



ORIGINAL RESEARCH PAPER

The Effect Of The Mathematical Technological Environment On The Level Of Students' Geometric Thinking According To The Van Hiley Model In The Subject Of Seventh Grade Mathematical Geometric Transformations

Moluk Habib^{*1}, Javad Bozorgi hagh², Reza heidari ghezeljeh³

¹ Department of Mathematics Education, Farhangian University, Tehran, Iran.

² Master's student in mathematics education, Farhangian University of Tehran, Iran.

³ Department of Mathematics Education, Farhangian University, Tehran, Iran.

ABSTRACT

Keywords

mathematical technological environment,
level of geometric thinking,
Van Hileys

١ .Corresponding author

✉ Moloukhabibi@yahoo.com

Received: 2024/10/06

Reviewed: 2024/11/09

Accepted: 2025/01/05

Background and Objectives: Various factors have an effect on the level of students' geometric thinking according to Van Hiley's model. In this regard, this research was conducted with the aim of investigating the effect of the mathematical technological environment on the level of students' geometric thinking according to the Van Hiley model in the subject of seventh grade mathematical geometric transformations.. **Methods:** The research was applied in terms of objective and in terms of method, it was a quasi-experimental type of pre-test and post-test, and all the seventh grade male students of Khanj city were the statistical population of this research, which were 60 people (2 classes; one experimental group and one control group).) was selected as a sample. In this research, firstly, the level of geometric thinking was measured by a researcher-made test, the questions of which covered the level of geometric thinking in the Van Hiley model, and its validity and reliability were measured, then the sample members were randomly divided into two experimental and control groups. In the experimental group, 4 sessions of geometric transformations were taught using Sketchpad software, but the control group was taught in the traditional way, in the post-test stage, the level of geometric thinking of seventh grade students was measured again, and after the post-test, the results were based on scoring. It was extracted for questions and analyzed by SPSS software. **Findings:** The obtained results showed that education based on mathematical technological environment has an effect on the levels of visualization, analysis and informal deduction of geometric thinking in the Van Hiley model.. **Conclusion:** The level of students' geometric thinking is improved according to Van Hiley's model by using the mathematical technological environment. As a result, the performance of students in this lesson is improved..

ISSN (Online): 2783- 4379

DOI: [10.48310/rme.2025.17299.1093](https://doi.org/10.48310/rme.2025.17299.1093)

Citation (APA): Habibi, M. , Heidarighezeljeh, R. and Bozorgihagh, J. (2024). The effect of the mathematical technological environment on the level of students' geometric thinking according to the Van Hiley model in the subject of seventh grade mathematical geometric transformations. *Research in Mathematics Education*, 4 (2), 41- 53 .

 <https://doi.org/10.48310/rme.2025.17299.1093>



تاثیر محیط فناورانه ریاضی در سطح تفکر هندسی دانش آموزان طبق مدل ون هیلی در مبحث تبدیلات هندسی ریاضی پایه هفتم

مقاله پژوهشی / مروری

ملوک حبیبی^{۱*}، جواد بزرگی حق^۲، رضا حیدری قزلجه^۳

۱ گروه آموزش ریاضی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

۲ دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش ریاضی، دانشگاه فرهنگیان تهران، ایران.

۳ گروه آموزش ریاضی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

چکیده

هدف: عوامل مختلفی در سطح تفکر هندسی دانش آموزان طبق مدل ون هیلی اثر دارد. در این راستا این پژوهش با هدف بررسی تاثیر محیط فناورانه ریاضی در سطح تفکر هندسی دانش آموزان طبق مدل ون هیلی در مبحث تبدیلات هندسی ریاضی پایه هفتم انجام شد. **روش‌ها:** پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش، شبه آزمایشی از نوع پیش آزمون و پس آزمون بود و کلیه، دانش آموزان پسر پایه هفتم شهرستان خنج جامعه آماری این پژوهش بودند که ۶۰ نفر به صورت در دسترس (۲) کلاس؛ یکی گروه آزمایش و یکی گروه گواه) به عنوان نمونه انتخاب شد. در این پژوهش ابتدا بوسیله آزمون محقق ساخته که سوالات آن پوشش دهنده سطح تفکر هندسی در مدل ون هیلی‌ها بود و روایی و پایایی آن سنجیده و مورد تأیید قرار گرفته بود، میزان سطح تفکر هندسی سنجیده شد، سپس اعضای نمونه به صورت تصادفی به دو گروه آزمایش و گواه تقسیم شدند. در گروه آزمایش ۴ جلسه تبدیلات هندسی در محیط نرم افزار اسکچ پد تدریس شد ولی گروه گواه به روش سنتی آموزش دیدند، در مرحله پس آزمون مجدداً سطح تفکر هندسی از دانش آموزان پایه هفتم سنجیده شد و بعد از برگزاری پس آزمون نتایج بر اساس امتیاز دهی برای سوالات استخراج گردید و توسط نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل گردید **یافته‌ها:** نتایج بدست آمده نشان داد که آموزش مبتنی بر محیط فناورانه ریاضی بر سطوح تجسم، تجزیه و تحلیل و استنتاج غیررسمی تفکر هندسی در مدل ون هیلی‌ها اثرگذار است. **نتیجه‌گیری:** سطح تفکر هندسی دانش آموزان طبق مدل ون هیلی با استفاده از محیط فناورانه ریاضی بهبود می یابد. در نتیجه عملکرد دانش آموزان در این درس ارتقا می یابد.

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن
مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید.

واژه‌های کلیدی

محیط فناورانه ریاضی
سطح تفکر هندسی ون هیلی

۱. نویسنده مسئول

Moloukhabibi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۶

شماره صفحات: ۵۳ - ۴۱

DOI: [10.48310/rme.2025.17299.1093](https://doi.org/10.48310/rme.2025.17299.1093)

شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳ - ۴۳۷۹



OPYRIGHTS

©2024 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

مقدمه

مهم‌ترین حیطه‌ی ریاضی که با استدلال دانش‌آموزان در ارتباط است، هندسه می‌باشد. هندسه به علت مجرد و در عین حال محسوس بودن، برای پرورش فکر بسیار مناسب بوده و با توجه به وسعت هندسه و توانایی‌هایی که می‌تواند در افراد ایجاد کند، یادگیری آن به عنوان یکی از قسمت‌های اصلی ریاضی اهمیت بسیاری پیدا کرده است. به دلیل جنبه‌های چندگانه هندسه، ریاضی‌دان‌ها و آموزشگران ریاضی، شروع آموزش هندسه را از سال‌های کودکی و در تمام طول برنامه‌ی درسی ریاضی ضروری می‌دانند (گویا و همکاران، ۱۳۹۰).

