳
	پس آزمون	۱۸/۲۶	۴/۶	۱۵/۱۳	۳/۴
دیدارسازی فضایی	پیش آزمون	۱۵/۴	۲/۳	۱۷/۴۶	۲/۰۶
	پس آزمون	۱۸	۲/۷	۱۸	۳/۱
حل مساله	پیش آزمون	۲۱/۴۶	۲/۰۹	۲۲/۲۰	۱/۸
	پس آزمون	۲۵/۰۶	۳/۸	۲۴/۱۳	۲/۲

جدول ۲. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری برای متغیرهای توانایی فضائی و حل مسئله

متغیر پژوهش	اثر پیلایی	لامبدای ویلکز	اثر هوتلینگ	بزرگترین ریشه روی	F	Sig	مجذور اتا	توان آزمون
اثر گروه	۰/۹۱۲	۰/۲۰۹	۶/۳۱۴	۶/۳۱۴	۱۹/۳۱	۰/۰۰۱	۰/۹۱۲	۰/۹۹

جدول ۳. نتایج تحلیل کواریانس تاثیر استفاده از شبیه سازی بر توانایی فضایی ومهارت حل مسئله

متغیر وابسته	مجموع مجذورات	Df	میانگین مجذورات	F	Sig	مجذور اتا	اندازه اثر
توانایی فضائی	۲۱۵/۵۱۷	۱	۲۱۵/۵۱۷	۲۱/۹۸۱	۰/۰۰۱	۰/۵۳۹	۰/۹۰۱
حل مسئله	۱۰/۱۱	۱	۱۰/۱۱	۷/۳۲۱	۰/۰۰۱	۰/۲۶۲	۰/۸۸۳

فرضیه اول فرعی

استفاده از شبیه‌سازی آموزشی تعاملی مبتنی بر رایانه بر توانایی فضایی دانش آموزان دختر شهر تهران تأثیر معناداری دارد. برای تعیین اثربخشی از تحلیل کوواریانس چند متغیره استفاده شد.

نتایج تحلیل کواریانس نشان داد استفاده از شبیه‌سازی برای آموزش درس شیمی بر توانایی فضایی دانش‌آموزان تاثیر معناداری داشته است. (P <۰/۰۱ و F = ۱۷/۱۱) در نتیجه فرض صفر رد می‌شود.

برای بررسی میزان اثرپذیری هر یک از خرده آزمون های متغیرتوانایی فضایی از آزمون تحلیل کواریاس یک راهه استفاده شد که نتایج آن در ادامه بعد از بررسی فرض همگنی واریانس‌ها ارائه شده است.

تحلیل هر یک از متغیرهای وابسته به تنهایی، نشان داد که دانش‌آموزانی که تحت تاثیر آموزش شبیه‌سازی قرار گرفتند در چرخش ذهنی (P =۰/۰۰ F = ۱۷/۹۸)، ادراک فضایی (P =۰/۰۰ F = ۱۷/۱۱) و دیداری سازی فضایی (P =۰/۰۰ F = ۲۳/۷۳۳) در سطح ۰/۰۱ با گروه کنترل تفاوت معنی‌دار آماری دارند. بنابراین فرض‌های فرعی پژوهش مورد تایید قرار گرفتند و فرض صفر رد شد.

جدول ۶ مقدار میانگین نمرات تعدیل شده متغیر توانایی فضایی را در دو گروه کنترل (۱۷/۷۳) و آزمایش (۱۸/۴۱) و در خرده مؤلفه‌های این متغیر در چرخش ذهنی گروه کنترل (۱۶/۷۶) و آزمایش (۱۸/۰۱) در ادراک فضایی کنترل (۱۶/۳۲) و آزمایش (۱۷/۶۷) و در دیدارسازی فضایی در کنترل (۱۷/۴۶) و در آزمایش (۱۸/۱۶) نشان می‌دهد.

فرضیه فرعی دوم: استفاده از شبیه‌سازی آموزشی تعاملی مبتنی بر رایانه بر مهارت حل مسئله درس شیمی دانش آموزان دختر سال دهم شهر تهران تأثیر معناداری دارد. برای بررسی اثربخشی استفاده از شبیه‌سازی در آموزش درس شیمی بر مهارت حل مسئله از تحلیل کوواریانس تک متغیره استفاده شد که در ابتدا پیش

فرض‌های آن مورد بررسی قرار گرفت. پیش فرض مهم تحلیل کواریانس همگنی شیب‌های رگرسیون می‌باشد، با توجه به سطح معناداری فرضیه همگنی شیب‌های رگرسیون تایید می‌شود.

