

Tech. Edu. J. 14(4): 835-846, Autumn 2020



Technology of Education Journal (TEJ)

Homepage: jte.sru.ac.ir

ORIGINAL RESEARCH PAPER

The effect of educational interventions based on synectics and 5E patterns on students' academic performance in geometry

Z. Kalantarnia¹, A. Shahvarani Semnani¹, M.H. Behzadi^{*2}, M. Rostamy-Malkhalifeh¹, M.R. Mardanbeigi¹¹ Department of Mathematics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran² Department of Statistics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

ABSTRACT

Received: 4 March 2020

Reviewed: 21 April 2020

Revised: 7 July 2020

Accepted: 14 July 2020

KEYWORDS:

Education


Synectics Model

5E Model

Performance

Geometry

* Corresponding author

 behzadi@srbiau.ac.ir (+9821) 44865308

Background and Objectives: Educating creative people is one of the important goals of educational systems. Undoubtedly, using educational models appropriate to educational content provides a suitable platform for achieving this goal. Innovative and 5 E patterns lead to increasing student creativity. In the innovation model, the student tries to look at the problem with a new perspective and turn it into a familiar problem by analogy and simile. In the 5E inclusive model, the student discovers relationships, solutions, and concepts through participation in a variety of activities. The aim of the present study was to investigate the effect of educational interventions based on innovation and 5E patterns on the academic performance of 9th grade students' geometry.

Methods: The research method was quasi-experimental in which pre-test, post-test design with control group was used. From the statistical population of 9th grade female students of Tehran public high-schools, 3 classes, each with 30 students, were selected by convenience sampling method. Then two classes were randomly selected as the experimental groups of innovation and 5E and one class as the control group. Data collection instruments included researcher-made performance tests tailored to innovation models and 5E, while the reliability and validity of these tests were assessed only for group 5E and the results were generalized for innovation groups and 5E. In order to collect the data, at the first phase, performance pre-tests based on the basic geometric concepts were administered for innovation, 5E and control groups. Then, the content based on innovation and 5E patterns and the traditional method for innovation, 5E and control groups were implemented by the researcher in 8 sessions for 60 minutes in five consecutive weeks. Finally, the researcher-made post-test based on the geometric concepts was run for innovation, 5E and control groups. To analyze the data descriptive statistics (including mean and standard deviation) and inferential statistics containing Kolmogorov-Smirnov (to check the normality of the data) and the ANOVA were used by SPSS statistical software.

Findings: The results of the research in the descriptive statistics section showed that the mean differences between the pretests of the performance tests of the innovation groups (2.73) and 5E (3.16) compared to the control group (0.42) were significant. Also in the inferential statistics section, the results of the ANOVA for pretests of the innovation, 5E and control groups indicated that the academic level of the students of innovation, 5E and control groups was the same (0.05 < 0.963). The results of ANOVA for posttests of innovation, 5E, and control groups showed that 5E and innovation had a positive effect on the performance of 9th grade students in geometry (0.00 < 0.05).

Conclusion: The use of innovation models and 5E led to students' performance, so the educational system should emphasize the use of the methods that aim to increase interaction and cooperation among students. Therefore, it is suggested that the necessary training should be introduced in the curriculum of teacher training in order to get acquainted with and apply active teaching methods such as the ones used in this study. Also, the content of textbooks should be organized based on active teaching methods, so that these methods can be taught and implemented in teaching materials. This research has been accompanied by limitations that may affect the generalizability of the research findings, as was not possible for the researcher to control disturbing variables such as intelligence and gender, and these variables may have had some effects on the results. Also, due to time and space constraints and the issue of necessary permissions, this study was conducted only among 9th grade female students. Naturally, increasing the sample will lead to more accurate results.



NUMBER OF REFERENCES

26



NUMBER OF FIGURES

7



NUMBER OF TABLES

5

مقاله پژوهشی

تأثیر مداخلات آموزشی مبتنی بر الگوهای بدیعه‌پردازی و 5E در عملکرد تحصیلی هندسه دانش‌آموزان

زهرا کلانتریان^۱، احمد شاهورانی سمنانی^۱، محمد حسن بهزادی^{۲*}، محسن رستمی مال خلیفه^۱، محمدرضا مردان بیگی^۱^۱گروه ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران^۲گروه آمار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: تربیت افراد خلاق یکی از اهداف مهم نظام‌های آموزشی است. بی‌شک به‌کارگیری الگوهای آموزشی متناسب با محتوای آموزشی، فراهم‌کننده بستر مناسبی جهت تحقق این هدف است. الگوهای بدیعه‌پردازی و 5E منجر به افزایش خلاقیت دانش‌آموزان می‌گردند. در الگوی بدیعه‌پردازی فرد تلاش می‌کند تا با دید تازه‌ای به مسأله بنگرد و آن را به وسیله قیاس و تشبیه به مسأله‌ای آشنا تبدیل کند. در الگوی 5E فراگیر از طریق شرکت در فعالیت‌های متنوع به کشف روابط، راه حل‌ها و مفاهیم نایل می‌شود. هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر مداخلات آموزشی مبتنی بر الگوهای بدیعه‌پردازی و 5E در عملکرد تحصیلی هندسه دانش‌آموزان پایه نهم است.

