



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Investigating the Effect of Vector Drawing on Students' Learning, Engagement in Mathematics

SH. Fazli¹, S. R. Emadi^{*2}

¹ Department of Educational Sciences, Faculty of Humanities, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran

² Department of Educational Sciences, Faculty of Humanities, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, I. R. Iran

ABSTRACT

Received: 16 March 2024
Reviewed: 04 May 2024
Revised: 25 June 2024
Accepted: 23 August 2024

KEYWORDS:

Engagement
Illustrator
Software
Learning
Vector Graphics

* Corresponding author

R.emadi@sru.ac.ir

① (+98912) 8469260

Background and Objectives: Mathematics is one of the basic skills that is considered as one of the important and fundamental subjects during education, and a significant number of students face challenges in this subject. The teaching and learning of mathematics is not only limited to transferring concepts and definitions to students, but the math program is responsible for developing and generalizing concepts, creating motivation, fostering creativity, and applying and creating connections between students' learning. However, it can be seen that the traditional methods of teaching mathematics, despite a long history, have not been able to positively affect the process of learning and teaching mathematics of students. Researchers have sought to find a way to solve the problems of the teaching and learning process so that students can better understand the basic foundations of mathematics. With the advancement of technology and the use of computers in various branches of science, the way was paved for the use of technology in education. Among the applications of this technology, which is receiving more attention every day, is the role it can play in the learning process. With the growth and expansion of the use of computer technology in the learning process, the design of graphic learning environments has become increasingly important, and one of these graphic methods is vector graphics. Drawing can be an effective educational medium in education, because it enables the teacher to present information with different media through sound, text, animation and image. In other words, teaching with the multimedia graphic design method provides the right context to complement the teacher's efforts to attract attention, improve understanding and involve the person in learning. The purpose of this research was to determine the effect of vector graphics on the learning and engagement of students in mathematics.

Methods: The research method was an experimental with a pre-test-post-test design with a control group. The statistical population included all fifth-grade female students of the Qahavand district in the academic year of 2020-2021, which was 188. The statistical sample consisted of 30 people (15 subjects in the experimental group and 15 in the control group) who were selected from the female students of the fifth-grade primary school through an available sampling method. The experimental group was trained through Illustrator software during 8 sessions, and the control group received the usual training. The data collected by Reeve's (2013) academic engagement and learning (researcher-made) questionnaires in mathematic. Descriptive statistics indicators such as mean and standard deviation were used to analyze the data, and multivariate covariance analysis was used to check the research hypotheses.

Findings: The results showed that teaching with the help of vector graphics had a greater effect on the level of learning and engagement of students in mathematics lessons compared to teaching in the usual way. Based on the results of vector graphics training, it had a positive and significant effect on students' learning ($F=9.34$, $P<0.01$) and engagement ($F=27.17$, $P<0.01$) of students.

Conclusion: The findings of the present study showed that the use of vector graphics teaching method is effective on the level of learning and academic engagement in mathematics. Considering the importance of multimedia patterns in education and the attractiveness of multimedia methods such as graphics for learners, it is suggested that teachers use vector graphics in teaching mathematics. Also, education can increase the quality of education by empowering teachers to use multimedia technologies, and considering multimedia principles in the design of textbooks, and helping students learn better.



COPYRIGHTS

© 2024 The Author(s). This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)



NUMBER OF REFERENCES

30



NUMBER OF FIGURES

0



NUMBER OF TABLES

4

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر نگاره‌سازی برداری بر یادگیری و درگیرسازی درس ریاضی دانش‌آموزان

شیوا فضلی^۱، سیدرسول عمادی^{۲*}^۱ گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران^۲ گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: ریاضی از جمله مهارت‌های اساسی است که در زمره دروس مهم و بنیادی در دوران تحصیل محسوب می‌شود که تعداد قابل توجهی از دانش‌آموزان در این درس با چالش مواجه هستند. تدریس و یادگیری ریاضیات فقط در انتقال مفاهیم و تعاریف به دانش‌آموزان خلاصه نمی‌شود؛ بلکه برنامه ریاضی، مسئول توسعه و تعمیق مفاهیم، ایجاد انگیزه، پرورش قدرت خلاقیت و به‌کارگیری و ایجاد ارتباط بین آموخته‌های دانش‌آموزان است. با این حال، مشاهده می‌شود که روش‌های سنتی تدریس ریاضیات با وجود سابقه طولانی نتوانسته است بر فرایند یادگیری و آموزش ریاضی دانش‌آموزان به نحو مطلوبی تأثیر بگذارد. با پیشرفت فناوری و استفاده از رایانه در شاخه‌های مختلف علوم، راه برای کاربرد فناوری در آموزش و پرورش هموار شده است. از جمله کاربردهای این فناوری که هر روز مورد توجه بیشتری قرار می‌گیرد، نقشی است که می‌تواند در فرایند یادگیری ایفا نماید. با رشد و گسترش استفاده از فناوری رایانه در فرایند یادگیری، طراحی محیط‌های یادگیری گرافیکی نیز اهمیت فزاینده‌ای یافته و یکی از این روش‌های گرافیکی نگاره‌سازی برداری است. نگاره‌سازی می‌تواند رسانه آموزشی مؤثر در آموزش باشد؛ زیرا معلم را قادر می‌سازد اطلاعات را با رسانه‌های مختلف از طریق صدا، متن، انیمیشن و تصویر عرضه کند. به‌عبارت دیگر، آموزش با روش نگاره‌سازی چندرسانه‌ای، زمینه مناسب را برای تکمیل تلاش‌های معلم به‌منظور جلب توجه، افزایش درک مطلب و درگیرسازی فرد در یادگیری فراهم می‌کند. هدف این پژوهش، تعیین تأثیر نگاره‌سازی برداری بر یادگیری و درگیرسازی دانش‌آموزان در درس ریاضی بود.

روش‌ها: روش پژوهش آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری، شامل کلیه دانش‌آموزان دختر پایه پنجم ابتدایی بخش قهاوند در سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ بوده که تعداد آنان ۱۸۸ نفر بود. نمونه آماری شامل ۳۰ نفر (۱۵ نفر گروه آزمایش و ۱۵ نفر گروه کنترل) بود که از بین دانش‌آموزان دختر پایه پنجم ابتدایی از طریق روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. گروه آزمایش طی ۸ جلسه از طریق نرم‌افزار ایلستریاتور تحت آموزش قرار گرفت و گروه کنترل آموزش معمول را دریافت کرد. روش گردآوری داده‌ها به‌صورت میدانی و با استفاده از پرسش‌نامه‌های درگیری تحصیلی ریو و یادگیری (محقق ساخته) در درس ریاضی بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از شاخص‌های آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد و برای بررسی فرضیه‌های پژوهش، تحلیل کوواریانس چند متغیره مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج، نشان داد تدریس با کمک نگاره‌سازی برداری در مقایسه با تدریس به روش معمول در میزان یادگیری و درگیرسازی دانش‌آموزان در درس ریاضی، تأثیر بیشتری دارد. براساس نتایج آموزش نگاره‌سازی برداری بر یادگیری ($F=۹/۳۴, P<۰/۰۱$) و درگیرسازی ($F=۲۷/۱۷, P<۰/۰۱$) درس ریاضی دانش‌آموزان تأثیر مثبت و معناداری داشت.