نتایج تحلیل کوواریانس مهارت حل مسئله نشان داد که دانش آموزانی که تحت تاثیر آموزش شبیه‌سازی قرار گرفتند در مهارت حل مسئله (F = ۴/۵۵ P =۰/۰۰) با گروه کنترل تفاوت معنی دار آماری دارند بنابراین فرضیه پژوهش تایید و فرض صفر رد می‌شود.

جدول ۸ مقدار میانگین نمرات تعدیل شده متغیر حل مسئله را در دو گروه کنترل (۲۴/۸۱) و آزمایش (۲۸/۳۸) نشان می‌دهد.

پیش فرض مهم تحلیل کواریانس همگنی شیب‌های رگرسیون همگنی شیب‌های رگرسیون تایید شد. نتایج آزمون لون نیز نشان داد که تفاوت معناداری بین واریانس‌های دو گروه در دو متغیر وابستهٔ پژوهش وجود ندارد. سطح معناداری برابر ۴۳۴ /۰ بود بنابر این می‌توان از آزمون کوواریانس برای تحلیل داده‌ها استفاده کرد.

جدول ۴. تحلیل کواریانس تاثیر استفاده از شبیه سازی بر توانایی فضایی

متغیر پژوهش	اثر پیلایی	لامبدای ویلکز	اثر هوتلینگ	بزرگترین ریشه روی	F	Sig	مجذور اتا	توان آزمون
اثر گروه	۰/۸۱۸	۰/۱۸۲	۴/۵۰۴	۴/۵۰۴	۱۷/۱۱	۰/۰۰۱	۰/۸۱۸	۰/۹۹

جدول ۵. نتایج تحلیل کواریانس تاثیر استفاده از شبیه سازی بر خرده آزمون های توانایی فضایی

متغیر وابسته	مجموع مجذورات	Df	میانگین مجذورات	F	Sig	مجذور اتا	اندازه اثر
چرخش ذهنی	۹۰/۵۸۷	۱	۹۰/۵۸۷	۱۷/۹۸۱	۰/۰۰۱	۰/۴۳۹	۰/۸۷۱
ادراک فضایی	۱۲۱/۳۵۸	۱	۱۲۱/۳۵۸	۳۰/۳۹۷	۰/۰۰۱	۰/۵۶۹	۰/۸۳۰
دیدارسازی فضایی	۶۳/۸۱۳	۱	۶۳/۸۱۳	۲۳/۷۷۳	۰/۰۰۱	۰/۵۰۸	۰/۸۶۱

جدول ۶. میانگین نمرات تعدیل شده متغیر پژوهش در دو گروه آزمایش و کنترل

متغیر پژوهش	گروه	میانگین	انحراف معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪ برای میانگین	
				حدپایین	حد بالا
چرخش ذهنی	کنترل	۱۶/۷۶	۰/۹۸۵	۱۵/۰۱	۱۹/۳
	آزمایش	۱۸/۰۱	۱/۰۹	۱۶/۸۱	۱۹/۵۶
ادراک فضایی	کنترل	۱۶/۳۲	۱/۳۱	۱۴/۵۴	۲۰/۵۴
	آزمایش	۱۷/۶۷	۱/۸۷	۱۵/۳۱	۱۷/۶۷
دیدارسازی فضایی	کنترل	۱۷/۴۶	۱/۷۸	۱۶/۶۳	۲۱/۰۴
	آزمایش	۱۸/۱۶	۲/۲۱	۱۵/۱۶	۱۸/۶۵
توانایی فضایی	کنترل	۱۷/۷۳	۱/۶۳	۱۶/۸۲	۱۹/۷۸
	آزمایش	۱۸/۴۱	۲/۲	۱۷/۳۴	۲۰/۵۴

جدول ۷. تحلیل کوواریانس تاثیر آموزش شبیه سازی بر حل مسئله

متغیر	مجموع مجذورات	Df	میانگین مجذورات	F	Sig	Eta	اندازه اثر
اصلاح شده	۳۶۰۲/۲۱	۲	۱۸۰۱/۱۰	۴۸/۹۹	۰/۰۰۱	۰/۷۸۴	۰/۸۷۹
باقیمانده	۷۰۹/۴۲	۱	۷۰۹/۴۲	۱۹/۲۹	۰/۰۰۱	۰/۴۱۷	
حل مسئه	۱۶۷/۵۱	۱	۱۶۷/۵۱	۴/۵۵	۰/۰۴۲	۰/۱۴۴	
گروه	۳۱۱۹/۶۳	۱	۳۱۱۹/۶۳	۸۴/۸۶	۰/۰۰۱	۰/۷۵۹	
خطا	۹۹۲/۴۸	۲۷	۳۶/۷۵				
کل	۴۵۸۸۷						