روش‌ها: روش پژوهش نیمه آزمایشی بوده که در آن از طرح پیش‌آزمون، پس‌آزمون با گروه کنترل استفاده شده است. از جامعه آماری دانش‌آموزان دختر پایه نهم دبیرستان دولتی شهر تهران، ۳ کلاس پایه نهم به روش نمونه‌گیری در دسترس، هر کلاس شامل ۳۰ نفر دانش‌آموز به عنوان نمونه انتخاب شدند. سپس دو کلاس به صورت تصادفی به عنوان گروه‌های آزمایشی بدیعه‌پردازی و 5E و یک کلاس به عنوان گروه کنترل انتخاب شد. ابزار گردآوری داده‌ها شامل آزمون‌های عملکرد محقق ساخته، متناسب با الگوهای بدیعه‌پردازی و 5E بود که پایایی و روایی این آزمون‌ها فقط برای گروه 5E بررسی شد و نتایج آن برای گروه‌های بدیعه‌پردازی و 5E تعمیم داده شد. به منظور جمع‌آوری داده‌ها در ابتدا پیش‌آزمون‌های عملکرد مبتنی بر مفاهیم پایه‌ای هندسی مورد نظر برای گروه‌های بدیعه‌پردازی، 5E و کنترل اجرا شد. سپس محتوای درسی مبتنی بر الگوهای بدیعه‌پردازی و 5E و روش سنتی برای گروه‌های بدیعه‌پردازی، 5E و کنترل، در ۸ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای در پنج هفته متوالی توسط محقق اجرا شد. در انتها پس از آزمون‌های عملکرد محقق ساخته مبتنی بر مفاهیم هندسی تدریس شده برای گروه‌های بدیعه‌پردازی، 5E و کنترل اجرا شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار و در بخش آمار استنباطی از آزمون‌های کولموگروف اسمیرنوف (جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها) و آزمون آنوا توسط نرم افزار آماري Spss استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج پژوهش در بخش آمار توصیفی نشان داد که اختلاف میانگین بین پیش‌آزمون پس‌آزمون‌های عملکرد گروه‌های بدیعه‌پردازی با ۲/۳۷ نمره و 5E با ۳/۶۱ نمره نسبت به گروه کنترل با ۰/۴۲ نمره از افزایش قابل توجهی برخوردار است. همچنین در بخش آمار استنباطی نتایج آزمون آنوا برای پیش‌آزمون‌های گروه‌های بدیعه‌پردازی، 5E و کنترل حاکی از آن است که سطح علمی دانش‌آموزان گروه‌های بدیعه‌پردازی، 5E و کنترل یکسان است (۰/۹۶۳ > ۰/۰۵). نتایج آزمون آنوا برای پس‌آزمون‌های گروه‌های بدیعه‌پردازی، 5E و کنترل نشان داد که آموزش مبتنی بر الگوهای بدیعه‌پردازی، 5E بر عملکرد دانش‌آموزان پایه نهم در درس هندسه تأثیر مثبت دارد (۰/۰۵ > ۰/۰۰).

نتیجه‌گیری: کاربرد الگوهای بدیعه‌پردازی و 5E منجر به بهبود عملکرد دانش‌آموزان گردیده است؛ لذا باید تأکید سیستم آموزشی بر استفاده از روش‌هایی باشد که هدفشان افزایش تعامل و همکاری بین دانش‌آموزان است؛ لذا پیشنهاد می‌شود آموزش‌های لازم جهت آشنایی و کاربرد شیوه‌های تدریس فعال مانند استفاده از الگوهای بدیعه‌پردازی، بایستی و ... در برنامه درسی معلمان تربیت‌معلم و دانشکده‌ها گنجانده شود. همچنین محتوای کتاب‌های درسی براساس شیوه‌های تدریس فعال، به‌صورتی که این روش‌ها قابل آموزش و اجرا باشند، سازماندهی شود. این پژوهش با محدودیت‌هایی همراه بوده که ممکن است در تعمیم‌پذیری یافته‌های پژوهش تأثیرگذار باشند. از آنجاکه امکان کنترل متغیرهای مزاحمی چون هوش و جنسیت برای محقق وجود ندارد؛ این متغیرها تا حدودی در نتایج تأثیرگذارند. همچنین به‌دلیل محدودیت‌های زمانی و مکانی و صدور مجوزهای لازم، این پژوهش فقط در بین دانش‌آموزان دختر پایه نهم انجام شد. طبیعی است افزایش نمونه منجر به نتایج دقیق‌تری خواهد شد.

واژگان کلیدی:

آموزش
الگوی بدیعه‌پردازی
الگوی 5E
عملکرد
هندسه

* نویسنده مسئول

behzadi@srbiu.ac.ir

۰۲۱-۴۴۸۶۵۳۰۸

مقدمه

شکل‌گیری شهود فضایی. منظور از شهود فضایی آن است که فرد چگونه فضا و ناحیه (مساحت‌ها) را در دنیای واقعی می‌نگرد [۱].
یوسسکین در اهمیت تدریس هندسه دو دلیل بیان می‌کند: ۱- هندسه به‌صورت منحصر به فردی ارتباط ریاضی را با دنیای واقعی برقرار

هندسه شاخه مهمی از ریاضیات است و مهارت‌های هندسی به‌عنوان مهارت اصلی ریاضیات شناسایی شده‌اند. هندسه برای دانش‌آموزان از این رو اهمیت دارد که در سایر شاخه‌های ریاضی هم تأثیرگذار است. اساساً یادگیری هندسه دو هدف دارد: یکی توسعه مهارت تفکر و دیگری

نظام آموزشی کشور باشند، مهم‌ترین دلیلی است که اهمیت و ضرورت پژوهش حاضر را توجیه می‌کند. هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر مداخلات آموزشی مبتنی بر الگوهای بدیعه‌پردازی و 5E در عملکرد تحصیلی هندهند دانش‌آموزان می‌باشد.

ادبیات تحقیق

در این بخش، به معرفی و ادبیات تحقیق الگوهای بدیعه‌پردازی و 5E پرداخته می‌شود. روش تدریس بدیعه‌پردازی از روش‌های پرورش خلاقیت محسوب می‌شود که به‌وسیله ویلیام جی جی گوردون و همکارانش (۱۹۶۱) ابداع شد. سه نوع قیاس ذکر شده پایه توالی فعالیت‌های بدیعه‌پردازی را تشکیل می‌دهند. از آن‌ها می‌توان به‌طور مجزا یا با هم برای آمادگی و شروع یک جریان خلاقیت یا حل مسأله استفاده کرد. فعالیت‌های استعاره‌ای عبارت است از جایگزین کردن یکی به جای دیگری به منظور درک و فهم پدیده‌های موجود. جریان خلاقیت در خلال این جایگزینی‌ها رخ می‌دهد؛ یعنی مطالب آشنا را با مطالب ناآشنا مرتبط می‌سازد. استعاره‌ها فاصله مفهومی میان دانش‌آموزان و هدف را معرفی می‌کند و افکار اولیه را ارتقا می‌بخشد. الگوها و مراحل آن‌ها بر اساس تشخیص معلم قابل تغییر هستند و حتی محتوا و موضوعات دروس را نیز معلمان بر اساس تشخیص خودشان مطابق یک الگو و مراحل آن تدریس می‌کنند. از سوی دیگر چون بدیعه‌پردازی بر محیطی تأکید دارد که مشوق خلاقیت، یکپارچگی گروهی، فعالیت‌های متقابل و نوآفرینی دانش‌آموزان در درون دنیای استعارات باشد؛ لذا به تسهیلات کافی و رهبری شایسته نیازمند است. بدون فضای کار مناسب و معلم کارآمد، امکان اجرای این روش وجود ندارد [۱۱]. فرایند بدیعه‌پردازی بر پایه مفروضاتی در زمینه روان‌شناسی خلاقیت به‌وجود آمده که عبارتند از:

