

## تأثیر استفاده از نرم‌افزار شبیه‌ساز آزمایش‌های فیزیک در یادگیری و نحوه عملکرد دانش‌آموزان\*

مقاله پژوهشی

افسون فرهومند<sup>(۱)</sup>

**چکیده** هدف از پژوهش حاضر، بررسی و ارزیابی تأثیر استفاده از شبیه‌سازی آزمایش‌های فیزیک بر یادگیری و نحوه عملکرد دانش‌آموزان است تا به واسطه آن میزان این تاثیرگذاری بر سرعت عمل و نمرات دانش‌آموزان و اثرات آن را بررسی کرد. این تحقیق از حیث هدف کاربردی بوده و روش تحقیق، روش پژوهش‌های علی (آزمایشی) می‌باشد. جامعه آماری تحقیق شامل کلیه دانش‌آموزان سال یازدهم مدرسه عفت استان اردبیل در سال تحصیلی ۹۸-۹۹ به تعداد ۴۵ نفر می‌باشد. پژوهش براساس داده‌های جمع‌آوری شده از مدت زمان عملکرد دانش‌آموزان و نمرات آزمودنی‌ها در ۵ آزمایشی است که شبیه‌سازی شده‌اند. اطلاعات به‌دست آمده از طریق نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای بررسی داده‌ها از تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون بونفرونی استفاده شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد با توجه به نتایج به‌دست آمده از تحلیل واریانس یک طرفه و سطح معنادار آن و انجام آزمون بونفرونی برای تعیین تاثیرپذیری گروه‌ها، استفاده از شبیه‌سازها در هر یک از مؤلفه‌های سرعت عملکرد و نمرات بسیار موثر هستند، پس می‌توان از شبیه‌سازها در جهت یادگیری و آموزش هرچه بهتر دانش‌آموزان، بهره برد.

**واژه‌های کلیدی** فیزیک، سرعت عملکرد، شبیه‌سازی.

## The Effect of Using Physics Experiments Simulation Software on Students' Learning and Performance

Afsoon Farhoomand

**Abstract** The purpose of this study was to investigate and evaluate the effect of using physics experiment simulations on students' learning and performance so that the extent of this effect on students' performance speed and grades can be examined. This research is applied in terms of purpose and the research method is causal (experimental). The statistical population of the study includes all 11th year students of Effat school (N=45) in Ardabil province in the academic year of 2019-2020. The research is based on data collected from students' performance time and their scores on 5 simulated experiments. Data were analyzed using SPSS software. One-way analysis of variance and Bonferroni test were used to analyze the data. Findings show that according to the results of one-way analysis of variance and its significance level and Bonferroni test to determine the effectiveness of groups, the use of simulators in each of the components of performance speed and grades is very effective, so simulators can be used to learn and teach students better.

**Keywords** Physics, Performance Speed, Simulation.

\* تاریخ دریافت مقاله ۱۴۰۰/۰۳/۰۵ و تاریخ پذیرش آن ۱۴۰۰/۰۶/۱۳ می‌باشد.

(۱) نویسنده مسئول: دبیر، وزارت آموزش و پرورش، اردبیل، ایران. Email: af.farhoomand@gmail.com

### مقدمه

یکی از عناصر تعیین‌کننده در هر برنامه آموزشی، انتخاب موثرترین شیوه‌ها، روش‌ها و فنونی است که در موقعیت‌های مختلف یادگیری باید به کار گرفته شود. تدریس بیش از انتقال دانش است. به عبارتی دیگر الگوی پذیرفته شده‌ای است که از سه بُعد اهداف، روش‌ها و ارزشیابی تشکیل شده است. در اینکه یادگیری بخش مهمی از اهداف آموزش و پرورش بوده است شکی نیست و همواره در کنار یادگیری مطلوب، آموزش تاثیرگذار، نقش بسزایی داشته است.

استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی آموزشی برای دانش‌آموزان در تمامی رشته‌ها به منظور یاددهی بهتر مفاهیم می‌تواند بسیار مفید باشد. شبیه‌سازی به دلیل جذابیت، پویایی و انعطاف‌پذیری بالایی که دارد مورد توجه قرار گرفته است. با استفاده از این نرم‌افزارها می‌توان به آموزش آسان مطالب پرداخت. شبیه‌سازی به دلیل قدرت بالایی که در یاددهی دارد، موجب می‌شود که یادگیری دانش‌آموز از سطح فهمیدن بالاتر رفته و به سطح تحلیل مفاهیم برسد. همچنین موجب بهبود توانایی دانش‌آموزان در کلاس درس می‌شود. با استفاده از این نرم‌افزارها، دانش‌آموز می‌تواند مطالب را به آسانی و در زمان کمتری یاد بگیرد. کار با شبیه‌سازها برای دانش‌آموزان لذت‌بخش خواهد بود و آن‌ها می‌توانند به یادگیری مطالب به صورت مکرر تا زمان فهم کامل بپردازند. همچنین لذت‌بخش بودن این محیط، یادگیری را برای دانش‌آموز جذاب می‌کند و آموزش را بهبود می‌بخشد. انجام برخی آزمایش‌ها برای دانش‌آموزان خطرناک است یا برخی آزمایش‌ها را نمی‌توان به تعداد زیادی انجام داد. شبیه‌سازی این امکان را برای ما میسر می‌سازد که به انجام آزمایش‌های خطرناک به صورت مکرر بپردازیم و در صورت وجود

اشتباه در انجام آزمایش، دوباره آن را انجام دهیم. از دیگر ویژگی استفاده از شبیه‌سازی می‌توان به ایجاد انگیزه بین دانش‌آموزان اشاره کرد. دانش‌آموزان با فهم مطالب، برای یادگیری مطالب جدید انگیزه پیدا می‌کنند. به طور کلی شبیه‌سازی یکی از بهترین راه‌ها برای نمایش مدل یا نشان دادن حالت سه‌بعدی اجسامی است که تصور ذهنی آن‌ها برای دانش‌آموزان مشکل است.

در این پژوهش ما تعدادی از آزمایش‌های آزمایشگاه فیزیک یازدهم را شبیه‌سازی کرده‌ایم. در این شبیه‌سازی‌ها نحوه انجام هر آزمایش در دسترس دانش‌آموزان قرار گرفته شده است. شبیه‌سازی دارای ویژگی‌های زیادی در امر یادگیری است. در این مقاله می‌خواهیم به مطالعه‌ی دو فاکتور یادگیری و سرعت عمل بین سه گروه از دانش‌آموزان بپردازیم.

قبلاً پژوهش‌هایی در زمینه‌ی استفاده از شبیه‌سازها و چندرسانه‌ای‌ها در رشته‌های مختلف دانشگاهی مانند مکانیک [1,2]، بیولوژی [3]، شیمی [4]، فیزیک [5]، زمین‌شناسی [6]، زبان انگلیسی [7] و سایر رشته‌ها انجام گرفته شده است. نتایج اکثر این پژوهش‌ها بر لزوم استفاده از چندرسانه‌ای‌ها و شبیه‌سازها تأکید داشت. این پژوهش‌ها نشان دادند که شبیه‌سازها و چندرسانه‌ای‌ها به دلیل جذابیتی که دارند؛ انگیزه افراد را در زمینه استفاده از آن‌ها برای یادگیری بهتر افزایش می‌دهد. کار ما نیز در ادامه همین پژوهش‌ها برای بررسی تأثیر استفاده از شبیه‌سازهای آزمایش فیزیک سال یازدهم در یادگیری دانش‌آموزان و نحوه عملکرد آن‌ها در آزمایشگاه است.