جدول ۸. میانگین نمرات تعدیل شده متغیر پژوهش در دو گروه آزمایش و کنترل

متغیر پژوهش	گروه	میانگین	انحراف معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪ برای میانگین	
				حدپایین	حد بالا
حل مسئله	کنترل	۲۴/۸۱	۱/۷۳	۲۱/۲۵	۲۸/۳۶
	آزمایش	۲۸/۳۸	۱/۷۳	۲۵/۸۳	۳۲/۹۴

بحث

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر استفاده از شبیه‌سازی در آموزش درس شیمی بر توانایی فضایی و مهارت حل مسئله دانش آموزان می‌باشد.

نتیجه تحلیل کواریانس چند متغیره در فرضیه‌ی اصلی پژوهش نشان داد بعد از کنترل اثرات پیش‌آزمون استفاده از شبیه سازی برای آموزش درس شیمی بر توانایی فضایی و مهارت حل مسئله دانش آموزان تاثیر معناداری داشته است. (P <۰/۰۰ و F = ۱۹/۳۱)، و در نتیجه فرض صفر رد می‌شود نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های Atesok و همکاران [20]، Costin و همکاران [17]، McHaney و همکاران [15]، Moser و همکاران [16]، D'Angelo و همکاران [21]، Krobthong . [22]، Girija ،[19] Sarabando, Cravino., & Soares [23]، Smetana و همکاران [24]، Koh و همکاران [25] Kuma., & Sherwood ،[26] Liu. Cheng., & Huang, [27]، Mehtari Arani،Udo & Etiubon [28] و همکاران [12]، Pazarargadi,& Sadeghi [۳۱]،Alizadeh [4]، Lakdashti, [13] Malekian Malek& Mohammadi Yousefi., &, Khatiri [30] همسو بود.

در تبیین این فرضیه می‌توان گفت با وجود این که درک مدل و درک ساختار مکانی از مولکول‌های آلی برای بسیاری از دانش آموزان و دانشجویان شیمی منبع سختی بوده است [31]. اما فناوری شبیه‌سازی بستری را برای غنی‌سازی محیط یادگیری فردی و گروهی فراهم کرده است تا با تعامل بیشتر و بازنمایی‌های چندگانه به تسهیل یادگیری کمک شایانی نماید. پژوهش آنسوک و همکاران نشان می‌دهد برای اطمینان از امکان‌سنجی و مقرون به صرفه بودن، شبیه‌سازهای معتبر باید مورد ارزیابی دقیق قرار گیرند و کلیه دوره‌های مبتنی بر شبیه‌سازی باید اهداف روشنی داشته باشند تا در این راستا اقدامات نتیجه (با معیارها) برای مهارت‌هایی که توسط کارآموزان تمرین می‌شود همراستا باشد. علاوه بر این، این دوره‌ها باید طیف گسترده‌ای از موضوعات، از جمله ارزیابی توانایی‌های حل مسئله و تصمیم‌گیری کارآموزان و اصلاح عملکرد ضعیف را مورد توجه قرار دهند [22].

فرضیه اول – استفاده از شبیه‌سازی آموزشی تعاملی مبتنی بر رایانه بر توانایی فضایی دانش آموزان دختر سال دهم تأثیر معناداری دارد.

نتایج فرضیه اول پژوهش، با نتایج پژوهش‌های Abe و همکاران [32]، Paes, Arantes & Irizarry [33] Ruiz . و همکاران Bertrand [34] و همکاران [35] Alshaer, Regenbrecht, H., & Hare, [36]، Lamb, [37] همسو بود.