نتیجه‌گیری: یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از روش آموزش نگاره‌سازی برداری بر میزان یادگیری و درگیری تحصیلی درس ریاضی مؤثر است. با توجه به اهمیت الگوهای چندرسانه‌ای در آموزش و همچنین جذابیت روش‌های چندرسانه‌ای مانند نگاره‌سازی برای فراگیران، پیشنهاد می‌شود معلمان از نگاره‌سازی برداری در تدریس ریاضی

تاریخ دریافت: ۲۶ اسفند ۱۴۰۲
تاریخ داوری: ۱۵ اردیبهشت ۱۴۰۳
تاریخ اصلاح: ۰۵ تیر ۱۴۰۳
تاریخ پذیرش: ۰۲ شهریور ۱۴۰۳

واژگان کلیدی:

درگیرسازی
نرم‌افزار ایلستریاتور
یادگیری
نگاره‌سازی برداری

* نویسنده مسئول

R.emadi@sru.ac.ir

۰۹۱۲-۸۴۶۹۲۶۰ (۱)

استفاده کنند. همچنین آموزش و پرورش می‌تواند با ایجاد توانمندسازی معلمان در استفاده از فناوری‌های چندرسانه‌ای، و در نظر گرفتن اصول چندرسانه‌ای در طراحی کتاب‌های درسی، کیفیت آموزش را افزایش داده و به یادگیری بهتر دانش‌آموزان کمک کند.

مقدمه

انسان در طول تاریخ همواره با یادگیری سروکار داشته است. یادگیری فعالیتی است که از سوی یادگیرنده انجام می‌گیرد و خود او در شکل‌گیری آن دخالت مستقیم دارد و نقش معلم، صرفاً فراهم آوردن شرایط و امکاناتی است که یادگیری را آسان می‌سازد. در واقع یادگیری، حاصل آموزش و تدریس است، مشروط بر این‌که به‌خوبی طراحی شده باشد [۱]. یکی از مسائل و مشکلات اساسی بیشتر دانش‌آموزان در دوران تحصیل، مسأله یادگیری درس ریاضی و پایین بودن سطح عملکرد آن‌ها در این درس است. ضعف یادگیرندگان در همه سطوح آموزش ریاضی از ابتدایی تا دانشگاه به چالشی برای نظام آموزشی تبدیل شده است. منظور اصلی یادگیری ریاضی توسعه قدرت فهم، درک، استدلال و تفکر منطقی و ایجاد آفرینش‌های فکری است که همان عملکردی است که دانش‌آموز بعد از جلسات آموزش در آزمون‌های معلم ساخته کسب می‌کند [۲]. تحقیقات روانشناسی یادگیری در زمینه ریاضیات نشان می‌دهد که آموزش مفاهیم مجرد باعث درونی شدن این مفاهیم در ذهن کودکان نمی‌شود و یادگیری کودکان در پیش از دبستان و دبستان بیشتر در فعالیتهای عملی صورت می‌گیرد [۳]. یادگیری، زمانی موفق است که یادگیرندگان به‌طور فعال در یادگیری مشارکت داشته باشند. از طرفی تدریس مؤثر ریاضی نیازمند آن است که بدانیم دانش‌آموز چه می‌داند و چه نوع آموزشی برایش جذابیت بیشتری دارد تا بتوانیم آنها را در یادگیری بهتر آن مطلب یاری کنیم [۴].

به‌طور خاص مشکلات دانش‌آموزان در یادگیری ریاضی یا مربوط به خود درس ریاضی است که ناشی از محتوا و انتزاعی بودن این دانش است و یا مربوط به عوامل مرتبط با شیوه آموزش و تدریس است [۵]. یکی از چالش‌های مهم معلمان در آموزش و به‌ویژه تدریس درس ریاضی، درگیرساختن فراگیران در فرایند یادگیری است. درگیر ساختن یادگیرندگان در طول فعالیتهای یادگیری اهمیت بالایی دارد و از آن به‌عنوان یک شاخص برای ارزشیابی میزان عملکرد مثبت یادگیرندگان یاد می‌شود. درگیرسازی یادگیرندگان به‌عنوان سازه چند مؤلفه‌ای تلقی می‌شود که از طریق جنبه‌های رفتاری (توجه در هنگام انجام وظیفه، پشتکار، عدم مشکلات اجرایی)، هیجانی (وجود علاقه و شور و شوق، فقدان خشم، اضطراب و خستگی) و نهایتاً شناختی (استفاده از راهبردهای یادگیری استراتژیک و پیچیده، خودتنظیمی فعال) مشخص می‌شود [۶]. در محیط‌های یادگیری که تأکید بر درگیرسازی در موضوع درسی و تعامل با معلمان وجود دارد، یادگیرندگان از رشد ذهنی بیشتر و درک بهتری نسبت به موضوع برخوردار هستند که این احتمال یادگیری را افزایش می‌دهد. درگیر شدن با محتوا و موضوع یادگیری موجب می‌شود تا یادگیرندگان برای رسیدن به تعادل شناختی از دانش

و تجارب گذشته خود نیز استفاده کنند که این باعث فعال‌سازی دانش و تجارب پیشین آن‌ها می‌شود. درگیرسازی شناختی موجب می‌شود تا یادگیرندگان طی بحث‌های گروهی خود به‌صورت هدفمندتری با یکدیگر تعامل داشته باشند و به یادگیری مشارکتی بپردازند. محیط‌های یادگیری که تأکید بر تعاملات نزدیک بین مدرسان و یادگیرندگان دارند مهارت‌های تفکر انتقادی و تحلیلی یادگیرندگان را بهبود می‌بخشند [۷]. در حوزه آموزش در سال‌های اخیر، استفاده از برنامه‌های آموزشی رایانه‌ای در قالبی مرسوم به چندرسانه‌ای‌ها مورد توجه جدی قرار گرفته است. آموزش با کمک رایانه، با قابلیت چندرسانه‌ای که از چندرسانه همزمان استفاده می‌شود، چندین حس همزمان را در فرایند تجربه‌ای چند حسی به کار می‌گیرند؛ لذا با این شیوه آموزش می‌توان برای افراد متفاوت، با ویژگی‌های مختلف محیط مناسب یادگیری را ایجاد کرد [۸]. محیط چندرسانه‌ای اگر به خوبی طراحی شده باشد می‌تواند از طریق رمزگذاری دوگانه فرایند بازخوانی را تسهیل و تقویت کند، در فراخوانی دانش به موقع عمل کند و در سرعت عمل و دادن راه حل مناسب، با استفاده از دانش موجود کمک کند [۹]. در مجموع استفاده از نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای می‌تواند به شیوه‌های مختلف باعث تسهیل فرایند یادگیری و آموزش و نیز غنی‌تر شدن محیط‌های یادگیری شود [۱۰].

یکی از روش‌های آموزش چندرسانه‌ای، نگاره‌سازی برداری (Vector Graphics) است که مبتنی بر تولید و ذخیره فایل‌های تصویری کامپیوتری است که در آن تصویر در قالب مجموعه‌ای از مشخصات هندسی نقاط، خط‌ها، منحنی‌ها و چندضلعی‌ها ذخیره می‌شود. واژه «بردار» در این کاربرد معنایی وسیع‌تر از یک خط راست دارد. تصاویر تعریف شده به کمک گرافیک برداری، از خطوط و منحنی‌هایی به نام بردار تشکیل شده‌اند که به صورت ریاضی تعریف می‌شوند. اجزای این تصاویر را می‌توان بدون از دست دادن کیفیت و مشکلات دگرنامی (Aliasing) به‌راحتی جابه‌جا کرد و تغییر اندازه داد. این تصاویر مستقل از میزان وضوح (Resolution) هستند و می‌توان آن‌ها را بزرگ و کوچک کرد و بدون از دست دادن جزئیات و وضوح چاپ کرد [۱۱]. از شناخته شده‌ترین فرمت‌های ذخیره فایل‌های گرافیک برداری، فرمت SVG (Scalable Vector Graphics) است. گرافیک برداری در مقابل گرافیک شطرنجی (Raster Graphics) قرار می‌گیرد که در آن تصویر به‌صورت مجموعه‌ای از پیکسل‌ها ذخیره می‌شود و رنگ هر پیکسل به‌طور جداگانه ذخیره می‌شود. اکثر فرمت‌های رایج فایل‌های تصویری (از قبیل GIF، PNG، JPG) بر مبنای گرافیک شطرنجی هستند [۱۲]. از مزایای دیگر گرافیک‌های برداری حجم فایل ذخیره‌سازی است. به‌عنوان مثال برای ذخیره‌سازی یک خط به‌طور یکتا به مختصات نقطه ابتدایی و انتهایی آن نیاز داریم. همچنین رنگ خط و میزان قطر خط نیز از مواردی است که می‌توان ذخیره کرد. در حالی که در گرافیک شطرنجی

تعامل، فراگیران را تشویق می‌کند تا نقش فعالی در فرایند یادگیری بر عهده گیرند. نتایج پژوهش‌های مختلف [۱۸ و ۱۷] نشان داده است که وقتی از محتوای چندرسانه‌ای استفاده می‌شود، فراگیران بیشتر به برنامه‌ها توجه می‌کنند و یادگیری آن‌ها افزایش می‌یابد. در واقع صدا، ویدیو و تصاویر متحرک اطلاعات را بهتر از متن تنها به فراگیر منتقل می‌کند و در نتیجه درگیری در فراگیری مطالب افزایش می‌یابد. بدین صورت که عامل تعامل بر یادگیری مطالب آموخته شده فراگیر تأثیر دارد [۱۹].