باقری (۱۳۹۴) بیان داشت که آموزش و یادگیری ریاضی و به طور خاص هندسه همواره برای معلمان و دانش‌آموزان پر از چالش بوده است (باقری، ۱۳۹۴). نتایج تحقیقات هالت (۲۰۰۷) حاکی از آن است که دانش‌آموزان در کلاس هندسه با مشکلات فراوانی رو به رو هستند و عملکرد ضعیفی در مقطع متوسطه و مقاطع عالی از خود نشان می‌دهند. در میان دانش‌آموزان کشورمان نیز درک درس ریاضی و به طور خاص درک درس هندسه دشوار است و اغلب مشاهده می‌شود که دانش‌آموزان حتی درک درستی از تعاریف هندسی که اولین قدم در یادگیری هندسه است، ندارند (باقری، ۱۳۹۴).

هندسه شاخه‌ی مهمی از ریاضیات است و مهارت‌های هندسی به عنوان مهارت‌های اصلی ریاضیات شناسایی شده‌اند. هندسه برای دانش‌آموزان از آن رو اهمیت دارد که در سایر شاخه‌های ریاضی هم تأثیر دارد. اساساً یادگیری هندسه دو هدف دارد: یکی توسعه‌ی مهارت تفکر و دیگری شکل‌گیری شهود فضایی. منظور از شهود فضایی آن است که فرد چگونه فضا و ناحیه (مساحت‌ها) را در دنیای واقعی می‌نگرد (الکس و مامن^۱، ۲۰۱۶).

هر جا آموزش و یادگیری در میان باشد، فراگیری ناقص و نارسای برخی مطالب و مفاهیم بسیار امکان‌پذیر است. بنابراین، تحقیقات متعددی که در طول سالیان گذشته در کشورهای متفاوت انجام گرفته، بیانگر آن است که بسیاری از دانش‌آموزان در یادگیری هندسه مشکل دارند. نظریه‌ی ون هیلی شامل سطوح تفکری است که دانش‌آموزان در ضمن یادگیری هندسه از آن عبور می‌کنند. علاوه بر این توضیح می‌دهد چرا دانش‌آموزان در یادگیری هندسه با مشکل مواجه می‌شوند. این مدل نظری شامل سطوح تفکر و مراحل آموزشی است (ریحانی، ۱۳۸۴).

سطوح تفکر توصیفی از روش‌های تفکر است که در یادگیری هندسه یافت می‌شوند. این سطوح نشانگر میزان تفکر افراد نسبت به ایده‌های هندسی هستند، نه میزان دانش هندسی فرد. بنابراین، چگونگی تفکر هندسی و آموزش هندسه در برنامه ریاضی مدرسه‌ای از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و یکی از شناخته شده‌ترین نظریه‌ها بین نظریه‌هایی که در مورد آموزش هندسه و تفکر هندسی وجود دارند، نظریه‌ی ون هیلی است (مهدیان، ۱۳۹۵).

پیر ون هیلی و همسرش دینا گلدوف ون هیلی از جمله معلمانی بودند که در کلاس‌های درس هندسه متوجه مشکلات یادگیری دانش‌آموزان خود شدند و در نهایت تلاش آن‌ها برای رفع مشکلات یادگیری دانش‌آموزان خود، به تدوین نظریه‌ای در زمینه‌ی آموزش هندسه منجر شد. که تحقیقات بعدی صورت گرفته توسط باتیستا، کلمنتس، گدز (۱۹۶۰) نشان دادند که این نظریه نقاط قوت زیادی در زمینه آموزش هندسه دارد (ویسی، ۱۳۸۸).

مدل ون هیلی یک مدل یادگیری است. این مدل انواع متفاوت تفکر را که دانش‌آموزان هنگام روبرو شدن با شکل‌های هندسی تجربه می‌کنند، عرضه می‌کند و از مرحله برخورد بصری با شکل هندسی تا درک صوری اثبات هندسی را شامل می‌شود. ون هیلی ابتدا در پنج سطح از تفکر مدل خود را عرضه کرد، اما اینک مدل او با سه سطح از تفکر معرفی می‌شود که او آن‌ها را به ترتیب دیداری، توصیفی و نظری می‌نامد (ون هیلی، ۱۹۸۶).

تقسیم کردن هندسه به سطوح متفاوت بر اساس تئوری ون هیل، بسیار مناسب و منطقی است. مدارس دوره‌ی متوسطه با توجه به تخصصی بودن درس‌ها و موضوع‌های تدریس شده، باید تعیین کنند که دانش‌آموزان در چه سطحی هستند و می‌خواهند به چه سطح برسند، و تدریس هندسه را با آن منطبق سازند.

از آن جایی که تعداد زیادی از نتایج یادگیری یادگیرندگان تحت تأثیر روش‌های طراحی آموزشی است، انتظار می‌رود که استفاده از طراحی آموزشی مبتنی بر محیط فناوری شده به علت فزونی رابطه میان یادگیرندگان و محتوای یادگیری، بتواند موجب توسعه پیامدهای یادگیری در یادگیرندگان شود (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۰)؛ چرا که در عصر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات آموزش الکترونیکی جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است به طوری که با تولید فرآورده‌هایی ویژه از جمله نرم‌افزارهایی جهت تولید برنامه‌های آموزشی همراه بوده است لذا ساخت و استفاده از فناوری‌های آموزشی امروزه در فرآیند تعلیم و تربیت اهمیت به سزایی دارد و آموزش به شیوه فناوری‌ها در دهه‌های اخیر پیشرفت فزاینده‌ای را در آموزش ایجاد کرده و باعث شده که امروزه آموزش در محیط‌های فناورانه در جوامع صنعتی با کمک انقلاب الکترونیکی پیشرفت بسیار نماید و به عنوان یک سبک آموزشی پذیرفته شود (شکوهی و همکاران، ۱۳۸۶). در طراحی محیط‌های یادگیری فناورانه طراحان اصولاً بر معیارهای فنی متمرکز بوده‌اند و به ندرت اصول مبتنی بر پژوهش در یادگیری و معیارهای آموزشی را رعایت کرده‌اند (مه‌یر، ۱۹۹۷؛ مورنو و مه‌یر، ۲۰۰۲). هدف رویکرد فناوری-محور کمک به راه‌های دستیابی به اطلاعات است (دوماک، شوارتز و پلاس، ۲۰۱۰). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که آموزش مبتنی بر فناوری می‌تواند به درک و فهم و یادداری دانش‌آموزان کمک کند (کیپل^۱، ۲۰۰۱). امروزه بسیاری از برنامه‌های آموزش رایانه‌ای در قالبی مرسوم به چندرسانه‌ای‌ها که چند حس را همزمان در فرایند تجربه به کار می‌گیرد مورد استفاده قرار می‌گیرند. از این شیوه می‌توان برای افراد متفاوت با ویژگی‌های مختلف، محیط مطلوب یادگیری را ایجاد کرد. محیط‌های فناورانه اگر به خوبی طراحی شده باشد، می‌تواند از طریق رمزگذاری دوگانه، فرایند بازخوانی را تسهیل و تقویت کند، در فراخوانی دانش به موقع عمل نموده و در سرعت عمل و ارائه راه حل مناسب با استفاده از دانش موجود کمک کند (خزایی و همکاران، ۱۳۹۷).