توانایی فضایی به عنوان مجموعه‌ای از مهارت‌های شناختی تعریف می‌شود که فرد را قادر به تعامل با محیط خود می‌کند، توانایی فضایی ده‌ها سال است که مورد مطالعه قرار گرفته است [38]. در تبیین این فرضیه می‌توان گفت، درک ماهیت ساخت و ساز برای افزایش میزان موفقیت در دوره‌های ریاضی و علوم، که از مهمترین مباحث به ویژه برای موفقیت در مشاغل فنی در محیط کار رقابتی امروزی هستند و منوط به توانایی فضایی است ضروری است . هنگامی که یادگیرنده نیاز دارد تا اطلاعات فضایی به دست آمده از حافظه حسی را به رمز درآورد و یک بازنمایی درونی را در حافظه فعال نگه دارد تا یک تغییر فضایی را برای ادغام اطلاعات در حافظه‌ی بلند مدت انجام دهد شبیه‌سازی می تواند کارگشا باشد. نتایج مطالعه Abe و همکاران (۲۰۱۸) با عنوان تأثیر توانایی فضایی بصری در یادگیری مهارت‌های جراحی با استفاده از شبیه‌سازی نشان می‌دهد، از دو گروهی که با شیوه ی آزمایشگاهی متداول (خشک و رسمی) و گروهی که با شبیه سازی آموزش دیده بودند گروه دوم در تمرینات مهارت‌های اصلی بخیه زدن که نیاز به توانایی فضایی دارد عملکرد بهتری داشتند [32]. الوی و همکاران [39] در پژوهش خود به اثربخشی آموزش مبتنی بر رایانه در توانایی فضایی اشاره می‌کنند؛ نتیجه این پژوهش حاکی از آن است که دانش آموزان شرکت‌کننده در برنامه مداخله رایانه‌ای در زمینه توانایی فضایی نه تنها نمرات بالایی در دروس مربوط به دست آورده‌اند، بلکه بعد از گذشت مدت زمان طولانی‌تر عملکرد بهتری نسبت به دانش‌آموزانی داشته‌اند که در مداخله رایانه‌ای قرار نگرفته‌اند. به‌عبارت‌دیگر نرم‌افزارهای شبیه‌ساز آموزشی در افزایش یادگیری و یادسپاری دانشجویان نقش مطلوبی داشته‌اند [29]. Lamb (۲۰۱۶) نیز به مطالعه و مقایسه‌ی تأثیر بازی‌های یادگیری رایانه‌ای شبیه‌سازی شده بر نمونه‌ای به تعداد ۵۵۱ در قالب بازی‌های آموزشی شبیه‌سازی شده‌ی جدی سه بعدی، آزمایشگاه‌های آنلاین دو بعدی و دستورالعمل سنتی مبتنی بر سخنرانی در زمینه یادگیری مطالب علمی دانشجویان پرداخت. نتایج مقایسه سه روش نشان داد بازی‌های شبیه–سازی شده– ی سه بعدی جدی، میزان موفقیت دانشجویان در یادگیری را افزایش می‌دهد، و به درک دانش آموزان از مفاهیم علمی کمک می‌کند [37] . همچنین Zangeneh, &, Saedi (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان تأثیر شبیه سازی آموزشی سه بعدی مفاهیم فضایی درس هندسه بر یادگیری-یادداری دانش آموزان سال سوم متوسطه به این نتایج رسیدند که بهره‌گیری از شبیه‌سازی سه بعدی در یادگیری و یادداری دانش آموزان سال سوم به طور معنی‌داری نسبت به روش سنتی مؤثرتراست [40].

با توجه به پیشینه پژوهش می‌توان گفت استفاده از شبیه سازی ها ی آموزشی امکان تقویت توانایی فضایی را برای درک بسیاری از پدیده‌های علوم مختلف مخصوصا پدیده های علم شیمی فراهم می نماید .

فرضیه دوم: استفاده از شبیه‌سازی آموزشی تعاملی مبتنی بر رایانه در آموزش درس شیمی بر مهارت حل مسئله دانش‌آموزان دختر سال دهم تاثیرگذار است.

با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش می‌توان با ضریب اطمینان ۹۵ درصد گفت شبیه‌سازی در بهبود مهارت حل مسئله دانش آموزان دختر پایه ی دهم مؤثر بوده است. با توجه به اندازه اثر شبیه‌سازی ۸۷ درصد از واریانس متغیر مهارت حل مسئله را پیش‌بینی می‌کرد.

نتایج فرضیه دوم پژوهش با نتایج پژوهش‌های .Liu Pazarargadi,.,& Sadeghi ،[26] Cheng., & Huang Saunders, Spooner., & Ley Davis ،[29] [41]، Lu., & Lin, [42]، Lee و همکاران [43] هم سو بود.