ارتباط طرح، رنگ و اشکال هندسی با موضوع بحث مورد نظر، یعنی درس ریاضی دوره ابتدایی قابل توجه است. در کتاب‌های درسی ریاضی استفاده از عناصر و المان‌های هندسی و غیرهندسی و نیز شکل‌ها و تصاویر که در فهماندن موضوع کمک می‌کند، زیاد دیده می‌شود. در کتاب ریاضی شکل‌های ریزپرداز، جهت نمایش اعداد و انجام عملیات ریاضی تکرار شده که خود نشان‌دهنده نوعی آموزش است و به کارگیری رنگ‌های اصلی در مباحث ریاضی اهمیت زیادی دارد؛ زیرا استفاده از رنگ‌های تیره و یا خاکستری، جذابیت موضوع در این تصاویر را کاهش داده و نظر دانش‌آموز را نمی‌تواند به خود جلب کند، در نتیجه بر کیفیت آموزش تأثیر مثبتی ندارد [۲۰ و ۲]. بنابراین، با توجه به گروه مخاطب که دانش‌آموزان دوره ابتدایی هستند و اهمیت شکل و قالب طرح‌های درس ریاضی، مشخص است که اشکال هندسی نیز با رنگ‌ها، ارتباط زیادی دارند. به‌عنوان مثال در نگاره‌های مثلث، مربع و دایره رنگ‌های زرد، قرمز و آبی می‌تواند جذابیت و گیرایی زیادی برای دانش‌آموزان ایجاد کند که در تدریس چندرسانه‌ای نگاره‌سازی برداری این طرح‌ها و شکل‌های ریاضی با کیفیت بالا در کنار محتوا می‌توانند بر درگیر ساختن دانش‌آموزان در محتوای ریاضی نقش داشته باشند [۲۱].

براساس نتایج پژوهش‌های اخیر می‌توان تأکید کرد که روش‌های آموزشی سنتی، جوابگوی نیازهای فراگیران نیست و با توجه به نقش و اهمیتی که کار معلم روی یادگیری دانش‌آموزان و پرورش آن‌ها دارد باید بتوانند از رسانه‌های موجود استفاده کنند [۲۲]. به دلیل اهمیت این موضوع، از وظایف مهم معلم این است که انواع وسایل و رسانه‌های آموزشی را بشناسند، نحوه کاربرد آن‌ها را بدانند و از میزان تأثیر آن‌ها در کیفیت یادگیری آگاه باشد. استفاده از نگاره‌سازی برداری برای بهبود کیفیت آموزشی امروزه گسترش زیادی داشته است؛ اما کمتر مورد بررسی علمی قرار گرفته که نیاز به بررسی بیشتری در این زمینه وجود دارد [۲۳]. بری و تانجی [۲۴] در مطالعه‌ای بر روی یادگیری ریاضی از طریق استفاده از فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، نشان دادند که این ابزار یادگیری مشارکتی را فراهم کرده و به دانش‌آموزان در یادگیری ریاضی کمک می‌کنند. نتایج مطالعه شیهان و اوتال [۲۵] نشان داد که در آزمون دستاورد ریاضی، عملکرد دانش‌آموزانی که از طریق نرم‌افزار آموزشی چندرسانه‌ای آموزش دیدند، به میزان قابل‌توجهی بهتر از افرادی بود که به شیوه سنتی آموزش دیدند. حسین‌زاده و همکاران [۲۶] در بررسی تأثیر طراحی چندرسانه‌ای آموزشی نشان دادند که

برای ذخیره‌سازی یک خط نیاز به ذخیره‌سازی اطلاعات تعداد زیادی پیکسل داریم. به‌طور خلاصه، گرافیک برداری وابسته به میزان وضوح نیست و کیفیت در جابه‌جایی‌ها کاهش نمی‌یابد [۱۳]. در گرافیک شطرنجی علاوه بر مشکل حجم بالای تصاویر، ایراد دیگر نیز این است که باید از قیل مقیاس یا شکل مورد نظر به‌طور کامل مشخص شود. در صورتی که در حین انجام کار و آموزش مجبور به تغییر اندازه تصویر شوید منطبق نمودن آن بسیار دشوار شده و این کار معلم را در حین آموزش موضوعاتی مانند شکل‌های ریاضی با مشکل روبرو می‌کند. اما در گرافیک برداری، مکان مقیاس‌بندی تصویربرداری با اندازه‌های گوناگون و کیفیت‌های مختلف وجود دارد و حجم فایل‌های برداری نسبت به پیکسلی بسیار کمتر است که در آموزش با ابزارهای الکترونیکی این مزیت بسیار مهم است. در این تصاویر خطوط ریاضی در اولویت قرار می‌گیرند و به همین دلیل برای طرح‌های ریاضی و هندسی نسبت به سایر فرمت‌ها در آموزش ریاضی می‌توانند کاربردی‌تر باشند. از آنجاکه در این تصاویر از اشکال هندسی و اجزای ریاضی استفاده می‌شود، به‌وسیله منحنی‌های متقارن و زیبا می‌توان یک طراحی منحصربه‌فرد را ارائه کرد که در کیفیت آموزش ریاضی می‌تواند مؤثر باشد [۵].

نگاره‌سازی می‌تواند رسانه آموزشی مؤثر در دریافت اطلاعات باشد؛ چون معلم را قادر می‌سازد اطلاعات را با رسانه‌های مختلف از طریق صدا، متن، انیمیشن، ویدیو و تصویر عرضه کند. ترکیبی از این رسانه‌های مختلف، محیط هیجان‌انگیزی برای یادگیری و حفظ اطلاعات دریافت شده آماده می‌کند. به عبارت دیگر، چندرسانه‌ای، زمینه مناسب را برای تکمیل تلاش‌های معلم به‌منظور جلب توجه، بهبود درک مطلب و افزایش یادگیری فرد فراهم می‌کند [۱۴]. وجود تصاویر یکی از رمزهای جذابیت چندرسانه‌ای هاست. یک محصول چندرسانه‌ای تا حد زیادی به تصاویر گرافیکی آن بستگی دارد. نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای به‌راحتی می‌توانند اطلاعات خود را در قالب اشکال گرافیکی مانند: عکس، نقاشی و طراحی‌ها ارائه کنند. امروزه عرضه برنامه‌های کاربردی قدرتمند برای طراحی و ارائه گرافیک‌های رایانه‌ای یا سه بعدی نظیر فتوشاپ (Photoshop) تأثیر بسیاری بر کیفیت طراحی تصاویر در فرآورده‌های چندرسانه‌ای داشته است. تصاویر ثابت را می‌توان از طریق پویس‌گرها با دوربین دیجیتال وارد برنامه چندرسانه‌ای کرد و یا از طریق برنامه‌های گرافیکی به طراحی آن‌ها پرداخت [۱۵].