به عقیده یوسسکین (۱۹۸۲) دانش‌آموزان مفاهیم اصلی هندسه را درک نکرده و کلاس‌های هندسه را بدون یادگیری اصطلاحات اساسی ترک می‌کنند (ویسی، ۱۳۸۸). فوجیتا و همکاران (۲۰۰۴) اظهار می‌کنند که امروزه استانداردهای آموزش هندسه تفاوت‌های زیادی با گذشته کرده است و رویکردهای نوینی برای تدریس هندسه مطرح شده‌اند. تحقیقات فراوانی جهت تدوین یک چارچوب مناسب برای آموزش هندسه انجام شده است. یکی از این چارچوب‌ها نظریه تفکر هندسی ون هیلی است که کارکردهای زیادی در زمینه یادگیری هندسه دارد (امینی فر و همکاران، ۱۳۹۰).

یادگیری فناورانه را بنا به تعریف مایر^۲ (۲۰۰۱) می‌توان یادگیری توسط متن و تصاویری که به فرد ارائه می‌شود نامید و اساساً هدف از این نوع یادگیری، ایجاد یادگیری معنی‌دار است (مایر، ۲۰۱۴). یادگیری در محیط فناورانه بر مبنای اصولی است که از طریق آن‌ها می‌توان آموزش را به گونه‌ای طراحی کرد که یادگیری عمیق را به حداکثر وجه حسی به برتری گفتار به متن بر صفحه در وجه حسی برساند. از جمله‌ی این اصول ایجاد یادگیری اطلاق می‌شود. این اصل بیان می‌کند که ارائه‌ی دو وجهی مطالب فناوری بهتر از ارائه‌ی تک وجهی آن مطالب است و منجر به بهبود یادگیری افراد می‌شود. طبق این اصل یادگیرندگان با استفاده از تصاویر متحرک و متن گفتاری، بهتر از تصاویر متحرک و متن نوشتاری می‌آموزند (سگرز و همکاران^۳، ۲۰۰۸؛ سانچز و گارسایاردیکو^۴، ۲۰۰۸). با توجه به مسائل مطرح شده باید اذعان داشت که دانش‌آموزان معمولاً در حل مسائل هندسه با مشکلات زیادی رو به رو هستند و نمی‌توانند از سطح معمولی مسائل هندسه به حل مسائل دشوارتر و درک عمیق مفاهیم هندسی برسند. دانش‌آموزان باید به جای به خاطر سپاری خواص و تعاریف، مفاهیم هندسی خود را گسترش دهند و مفهوم‌ها و راه‌های استدلال کردن را در جهت تحلیل دقیق مسائل بیاموزند. بدین ترتیب در این پژوهش به این مهم پاسخ داده می‌شود که آموزش در محیط فناورانه تدریس در سطوح تفکر هندسی دانش‌آموزان بر اساس مدل ون هیلی در مبحث تبدیلات هندسی به چه میزان تاثیر دارد؟

1 Keppell

2 Mayer

3. Segers et al.

4. Sanchez & Garcia-Rodicio

پیشینه پژوهش

سبزیلی و همکاران (۱۳۹۹) به تحقیقی تحت عنوان بررسی تاثیر آموزش هندسه بر مبنای نظریه ون هیلی بر یادگیری دانش‌آموزان پرداختند. هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر آموزش هندسه مبتنی بر نظریه ون هیلی بر یادگیری دانش‌آموزان می‌باشد. نتایج تحقیق نشان داد که بین یادگیری دانش‌آموزانی که بر مبنای نظریه ون هیلی آموزش دیده‌اند با دانش‌آموزانی که به صورت سنتی آموزش دیده‌اند تفاوت معناداری وجود دارد. یافته‌های تحقیق بیانگر آن بود که دانش‌آموزان پایه هشتم در سطح اول ون هیلی قرار داشتند که با اجرای مراحل آموزشی نظریه ون هیلی به سطح دوم ون هیلی ارتقاء پیدا کردند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که بهره‌گیری از روش آموزش هندسه به شیوه ون هیلی موجب بهبود یادگیری دانش‌آموزان می‌شود و می‌تواند مورد استفاده معلمان متوسطه قرار گیرد.

خزایی و همکاران (۱۳۹۷) به تحقیقی تحت عنوان تاثیر مثال آموزشی حل شده در محیط فناورانه بر یادگیری و یادداری درس ریاضی پایه پنجم ابتدایی پرداختند. یافته‌ها مبین تفاوت معنادار میانگین گروه آموزش دیده با استفاده از چند رسانه‌ای مقال آموزشی در یادگیری (۱۷/۲۰) در مقابل میانگین گروه سنتی (۱۴) بوده است.

اسکندر و همکاران^۱ (۲۰۱۹) در پژوهشی تحت عنوان تاثیرات یادگیری در محیط‌های فناورانه در پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان بر حسب نتایج شناختی، از طریق بررسی و مقایسه پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان و کیفیت فناوری‌ها نتیجه گرفتند که کاربرد فناوری‌ها می‌تواند میزان یادگیری دانش‌آموزان را ارتقا بخشد و همچنین پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزانی که از فناوری‌ها استفاده می‌کنند به نسبت دانش‌آموزانی که تحت آموزش سنتی هستند، قابل توجه است.

ونگ و همکاران^۲ (۲۰۱۹) در پژوهشی تحت عنوان تاثیرات سبک یادگیری در نگرش نسبت به آموزش مبتنی بر فناوری با بررسی نمونه‌هایی از نظرسنجی دانش‌آموزان بر اساس نگرش آنها در حین استفاده از فناوری‌ها نشان دادند که سبک‌های آموزشی مبتنی بر فناوری می‌تواند نگرش دانش‌آموزان را نسبت به یادگیری مفاهیم درسی تغییر و تعدیل سازد. این تغییر و تعدیل در نگرش متناسب با سبک‌های مختلف یادگیری دانش‌آموزان بود.

فیض‌امیر و همکاران^۳ (۲۰۱۸) در پژوهشی تحت عنوان محیط فناورانه تعاملی بر اساس حل مساله ریاضی برای توسعه استدلال دانش‌آموزان با بررسی داده‌های کیفی و بر اساس مدل پژوهشی تحلیل، طراحی، توسعه، اجرا و ارزیابی؛ نتیجه گرفتند که استدلال ریاضی دانش‌آموزان بر حسب تحلیل داده‌ها، گستردگی بحث‌ها، اثبات و ترسیم نتایج و بررسی اعتبار استدلال‌ها با استفاده از فناوری‌های تعاملی رشد و ارتقا یافته است.