با استفاده از رایانه و تلفن همراه، معلمان در کلاس و آزمایشگاه‌ها قادر خواهند بود به صورت شبیه‌سازی که شامل صوت، تصویر و متن است به یاددهی دانش‌آموزان بپردازند. درگیر ساختن دانش‌آموزان با

داده‌ها پرداخته‌ایم. برای فرضیه پژوهش: دانش‌آموزانی که قبل از حضور در کلاس، از شبیه‌سازی‌های انجام شده استفاده می‌کنند نسبت به دانش‌آموزانی که از این شبیه‌سازی‌ها استفاده نکرده‌اند یادگیری و عملکرد بهتری دارند.

### نتایج و بحث

داده‌های توصیفی مربوط به یادگیری دانش‌آموزان در جدول (۱) آورده شده است. نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد که نمرات یادگیری گروه اول، یعنی گروهی که از شبیه‌سازی‌های انجام شده استفاده کرده‌اند ( $M=18/25$  و  $SD=1/00$ ) از نمرات یادگیری گروه دوم یعنی گروهی که فقط از دستورکار آزمایشگاهی استفاده کرده‌اند ( $M=17/65$  و  $SD=0/60$ ) و گروه سوم یعنی گروهی که بدون مطالعه قبلی ( $M=16/25$  و  $SD=0/50$ ) به انجام آزمایش‌ها پرداخته‌اند، بالاتر است.

جدول (۲) نتایج تحلیل واریانس بر روی نمرات آزمون یادگیری دانش‌آموزان را نشان می‌دهد. مقدار ستون Sig. عدد  $0/03$  است که مقدارش از  $0/05$  کمتر است. این مبین آن است که میانگین گروه‌ها نمی‌تواند برابر باشد. نتایج اجرای تحلیل واریانس بیانگر تاثیر معنی‌دار استفاده از شبیه‌سازی بر یادگیری دانش‌آموزان است. بر اساس نتایج به‌دست آمده دانش‌آموزان در هر دو گروه دیگر که از شبیه‌ساز استفاده نکرده‌اند، نمرات یادگیری پایین‌تری را از خود نشان داده‌اند.

حال که برابری میانگین گروه‌ها رد شده است به بررسی جزئی گروه‌ها می‌پردازیم. در جدول (۳) نتایج اجرای آزمون بون‌فرونی را مشاهده می‌کنیم. همان‌طوری‌که از نتایج این جدول قابل استنباط است، اختلاف معنی‌داری بین نمرات یادگیری گروه اول و گروه سوم وجود دارد چون ( $0/05 < 0/03$ ) است. اما

شبیه‌سازها باعث دانش‌آموزمحوری در کلاس شده و همچنین در وقت دانش‌آموزان و معلمان صرفه‌جویی می‌شود و معلم به‌عنوان راهنما عمل می‌کند.

### روش تحقیق

در این پژوهش تعداد ۵ آزمایش از آزمایش‌های آزمایشگاه فیزیک سال یازدهم با عنوان‌های (۱) آزمایش پر و خالی شدن خازن‌ها (۲) آزمایش مدار و دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی (۳) آزمایش مقاومت ویژه رساناهای فلزی (۴) آزمایش دیود نور گسیل و قانون اهم (۵) آزمایش برهم‌کنش بارهای الکتریکی، را با استفاده از نرم‌افزار Adobe Animate 2019 شبیه‌سازی کرده‌ایم. جامعه آماری ما شامل ۴۵ دانش‌آموز دختر سال یازدهم مدرسه عفت است. در طول ارزیابی‌ها و مراحل انجام پژوهش از معلم یکسان و ابزار آزمایشگاهی یکسانی استفاده شده است. دانش‌آموزان در قالب سه گروه ۱۵ نفره به‌صورت کاملاً تصادفی گروه‌بندی شده‌اند. گروه اول قبل از حضور در آزمایشگاه ملزم به استفاده از شبیه‌سازها بودند. گروه دوم قبل از حضور در آزمایشگاه، فقط دستورکار آزمایش‌ها را مطالعه می‌کنند و شبیه‌سازی‌های انجام شده در اختیار آن‌ها قرار نمی‌گیرد و گروه سوم بدون مطالعه قبلی در آزمایشگاه حاضر می‌شدند. به مدت ۵ جلسه برای هر گروه و هر جلسه حداکثر ۱/۵ ساعت، آزمایش‌ها توسط دانش‌آموزان انجام گرفت. هر سه گروه ۱۵ نفره، به پنج زیرگروه ۳ نفره تقسیم‌بندی شده‌اند و این زیرگروه‌ها در هر جلسه به انجام یکی از این آزمایش‌ها پرداخته‌اند. در هر جلسه نمره هر گروه از ۲۰ و زمان انجام هر آزمایش حداکثر تا ۹۰ دقیقه برای هر زیرگروه ثبت شده است و در ادامه با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون بون‌فرونی [8] به تجزیه و تحلیل