در زمینه تأثیر استفاده از فناوری در آموزش می‌توان به این نکته اشاره کرد که اطلاعات با فناوری چندرسانه‌ای به شکل مؤثرتری مبادله می‌شوند و برنامه‌های درسی آموزشی، تکامل پیدا می‌کنند تا عناصر پایه چندرسانه‌ای و خصیصه‌های تعاملی را تلفیق کنند و به این ترتیب، محیط تدریس و یادگیری بهتری برای دانش‌آموزان و معلمان فراهم سازند. با تلفیق فن‌آوری چندرسانه‌ای با آموزش بهتر می‌توان یک کار قدرتمند را تولید کرد که بتواند نیازهای قرن بیست و یکم و جامعه مبتنی بر فناوری اطلاعات را برآورده سازد [۱۶]. ماهیت تعاملی چندرسانه‌ای آموزش را برای کودکان و نوجوانان جذاب کرده است؛ زیرا

رعایت مسائل اخلاقی گروه کنترل نیز بعد از اتمام کار تحت آموزش نگاره‌سازی برداری قرار گرفت. ملاحظات اخلاقی از جمله اصل رازداری و اصل مشارکت آزادانه در پژوهش رعایت شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از شاخص‌های آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد و نیز برای بررسی فرضیه‌های پژوهش از تحلیل کوواریانس چند متغیره (Multivariate Analysis of Covariance) استفاده شد. ابزارهای اصلی جهت گردآوری داده‌ها شامل پرسش‌نامه‌های درگیرسازی تحصیلی بود و برای بررسی میزان یادگیری ریاضی نیز از آزمون محقق ساخته استفاده شد.

پرسش‌نامه استاندارد درگیری تحصیلی ریو (۲۰۱۳)

پرسش‌نامه درگیری تحصیلی توسط ریو [۲۹] برای سنجش درگیری تحصیلی طراحی و تدوین شده است. این پرسش‌نامه دارای ۱۷ سوال و ۴ مؤلفه درگیری رفتاری، درگیری عاملی، درگیری شناختی و درگیری عاطفی است و براساس طیف هفت گزینه‌ای لیکرت با سؤالاتی مانند (در هنگام مطالعه سعی می‌کنم نظرات مختلف را کنار هم قرار دهم و یک معنی به دست آورم) به سنجش درگیری تحصیلی می‌پردازد. هر سؤال دارای ۷ امتیاز است که بسیار موافقم امتیاز ۷ و بسیار مخالفم امتیاز ۱ را دارد. پرسش‌نامه دارای نمره منفی نیست. با جمع کردن نمره هریک از سؤالات نمره هر بعد به دست می‌آید و مجموع نمره همه گویه‌ها نمره کل درگیری تحصیلی است. دامنه نمرات این ابزار بین ۱۷ تا ۱۱۹ است. در پژوهش رضانی و خامسان [۳۰] روایی محتوایی (۰/۸۸) و ملاکی (۰/۷۴) این پرسش‌نامه مناسب ارزیابی شده است. ضریب آلفای کرونباخ محاسبه شده در پژوهش رضانی و خامسان [۳۰] برای این پرسش‌نامه بالای ۰/۷ برآورد شد. پایایی پرسش‌نامه درگیری تحصیلی نیز در پژوهش حاضر توسط پژوهشگر با ضریب آلفای کرونباخ ۰/۷۸ به دست آمد که نشان‌دهنده پایایی قابل قبول این پرسش‌نامه بود.

آزمون محقق ساخته عملکرد ریاضی

جهت اندازه‌گیری عملکرد ریاضی کودکان مورد بررسی از آزمون محقق ساخته استفاده شد. این آزمون پس از تهیه جدول مشخصات درس ریاضی (پایه پنجم ابتدایی) از سوی پژوهشگر و با کمک معلم ریاضی ساخته شد. براساس کتاب ریاضی پایه پنجم ۲۰ سؤال با توجه به جدول عنوان و محتوای درس تهیه شد که جمع پاسخ‌های صحیح به همه سؤالات و حداکثر نمره این آزمون ۲۰ بود. سؤالات به شکلی چندگزینه‌ای طراحی شد. روایی محتوایی با استفاده از نظر اساتید علوم تربیتی و معلمان ریاضی (۴ استاد علوم تربیتی و ۳ معلم ریاضی) بررسی و همبستگی بین نظرات متخصصان ۰/۹۱ به دست آمد. پایایی آزمون نیز با روش کودر ریچاردسون مورد بررسی قرار گرفت که برای آزمون عملکرد ریاضی ساخته شده ۰/۷۴ به دست آمد. نمره‌گذاری این آزمون بدین صورت بود که جمع نمره پاسخ‌های درست به‌عنوان معیار یادگیری ریاضی دانش‌آموز محسوب شد.

طراحی چندرسانه‌ای بر یادگیری و انگیزه پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان مؤثر است و می‌توان از آن به عنوان ابزاری در یادگیری استفاده کرد. یافته‌های مطالعه محمودی و برزگر [۲۷] نشان داد به کارگیری الگوی طراحی دیک و کاری در طراحی آموزشی درس علوم تجربی در مقایسه با شیوه سنتی باعث افزایش یادگیری و یادداری فراگیران می‌شود. شواهد زیادی وجود دارد که منابع چندرسانه‌ای که خوب طراحی شده‌اند می‌توانند نتایج یادگیری را افزایش دهند [۲۸]. طبق نظر اسدی و جمالی [۳] مدل ترکیبی محتوا و چند رسانه‌ای باعث کارایی بیشتر آموزش و افزایش کیفیت یادگیری دانش‌آموزان می‌شود و بدین ترتیب، استفاده از رسانه‌های آموزشی در فرایند تدریس می‌تواند کارایی آموزش را بهبود دهد و یادگیری را نیز جذاب کند.

با توجه به اهمیت بهره‌گیری از رسانه‌های آموزشی در فرایند یادگیری لازم است تا از طریق انجام پژوهش‌های متعدد ابعاد مختلف بهره‌گیری معلمان از انواع رسانه‌های آموزشی مورد بررسی قرار گیرد تا از این طریق تصویری روشن از میزان شناخت و کاربرد رسانه‌های آموزشی توسط معلمان در فرایند یاددهی یادگیری و به‌طور ویژه در مراحل مختلف تدریس و نیز موانع پیش روی معلمان در بهره‌گیری از رسانه‌ها مورد شناسایی قرار گیرد. در بررسی پیشینه بر اهمیت درگیرسازی دانش‌آموزان در درس ریاضی تأکید شده است و کمبود پژوهش در زمینه تأثیر نگاره‌سازی بر یادگیری درس ریاضی کاملاً مشهود است؛ لذا هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر نگاره‌سازی برداری بر یادگیری و درگیرسازی دانش‌آموزان در درس ریاضی است و در این راستا فرضیه زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد:

- نگاره‌سازی برداری بر یادگیری و درگیرسازی دانش‌آموزان در درس ریاضی اثر معناداری دارد.

روش تحقیق

این تحقیق، از نظر هدف کاربردی و از نظر روش اجرا شبه آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری تحقیق شامل کلیه دانش‌آموزان دختر پایه پنجم ابتدایی شهر قهاوند در سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ بوده که تعداد آنان ۱۸۸ نفر بود. نمونه آماری شامل ۳۰ نفر (۱۵ نفر گروه آزمایش و ۱۵ نفر گروه کنترل) از دانش‌آموزان دختر پایه پنجم ابتدایی شهر قهاوند بوده که از طریق روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند.