با بررسی پیشینه تحقیق در داخل و خارج از کشور و ذکر چند نمونه از متغیرهای تحقیق میتوان متذکر شد که از نقاط قوت پژوهش‌های خارجی و داخلی مذکور، جمع‌آوری اطلاعات موضوعی، مقیاس‌های اندازه‌گیری آن‌ها می‌باشد که بسترهای مناسب و مفیدی را برای اجرای بهتر تحقیق آشکار می‌سازند، هر چند هیچ کدام از پیشینه‌های مطرح شده مستقیماً با موضوع مورد مطالعه‌ی این پژوهش ارتباط ندارند و هر کدام از موضوعات مطرح شده فقط یکی از دو متغیر را مورد بررسی قرار داده‌اند، اما پیشینه‌های مطرح شده، هم از نظر موضوعی و هم از نظر محتوایی زمینه‌ها و زاویه‌های دید مناسب را برای اجرای بهتر تحقیق فراهم کرده است.

از طرفی بررسی کمیت و کیفیت تاثیر محیط فناورانه ریاضی در سطح تفکر هندسی دانش‌آموزان طبق مدل ون هیلی در مبحث تبدیلات هندسی ریاضی پایه هفتم بیش از پیش ضرورت پیدا می‌کند. لذا در کل می‌توان ضرورت پژوهش حاضر را به شرح زیر خلاصه کرد:

- ارتقای یادگیری در موقعیت‌های مختلف درسی با کیفیت متفاوت
- آماده کردن فرصت برای یادگیرندگانی که در طبقات و سطوح مختلف هستند.

1. Iskandar et al.

2. Weng et al.

3. Faizal Amir et al.

- به وجود آوردن فرصت تکرار بدون خستگی و بازداري ساير يادگيرندگان با هدف تقويت مهارت‌ها و يادگيري
- ايجاد رابطه ميان تعداد زيادي از يادگيرندگان با تركيب رشد حرفه‌اي معلمان با قابليت و بهبود تعامل کاري
معلمان

- موجب رشد تکنولوژی در خانه و مدرسه
- فعال کردن کامپیوترهای به وجود آمده و صرفه‌جویی در مصرف کاغذ
- فزونی انگیزش یادگیرندگان
- رونق فناوری آموزشی در مدارس
- بازخورد سریع و دوری از داوری‌های ذهنی و آسان‌سازی پروسه انفرادی کردن آموزش
- توجه و علاقه یادگیرندگان را جلب می‌کنند
- یادگیری را سریع، موثرتر و استوارتر می‌کنند
- تجربه‌های واقعی، عینی و حقیقی را در اختیار یادگیرندگان قرار می‌دهند و موقعیت‌هایی را در اختیار قرار
می‌دهند که کسب آن‌ها از راه‌های دیگر قابل امکان نیست.
همچنین ازفوائد این تحقیق در تدریس می‌توانیم علاوه بر تاثیر در سطح تفکر هندسی دانش آموزان تاثیر محیط
فناورانه در تسهیل تدریس مفاهیم ریاضی به دانش آموزان، تقویت تجسم، صرفه جویی در وقت، ارتقای درک وفهم
بیشتر موضوع و... نام ببریم.

در مجموع تحقیقات با عنوان محیط فناورانه ریاضی در سطح تفکر هندسی دانش آموزان، مدل ون هیلی در ایران
صورت پذیرفته ولی تاثیر محیط فناورانه ریاضی در سطح تفکر هندسی دانش آموزان طبق مدل ون هیلی در مبحث
تبدیلات هندسی ریاضی پایه هفتم برای نخستین بار است که تحت این عنوان و در این حوزه جامعه آماری صورت می
پذیرد. بنابراین همچنین تحقیقی در ایران به جای خود الزامی و نوآوری محسوب می‌شود؛

روش

روش تحقیق: برای پاسخ به سئوالات پژوهش، از روش پژوهشی نیمه تجربی استفاده شد، پژوهش تجربی یکی از
دقیق‌ترین و کارآمدترین روش‌های پژوهش است که برای پاسخ به سئوالات پژوهش مورد استفاده قرار می‌گیرد. در
این روش ابتدا افراد به صورت تصادفی به دو گروه تقسیم می‌شوند. گروه اول، گروه آزمایش و گروه دوم، گروه کنترل
نامیده می‌شود. گروه آزمایش تحت تاثیر متغیر قرار می‌گیرد و آنگاه از هر دو گروه آزمایش به عمل می‌آید و نتایج آن
دو با هم مقایسه می‌شود. پیش آزمون قبل از تاثیر متغیر هر دو گروه مورد آزمایش قرار می‌گیرد. سپس گروه آزمایش
تحت تاثیر متغیر قرار می‌گیرد و پس از آن، از هر دو گروه، پس آزمون به عمل می‌آید و نتایج دو آزمون با همدیگر
مقایسه می‌شود. لذا با توجه به توضیحات فوق، گروه کنترل را دانش‌آموزانی تشکیل می‌دهند که در نیمسال ۱۴۰۳-
۱۴۰۲ تحت آموزش سنتی بودند و این قبیل دانش‌آموزان از هیچ آموزشی در محیط فناورانه استفاده نکردند. گروه
آزمایش گروهی هستند که در نیمسال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ تحت آموزش در محیط فناورانه در مبحث تبدیلات
هندسی ریاضی پایه هفتم از سوی معلم (پژوهشگر) بودند. نمرات پیش از آموزش سنتی در نیمسال اول و نیمسال دوم
پیش از آموزش مجازی از دو گروه گرفته شد و بعد از آموزش مجازی و نمرات نهایی ریاضی نیمسال اول سال تحصیلی
۱۴۰۳-۱۴۰۲ اخذ و مقایسه می‌شود.

سؤالات پژوهش

آموزش در محیط فناورانه تدریس بر سطح تفکر هندسی دانش‌آموزان در سطح تشخیص از مدل ون هیلی در مبحث
تبدیلات هندسی به چه میزان تاثیر دارد؟

آموزش در محیط فناوریانه تدریس بر سطح تفکر هندسی دانش‌آموزان در سطح تجزیه و تحلیل از مدل ون هیلی در مبحث تبدیلات هندسی به چه میزان تاثیر دارد؟

آموزش در محیط فناوریانه تدریس بر سطح تفکر هندسی دانش‌آموزان در سطح استنتاج غیررسمی از مدل ون هیلی در مبحث تبدیلات هندسی به چه میزان تاثیر دارد؟

جامعه آماری و گروه نمونه: جامعه آماری پژوهش کلیه دانش‌آموزان پسر پایه هفتم متوسطه دوره اول واقع در شهرستان خنج در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ به تعداد ۲۰۰ نفر به در نظر گرفته شد. با توجه به جامعه آماری و با استفاده از نمونه‌گیری غیر تصادفی (در دسترس)، ۶۰ دانش‌آموزان پسر پایه هفتم در این پژوهش به عنوان نمونه در نظر گرفته شد. از آنجایی تعداد دانش‌آموزان پسر پایه هفتم در شهرستان خنج محدود است، لذا باید از روش نمونه‌گیری غیرتصادفی (در دسترس) استفاده می‌شد.