الف) با کمک به افراد می‌توان جریان خلاقیت را به سطح آگاهی رساند و به‌طور مستقیم می‌توان خلاقیت افراد و گروه‌ها را افزایش داد.
ب) در فرایند خلاقیت بعد عاطفی بینش، مهم‌تر از بعد عقلانی آن است. حضور بعد بینشی، فضایی را برای بسط تفکر به‌وجود می‌آورد و سرانجام منجر به تفکری می‌شود که ظهور نظریه‌های جدید را ممکن می‌سازد.
ج) فرض سوم آن است که عناصر غیرمعقول و عاطفی باید به ترتیبی که احتمال موفقیت یک موقعیت حل مسأله را افزایش دهند، درک شوند. به بیان دیگر تحلیل جریان‌های غیرمعقول و عاطفی معین می‌تواند به فرد و گروه کمک کند تا با استفاده صحیح و سازنده از حالات غیرمعقول ذهنی، خلاقیت خود را افزایش دهند. حالات غیرمعقول و عاطفی را می‌توان فهمید و آگاهانه کنترل کرد. چنین کنترلی با استفاده از استعاره و قیاس صورت می‌گیرد که در واقع هدف روش بدیعه‌پردازی است [۱۲].

در ادامه به توضیح مراحل آن می‌پردازیم که عبارتند از:

۱. توصیف مسأله یا وضعیت جدید: معلم و دانش‌آموزان به توضیح و تشریح درس می‌پردازند.

می‌سازد. ۲- هندهند به‌صورت منحصر به فردی در روشن ساختن ایده‌ها در دیگر عرصه‌های ریاضیات تواناست [۲].

ریاضیات علمی است که بازتاب آن را گاهی اوقات در زندگی خود به‌طور مستقیم مشاهده کرده و گاهی اوقات برای به‌دست آوردن معنا در زندگی از آن استفاده می‌کنیم. به همین دلیل لازم است دوره‌های ریاضی را به‌گونه‌ای اجرا کنیم که برای دانش‌آموزان توانایی حل مشکلات واقعی را فراهم کند. مفاهیم ریاضی با رویدادهایی که در زندگی روزمره روبرو هستیم مرتبط هستند [۳]. کایزر (Kaiser) (۱۹۶۸) خلاقیت را به‌کارگیری توانایی‌های ذهنی برای ایجاد یک فکر یا مفهومی جدید می‌داند [۴]. فرایند حل کردن خلاقانه مسائل، به‌صورت کاربرد خلاقیت در جهان واقعی، صنعت، سازمان یا بافت اجتماعی تعریف می‌شود که در مسأله‌یابی، ارائه و اجرای راه حل برای مسائل پیچیده کاربرد دارد [۵]. طبق مطالعات انجام شده در آزمون تیمز، حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد دانش‌آموزان کشورهای مختلف، درک صحیحی از چگونگی کاربرد هندهند در دنیای واقعی ندارند و همین مانع نوآوری و تفکر خلاق در آنان شده و باعث دلسردی آنان نسبت به هندهند می‌شود [۶]. استراتژی‌های آموزشی استفاده شده توسط معلمان ما، اغلب برای دانش‌آموزان نامفهوم هستند [۷]. بنابراین به نظر می‌رسد انتخاب و به‌کارگیری استراتژی‌های آموزشی مناسب، توسط معلمان امری مهم و ضروری در تعلیم و تربیت است. یکی از روش‌های پرورش تفکر خلاق، روش بدیعه‌پردازی است. این روش توسط ویلیام جی جی گوردون (William J.J Gordon) و دستیارانش جهت ایجاد نوآوری تدوین شد. اصطلاح بدیعه‌پردازی به یک شیوه جالب آموزشی اشاره دارد که مهم‌ترین عنصر آن استفاده از قیاس‌هاست. این روش دانش‌آموز را قدری به دنیای غیر منطقی می‌کشاند. دانش‌آموزان با انواع مقایسه‌ها به منظور ایجاد مقایسه‌های استعاری‌تر کار می‌کنند. سپس آنها از مقایسه‌های ساخته شده برای ارائه یک ایده جدید استفاده می‌کنند. در واقع هدف اصلی بدیعه‌پردازی، شکستن قوانین متعارف و ایجاد راه حل‌های جدید برای مسأله است [۸].

محققان نشان داده‌اند که آموزش ریاضی هنگامی که دانش‌آموزان به‌طور فعال در روند یادگیری مشارکت می‌کنند، موثر هستند؛ بنابراین معلمان ریاضی نباید از رویکرد آموزشی توضیحی استفاده کنند؛ بلکه باید از فعالیت‌های گروهی تعاملی استفاده کنند تا دانش‌آموزان را تشویق کنند که بهتر یاد بگیرند. یکی از رویکردهایی که دانش‌آموزان در فرایند یادگیری به‌صورت فعالانه شرکت می‌کنند مدل آموزشی بایبی است [۹]. این مدل، مدل چرخه‌ای آموزشی 5E نامیده می‌شود چون هر مرحله از آن با حرف "E" آغاز می‌شود. این الگو در اوایل دهه ۱۹۸۰ توسط راجر بایبی (Roger Bybee) مطرح شد و شامل فعالیت‌هایی است که علاقه دانش‌آموزان را به تحقیق افزایش می‌دهد و باعث استفاده فعالانه از اطلاعات می‌شود و در هر مرحله دانش‌آموزان را تشویق می‌کند تا در فعالیت‌ها درگیر شده و هم‌زمان دانش خودشان را بسازند [۱۰]. ضرورت معرفی روش‌های جدید تدریس که می‌توانند راهگشای بعضی از مسائل