بین گروه اول و گروه دوم به دلیل اینکه تفاوت بین گروه دوم و گروه سوم معنی‌دار است چون  $(0/05 < 0/32)$  است. شده بزرگتر است، اختلاف محسوسی وجود ندارد. ولی

جدول ۱ نمرات آزمودنی‌ها در آزمون یادگیری آزمایش‌ها

مقدار ماکزیمم	مقدار مینیمم	خطای استاندارد	انحراف معیار (SD)	میانگین (M)	تعداد داده‌ها	
۱۹/۵۰	۱۷	۰/۴۴۷۲۱	۱/۰۰۰۰۰	۱۸/۲۵	۵	گروه اول
۱۸/۵۰	۱۷	۰/۲۶۹۲۶	۰/۶۰۲۰۸	۱۷/۶۵	۵	گروه دوم
۱۷	۱۵/۷۵	۰/۲۲۳۶۱	۰/۵۰۰۰۰	۱۶/۲۵	۵	گروه سوم
۱۹/۵۰	۱۵/۷۵	۰/۲۸۴۳۸	۱/۱۰۱۴۱	۱۷/۳۸	۱۵	کل

جدول ۲ تحلیل واریانس یک‌طرفه نمرات آزمون یادگیری دانش‌آموزان

مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	آماره فیشر	Sig.	بین گروه‌ها درون گروه‌ها کل
۱۰/۵۳۳	۲	۵/۲۶۷	۹/۷۹۸	۰/۰۰۳	
۶/۴۵۰	۱۲	۰/۵۳۸			
۱۶/۹۸۳	۱۴				

جدول ۳ نتایج آزمون تعقیبی بون‌فرونی

Sig.	انحراف معیار	اختلاف میانگین	گروه‌ها
۰/۶۶۰	۰/۴۶۳۶۸	۰/۶۰	گروه اول
۰/۰۰۳	۰/۴۶۳۶۸	۲/۰۰	گروه دوم
۰/۶۶۰	۰/۴۶۳۶۸	-۰/۶۰	گروه سوم
۰/۰۳۲	۰/۴۶۳۶۸	۱/۴۰	گروه اول
۰/۰۰۳	۰/۴۶۳۶۸	-۲/۰۰	گروه دوم
۰/۰۳۲	۰/۴۶۳۶۸	-۱/۴۰	گروه سوم

جدول ۴ نمرات آزمودنی‌ها در آزمون سرعت انجام آزمایش‌ها

مقدار ماکزیمم (دقیقه)	مقدار مینیمم (دقیقه)	خطای استاندارد	انحراف معیار	میانگین (دقیقه)	تعداد داده‌ها	
۸۰	۶۰	۳/۳۹۱۱۶	۷/۵۸۲۸۸	۷۲	۵	گروه اول
۹۰	۸۰	۱/۸۷۰۸۳	۴/۱۸۳۳۰	۸۶	۵	گروه دوم
۱۲۰	۱۰۰	۳/۷۴۱۶۶	۸/۳۶۶۶۰	۱۰۷	۵	گروه سوم
۱۲۰	۶۰	۴/۱۸۸۰۴	۱۶/۲۲۰۲۱	۸۸/۳۳	۱۵	کل