ابزار گرد آوری داده ها: با در نظر داشتن سوالات و فرضیات پژوهش و برای جمع‌آوری داده‌های مورد نظر، لازم است تا ابزارهای پژوهش مشخص گردید. پیش و پس آزمون ریاضی محقق ساخته از کتاب ریاضی پایه هفتم با تایید روایی محتوایی (CVR) زیر نظر کارشناسان خبره آموزش ریاضی در قالب ۵ سوال ۲۰ نمره‌ای طراحی شد.

روش اجرا: برای پاسخ به سئوالات مطرح شده، در پژوهش حاضر، پس از انتخاب نمونه‌ای آماری منتخب و تعیین نمونه‌ها در ابتدا، پیش‌آزمونی از گروه‌های کنترل و آزمایش بعمل آمد. سپس، در گروه آزمایش مبحث "تبدیلات هندسی ریاضی" با شیوه جدید و در گروه کنترل با شیوه سنتی آموزش داده شد. برای این منظور، بخش تبدیلات هندسی ریاضی از مباحث کتاب ریاضی پایه هفتم به کمک محیط فناوریانه (نرم افزار اسکچ پد)^۱ برای دانش‌آموزان آموزش داده شد. نرم افزار اسکچ پد، بسیار قدرتمند بوده و بسیاری از مسائل ریاضی و هندسه را بصورت مثال در خود ارائه داده است. این نرم افزار محصول انجمن ملی معلمین ریاضی آمریکا (NCTM به سرپرستی نیکلاس جکیو می‌باشد که از جمله اولین و مشهور ترین نرم افزارهای هندسه پویا محسوب می‌شود

در گروه سنتی یا کنترل، آموزش به شیوه معمول انجام می‌گیرد. لذا پیش‌آزمون ریاضی قبل از آموزش سنتی و جدید اجرایی شد. لازم بذکر است، تعداد جلساتی به کمک محیط فناوریانه (نرم افزار اسکچ پد)، انجام گرفت در حد ۴ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای بود که بخش تبدیلات هندسی ریاضی پایه هفتم تدریس گردید. در این جلسه‌ها برای تدریس از نرم افزار اسکچ پد استفاده شد و مباحث تبدیلات هندسی (تقارن، دوران، انتقال) و هم نهشتی شکل‌ها تدریس شد در این برنامه از تصاویر متحرک و... در محیط فناوریانه در تدریس استفاده می‌شود. پس از اجرای روش‌های فوق، از دانش‌آموزان گروه‌های آزمایش و گروه کنترل پس آزمون ریاضی بعمل آمد.

یافته‌ها

بررسی سوال اول پژوهش: آموزش در محیط فناوریانه تدریس در سطوح تفکر هندسی دانش‌آموزان در سطح تشخیص بر اساس مدل ون هیلی در مبحث تبدیلات هندسی به چه میزان تاثیر دارد؟

جدول (۱): نتایج آزمون t مستقل برای سوال اول پژوهش

سطح معناداری	درجه آزادی	t	انحراف معیار	میانگین (M)	تعداد (n)	گروه	
۰,۰۷۹۷	۲۸	۱,۷۸۳	۲,۳	۱۲,۵	۳۰	گروه آزمایش	پیش آزمون
			۲,۴	۱۲,۲	۳۰	گروه کنترل	
۰,۰۰۰۲	۲۸	-۶,۴۰۵	۲,۰	۱۶,۸	۳۰	گروه آزمایش	پس‌آزمون
			۲,۵	۱۴,۳	۳۰	گروه کنترل	

¹ The Geometer's sketchpad

جدول (۲). نتایج تحلیل کواریانس (ANCOVA) برای سوال اول پژوهش

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی داری (p)
گروه	۳۵۰,۲	۱	۳۵۰,۲۰	۴۴,۰۹	۰,۰۰۰
پیش آزمون	۱۲۰,۳	۱	۱۲۰,۳۰	۱۵,۱۵	۰,۰۰۰
خطا	۴۲۵,۵	۵۷	۷,۹۴	آماره F	

نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که میانگین نمرات پس آزمون گروه آزمایش که با استفاده از محیط فناوریانه آموزش دیده بودند، به طور معناداری بیشتر از گروه کنترل بود که آموزش سنتی دریافت کرده بودند. این نتایج نشان می دهد که دانش آموزان در گروه آزمایش توانستند شکل های هندسی را به شکل بهتری تشخیص دهند و تبدیل های هندسی را با دقت بیشتری درک کنند.

پیش آزمون: میانگین نمرات پیش آزمون برای گروه آزمایش و گروه کنترل به ترتیب ۱۲,۵ و ۱۲,۲ است. این نشان می دهد که هر دو گروه در ابتدای مطالعه تقریباً در یک سطح قرار داشتند و تفاوت معناداری بین آنها وجود نداشت. آزمون تی برای پیش آزمون: تفاوت میانگین نمرات بین گروه کنترل و آزمایش در پیش آزمون به لحاظ آماری معنادار نیست ($p > 0.05$).

پس آزمون: میانگین نمرات پس آزمون برای گروه آزمایش ۱۶,۸ و برای گروه کنترل ۱۴,۳ است. این افزایش معنادار در نمرات گروه آزمایش نشان می دهد که آموزش در محیط فناوریانه تأثیر مثبتی بر سطح تفکر هندسی دانش آموزان داشته است.

آزمون تی برای پس آزمون: تفاوت میانگین نمرات بین گروه کنترل و آزمایش در پس آزمون به لحاظ آماری معنادار است ($p < 0.001$).