این طرح شامل دو گروه بود (یک گروه آزمایش و یک گروه کنترل) که گروه آزمایش تحت آموزش به روش نگاره‌سازی برداری قرار گرفتند و گروه کنترل آموزش‌های عادی خود را دریافت نمودند. قبل از اجرای طرح از هر دو گروه آزمون‌های درگیرسازی و یادگیری درس ریاضی به عمل آمد. گروه آزمایش طی ۸ جلسه تحت آموزش به روش نگاره‌سازی برداری از طریق نرم‌افزار تصویرسازی با رایانه (Illustrator) قرار گرفتند و گروه کنترل آموزش‌های معمول را دریافت کردند. در پایان آزمون‌های درگیرسازی و یادگیری درس ریاضی از دانش‌آموزان به‌عمل آمد. جهت

روش اجرا

است ولی در گروه کنترل تفاوت زیادی مشاهده نمی‌شود. برای بررسی اثربخشی نگاره‌سازی برداری بر یادگیری و درگیرسازی تحصیلی در درس ریاضی از تحلیل کوواریانس چند متغیره استفاده شد. ابتدا پیش‌فرض‌های آن مورد آزمون قرار گرفت که نتایج این پیش‌فرض‌ها در ادامه ارائه شده است. نرمال بودن توزیع نمرات با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) بررسی شد. نتایج آزمون کلموگروف در مورد متغیرها نشان داد که دارای توزیع نرمال هستند ($P > 0.05$). بررسی خطی بودن رابطه بین متغیرهای یادگیری و درگیرسازی با استفاده از نمودار پراکندگی در دو گروه مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نمودارها نشان داد رابطه بین متغیرها خطی است. فرض همگنی شیب‌های رگرسیون توسط مقایسه شیب‌های خط رگرسیون در دو گروه و محاسبه مقدار F و سطح معنی‌داری آن بررسی شد.

برنامه آموزش شامل ۴ هفته، هفته‌ای دو جلسه به مدت ۴۵ دقیقه برگزار شد و تصاویر با استفاده از نرم افزار ایلوستریتور و در قالب پاورپوینت تدریس شد و شرح جلسات آموزشی به صورت جدول شماره ۱ می‌باشد. داده‌های حاصل از پرسش‌نامه‌ها در این بخش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نمونه حاضر شامل ۳۰ نفر از دانش‌آموزان دختر پایه پنجم ابتدایی بود. میانگین و انحراف معیار سنی در گروه آزمایش $11/14 \pm 0/14$ و در گروه کنترل برابر $11/18 \pm 0/14$ بود. ابتدا توصیف نمرات یادگیری و درگیرسازی در درس ریاضی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه کنترل و آزمایش آمده است. اطلاعات جدول ۲ میانگین نمرات یادگیری و درگیرسازی را در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه کنترل و آزمایش به تفکیک نشان می‌دهد. نتایج، نشان می‌دهد که نمرات پس‌آزمون متغیرها در گروه آزمایش نسبت به پیش‌آزمون افزایش یافته

جدول ۱: خلاصه جلسات آموزش از طریق نگاره‌سازی برداری با نرم‌افزار ایلستریتور

Table 1: Summary of vector graphic training sessions through Illustrator software

جلسات	محتوای جلسه
Session	The content of the session
اول First session	آشنایی با دانش‌آموزان از طریق نرم‌افزار شاد و ارائه توضیحاتی در زمینه کار پژوهش، اجرای پیش‌آزمون، ارائه مبحث تعداد به طور کامل و زاویه و نیمساز از طریق پاورپوینت و عکس‌ها که از نرم‌افزار Illustrator استفاده شد. Acquaintance with the students through Shad software and providing explanations in the field of research work, pre-examination and presenting the topic of angles and bisectors through PowerPoint and photos using Illustrator software.
دوم Second session	یادآوری مباحث اعداد اعشاری که شامل معرفی اعداد اعشاری و نمایش اعداد روی محور و مقایسه اعداد اعشاری بود. Remembering the topics of decimal numbers which included introducing decimal numbers and displaying numbers on the axis and comparing decimal numbers.
سوم Third session	آموزش جمع و تفریق اعداد اعشاری Teaching addition and subtraction of decimal numbers
چهارم Fourth session	معرفی صدم و هزارم در اعداد اعشاری و نمایش صدم و هزارم روی محور اعداد Introducing hundredths and thousandths in decimal numbers and displaying hundredths and thousandths on the number axis
پنجم Fifth session	جمع اعداد اعشاری و استفاده از جدول ارزش مکانی برای جمع اعداد Adding decimal numbers and using the place value table to add numbers
ششم Sixth session	تفریق اعداد اعشاری و استفاده از جدول ارزش مکانی Subtracting decimal numbers and using the place value table
هفتم Seventh session	بررسی نیمساز و زاویه که در حد آشنایی اولیه دانش‌آموزان با زاویه و نیمساز و آشنایی با انواع زاویه‌ها انجام شد. The definition of bisector and angle was done to the extent of students' preliminary knowledge of angles and bisectors and familiarization with different types of angles.
هشتم Eighth session	جمع‌بندی و اجرای پس‌آزمون Summary and implementation of the post-test

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار یادگیری و درگیری تحصیلی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

Table 2: Descriptive information of each group's learning and academic engagement in the pre-test and post-test

متغیرها	گروه‌ها	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
variables	group	pre-test	post-test
		میانگین	میانگین
		mean	mean
		تعداد	تعداد
		number	number
		انحراف معیار	انحراف معیار
		standard deviation	standard deviation
یادگیری	آزمایش	12.93	16.53
learning	experiment	12.93	16.53
	کنترل	13.67	14.13
	control	13.67	14.13
درگیرسازی	آزمایش	101.60	117.07
engagement	experiment	101.60	117.07
	کنترل	102.33	102.93
	control	102.33	102.93
		تعداد	تعداد
		number	number
		انحراف معیار	انحراف معیار
		standard deviation	standard deviation
		2.78	2.61
		1.79	1.55
		7.24	7.31
		7.42	7.53

آموزش نگاره‌سازی برداری بر افزایش یادگیری درس ریاضی دانش‌آموزان تأثیر دارد و با توجه به مجذور اتا میزان این تأثیر ۲۵ درصد است. در مورد درگیرسازی تحصیلی، مقدار F به‌دست آمده $۲۷/۱۷$ است و سطح معنی‌داری پایین‌تر از $۰/۰۱$ است که نشان می‌دهد تفاوت میانگین نمرات درگیرسازی تحصیلی بین گروه کنترل و آزمایش معنی‌دار است و می‌توان گفت که آموزش نگاره‌سازی برداری بر افزایش درگیرسازی درس ریاضی تأثیر دارد و با توجه به مجذور اتا میزان این تأثیر ۴۹ درصد است.

نتایج و بحث

در این پژوهش، میزان تأثیر نگاره‌سازی برداری بر میزان یادگیری و درگیرسازی در درس ریاضی دانش‌آموزان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج، نشان داد اثر نگاره‌سازی برداری بر میزان یادگیری درس ریاضی دانش‌آموزان معنادار بود. میزان یادگیری دانش‌آموزان تحت آموزش به روش نگاره‌سازی برداری، بیشتر از دانش‌آموزان تحت آموزش به روش تدریس متداول بوده است. این یافته با نتایج [۳، ۴، ۸، ۱۱ و ۱۴] همخوانی دارد. این پژوهش‌ها نشان دادند، طراحی چندرسانه‌ای آموزشی مبتنی بر اصول نظریه بارشناختی بر یادگیری، دانش‌آموزان مؤثر است. تدریس ریاضی با استفاده از نرم‌افزار آموزشی تأثیر بیشتری بر موفقیت تحصیلی دانش‌آموزان در مقایسه با روش‌های سنتی دارد. دانش‌آموزان ترجیح می‌دهند با صفحات کامپیوتر کار کنند. به‌علاوه، ارائه بازخوردهای مربوط به یادگیری دانش‌آموزان از طریق صفحات کامپیوتر، یکی از موارد مناسب است؛ زیرا ابزار ایجاد محتوا، به ویژه در زمینه نوشتن و پالایش محتوا کاملاً در دسترس است.