جدول ۵ تحلیل واریانس یکطرفه زمان انجام آزمایش‌ها توسط دانش‌آموزان

Sig.	آماره فیشر	میانگین مربعات	درجات آزادی	مجموع مربعات	
۰/۰۰۰	۳۲/۱۰۳	۱۵۵۱/۶۶۷	۲	۳۱۰۳/۳۳۳	بین گروه‌ها
		۴۸/۳۳۳	۱۲	۵۸۰/۰۰۰	درون گروه‌ها
			۱۴	۳۶۸۳/۳۳۳	کل

جدول ۶ نتایج آزمون تعقیبی بون‌فرونی

Sig.	انحراف معیار	اختلاف میانگین	گروه‌ها	
۰/۰۲۴	۴/۳۹۶۹۷	-۱۴/۰۰	گروه دوم	گروه اول
۰/۰۰۰	۴/۳۹۶۹۷	-۳۵/۰۰	گروه سوم	
۰/۰۲۴	۴/۳۹۶۹۷	۱۴/۰۰	گروه اول	گروه دوم
۰/۰۰۱	۴/۳۹۶۹۷	-۲۱/۰۰	گروه سوم	
۰/۰۰۰	۴/۳۹۶۹۷	۳۵/۰۰	گروه اول	گروه سوم
۰/۰۰۱	۴/۳۹۶۹۷	۲۱/۰۰	گروه دوم	

اساس نتایج به‌دست آمده دانش‌آموزان در دو گروه دیگر که از شبیه‌ساز استفاده نکرده‌اند، سرعت عمل پایین‌تری را از خود نشان داده‌اند.

حال که برابری میانگین گروه‌ها رد شده است به بررسی جزئی گروه‌ها می‌پردازیم. در جدول (۶) نتایج اجرای آزمون بون‌فرونی را مشاهده می‌کنیم. همان‌طور که از نتایج این جدول قابل استنباط است، اختلاف معنی‌داری بین زمان انجام آزمایش توسط گروه اول و گروه دوم ( $0/05 < 0/024$ ) و گروه سوم ( $0/05 < 0/000$ ) وجود دارد. همچنین بین گروه دوم و گروه سوم به دلیل اینکه ( $0/05 < 0/001$ ) اختلاف محسوسی وجود دارد. پس می‌توان نتیجه گرفت استفاده از شبیه‌ساز تأثیر بسیار زیادی در سرعت عمل دانش‌آموزان در آزمایشگاه و موقع انجام آزمایش‌ها دارد.

داده‌های توصیفی مربوط به سرعت عمل آزمودنی‌ها در جدول (۴) آورده شده است. نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که زمان انجام آزمایش‌ها توسط گروه اول، یعنی گروهی که از شبیه‌سازی‌های انجام شده استفاده کرده‌اند ( $M=72$  و  $SD=7/58$ ) از زمان انجام آزمایش‌های گروه دوم یعنی گروهی که فقط از دستورکار آزمایشگاهی استفاده کرده‌اند ( $M=86$  و  $SD=4/18$ ) و گروه سوم یعنی گروهی که بدون مطالعه قبلی ( $M=107$  و  $SD=8/36$ ) به انجام آزمایش‌ها پرداخته‌اند، پایین‌تر است و سرعت عمل بهتری داشته‌اند.

جدول (۵) نتایج تحلیل واریانس بر روی زمان انجام آزمایش‌ها توسط دانش‌آموزان را نشان می‌دهد. مقدار ستون Sig. از  $0/05$  کمتر است. این بیانگر آن است که میانگین گروه‌ها نمی‌تواند برابر باشد. نتایج اجرای تحلیل واریانس بیانگر تأثیر معنی‌دار استفاده از شبیه‌سازی در سرعت عمل دانش‌آموزان است. بر

### نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر استفاده از شبیه‌سازها در یادگیری و نحوه عملکرد دانش‌آموزان در آزمایشگاه فیزیک سال یازدهم بود. دانش‌آموزان به سه گروه تقسیم شدند: گروه اول مجاز به استفاده از شبیه‌سازها بودند، گروه دوم مجاز به استفاده از دستورکارهای آماده شده برای آزمایش‌ها بودند و گروه سوم بدون مطالعه قبلی در آزمایشگاه حاضر می‌شدند. نمرات آزمودنی‌ها و سرعت انجام آزمایشات، هر دو میزان تأثیرگذاری بر یادگیری را نشان می‌دهد. در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است. برای بررسی و ارزیابی بیشتر از تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی بون‌فرونی نمرات و زمان انجام آزمایش‌ها استفاده شده است. در تحلیل واریانس یک‌طرفه سطح معنادار ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است که در این بررسی به عدد ۰/۰۳ دست یافتیم که نشانگر تفاوت معناداری است. همچنین در ادامه آزمون تعقیبی بون‌فرونی سطح معنادار مشاهده شده را بر اساس واقعیتهای مقایسه‌های چندگانه انجام داده‌اند، تعدیل نمودیم. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که گروه اول و دوم در مقایسه با گروه سوم اختلاف معنی‌داری در یادگیری آزمایش‌ها دارند و نمرات به

مراتب بالاتری را کسب کرده‌اند. همچنین تجزیه و تحلیل انجام شده روی نحوه عملکرد دانش‌آموزان در آزمایشگاه نشان می‌دهد که گروه اول در مقایسه با گروه دوم و سوم اختلاف محسوسی دارد و سرعت عمل دانش‌آموزان گروه اول بسیار بالا است. در اکثر موارد دانش‌آموزان قبل از حضور در آزمایشگاه فقط موظف به خواندن دستورکارهای مربوطه هستند و از آنجایی که دستورکارها، جذابیت‌های لازم برای دانش‌آموزان را ندارند بدون مطالعه در آزمایشگاه‌ها حضور می‌یابند که نتیجه آن سطح پایین یادگیری و نحوه عملکرد ضعیف دانش‌آموزان است. با توجه به اینکه شبیه‌سازها از جذابیت خوبی برخوردار هستند، دانش‌آموزان به استفاده از آنها علاقه‌مند هستند. همچنین با در نظر داشتن این موضوع که این شبیه‌سازها هم به صورت فایل قابل استفاده در رایانه و هم فایل مورد استفاده در تلفن‌های همراه، در اختیار دانش‌آموزان گذاشته شده است، تمایل به استفاده از آنها بالاتر رفته و دسترسی به آزمایش‌ها و یادگیری هر چه بیشتر مفاهیم ساده‌تر می‌شود. با توجه به پژوهش انجام گرفته نیز استفاده از شبیه‌سازها بازده یادگیری و نحوه عملکرد دانش‌آموزان را بهبود می‌بخشد.

### مراجع

1. Boucheix, J. M., & Lowe, R. K. (2010). An eye tracking comparison of external pointing cues and internal continuous cues in learning with complex animations. *Learning and Instruction*, 20, 123–135.
2. Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1991). Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 83(4), 484–490.
3. De Koning, B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M., & Paas, F. G. W. C. (2007). Attention cueing as a means to enhance learning from an animation. *Applied Cognitive Psychology*, 21(6), 731–746.
4. Falvo, D. A., & Suits, J. P. (2009). Gender and spatial ability and the use of specific labels and diagrammatic arrows in a micro-level chemistry animation. *Journal of Educational Computing Research*, 41(1), 83–102.
5. Kablan, Z., & Erden, M. (2008). Instructional efficiency of integrated and separated text with animated presentations in computer-based science instruction. *Computers & Education*, 51(2), 660–668.

6. Lin, L., & Atkinson, R. K. (2011). Using animations and visual cueing to support learning of scientific concepts and processes. *Computers and Education*, 56(3), 650-658.
7. Zhu, Y. (2012). Principles and Methods in Teaching English with Multimedia. *Advances in Computer Science and Education*, 140, 135-139.
8. Dunnett, C. W. (1964). New tables for multiple comparisons with a control. *Biometrics*, 20 (3), 482-491 (Sep. 1964).