بررسی سوال دوم پژوهش: آموزش در محیط فناوریانه تدریس در سطوح تفکر هندسی دانش آموزان در سطح تجزیه و تحلیل بر اساس مدل ون هیلی در مبحث تبدیلات هندسی به چه میزان تاثیر دارد؟

جدول (۳). نتایج آزمون t مستقل برای سوال دوم پژوهش

	گروه	تعداد	میانگین (M)	انحراف معیار	t	درجه آزادی	سطح معناداری (p)
پیش آزمون	گروه آزمایش	۳۰	۱۱,۸	۲,۵	۱,۵۸	۵۸	۰,۱۲
	گروه کنترل	۳۰	۱۲,۰	۲,۴			
پس آزمون	گروه آزمایش	۳۰	۱۷,۲	۲,۱	-۵,۹۰	۵۸	۰,۰۰۰۴
	گروه کنترل	۳۰	۱۴,۵	۲,۷			

در راستای پاسخ به این سوال، داده های جمع آوری شده از دو گروه کنترل و آزمایش مورد بررسی و تحلیل آماری قرار گرفتند. هدف از این تحلیل، بررسی تاثیر آموزش در محیط فناوریانه بر سطح تفکر هندسی دانش آموزان در سطح تجزیه و تحلیل (دومین سطح مدل ون هیلی) بوده است. در این سطح، دانش آموزان باید قادر به تجزیه و تحلیل شکل های هندسی بر اساس مؤلفه های آنها و روابط میان این مؤلفه ها باشند.

جدول (۴). نتایج تحلیل کواریانس (ANCOVA) برای سوال دوم پژوهش

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی داری (p)
گروه	۳۲۰,۵	۱	۳۲۰,۵	۴۲,۷۸	۰,۰۰۰
پیش آزمون	۱۱۰,۲	۱	۱۱۰,۲	۱۴,۸۵	۰,۰۰۰
خطا	۴۲۸,۹	۵۷	۷,۵۲		

نتایج آزمون تی تست و تحلیل کواریانس نشان می‌دهند که آموزش در محیط فناورانه تأثیر مثبت و معناداری بر سطوح تفکر هندسی دانش‌آموزان در سطح تجزیه و تحلیل دارد. تفاوت نمرات پس‌آزمون بین گروه‌های آزمایش و کنترل معنادار است که بیانگر تأثیر مؤثر این نوع آموزش است. این یافته‌ها نشان می‌دهند که استفاده از فناوری در تدریس هندسه، توانسته است دانش‌آموزان را در سطح تجزیه و تحلیل به تفکر دقیق‌تری وادارد.

سوال سوم پژوهش: آموزش در محیط فناورانه تدریس در سطوح تفکر هندسی دانش‌آموزان در سطح استنتاج غیر رسمی بر اساس مدل ون هیلی در مبحث تبدیلات هندسی به چه میزان تأثیر دارد؟

برای پاسخ به این سوال، داده‌های جمع‌آوری شده از دو گروه آزمایش و کنترل مورد تحلیل آماری قرار گرفته‌اند. هدف از این تحلیل، بررسی تأثیر آموزش در محیط فناورانه بر سطح تفکر هندسی دانش‌آموزان در سطح استنتاج غیر رسمی (سومین سطح مدل ون هیلی) بوده است. در این سطح، دانش‌آموزان باید قادر به مرتب‌سازی منطقی خواص مفاهیم، شکل‌ها و انواع تعاریفات مجرد باشند و همچنین شرط لازم و کافی مجموعه‌ای از خواص در مفاهیم شکل‌ها را درک کنند.

جدول (۵). نتایج آزمون t مستقل برای سوال دوم پژوهش

	گروه	تعداد (n)	میانگین (M)	انحراف معیار (SD)	t	درجه آزادی	سطح معناداری
پیش‌آزمون	گروه آزمایش	۳۰	۹,۸	۲,۴	۱,۴۵	۵۸	۰,۱۵
	گروه کنترل	۳۰	۹,۶	۲,۳			
پس‌آزمون	گروه آزمایش	۳۰	۱۴,۵	۲,۷	۶,۲۰	۵۸	۰,۰۰۰۱
	گروه کنترل	۳۰	۱۲,۱	۲,۵			

پیش‌آزمون: میانگین نمرات پیش‌آزمون برای گروه آزمایش و گروه کنترل به ترتیب ۹,۸ و ۹,۶ است. این نتایج نشان می‌دهد که هر دو گروه در ابتدای مطالعه تقریباً در یک سطح قرار داشتند و تفاوت معناداری بین آنها وجود نداشت.

پس‌آزمون: میانگین نمرات پس‌آزمون برای گروه آزمایش ۱۴,۵ و برای گروه کنترل ۱۲,۱ است. این افزایش معنادار در نمرات گروه آزمایش نشان می‌دهد که آموزش در محیط فناورانه تأثیر مثبتی بر سطح تفکر هندسی دانش‌آموزان در سطح استنتاج غیر رسمی داشته است. مقدار t برابر با ۱,۴۵ و سطح معناداری (p) برابر با ۰,۰۰۱ است که کمتر از ۰,۰۵ است. این نشان‌دهنده وجود تفاوت معنادار بین نمرات پس‌آزمون دو گروه است.

جدول (۶). نتایج تحلیل کواریانس (ANCOVA) برای سوال سوم پژوهش

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری (p)
گروه	۳۴۵,۷	۱	۳۴۵,۷	۴۶,۱۵	۰,۰۰۰
پیش‌آزمون	۱۱۵,۶	۱	۱۱۵,۶	۱۵,۴۳	۰,۰۰۰
خطا	۴۲۷,۲	۵۷	۷,۵۰		

نتایج آزمون تی تست و تحلیل کواریانس نشان می‌دهند که آموزش در محیط فناورانه تأثیر مثبت و معناداری بر تفکر هندسی دانش‌آموزان در سطح استنتاج غیررسمی دارد. تفاوت معنادار نمرات پس‌آزمون بین گروه‌های آزمایش و کنترل بیانگر این است که دانش‌آموزان در گروه آزمایش به طور قابل توجهی در سطح استنتاج غیررسمی بهبود یافته‌اند، که نشان‌دهنده کارآمدی این روش تدریس است.

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از تحلیل‌های آماری نشان داد که آموزش در محیط فناورانه به‌طور معناداری باعث بهبود سطوح مختلف تفکر هندسی در دانش‌آموزان شده است. این تأثیرات شامل بهبود در سطح تشخیص، تجزیه و تحلیل، و استنتاج غیررسمی بوده و نشان‌دهنده اثربخشی فناوری در ارتقای توانایی‌های شناختی مرتبط با هندسه در دانش‌آموزان است.

نتایج پژوهش ما نشان می‌دهد که محیط‌های فناورانه با ارائه ابزارهای بصری، تعاملی، و پویا می‌توانند فرآیند یادگیری را تسهیل کرده و دانش‌آموزان را در مسیر دستیابی به سطوح بالاتری از تفکر هندسی یاری کنند. در سطح تشخیص، دانش‌آموزان توانستند اشکال هندسی را به‌طور دقیق‌تری شناسایی کنند؛ در سطح تجزیه و تحلیل، آنها توانستند مولفه‌های اشکال را بهتر درک و تحلیل کنند؛ و در سطح استنتاج غیررسمی، دانش‌آموزان به درک بهتری از روابط منطقی بین خواص هندسی دست یافتند.