این الگو بر تولید، کنترل، تعمیم دانش و یادگیری اصیل و عمیق تأکید دارد و اولین بار براساس برنامه درسی علوم بیولوژیک ایجاد شد. در این روش مدرس نقش تسهیل کننده را دارد؛ بدین ترتیب در این روش فراگیران نقش اساسی در فرآیندهای یادگیری و یاددهی ایفا می‌کنند. به بیان دیگر در این روش هدف اصلی، جستجوی فعالانه فراگیران از طریق فعالیت‌های گوناگون برای کشف راه‌حل‌ها، مفاهیم و اصول و قوانین است. این شیوه، یکی از پویاترین و کارآمدترین روش‌های تدریس محسوب می‌شود که منجر به تقویت روحیه کاوشگری در فراگیران برای ایجاد سؤال، طراحی، اجرا، ابداع و غیره است [۱۳]. البته منطبق نبودن این روش با نظام سنتی ارزشیابی، کمبود منابع و مواد آموزشی متنوع در مدارس و آشنا نبودن معلمان مدارس با الگوی 5E را می‌توان از معایب این الگو به‌شمار آورد.

در ادامه به توضیح مراحل آن می‌پردازیم.

۱. درگیر کردن: معلم با فعالیت آموزشی دانش قبلی یادگیرنده را ارزیابی می‌کند و به آن‌ها کمک کند که با استفاده از فعالیت‌های کوتاهی به کنجکاوی تشویق شده و آن‌ها را درگیر موضوع جدید می‌کند.

۲. قیاس مستقیم: ضمن توضیح مفهوم قیاس مستقیم، از فراگیران خواسته می‌شود، چند قیاس در رابطه با موضوع درس بگویند.

۳. قیاس شخصی: دانش‌آموزان خود را درون موضوع برده و با نزدیک کردن خود به وضعیت قیاسی چند مثال مطرح می‌کنند.

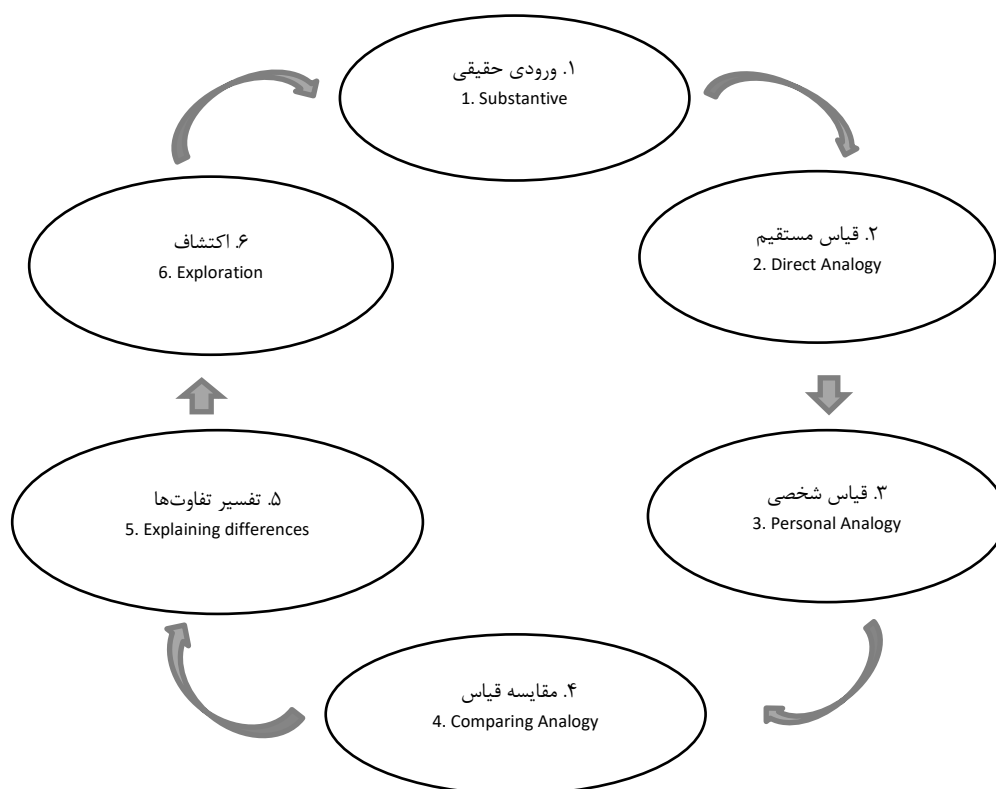
۴. قیاس فشرده: وقتی فراگیر دو صورت یا وضعیت یک شیء یا کاری را در نظر می‌گیرد که در تضاد یا تعارض با هم هستند؛ در واقع قیاس فشرده را به‌کار گرفته است. در این مرحله، بر اساس قیاس‌های مطرح شده چند قیاس فشرده از فراگیران گرفته می‌شود و بهترین‌ها انتخاب می‌شوند.

۵. قیاس مستقیم: پس از آنکه فراگیران با مرحله بدیعه‌پردازی آشنا شدند؛ باید به‌صورت مستقل چند قیاس مستقیم برگرفته از قیاس‌های فشرده بیان کنند.

۶. بررسی مجدد تکلیف: بر اساس آنچه آموخته‌اند، باید به‌صورت خلاقانه کاری در رابطه با موضوع درس انجام دهند. مانند: نوشتن متن، نقاشی یا هر چیز دیگری [۱۱].

بازنمایی مراحل این الگو در شکل ۱ آمده است.

روش تدریس دیگری که در این پژوهش استفاده شد؛ روش تدریس مبتنی بر 5E است. در این بخش به معرفی این الگو می‌پردازیم. الگوی ۵ مرحله‌ای بابی توسط راجر بابی (۱۹۸۰) مطرح شد.



شکل ۱: مراحل بدیعه‌پردازی

Fig. 1: Synectics process

پرداختند. مشخص شد که استفاده از این الگو منجر به افزایش مهارت حل مسأله و سطح تفکر انتقادی و ابعاد آنها در دانش‌آموزان می‌شود [۱۵].