در تبین این فرضیه می‌توان گفت حل مسئله اساس بسیاری از فرایندهای یادگیری دانشمندان است به همین دلیل به عنوان یک هدف اساسی آموزش در نظر گرفته می شود [44]. از طرفی مشارکت و تعامل در جامعه امروز و جهانی‌سازی و دیجیتالی سازی مداوم، افراد را با محیط بطور فزاینده پیچیده‌ای روبرو می‌کند که نیاز به حل مشکلات بیشماری در زندگی شخصی، شغلی و درسی دارد [45]. مشکلات موجود افراد عمدتا شامل مسائل شخصی، امور روزانه، تحصیلی– شغلی-اجتماعی، ارتباط با دوستان-خانواده ،محیط کار و دیگر موقعیت‌هایی است که به تناسب زندگی و ایفای نقش‌های اجتماعی ،فرد ناگزیر از مواجهه با آنها است. حل مسئله فرد را قادر می‌سازد به طور سازنده‌ای با مشکلات زندگی خود مواجه شود. مهارت حل مسئله هم سو با نظر Wang, & Chiew (۲۰۱۰) فرآیندی شناختی است که با بسیاری از فرایندهای شناختی دیگر از جمله تجرید یا انتزاع، تحقیق، یادگیری، تصمیم‌گیری، استنباط، تحلیل و ترکیب در حال تعامل است و با سایر حوزه‌های شناختی انسان در ارتباط است [46]. نتیجه پژوهش Lester, kahk, & Craig, نشان داد، دانش آموزان ارشد هوافضا که با استفاده از شبیه‌سازی آموزش دیده بودند قادر به کار گروهی، هماهنگی، ارتباطات، حل مسئله و مهارت‌های تصمیم‌گیری موثر، برای تبدیل شدن به یک فرد حرفه‌ای موفق در زمینه حمل و نقل هوایی شدند. همچنین، مشارکت آن‌ها به کاهش مدت زمان لازم برای درک کامل نحوه عملکرد یک شرکت هواپیمایی و تأثیر عملکرد و تصمیمات آنها در نهایت در یک شرکت هواپیمایی کمک می‌کند [47]. Lu, Lin & (۲۰۱۷) به بررسی تأثیر راهبردهای حل مسئله مشارکتی بر عملکرد دانش آموزان مبتنی بر شبیه‌سازی آموزشی پرداختند نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد استفاده از شبیه‌سازی فعالیت‌های یک پارچه‌ای را برای گروه آزمایش به همراه داشته است و شبیه‌سازی آموزشی عملکرد حل مسئله مشارکتی دانشجویان گروه آزمایش را به طور معنی‌داری افزایش داده است [42]. در پژوهشی دیگر که توسط Saunders, Spooner, & Ley Davis صورت گرفت، مقایسه دو روش استفاده از انگشتان و استفاده از ویدئوهای شبیه‌سازی شده بر دانش‌آموزان کم توانای ذهنی (متوسط)، در یادگیری حل مسئله ریاضی مورد بررسی قرار گرفت نتایج حاکی از آن بود که دانش آموزان کم توانای ذهنی (متوسط) در یادگیری حل مسئله ریاضی با استفاده از شبیه‌سازی عملکرد بهتری داشتند [41]. در مطالعه‌ی دیگری که بر دانشجویان پرستاری کارشناسی ارشد صورت گرفته است نتایج حاکی از آن است که شبیه‌سازی‌ها بر مهارت‌های اصلی پرستاری ، مهارت حل مسئله و خودکارآمدی تحصیلی دانشجویان تاثیر بسزایی داشته است [45]. پژوهشها نشان می‌دهد شبیه سازی‌ها قادرند سه مؤلفه‌ی اساسی مهارت حل مسئله یعنی شناختی، فراشناختی، و انگیزشی را بهبود بخشند و امکان تعامل، تصمیم‌گیری در انتخاب، تجرید محتوا و قابلیت شبیه‌سازی کردن موضوعات را نزدیک به واقعیت دارند؛ به همین دلیل می‌توانند مهارت حل مسئله را بهبود بخشند با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش می‌توان گفت شبیه‌سازی از جمله فناوری‌هایی است که می‌تواند در پیش برد اهداف مهارت حل مسئله دروس مختلف ازجمله درس شیمی تاثیر گذار باشد.

نتیجه‌گیری

شبیه‌سازی‌های آموزشی تعاملی ظرفیت بالایی در آموزش دارند. از منحصر به فرد بودن شبیه‌سازی‌ها مطابق با پژوهش های ذکر شده می توان به ایجاد و تغییر نگرش، آمادگی فراگیران برای آموختن نقش‌های جدید برای آینده، کمک به فراگیر در فهمیدن نقش و وظیفه خود، تبدیل و تغییر مسائل یا موقعیت‌ها به اجزا و عناصر قابل اداره یا کنترل، نمایش نقش‌های تأثیرگذار بر فراگیران (نقش‌هایی که فراگیر فرصت مواجه با آن‌ها را پیدا نکرده است)، افزایش انگیزه و علاقه، ایجاد فرایندهای تجزیه و تحلیل توسط فراگیران، به تصویر کشیدن فرآیندهای مستلزم گذشت زمان در کوتاهترین مدت و همچنین ارائه‌ی آموزش‌هایی عاری از خطر و هزینه برای تجربه‌هایی که در آزمایشگاه‌ها هزینه بر و خطرناک هستند اشاره کرد. شبیه‌سازی‌ها از پیچیدگی وظایف یادگیری، بیش از آنچه که در دنیای واقعی وجود دارد می‌کاهد، به نحوی که دانش آموزان می‌توانند فرصت تسلط بر مهارت هایی را به دست بیاورند که در دنیای واقعی امکان کسب آنها نیست. با بهره گیری از شبیه سازی‌ها یادگیرنده می‌تواند رفتارهای اصلاح‌گرانه ضروری را با تعداد حواس بیشتری کسب کنند .همچنین محقق شدن یادگیری مکاشفه ای، مبتنی بر علت و معلول و تجرید محتوا به خوبی قابل دستیابی است. پرورش مهارت های حل مسئله با استفاده از فناوری شبیه‌سازی یکی از ویژگی‌های منحصربه فردی است که مطابق این پژوهش