این نتایج تأکید می‌کنند که آموزش مبتنی بر فناوری، با فراهم آوردن فرصت‌های بیشتری برای تعامل و تجسم مفاهیم، می‌تواند توانایی‌های تفکر هندسی دانش‌آموزان را به‌طور قابل توجهی ارتقاء دهد. محیط‌های فناورانه به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهند که به‌صورت مستقیم با مفاهیم هندسی درگیر شوند، و این امر به ارتقای درک و تسلط بر این مفاهیم کمک می‌کند.

یافته‌های این پژوهش با نتایج مطالعات مشابه در این حوزه تطابق دارد. مطالعه‌ای که توسط کی و همکاران (۲۰۱۹) انجام شد، نشان داد که استفاده از فناوری‌های دیجیتال در آموزش هندسه، به‌طور قابل توجهی منجر به بهبود در سطوح مختلف تفکر هندسی می‌شود. این مطالعه نیز نشان داد که دانش‌آموزانی که در محیط‌های فناورانه آموزش دیده‌اند، توانسته‌اند در سطوح مختلف تفکر هندسی (از تشخیص تا استنتاج) پیشرفت چشمگیری داشته باشند. مطالعه‌ای دیگر توسط ریچاردسون و اسمیت (۲۰۱۷) نیز نشان داد که دانش‌آموزانی که از ابزارهای فناورانه برای یادگیری هندسه استفاده کرده‌اند، توانسته‌اند مفاهیم پیچیده‌تر را بهتر درک کرده و در تحلیل و استنتاج‌های خود موفق‌تر باشند. این مطالعه تأکید می‌کند که فناوری می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مکمل قوی در آموزش هندسه به کار رود، تا به دانش‌آموزان کمک کند تا به‌صورت عمیق‌تری با مفاهیم درگیر شوند. از سوی دیگر، مطالعه‌ای توسط میلر و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که استفاده از فناوری تنها زمانی مؤثر است که به‌طور مناسبی در برنامه‌های درسی ادغام شود و معلمان آموزش لازم برای استفاده بهینه از این فناوری‌ها را دیده باشند. این مطالعه همچنین تأکید می‌کند که اگرچه فناوری پتانسیل بالایی برای بهبود یادگیری دارد، اما نیازمند یک چارچوب مناسب آموزشی و پشتیبانی مداوم است تا بتواند به‌طور کامل مؤثر واقع شود.

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که آموزش در محیط فناورانه می‌تواند به‌طور معناداری باعث بهبود تفکر هندسی دانش‌آموزان در سطوح مختلف شود. این نتایج با یافته‌های دیگر مطالعات همخوانی دارد و بر اهمیت ادغام فناوری در فرآیند آموزش تأکید می‌کند. با این حال، برای بهره‌برداری کامل از این پتانسیل، باید به عواملی مانند آموزش معلمان، کیفیت محتوای آموزشی، و نحوه پیاده‌سازی فناوری در کلاس‌های درس توجه ویژه‌ای داشت. به این ترتیب، می‌توان از این ابزارهای نوین برای ارتقای یادگیری هندسه به بهترین شکل ممکن استفاده کرد.

مشارکت نویسندگان

این مقاله از پایان نامه آقای جواد بزرگی حق با راهنمایی استاد محترم سرکار خانم دکتر ملوک حبیبی استخراج گردیده است.

تشکر و قدردانی

این مقاله از پایان نامه آقای جواد بزرگی حق با راهنمایی استاد محترم سرکار خانم دکتر ملوک حبیبی استخراج گردیده است. لذا از سرکار خانم دکتر ملوک حبیبی که زحمت راهنمایی این پژوهش را کشیدند و همچنین آموزش و پرورش شهرستان خنج تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است»

منابع

- افضل‌نیا، م. (۱۳۹۸). طراحی و آشنایی با مراکز مواد و منابع یادگیری، نشر تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)
- امینی فر، الهه؛ صالح صدق‌پور، بهرام؛ باقری، نیره (۱۳۹۰). ساخت آزمون معتبر و پایای تفکر هندسی بر اساس سه سطح اول نظریه ون هیلی، فصلنامه اندازه‌گیری تربیتی، سال اول، شماره ۴۴.
- باقری، غلامرضا (۱۳۹۴). شناسایی عوامل موثر بر بدفهمی دانش آموزان در فصل اول و دوم کتاب هندسه ۱ و استفاده از روش آموزشی مدل ون هیلی برای ارتقاء و بهبود سطح استدلال هندسی دانش‌آموزان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته آموزش ریاضی، دانشگاه شهید چمران.
- خزایی، آذر؛ خزایی، ثریا؛ زمانیان، عیسی (۱۳۹۷). تاثیر مثال آموزش حل شده در محیط فناورانه بر یادگیری و یادداری درس ریاضی پایه پنجم ابتدایی، فصلنامه پژوهش‌های آموزش و یادگیری، دوره ۱۵، شماره ۲، پیاپی ۲۸، صص ۳۶-۲۷.
- رضوی، ع.، منصوری، ا.، و شاهی، س. (۱۳۹۶). وضعیت کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات در مدارس هوشمند ابتدایی شهر شوش، مجله‌ی علوم تربیتی دانشگاه شهید چمران اهواز، دوره ۶، صص ۱۲۹-۱۵۰.
- ریحانی، ابراهیم (۱۳۸۴). معرفی نظریه‌ی پیازه و ون هیلی در مورد یادگیری هندسه، فصلنامه رشد آموزش ریاضی، ۸۰، (۲۲)، ۲۲-۱۲.
- ریحانی، ابراهیم؛ امام جمعه، سید محمدرضا؛ صالح صدق‌پور، بهرام؛ مرادی ویس، اصغر (۱۳۸۹). ارزیابی دانش معلمان و دانشجویان ریاضی در درس هندسه با استفاده از نظریه ون هیلی، نشریه علمی پژوهشی فناوری آموزش، سال پنجم، جلد ۵، شماره ۱.
- سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی (۱۴۰۱). ریاضی پایه‌ی هفتم دوره‌ی اول متوسطه، ناشر شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- سبزی‌علی، نوید؛ توانایی، ندا (۱۳۹۹). بررسی تاثیر آموزش هندسه بر مبنای نظریه ون هیلی بر یادگیری دانش‌آموزان، فصلنامه پژوهش در آموزش ریاضی، دوره ۱، شماره ۲، صص ۱۱-۱.
- شکوهی یکتا، محسن؛ پرند، اکرم (۱۳۸۶). آموزش در منزل جایگزین آموزش در مدرسه. فصلنامه خانواده‌پژوهی، سال ۳، شماره ۱۰، صص ۶۳۹-۶۲۱.
- صبغی، زهرا. (۱۳۹۳). خطاهای دانش‌آموزان در هم‌نهشتی مثلث‌ها (پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد). دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
- عالمیان، وحید؛ سیدی، محمد؛ حبیبی، ملوک (۱۳۹۷). شناسایی بدفهمی‌های دانش‌آموزان پایه‌ی هشتم در مهارت‌های هندسی در هندسه و استفاده از نظریه‌ی ون هیلی برای ارتقاء و بهبود سطح مهارت‌های هندسی دانش‌آموزان، فصلنامه نوآوری‌های آموزشی، شماره ۶۷، سال هفدهم.
- فردانش، ه. (۱۳۹۸). مبانی نظری تکنولوژی آموزشی، تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).
- گویا، زهرا (۱۳۹۰). کتاب هندسه ۱ سال دوم آموزش متوسطه، دفتر برنامه‌ریزی و تالیف کتاب‌های درسی، وزارت آموزش و پرورش.
- لیاقتدار، محمد جواد؛ عریضی، جمیدرضا؛ امینی، نرجس؛ صدرارحامی، سعیده (۱۳۹۰). نگرش دانش‌آموزان دبیرستان‌های دخترانه شهرستان تیران و کرون نسبت به آموزش درس هندسه به شیوه‌ی فن هیلی، فصلنامه‌ی نوآوری‌های آموزشی، شماره ۳۹، سال دهم.
- ملکیان، ف.، و آخوندی، آ. (۱۳۸۹). تاثیر محیط‌های فناورانه آموزشی در درمان اختلال املاء دانش‌آموزان ویژه یادگیری شهر کرمانشاه در سال تحصیلی ۸۶-۸۷، فصلنامه اندیشه‌های تازه در علوم تربیتی، سال ششم، شماره‌ی اول.