معروفی و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهشی به بررسی تأثیر روش تدریس بدیعه‌پردازی بر پرورش خلاقیت دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی پرداخته‌اند و نتایج نشان داد که میزان توانایی ابتکار و بسط دانش‌آموزان گروه بدیعه‌پردازی به‌طور معناداری بالاتر از دانش‌آموزان گروه سنتی است؛ ولی تفاوت بین میزان سیالی و انعطاف‌پذیری دانش‌آموزان دو گروه معنادار نیست [۱۶].

رامندی و همکاران (۲۰۱۴)، در پژوهشی به بررسی تأثیر روش تدریس بدیعه‌پردازی به افزایش خلاقیت و پیشرفت تحصیلی دروس تعلیمات اجتماعی دانش‌آموزان پسر سال دوم راهنمایی پرداخته‌اند. در بخش آمار استنباطی این پژوهش، از تحلیل کوواریانس استفاده شد. نتایج نشان داد روش بدیعه‌پردازی باعث افزایش مؤلفه‌های خلاقیت دانش‌آموزان شده است [۱۷].

خدیبی و همکاران (۲۰۱۴)، در پژوهشی به بررسی تأثیر آموزش به روش بدیعه‌پردازی بر تفکر خلاق دانش‌آموزان چهارم ابتدایی در درس علوم تجربی پرداخته‌اند. در این رابطه پنج فرضیه مورد آزمون قرار گرفتند. نتایج نشان داد استفاده از الگوی بدیعه‌پردازی باعث افزایش قابلیت ابتکار در پاسخ‌ها، ایده‌ها و فعالیت‌های دانش‌آموزان می‌شود [۱۸].

آزادبخواه (۲۰۱۱)، در پژوهشی به بررسی رابطه خلاقیت، انگیزش تحصیلی و مهارت‌های شناختی با عملکرد تحصیلی در دانش‌آموزان متوسطه شهر زرقان پرداخت. نتایج نشان داد بین ابعاد خلاقیت با عملکرد تحصیلی رابطه مثبت معنی داری وجود دارد [۱۹].

زارع و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهشی به مقایسه روش تدریس 5E و روش سنتی بر میزان خلاقیت و بار شناختی در درس شیمی پرداخته‌اند. در این پژوهش از پرسش‌نامه‌های بارشناختی و فرم B آزمون تورنس استفاده شد. آزمون تی مستقل و تحلیل کوواریانس برای تحلیل اطلاعات به‌کار گرفته شد و مشخص گردید به‌کارگیری روش تدریس 5E در مقایسه با روش تدریس سنتی موجب افزایش میزان خلاقیت و همچنین کاهش بار شناختی آزمودنی‌ها در درس شیمی می‌شود [۲۰].

کارلسلی و ایاس (karsli and Ayas) (۲۰۱۴)، در تحقیقی به بررسی تأثیر مدل 5E بر یادگیری دانش‌آموزان پرداختند. نتایج نشان داد که استفاده از این مدل افزایش انگیزش و توانایی فعال بودن دانش‌آموزان در فعالیت‌های کلاسی را به همراه خواهد داشت [۲۱].

والیا (Walia) (۲۰۱۲)، در تحقیقی به بررسی تأثیر الگوی 5E بر خلاقیت ریاضی دانش‌آموزان پرداخت. نتایج نشان داد استفاده از این الگو بر خلاقیت ریاضی دانش‌آموزان تأثیر مثبتی داشته است [۲۲].

یادگاروغلو و دمیرچیوغلو (۲۰۱۲)، در پژوهشی به بررسی تأثیر الگوی 5E بر یادگیری دانش‌آموزان پرداختند، مشخص شد این روش موجب افزایش سطح درک دانش‌آموزان شده است [۲۳].

این فعالیت‌ها باید تجربیات قدیم و جدید را به هم متصل کند؛ باعث بروز دانش قدیمی شود و تفکر دانش‌آموز را به سمت نتیجه فعالیت، یعنی یادگیری سازماندهی کند.

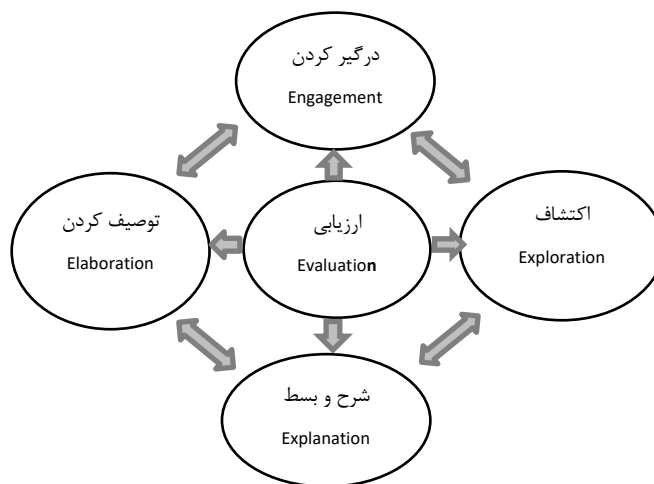
۲. اکتشاف: تجربیات کاوشی، دانش‌آموزان را مجهز به پایه‌ای از اطلاعات مشترک می‌کند که در آن‌ها اطلاعات «مثلاً تصورات غلط»، روندها و مهارت‌هایشان تشخیص داده می‌شود و تغییرات مفهومی را آسان می‌کند. ممکن است یادگیرنده‌ها یک فعالیت آزمایشگاهی را که به آن‌ها کمک می‌کند تا با استفاده از دانش قبلی ایده‌های جدید تولید کنند را کامل کنند.

۳. توصیف: مرحله توضیح دادن روی توجه دانش‌آموزان به یک وجه خاص از فعالیت آن‌ها و تجربه کاوشی آنان متمرکز می‌شود و فرصت‌هایی را فراهم می‌کند که درک مفهومی، روند مهارت‌ها یا رفتارهایشان را نشان دهند. یادگیرنده مطالبی را که از موضوع فهمیده، توضیح می‌دهد. یک توضیح از طرف معلم ممکن است آن‌ها را به سمت درک عمیق‌تر که بخش مهمی از این مرحله است، هدایت کند.