به تایید رسیده است. طبق نظریه‌ی پردازش دوگانه نیز، شبیه‌سازی‌ها هر دو کانال دیداری و شنیداری یادگیرندگان را به کار می‌گیرند و باعث افزایش یادگیری، یادگیرندگان می‌شوند. از این نظریه می‌توان برای بسیاری از فعالیت‌های شناختی از جمله حلّ مسئله، یادگیری مفاهیم، زبان و غیره استفاده کرد. همچنین مدل‌های رایانه‌ای، به دلیل نمایش روش چگونگی حرکت اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها سبب یادگیری معنی‌دار در دانش آموزان می‌شوند. بر اساس مبانی نظری مطرح شده و نتایج حاصل از پژوهش حاضر و پژوهش‌های پیشین، می توان گفت استفاده از فناوری شبیه‌سازی آموزشی تعاملی مبتنی بر رایانه در آموزش درس شیمی بر توانایی فضایی و مهارت حل مسئله دانش آموزان دختر سال دهم موثر می‌باشد. در باره ی محدودیت‌های پژوهش حاضر باید عنوان کرد، معمولا در این گونه پژوهش‌ها، اطلاعات جمع‌آوری شده از یک مقطع زمانی است؛ لذا اطلاعات جمع‌آوری شده باید به صورت سری زمانی باشد تا نتایج بهتری حاصل شود، همچنین پژوهش حاضر به صورت مقطعی انجام شده است، به این دلیل، نتیجه‌گیری درباره علیت را دشوار می‌سازد. در ادامه با توجه به تایید فرضیه های پژوهش پیشنهاد می‌شود: به تاثیر شبیه‌سازی آموزشی تعاملی مبتنی بر رایانه بر موضوعات آموزشی که نیاز به فضای سه بعدی دارند پرداخته شود و با تایید اثر بخشی در آموزش عادی تاثیر شبیه‌سازی آموزشی تعاملی مبتنی بر رایانه در آموزش با نیاز های ویژه نیز بررسی شود. همچنین به تاثیر شبیه‌سازی آموزشی تعاملی مبتنی بر رایانه بر سایر مؤلفه‌های حل مسئله نیز پرداخته شود و تاثیر شبیه‌سازی آموزشی تعاملی مبتنی بر رایانه در پایه‌ها و مقاطع مختلف مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

در پایان لازم است که از معلم و مدرسه منطقه ۲ شهر تهران که پژوهشگر را در اجرای پژوهش همکاری و مساعدت نمودند، تشکر و قدردانی به عمل آید.

تضاد منافع

بین نویسندگان مقاله هیچ‌گونه تعارضی در منافع وجود ندارد.

منابع مالی

مقاله مستخرج از پایان نامه، هیچ حمایت مالی در تمامی مراحل پژوهش صورت نگرفته است و تمامی هزینه‌ها بر عهدۀ نویسندگان مقاله بود.

ملاحظات اخلاقی

ملاحظات اخلاقی شامل جلب رضایت، دادن اطمینان به آزمودنی‌ها مبنی بر محرمانه بودن پاسخ‌هایشان و دادن اختیار برای خروج از پژوهش در هر مرحله از پژوهش، رعایت شد. کد مربوطه ۸۱۳/۱۲۰۶۳۴ می باشد.