با توجه به این که مقدار F به‌دست آمده تعامل گروه و پیش‌آزمون برای یادگیری ($F=۱/۰۷$ ، $P=۰/۲۳۴$) و درگیرسازی تحصیلی ($P=۰/۴۲۳$)، $F=۰/۱۶۸$ و سطح معناداری بالاتر از $۰/۰۵$ به‌دست آمد؛ بنابراین شیب خطوط رگرسیون این نمرات، بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشته و فرض همگنی شیب‌های رگرسیون تأیید می‌شود. آزمون لون نیز برای تعیین همگنی واریانس‌ها اجرا شد که تفاوت معنی‌داری در واریانس نمرات یادگیری ($F=۳/۷۷$ ، $P=۰/۰۶۲$) و درگیرسازی تحصیلی ($P=۰/۹۳۵$)، $F=۰/۰۸$ مشاهده نشد و سطح معنی‌داری مقدار F بالاتر از $۰/۰۵$ بود ($P>۰/۰۵$). پیش فرض ماتریس کوواریانس نیز با آماره باکس بررسی شد که مقدار آماره ام‌باکس در تحلیل برابر با $۱۲/۶۲$ به‌دست آمد که سطح معنی‌داری بالاتر از $۰/۰۱$ بود ($F=۱/۰۶$ ، $P=۰/۳۹۱$) بنابراین فرض همگنی ماتریس کوواریانس پذیرفته می‌شود.

با توجه به تأیید مفروضه‌های تحلیل کوواریانس چند متغیره، برای بررسی اثربخشی نگاره‌سازی برداری بر یادگیری و درگیرسازی تحصیلی ابتدا مقدار لامبدای ویلکز مورد توجه قرار گرفت. با توجه به اطلاعات جدول ۳ مشاهده می‌شود که مقدار F به‌دست آمده در آماره لامبدای ویلکز $۱۰/۴۱$ است که سطح معنی‌داری کمتر از $۰/۰۱$ است ($P=۰/۰۰۱$)، بنابراین در میانگین نمرات ترکیبی یادگیری و درگیرسازی تحصیلی، بین دو گروه کنترل و آزمایش تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳). برای پی بردن به این که تفاوت مربوط به کدام یک از متغیرهای وابسته (یادگیری و درگیرسازی تحصیلی) بین دو گروه معنی‌دار است، تحلیل کوواریانس مورد بررسی قرار گرفت که با توجه به نتایج تحلیل کوواریانس در جدول ۴، در مورد یادگیری، مقدار F به‌دست آمده $۹/۳۴$ است و سطح معنی‌داری پایین‌تر از $۰/۰۱$ می‌باشد. بنابراین، تفاوت میانگین نمرات یادگیری بین گروه کنترل و آزمایش معنی‌دار است و می‌توان گفت که

جدول ۳: نتایج آزمون‌های چند متغیره روی نمرات پس‌آزمون یادگیری و درگیرسازی تحصیلی با کنترل نمرات پیش‌آزمون

شاخص	ارزش	مقدار F	درجه آزادی فرضیه	خطای درجه آزادی	سطح معنی‌داری
Index	Value	F	Hypothesis df	Error df	P
لامبدای ویلکز Wilks' Lambda	0.38	10.41	2	25	0.001

جدول ۴: نتایج تحلیل کوواریانس روی نمرات پس‌آزمون یادگیری و درگیرسازی تحصیلی

Table 4: The results of covariance analysis on the post-test scores of learning and academic engagements

متغیر	عامل	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معنی‌داری	مجذور سهمی اتا
Variable	Factor	Sum of Squares	df	Mean Square	F	P	Partial Eta Squared
یادگیری learning	گروه	43.2	1	43.2	9.34	0.005	0.25
	خطا	129.47	28	4.62			
درگیرسازی engagement	گروه	1498.13	1	1498.13	27.17	0.001	0.49
	خطا	1543.86	28	55.14			

چندین روش برای استفاده از صفحات در یادگیری محتویات وجود دارد این ابزار به دانش‌آموزان در یادگیری ریاضی برای یافتن دلایل ریاضی کمک می‌کند و در افزایش درک مفاهیم ریاضی مؤثر است. استفاده از مواد درسی چندرسانه‌ای می‌تواند سبک، تکنیک، روش و کیفیت آموزش را ارتقا بخشد. مواد درسی چندرسانه‌ای که بیش از یک رسانه را در محیط رایانه ترکیب می‌کند یادگیری فراگیران را آسان می‌سازد. متن در ترکیب با صدا، ویدیو، گرافیک، وسایل بصری و انیمیشن راه را برای یادگیری تعاملی و غیرخطی هموار می‌سازد.

در تبیین این یافته‌ها می‌توان اشاره کرد که نگاره‌سازی، شامل استفاده از تصاویر (رسانه‌ها) با موارد مرتبط با محتوای یادگیری است. نگاره‌سازی، یادگیری را در مسیر مشارکت، هدایت، تقویت و توسعه ساخت منظم دانش، در ذهن دانش‌آموزان قرار می‌دهد. این روش امکان برخورداری از موقعیت‌های کاربردی و ارتباطی را در یادگیری درس برای دانش‌آموزان فراهم می‌آورد و انگیزه آنان را برای یادگیری تقویت می‌کند. وقتی از نگاره‌سازی در محتوای استفاده می‌شود ترکیبی از چندرسانه دیداری- حرکتی و شنیداری به کار گرفته می‌شود که موجب جلب توجه بیشتر دانش‌آموز و بهره‌مندی از ظرفیت یادگیری حس‌های مختلف می‌گردد. به کارگیری ظرفیت حس‌های مختلف در کنار هم موجب یادگیری بهتر و عمیق‌تر مطالب می‌شود. از سوی دیگر ماهیت درس ریاضی به گونه‌ای است که بخش مهمی از آن مرتبط با ترسیم اشکال هندسی و نمایش تغییر جهت خطوط و نیازمند استفاده از ابزارهای کامپیوتری با کیفیت برای ترسیم و آموزش این اشکال و خطوط است. استفاده از نگاره‌سازی برداری در انتقال مفاهیم و تدریس بهتر ریاضی به معلم کمک کرده و منجر به یادگیری بهتر مطالب در دانش‌آموزان می‌شود.

یافته دیگر پژوهش نشان داد که اثر تدریس با کمک تصاویر نگاره‌سازی برداری بر میزان درگیرسازی در ریاضی دانش‌آموزان معناداری است. میزان درگیرسازی دانش‌آموزان در درس ریاضی تحت آموزش به روش نگاره‌سازی برداری، بیشتر از دانش‌آموزان تحت آموزش به روش تدریس متداول بوده است. این یافته با نتایج [۷، ۹، ۱۷ و ۲۳]، همخوانی دارد. این پژوهش‌ها نیز نشان دادند، تدریس ریاضی با استفاده از نرم‌افزار آموزشی تأثیر بیشتری بر موفقیت تحصیلی دانش‌آموزان در مقایسه با روش‌های سنتی دارد. استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات، نشان داد که ابزار ایجاد محتوا، در یادگیری ریاضی برای یافتن دلایل ریاضی کمک کرد. این ابزارها یادگیری مشارکتی برای یادگیری محتویات را فراهم می‌کنند. آموزش از طریق نرم‌افزار آموزشی به میزان قابل توجهی بهتر از افرادی بود که به شیوه سنتی آموزش دیده‌اند. در تبیین این یافته می‌توان گفت نگاره‌سازی برداری در مقابل گرافیک شطرنجی قرار می‌گیرد که در آن تصویر به صورت مجموعه‌ای از پیکسل‌ها ذخیره می‌شود و رنگ هر پیکسل به‌طور جداگانه ذخیره می‌شود. در گرافیک‌های برداری ذخیره‌سازی یک خط به‌طور یکتا و رنگ و میزان قطر خط امکان‌پذیر است. در نگاره‌سازی برداری کیفیت تصاویر در جابه‌جایی‌ها کاهش نمی‌یابد. وقتی معلم در آموزش مفاهیم ریاضی از

نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های پژوهش، تدریس با کمک نگاره‌سازی برداری بر میزان یادگیری و درگیرسازی تحصیلی دانش‌آموزان در درس ریاضی، تأثیر بیشتری نسبت به روش‌های تدریس سنتی دارد. محتوا و مطالب ریاضی معمولاً برای دانش‌آموزان چالش‌انگیز است و برای یادگیری نیاز به درگیر شدن با محتوا و مطالب آن است. نگاره‌سازی برداری به‌عنوان یک ابزار چندرسانه‌ای در ایجاد جذابیت و درگیر کردن فراگیران در محتوای مطالب مؤثر است و استفاده از این ابزار به معلمان کمک می‌کند که از

چندین روش برای استفاده از صفحات در یادگیری محتویات وجود دارد این ابزار به دانش‌آموزان در یادگیری ریاضی برای یافتن دلایل ریاضی کمک می‌کند و در افزایش درک مفاهیم ریاضی مؤثر است. استفاده از مواد درسی چندرسانه‌ای می‌تواند سبک، تکنیک، روش و کیفیت آموزش را ارتقا بخشد. مواد درسی چندرسانه‌ای که بیش از یک رسانه را در محیط رایانه ترکیب می‌کند یادگیری فراگیران را آسان می‌سازد. متن در ترکیب با صدا، ویدیو، گرافیک، وسایل بصری و انیمیشن راه را برای یادگیری تعاملی و غیرخطی هموار می‌سازد.

در تبیین این یافته‌ها می‌توان اشاره کرد که نگاره‌سازی، شامل استفاده از تصاویر (رسانه‌ها) با موارد مرتبط با محتوای یادگیری است. نگاره‌سازی، یادگیری را در مسیر مشارکت، هدایت، تقویت و توسعه ساخت منظم دانش، در ذهن دانش‌آموزان قرار می‌دهد. این روش امکان برخورداری از موقعیت‌های کاربردی و ارتباطی را در یادگیری درس برای دانش‌آموزان فراهم می‌آورد و انگیزه آنان را برای یادگیری تقویت می‌کند. وقتی از نگاره‌سازی در محتوای استفاده می‌شود ترکیبی از چندرسانه دیداری- حرکتی و شنیداری به کار گرفته می‌شود که موجب جلب توجه بیشتر دانش‌آموز و بهره‌مندی از ظرفیت یادگیری حس‌های مختلف می‌گردد. به کارگیری ظرفیت حس‌های مختلف در کنار هم موجب یادگیری بهتر و عمیق‌تر مطالب می‌شود. از سوی دیگر ماهیت درس ریاضی به گونه‌ای است که بخش مهمی از آن مرتبط با ترسیم اشکال هندسی و نمایش تغییر جهت خطوط و نیازمند استفاده از ابزارهای کامپیوتری با کیفیت برای ترسیم و آموزش این اشکال و خطوط است. استفاده از نگاره‌سازی برداری در انتقال مفاهیم و تدریس بهتر ریاضی به معلم کمک کرده و منجر به یادگیری بهتر مطالب در دانش‌آموزان می‌شود.

یافته دیگر پژوهش نشان داد که اثر تدریس با کمک تصاویر نگاره‌سازی برداری بر میزان درگیرسازی در ریاضی دانش‌آموزان معناداری است. میزان درگیرسازی دانش‌آموزان در درس ریاضی تحت آموزش به روش نگاره‌سازی برداری، بیشتر از دانش‌آموزان تحت آموزش به روش تدریس متداول بوده است. این یافته با نتایج [۷، ۹، ۱۷ و ۲۳]، همخوانی دارد. این پژوهش‌ها نیز نشان دادند، تدریس ریاضی با استفاده از نرم‌افزار آموزشی تأثیر بیشتری بر موفقیت تحصیلی دانش‌آموزان در مقایسه با روش‌های سنتی دارد. استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات، نشان داد که ابزار ایجاد محتوا، در یادگیری ریاضی برای یافتن دلایل ریاضی کمک کرد. این ابزارها یادگیری مشارکتی برای یادگیری محتویات را فراهم می‌کنند. آموزش از طریق نرم‌افزار آموزشی به میزان قابل توجهی بهتر از افرادی بود که به شیوه سنتی آموزش دیده‌اند. در تبیین این یافته می‌توان گفت نگاره‌سازی برداری در مقابل گرافیک شطرنجی قرار می‌گیرد که در آن تصویر به صورت مجموعه‌ای از پیکسل‌ها ذخیره می‌شود و رنگ هر پیکسل به‌طور جداگانه ذخیره می‌شود. در گرافیک‌های برداری ذخیره‌سازی یک خط به‌طور یکتا و رنگ و میزان قطر خط امکان‌پذیر است. در نگاره‌سازی برداری کیفیت تصاویر در جابه‌جایی‌ها کاهش نمی‌یابد. وقتی معلم در آموزش مفاهیم ریاضی از

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.01.008>

[5] Chiu TKF, Jong MS, and Mok IAC. Does learner expertise matter when designing emotional multimedia for learners of primary school mathematics? *Education Tech Research Dev*, (2020); 68, 2305–2320 <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09775-4>

[6] Wardat Y, Belase S, Tairab H, Takriti R, Efstratopoulou M and Dodeen H. The influence of student factors on students' achievement in the Trends in International Mathematics and Science Study in Abu Dhabi Emirate Schools. *Front. Psychol*, (2023); 14:1168032. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1168032>

[7] Mukhtar R, El Islami A, Damanhuri D, and Hamundu F. Information and communication technologies to improve problem solving and self-efficacy: exploring geometry learning using dynamic mathematics software geogebra, *International Journal of STEM Education for Sustainability*, (2021); 1(1), 45-52. <https://doi.org/10.53889/ijses.v1i1.4>

[8] Guerrero S. Technological pedagogical content knowledge in the mathematics classroom. *J. Digit. Learn. Teach. Educ*, 2010; 26, 132–139.

[9] Tashtoush M, AlAli R, Wardat Y, Alshrafin N, Toubat H. The impact of information and communication technologies (ICT)-based education on the mathematics academic enthusiasm. *Journal of Educational and Social Research*, (2023); 13(3), 284-294.

[10] Alonso S, Aznar I, Caceres M, Torres J, Rodriguez J. Systematic Review of Good Teaching Practices with (ICT) in Spanish Higher Education. *Trends and Challenges for Sustainability*. (2019); 11(24), 7150. <https://doi.org/10.3390/su11247150>

[11] Lopes RG, Ha D, Eck D, and Shlens J. "A Learned Representation for Scalable Vector Graphics," *2019 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)*, Seoul, Korea (South), (2019); 2, 7929-7938. <https://doi.org/10.1109/ICCV.2019.00802>

[12] Carlier A, Danelljan M, Alahi A, Timofte R. DeepSVG: A Hierarchical Generative Network for Vector Graphics Animation. *34th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*, Vancouver, Canada, (2020).

[13] Li TM, Lukac M, Gharbi M, Ragan-Kelley J. Differentiable vector graphics rasterization for editing and learning. *ACM Transactions on Graphics*, (2020); 39(6), 1-15. <https://doi.org/10.1145/3414685.3417871>

[14] Artusi A, Banterle F, Moreo A, and Carrara F. Efficient Evaluation of Image Quality via Deep-Learning Approximation of Perceptual Metrics. *IEEE Trans. Image Process*, (2019); 29, 1843-1855. <https://doi.org/10.1109/TIP.2019.2944079>

[15] Bagheri F. Use of audio-visual materials and equipment in libraries, Tehran: Chapar, 2017. [In Persian]

[16] Hussein Biqlu K, Piri M, Yari J, Rezaei A. Designing a Multimedia Instruction based on Sweller's Cognitive Load Theory and Determining Its Effect on the Engagement and Transfer of Math Learning Among Third Grade Primary School Learners. *Research in School and Virtual Learning*, 2019; 6(4), 31-44. <https://doi.org/10.30473/etl.2019.5792>

[17] Mandernach BJ. Effects of Instructor- Personalized Multimedia in the online Classroom. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 2009; 10 (3), 1-19.