۴. شرح و بسط: معلم درک مفهومی و مهارت‌های دانش‌آموز را به چالش کشیده و توسعه می‌بخشد. دانش‌آموزان از طریق تجربیات جدید، فهم عمیق و گسترده‌تر، اطلاعات بیشتر و مهارت‌های مناسب به‌دست می‌آورند. دانش‌آموزان درک خود را با اجرای فعالیت‌های جدید به‌کار می‌گیرند.

۵. ارزیابی: مرحله ارزیابی دانش‌آموزان را به برآورد فهم و توانایی‌هایشان تشویق می‌کند و برای معلم زحمت ارزیابی پیشرفت دانش‌آموزان به سمت دست‌یابی هدف آموزشی را ایجاد می‌نماید [۱۴].

شکل ۲ چگونگی ارتباط بین مراحل را نشان می‌دهد.



شکل ۲: مدل آموزشی 5E

Fig. 2: The 5E instructional model

در این بخش به نتایج برخی تحقیقات در ارتباط با الگوهای بدیعه‌پردازی و 5E می‌پردازیم.

عابد و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهشی به بررسی الگوی بدیعه‌پردازی در افزایش مهارت‌های حل مسأله و تفکر در دانش‌آموزان استان البرز

مبحث هم‌نهشتی مثلث‌ها مطابق با الگوی بدیعه‌پردازی در مرحله توصیف مسأله (با وضعیت جدید) طی سؤالاتی از دانش‌آموزان خواسته می‌شود دانش قبلی خود را درباره مطلب مورد بحث بیان کنند. دانش‌آموزان به صورت ۶ گروه ۵ نفره گروه‌بندی شدند. در هر گروه نماینده‌ای توسط دانش‌آموزان مشخص گردید و وسایل مورد نیاز از قبیل کاغذ شطرنجی، قیچی، پرگار، نقاله و خط کش بین گروه‌ها توزیع شد. در مرحله (قیاس مستقیم) از گروه‌ها خواسته شد تا نمونه‌هایی از انواع مثلث‌ها در کتاب یا در کلاس درس را پیدا کرده، ویژگی‌های آنها را بیان نموده و خواص مشترک مثلث‌ها را مشخص کنند. تعدادی از نمونه‌ها به صورت زیر بیان شد.

وجوه هرم، مثلث‌های متساوی‌الاضلاع یا متساوی‌الساقین است که باعث دوام و استحکام هرم می‌شود. شیروانی منازل به شکل مثلث متساوی‌الساقین است که سطح شیب‌دار آن باعث می‌شود تا برف و باران روی آن نماند. از ویژگی مثلث‌های قائم‌الزاویه تنگ‌رام می‌توان در ساخت اشکال مختلف بهره برد.

در مرحله (قیاس فشرده) از دانش‌آموزان خواسته شد تا با استفاده از توصیف‌های مرحله قبل چند قیاس فشرده را بیان کنند. آنها انواع مثلث‌ها را با کلمات متضاد ترکیب کرده و گروه‌ها با راهنمایی محقق، مثلث‌های قابل انطباق و غیرقابل انطباق را انتخاب کردند. در انتها محقق مفهوم هم‌نهشتی را توضیح داد.

در مرحله قیاس مستقیم دوباره از دانش‌آموزان خواسته شد تا مثال‌های بیشتری از مثلث‌ها ارائه دهند و این بار نیز از کلمات متضاد استفاده کنند و مثال‌های جدیدتری را بیان نمایند.

در مرحله قیاس شخصی از دانش‌آموزان خواسته شد تا کلاس را جهانی کوچک از افراد مثلثی شکل در نظر بگیرند. در انتها ۵ مثلث مختلف در پنج حالت مختلف هم‌نهشتی به گروه‌ها داده و از آنها خواسته شد تا با وسایلی که در اختیار دارند آنها را تهیه کرده و هرکس همزاد خودش را پیدا کند.

در مرحله بررسی مجدد تکلیف محقق از گروه‌ها خواست تا ویژگی‌ها و خصوصیات مثلث‌های تهیه شده را بیان کرده و با دیگر گروه‌ها مقایسه کنند. سپس محقق به وسیله انیمیشن‌هایی به شرح و تکمیل حالات هم‌نهشتی پرداخت.

مبحث حجم کره و مساحت کره مطابق با الگوی 5E

در مرحله اول (درگیر کردن) ابتدا محقق برای جلب توجه فراگیران علت کروی بودن اجرام در آسمان را از دانش‌آموزان سؤال کرد. در پاسخ به این سؤال محقق بیان کرد اجرام در آسمان برای اینکه کمترین انرژی را صرف کنند تا به حداکثر پایداری برسند کروی هستند. محقق با ارائه سؤالاتی، دانش قبلی دانش‌آموزان را استخراج کرده و آنها را درگیر موضوع جدید می‌کند. به همین منظور از دانش‌آموزان خواسته شد تا تعاریفی از دایره و استوانه ارائه دهند و فرمول محاسبه حجم استوانه و مساحت دایره را که قبلاً یاد گرفته بودند، بیان کنند. آیا رابطه‌ای بین حجم کره و حجم استوانه وجود دارد؟

در مطالعات انجام شده به تأثیر الگوهای بدیعه‌پردازی و 5E بر خلاقیت، حل خلاق مسأله، تفکر خلاق، یادگیری و عملکرد دانش‌آموزان پرداخته شده است. از آنجا که تاکنون تحقیقی در زمینه تأثیر استفاده از الگوهای بدیعه‌پردازی و 5E بر عملکرد دانش‌آموزان پایه نهم در درس هندسه انجام نشده است، این تحقیق درصدد آن است تا به بررسی تأثیر مداخلات آموزشی مبتنی بر الگوهای بدیعه‌پردازی و 5E در عملکرد تحصیلی هندسه دانش‌آموزان بپردازد.

روش تحقیق

این پژوهش، نیمه آزمایشی از نوع پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل است. با انجام پیش‌آزمونی مبتنی بر مفاهیم پایه‌ای هندسی مورد نظر برای تمامی گروه‌ها، مشخص شد سطح علمی همه گروه‌ها یکسان است. سپس محتوای درسی مبتنی بر الگوهای بدیعه‌پردازی و 5E برای گروه‌ها در ۸ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای در پنج هفته متوالی توسط محقق اجرا شد. سپس پس‌آزمون‌های عملکرد محقق ساخته برای گروه‌ها اجرا گردید و به بررسی نتایج پرداخته شد.