منابع

1. Amin Ranjbar, M,The effect of chess play on students' problem solving skill development. M.Sc., Al-Zahra University,. . (2001). . [In Persian]
2. Seif, Ali Akbar. Educational Psychology, Publication of the Age: Tehran. 2013 . [In Persian]
3. ARNIS, Fitri Mustika; SURYA, Edi Syahputra Edy; BARU, Kenangan. Analysis of Trajectory Thinking of Middle School Students to Complete the Problem of Spatial Ability with Realistic Mathematical Education Learning. 2019.
4. Alizadeh, Jamal. The Relationship between ICT Usage and Students' Cognitive Styles and Spatial Visualization, M.Sc., Faculty of Psychology and Educational Sciences, Allameh Tabataba'i University . 2015. [In Persian]
5. Aslan A, Zhu C. Starting teachers' integration of ICT into their teaching practices in the lower secondary schools in Turkey. Educational Sciences: Theory & Practice. 2018;18: 23–45.
6. Bai Y, Mo D, Zhang L, Boswell M, Rozelle S. The impact of integrating ICT with teaching: Evidence from a randomized controlled trial in rural schools in China. Comput. Educ. 2016;96: 1-14
7. Zangeneh H, Saedi N. The effect of three-dimensional simulation of geometry concepts on students learning and retention in third grade of high school. Educ Strategy Med Sci. 2017;9(6): 431-438. [In Persian]
8. DE FREITAS, Sara I. Using games and simulations for supporting learning. *Learning, media and technology*, 2006, 31.4: 343-358.
9. Sadeghzadeh S. The effect of cardiopulmonary resuscitation simulation software on the knowledge and practice of medical interns during medical emergency courses [dissertation]. Tehran: Allameh Tabatabaee University; 2016. [In Persian]
10. Mordi Mokhles H, Aboozari Lotf E, Emadi R, Shojaee K. The role of ICT in creating lifelong learning in chemistry lessons in the third millennium, the 7th Conference on Chemistry Education, Yazd. 2011. [In Persian]
11. Kalani Z, Vaziri SF, Koohpayezadeh J. Comparison of the education effect in simulated environment with educational film on acquiring midwifery students' episiotomy skill. Med Edu De*v*. 2016;11(1): 91-99. [In Persian].
12. Mehtari Arani, Mohammad, Rajabian Deh Jadeh, Maryam, Horticulture, Abolfazl, Sotoudeh Arani, Hossein ,The Impact of Computer-Based Educational Simulation on Students' Subjective Well-Being and Lifelong Learning, Journal of Medical Education Strategies, (2018), Vol. 11, No. 5, December and December. . [In Persian]
13. Malekian F, MalekMohammadi S. Study the role of educational simulation curriculum in nursing students' learning and skills training. The second international conference on management and humanities, Istanbul-Turkey, 2016. [In Persian]
14.Nazary, H. The effect of mental imagery tactics on learning chemistry lesson and its relation with spatial ability, M.Sc., Tarbiat Moallem University. ,2010 [In Persian]
15. McHaney R, Reiter L, Reychav I. Immersive Simulation in Constructivist-Based Classroom E-Learning. International Journal on E-Learning. 2018;17(1): 29-64.
16. Moser S. Zumbach J, Deibl I. The effect of metacognitive training and prompting on learning success in simulation based physics learning. Science Education. 2017;101(6): 944-967.
17. Costin Y, Michael P, Darina M. using simulation to develop entrepreneurial skills and mind-set: An exploratory case study. International Journal of Teaching and Learning in Higher Education. 2018;30(1): 136-145