سخنرانی یک جنبه در تدریس فاصله گرفته و یادگیری را به صورت تعاملی و مشارکتی ایجاد کند. استفاده از تصاویر و اشکال هندسی با رنگ‌های مختلف و اندازه‌های متنوع تصاویر با کیفیت بالا باعث جذابیت بیشتر مطالب شده و درگیر شدن و میزان یادگیری کودکان در ریاضی را افزایش می‌دهد. استفاده از نگاره‌سازی همچنین امکان برخورداری از موقعیت‌های کاربردی و ارتباطی را در کلاس برای دانش‌آموزان فراهم می‌آورد و انگیزه آنان را برای یادگیری تقویت می‌کند. بنابراین، انتظار می‌رود نگاره‌سازی برداری، تأثیر مثبتی بر فرایند یادگیری درس ریاضی داشته باشد. از جمله محدودیت‌های انجام این پژوهش می‌توان به محدود بودن به روش نمونه‌گیری در دسترس و محدودیت در برگزاری کامل کلاس‌های حضوری به خاطر شرایط قرنطینه کرونا اشاره کرد. با توجه به نتایج مبتنی بر اثربخشی روش نگاره‌سازی بر یادگیری دانش‌آموزان در درس ریاضی می‌توان در آموزش مطالب ریاضی از این روش بهره گرفت و برای بهبود استفاده از این روش معلمان می‌توانند نحوه استفاده و کاربرد آن را یاد گرفته و به شکل بهینه از آن در تدریس ریاضی استفاده کنند.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله شیوا فضلی مسئولیت تدوین و نگارش بخش مقدمه، روش‌شناسی و یافته‌ها را بر عهده داشتند. سید رسول عمادی در بخش تجزیه و تحلیل داده‌ها و بحث و نتیجه‌گیری و دست نوشته نهایی مشارکت داشته و ویرایش ادبی این مقاله را انجام دادند.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته تکنولوژی آموزشی با عنوان «بررسی تأثیر نگاره‌سازی برداری بر یادگیری، یادداری، درگیرسازی و انگیزش تحصیلی درس ریاضی دانش‌آموزان» در دانشگاه بوعلی‌سینا است. همچنین از همه دانش‌آموزان و معلمان که در این مطالعه همکاری نموده‌اند قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

منابع و مآخذ

- [1] Shabani H. Teaching and educational skills (Volume 1) Teaching methods and techniques, Tehran: Samt, 2014. [In Persian]
- [2] Wang MT, Eccles JS, and Kenny S. Not lack of ability but more choice: Individual and gender differences in STEM career choice. *Psychological Science*, (2013); 24, 770–775. <https://doi.org/10.1177/0956797612458937>
- [3] Asadi S, and Jamali HR. Blended Library and Multimedia Model in Geography Teaching. In the Proceedings of the International Conference on e-Education, Entertainment and e-Management (ICEEE 2011), Jakarta, Indonesia, (2011), 337- 339.
- [4] Chiu TK, and Mok IA. Learner expertise and mathematics different order thinking skills in multimedia learning. *Computers & Education*, (2017); 107, 147-164.

[29] Reeve J. How students create motivationally supportive learning environments for themselves: The concept of agentic engagement. *Journal of educational psychology*, 2013; 105(3), 579. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/a0032690>

[30] Ramazani M, Khamesan A. Psychometric characteristics of Reeve's academic engagement questionnaire 2013: with the introduction of the Agentic Engagement. *Quarterly of Educational Measurement*, 2017; 8(29), 185-204. <http://doi:10.22054/jem.2018.22660.1555>

معرفی نویسندگان

AUTHOR(S) BIOSKETCHES



سید رسول عمادی دانشیار دانشکده علوم انسانی، گروه علوم تربیتی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی می‌باشند. در سال ۱۳۸۴ موفق به اخذ مدرک دکتری تخصصی در رشته تکنولوژی آموزشی از دانشگاه پونا گردیدند. ایشان در کمیته علمی همایش‌های بین‌المللی

و ملی و داوری چندین مجله و کنفرانس علمی فعالیت داشته‌اند. از فعالیت‌های پژوهشی ایشان می‌توان به ۷ مقاله علمی و ۳ مقاله همایشی چاپ شده اشاره کرد. زمینه‌های تخصصی ایشان یادگیری، یادگیری مجازی و چند رسانه‌ای و طراحی، اجرا و ارزشیابی آموزشی می‌باشد.

Emadi, SR. Associate Professor, Department of Educational Sciences, Faculty of Humanities, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

R.emadi@sru.ac.ir



شیوا فضلی معلم ابتدائی و دارای مدرک کارشناسی ارشد تکنولوژی آموزشی می‌باشند. ایشان مدرک کارشناسی علوم تربیتی را در سال ۱۳۹۶ از دانشگاه فرهنگیان و مدرک کارشناسی ارشد تکنولوژی آموزشی را در سال ۱۴۰۰ از دانشگاه بوعلی‌سینا دریافت نمودند.

زمینه‌های مورد علاقه ایشان عبارتند از: یادگیری، آموزش چندرسانه‌ای، فناوری‌های نوین و تدریس.

Fazli, SH. MA, Department of Educational Sciences, Faculty of Humanities, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Shivaa.fazlii.71@gmail.com

<https://doi.org/10.19173/irrodl.v10i3.606>

[18] Hilton A. Engaging primary school students in mathematics: can iPads make a difference? *Int. J. Sci. Math. Educ.* 2018; 16 (1), 145–165.

[19] Fredricks JA, Hofkens T, Wang M, Mortenson E, and Scott P. Supporting Girls' and Boys' Engagement in Math and Science Learning: A Mixed Methods Study. *Journal of Research in Science Teaching*, 2017. <https://doi.org/10.1002/tea.21419>

[20] Ingram N, Williamson-Leadley S, Pratt K. Showing and telling: using tablet technology to engage students in mathematics. *Math. Educ. Res. J.* 2016; 28 (1), 123–147. <https://doi:10.1007/s13394-015-0162-y>

[21] Lindahl MG, and Folkesson AM. ICT in preschool: friend or foe? The significance of norms in a changing practice. *International Journal of Early Years Education*, 2012; 20(4), 422–436. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/09575146.2019.1658065> <https://doi.org/10.1080/09669760.2012.743876>

[22] Lovato SB, and Waxman SR. Young children learning from touch screens: taking a wider view. *Frontiers in Psychology*, 2016; 7, 1078. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01078>

[23] Attard C. Mobile technologies in the primary mathematics classroom: engaging or not? In: *Mathematics Education in the Digital Era. Using Mobile Technologies in the Teaching and Learning of Mathematics*, 2018; 23, 51–65.

[24] Bray A, Tangney B. Technology usage in mathematics education research – a systematic review of recent trends. *Computer. Educ.* 2017; 114, 255–273. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.004>

[25] Sheehan KJ, and Uttal DH. Children's learning from touch screens: a dual representation perspective. *Frontiers in Psychology*, 2016; 7, 1220. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01220>

[26] Hosseinzadeh F, Rostgarpour H, Mohammad Hasni N, Salimi S. The effect of educational multimedia design based on the principles of cognitive load theory on learning, memorization and the motivation of academic progress in mathematics, *Information and Communication Technology Quarterly in Educational Sciences*, 2018; 10(2), 5-25.

[27] Mahmoudi F, Barzegar R. The effect of Dike and Kari educational design model on learning, memorization and motivation of academic progress in experimental science course. *Curriculum researches*, 2016; 7(1), 97-117. <http://doi:10.22099/jcr.2017.4204>

[28] Anitei M, Mihaila T, Burtaverde V, and Glavan L. Motivation, positive and negative emotion at high school students. *Social & Behavioral Sciences*, (2015); 203, 429–432. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.08.319>

Citation (Vancouver): Fazli SH, Emadi SR. [Investigating the Effect of Vector Drawing on Students' Learning, Engagement in Mathematics]. *Tech. Edu. J.* 2024; 18(4): 875-884

<https://doi.org/10.22061/tej.2024.10545.3022>