شرکت کنندگان

جامعه آماری این پژوهش شامل تمام دانش‌آموزان دختر پایه نهم دبیرستان در شهر تهران، بود. با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس ۳ کلاس شامل ۹۰ دانش‌آموز دختر (۱۵ ساله) به عنوان نمونه انتخاب شدند. سپس دو کلاس به صورت تصادفی به عنوان گروه‌های آزمایشی بدیعه‌پردازی و 5E و یک کلاس به عنوان گروه کنترل انتخاب شد. دانش‌آموزان این مدرسه از لحاظ وضعیت اجتماعی و اقتصادی در حد متوسط بودند. طرح درس‌های متناسب با الگوهای بدیعه‌پردازی و 5E توسط محقق ایجاد گردید؛ سپس طرح درس‌ها توسط کمیته‌ای شامل کارشناسان بررسی و اصلاح شد.

ابزار پژوهش

آزمون‌های محقق ساخته

برای پیش‌آزمون از آزمونی محقق ساخته شامل ۱۰ سؤال مبتنی بر دانش قبلی دانش‌آموزان از مفاهیم هندسی که قرار بود آموزش داده شوند، استفاده شد. پس‌آزمون، آزمونی محقق ساخته حاوی ۹ سؤال مربوط به مباحث تدریس شده از هندسه پایه نهم، بود. روایی آزمون‌ها به روش روایی محتوایی توسط استادان و کارشناسان خبره مورد تأیید قرار گرفت. برای بررسی پایایی آزمون‌های عملکرد، مجموع سؤالات زوج و فرد هر دانش‌آموز محاسبه شد و نمرات به دست آمده به روش دو نیمه کردن با مقدار $0/72$ برای گروه 5E اعتباریابی و نتیجه برای سایر گروه‌ها تعمیم داده شد.

نمونه مباحث تدریس شده

مطابق با الگوهای بدیعه‌پردازی و 5E مباحث مختلفی از جمله حجم هرم و مخروط، حجم و مساحت کره، هم‌نهشتی و... تدریس شد. در ادامه به نمونه‌هایی از مباحث مطرح شده اشاره می‌شود.

در راه‌حل‌های گروه بدیعه‌پردازی ابتکار عمل و خلاقیت نوشتاری دیده می‌شود که نشان از درک بهتر دانش‌آموزان از مسأله است. به‌عنوان نمونه (شکل ۴) یکی از دانش‌آموزان با استفاده از آموزه‌های کلاسی (۳ برابر بودن حجم استوانه نسبت به نیم کره محاط) به این نتیجه رسید که حجم کره محاط شده در استوانه، دو سوم حجم استوانه است؛ بنابراین فضای خالی بین کره و استوانه برابر با یک سوم حجم استوانه است. در بسیاری از راه‌حل‌های گروه کنترل مانند (شکل ۵) دانش‌آموزان با استفاده از راه‌حل‌های طولانی به محاسبات اضافی پرداخته‌اند. و یا در نمونه‌های دیگر از گروه کنترل بی‌دقتی‌هایی محرز بود که نشان از درک نادرست آن‌ها از هندسه بود و اکثر جواب‌هایی که می‌نوشتند نتیجه یادگیری سطحی و حفظ کردن مطالب بود نه یادگیری عمیق. در یکی از این نمونه‌ها (شکل ۶) جهت یافتن حجم فضای بین کره و استوانه، ابتدا حجم کره و حجم استوانه محاسبه شد سپس به محاسبه مساحت قاعده پرداخته شد. در انتها به جای محاسبه تفاضل حجم‌ها از تقسیم حجم‌ها استفاده شد. و یا در نمونه‌ای دیگر (شکل ۷) اشتباه نوشتن فرمول حجم کره $\frac{3}{4}\pi r^3$ به جای $\frac{4}{3}\pi r^3$ منجر به پاسخ نادرست گردید.

در مرحله دوم (اکتشاف) هر گروه به طریقی شروع به آزمایش کردند. در طی مسیر محقق به سؤالات جواب می‌داد و فراگیران را به بررسی دقیق‌تر مسأله تشویق می‌کرد. در مرحله سوم (توصیف) از نماینده هر گروه خواسته شد تا تجربیات و نتایج خودشان را ارائه دهند. سپس به مقایسه نتایج پرداخته شد. در مرحله چهارم (شرح و بسط) سؤالاتی دیگر توسط محقق مطرح شد. در طرح سؤالات توسط محقق، فراگیران مفاهیمی را که یاد گرفته‌اند توسعه داده و تکمیل می‌کردند. در مرحله پنجم (ارزیابی) در انتها محقق سؤالاتی با برداشت آزاد را برای دانش‌آموزان مطرح کرد تا به ارزیابی فرایند دانش‌سازی فراگیران بپردازد. در زیر (شکل ۳ تا ۷) به بررسی راه‌حل دانش‌آموزان گروه‌های کنترل، بدیعه‌پردازی و 5E پرداخته شده است. دانش‌آموزان گروه 5E راه‌حل‌های متفاوتی را ارائه داده بودند که نشان از افزایش خلاقیت و تفکر منطقی آنها بود. در یکی از این نمونه‌ها (شکل ۳) ابتدا ساده‌سازی فرمول سپس عددگذاری انجام شد؛ به‌طوری‌که فرمول‌های حجم استوانه و حجم کره بدون عددگذاری از یکدیگر کسر شده و سپس اعداد در فرمول ساده شده جاگذاری شد.