18. Williams B, Reddy P, Marshall S, Beovich B, McKarney L. Simulation and mental health outcomes: A scoping review. Advances in Simulation. 2017;2(2): 1-8.
19. SARABANDO, Cândida; CRAVINO, José P.; SOARES, Armando A. Contribution of a computer simulation to students' learning of the physics concepts of weight and mass. *Procedia Technology*, 2014, 13: 112-121.
20. ATESOK, Kivanc, et al. Advancing Simulation-Based Orthopaedic Surgical Skills Training: An Analysis of the Challenges to Implementation. *Advances in Orthopedics*, 2019, 2019.
21. D'Angelo CM, Rutstein D, Harris CJ. Learning with STEM Simulations in the Classroom: Findings and Trends from a Meta-analysis. Educ Technol 2016:58-61.
22. KROBTHONG, Thanat. Teaching University Physics by Using Interactive Science Simulations Methods. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2015, 197: 1811-1817.
23. Girija C. How learning techniques initiate simulation of human mind. Educational Research and Review. 2014;9(17): 605-609.
24. Smetana LK, Bell R. Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. International Journal of Science Education. 2012;34(9): 1337-1370 | Published
25. KOH, Caroline, et al. Investigating the effect of 3D simulation based learning on the motivation and performance of engineering students. *Journal of engineering education*, 2010, 99.3: 237-251.
26. LIU, Chen-Chung; CHENG, Yuan-Bang; HUANG, Chia-Wen. The effect of simulation games on the learning of computational problem solving. *Computers & Education*, 2011, 57.3: 1907-1918.
27. KUMAR, David Devraj; SHERWOOD, Robert D. Effect of a problem based simulation on the conceptual understanding of undergraduate science education students. *Journal of Science Education and technology*, 2007, 16.3: 239-246.
28. UDO, Mfon Effiong; ETIUBON, Rebecca Ufonabasi. Computer-based science simulations, guided-discovery and students' performance in chemistry. *Modern Applied Science*, 2011, 5.6: 211.
29. Pazarargadi, M.,& Sadeghi, R. (2010). Simulation in Nursing Education, Journal of Medical Education Strategies, . 2010. (3) 4, 167-161. [In Persian]
30. Lakdashti A, Yousefi R, Khatiri K. The effect of educational simulator software's on learninandremembering in university students and comparing it with traditional teaching Methods. Information and Communication Technology in Educational Sciences. 2011;1(3): 5-21. [In Persian]
31. Dori, Yehudit Judy, and Miri Barak. "Virtual and physical molecular modeling: Fostering model perception and spatial understanding." *Journal of Educational Technology & Society* 4.1 (2001): 61-74.
32. ABE, Takashige, et al. The effect of visual-spatial ability on the learning of robot-assisted surgical skills. *Journal of surgical education*, 2018, 75.2: 458-464.
33. PAES, Daniel; ARANTES, Eduardo; IRIZARRY, Javier. Immersive environment for improving the understanding of architectural 3D models: Comparing user spatial perception between immersive and traditional virtual reality systems. *automation in Construction*, 2017, 84: 292-303.
34. RUIZ, J. J., et al. Immersive displays for building spatial knowledge in multi-UAV operations. In: *2015 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*. IEEE, 2015. p. 1043-1048.
35. BERTRAND, Jeffrey, et al. The effects of presentation method and simulation fidelity on psychomotor education in a bimanual metrology training simulation. In: *2017 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI)*. IEEE, 2017. p. 59-68..
36. ALSHAER, Abdulaziz; REGENBRECHT, Holger; O'HARE, David. Immersion factors affecting perception and behaviour in a virtual reality power wheelchair simulator. *Applied ergonomics*, 2017, 58: 1-12.
37. LAMB, Richard L. Examination of the effects of dimensionality on cognitive processing in science: A computational modeling experiment comparing online laboratory simulations and serious educational games. *Journal of Science Education and Technology*, 2016, 25.1: 1-15.
38. HEGARTY, Mary; WALLER, D. Individual differences in spatial abilities. *The Cambridge handbook of visuospatial thinking*, 2005, 121-169.
39. ALLOWAY, Tracy Packiam; BIBILE, Vanessa; LAU, Gemma. Computerized working memory training: Can it lead to gains in cognitive skills in students?. *Computers in Human Behavior*, 2013, 29.3: 632-638.
40. Zangeneh H, Saedi N. The effect of three-dimensional simulation of geometry concepts on students learning and retention in third grade of high school. Educ Strategy Med Sci. 2017;9(6): 431-438. [In Persian]
41. SAUNDERS, Alicia F.; SPOONER, Fred; LEY DAVIS, Luann. Using video prompting to teach mathematical problem solving of real-world video-simulation problems. *Remedial and Special Education*, 2018, 39.1: 53-64.
42. LU, Hsin-Ke; LIN, Peng-Chun. A Study of the Impact of Collaborative Problem-Solving Strategies on Students' Performance of Simulation-Based Learning--A Case of Network Basic Concepts Course. *International Journal of Information and Education Technology*, 2017, 7.5: 361.
43. LEE, JuHee, et al. Effects of high-fidelity patient simulation led clinical reasoning course: Focused on nursing core competencies, problem solving, and academic self-efficacy. *Japan Journal of Nursing Science*, 2016, 13.1: 20-28.
44. PEÑA-LÓPEZ, Ismael, et al. Pisa 2012 assessment and analytical framework. Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy. 2012.
45. FISCHER, Andreas; GREIFF, Samuel; FUNKE, Joachim. The process of solving complex problems. *Journal of Problem Solving*, 2011, 4.1: 19-42.
46. WANG, Yingxu; CHIEW, Vincent. On the cognitive process of human problem solving. *Cognitive systems research*, 2010, 11.1: 81-92.
47. LESTER, Evan M.; CRAIG, Paul A. High Fidelity Simulation and Aviation Training to Improve Problem Solving Skills and Coordination. In: *18th International Symposium on Aviation Psychology*. 2015. p. 85.