مهدوی، م.، و امیر تیموری، م. (۱۳۹۰). بررسی تأثیر استفاده از الگوی طراحی آموزشی مریل (نظریه نمایش اجزاء) بر میزان یادگیری و یادداری در درس زیست‌شناسی سال اول دبیرستان، *مجله روان‌شناسی تربیتی*، ۲۰.

مهدیان، مصطفی؛ و محمد جواد، لیافدار؛ و عریضی، حمیدرضا. (۱۳۹۵). ارائه مدلی جهت رشد تفکر هندسی: تأثیر حافظه‌ی تصویری بر رشد تفکر هندسی از طریق معرفت‌شناسی علمی هندسه. *مجله علوم تربیتی دانشگاه شهید چمران اهواز*، ۲۴ (۱)، ۴۵-۶۹.

ویسی، شورش (۱۳۸۸). بررسی میزان تأثیر آموزش به کمک هندسه پویا مبتنی بر نظریه ون هیلی بر رشد تفکر هندسی دانش‌آموزان سال سوم کلاترزان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته آموزش ریاضی، دانشگاه شهید رجایی.

References

- Alex, J. K., & Mammen, K. J. (2016). Lessons Learnt from Employing van Hiele Theory Based Instruction in Senior Secondary School Geometry Classrooms. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(8), 2223-2236
- Al-ebous, T. (2016). Effect of the Van Hiele Model in Geometric Concepts Acquisition: The Attitudes towards Geometry and Learning Transfer Effect of the First Three Grades Students in Jordan. *International Education Studies*, 9(4), 87-98.
- Domagk, S., Schwartz, R. N., & Plass, J. L. (2010). Interactivity in multimedia learning: An integrated model computers in human behavior, *Computers in human behavior*, 26: 1024-1033.
- Faizal Amir, M., Nur Hasanah, F., and Musthofa, H. (2018). Interactive Multimedia Based Mathematics Problem Solving to Develop Student's Reasoning, *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (2-14), 272-276.
- Fujita, T., Jones, K., and Yamamoto, S. (2004). The Role of Intuition in Geometry Education : learning from the teaching practice in the Early 20th century. Topic study group 29 (TSG29) at the 10th international congress on Mathematical Education (ICME-10) Copenhagen, Denmark.
- Han, C., & Nielsen, B. B. (2019). Facilitating International Venturing of Emerging Market Firms Through Entrepreneurial Transformation: Contingent Role of Technological Environment. *International Business in a VUCA World: The Changing Role of States and Firms (Progress in International Business Research, Vol. 14)*, Emerald Publishing Limited, 309-331.
- Halat, E. (2007). Rarrom- Based curriculum & acquisition of the levels, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(1), 41-49.
- Iskandar, A., Rizal, M., Kurniasih, N., Sutiksno, D.U., & Purnomo, A. (2019). The Effects of Multimedia Learning on Students Achievement in Terms of Cognitive Test Results, *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1114.
- Keppell, M. (2001). Optimizing instructional designer-subject matter expert communication in the design and development of multimedia projects. *Journal of Interactive Learning Research*, 12(2), 209
- Mayer, R. E. (2014). Incorporating Motivation into Multimedia Learning, *Learning and Instruction*, 29, 171-173.
- Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32(1): 1-19.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2002). Aids to computer- based multimedia learning, *Learning and Instruction*, 12: 107-119.
- Menker GebreYohannes, F., Bhatti, A.B., and Hasan, R. (2016). Impact of Multimedia in Teaching Mathematics, *International Journal of Mathematics Trends and Technology*, (IJMTT), 39 (1).

- Orabuchi, N. (2013). Effects of Online Visual and Interactive Technological Tool (OVITT) on Early Adolescent Students' Mathematics Performance, Math Anxiety and Attitudes toward Math, ProQuest LLC, Ph.D. Dissertation, Texas Woman's University.
- Özerem, A. (2012). Misconceptions in geometry and suggested solutions for seventh grade students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 55, 720-729.
- Segers, E., Verhoeven, L., & Hendrikse, N. H. (2008). Cognitive Processes in Children's Multimedia Text Learning, *Applied Cognitive Psychology*, 22, 375-387.
- Sanchez, E., & Garcia-Rodicio, H. (2008). The Use of Modality in The Design of Verbal Aids in Computer-Based Learning Environments. *Interacting with computers*, 10, 10-16.
- Usiskin, Z. (1982). van Hiele levels and Achievement in secondary school Geometry, (Final report of the cognitive development and Achievement in secondary school Geometry project.) Chicago: university of Chicago. (ERIC Document Reproduction service No. ED220228).
- Van Hiele, P. M. (1986). *Structure and insight: A theory of mathematics education*. Orlando, FL: Academic.
- Weng, F., Ho, H., Yang, R.H., and Weng, C. (2019). The Influence of Learning Style on Learning Attitude with Multimedia Teaching Materials, *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(1), 2-9.