کره ای در استوانه ای به شعاع قاعده ۲ سانتی متر و ارتفاع ۴ سانتی متر محاط شده است حجم فضای بین کره و استوانه را بدست آورید.

$$V_{\text{استوانه}} = \pi \times R^2 \times h = 2\pi R^3$$

$$V_{\text{کره}} = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$V_{\text{استوانه}} - V_{\text{کره}} = \left(2 - \frac{4}{3}\right)\pi R^3 = \frac{2}{3}\pi 2^3 = \frac{16}{3}\pi$$

شکل ۳: راه‌حلی برای حل مسأله (گروه 5E)
Fig.3: A solution for the example problem (5E group)

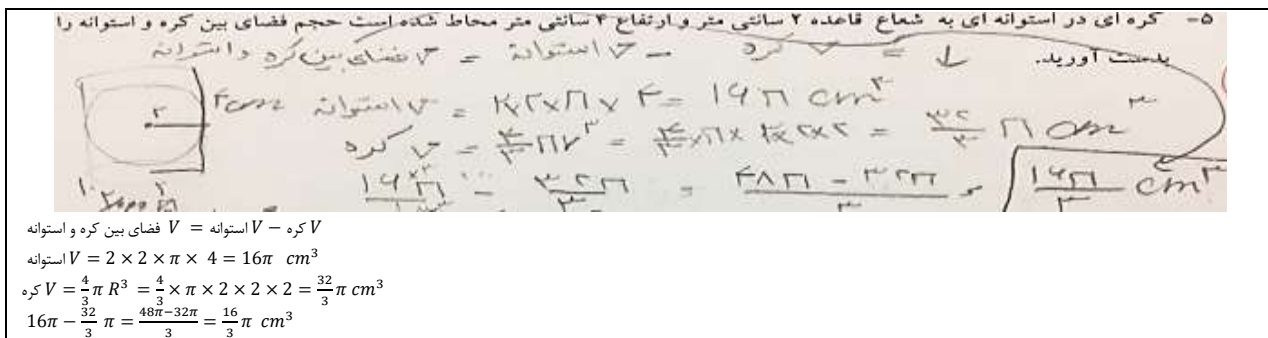
کره ای در استوانه ای به شعاع قاعده ۲ سانتی متر و ارتفاع ۴ سانتی متر محاط شده است حجم فضای بین کره و استوانه را بدست آورید.

$$V_{\text{کره}} = \frac{2}{3} \times V_{\text{استوانه}}$$

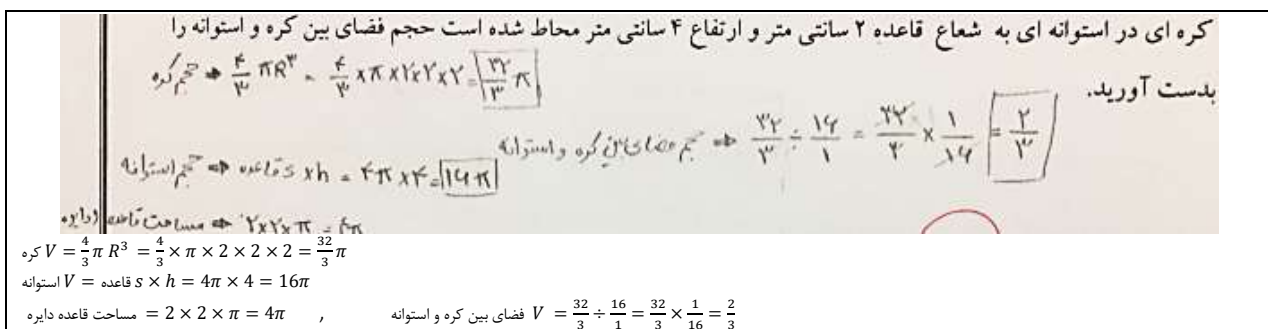
$$V_{\text{فضای خالی بین کره و استوانه}} = \frac{1}{3} \times V_{\text{استوانه}}$$

$$\frac{1}{3} \times 2 \times 2 \times \pi \times 4 = \frac{16}{3}\pi$$

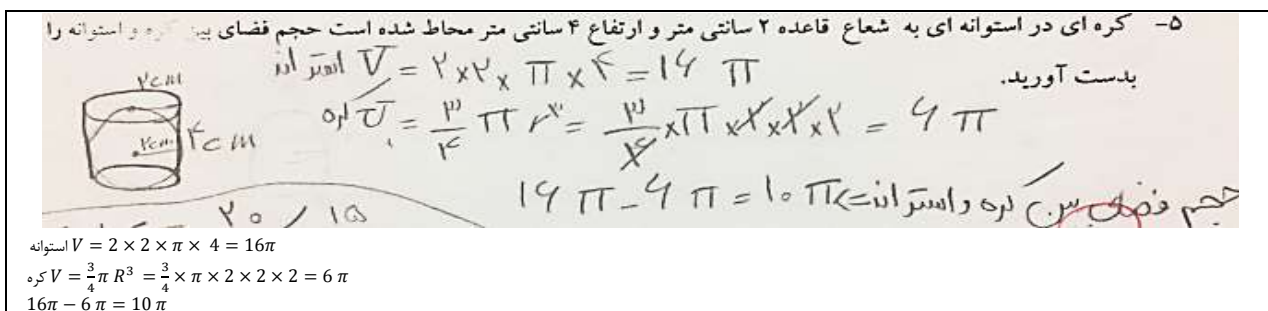
شکل ۴: راه‌حلی برای حل مسأله (گروه بدیعه‌پردازی)
Fig. 4: A solution for the example problem (synectics group)



شکل ۵: راه‌حلی برای حل مسأله (گروه کنترل)
Fig. 5: A solution for the example problem (control group)



شکل ۶: راه‌حلی برای حل مسأله (گروه کنترل)
Fig. 6: A solution for the example problem (control group)



شکل ۷: راه‌حلی برای حل مسأله (گروه کنترل)
Fig. 7: A solution for the example problem (control group)

نتایج و بحث

دانش‌آموزان گروه کنترل در تعاریف پایه‌ای مثل رسم خط مماس و تشخیص مثلث‌های ایجاد شده، درک حجم و سطح و همچنین مثلث قائم‌الزاویه در مخروط همچنان دچار مشکلاتی بودند. عدم درک درست مسأله منجر به رسم نادرست اشکال می‌گردید. آن‌ها در مبحث تبدیلات در صفحه تقارن، دوران و انتقال را با یکدیگر اشتباه می‌گرفتند. در مبحث هم‌نهشتی به درستی، ضلع و زاویه را تشخیص نمی‌دادند و یا در حالت‌های «دو ضلع و زاویه بین» و «دو زاویه و ضلع بین» زاویه و ضلع میانی را در نظر نمی‌گرفتند. آنها در سؤالاتی که درباره مثلث‌ها به صورت جداگانه مطرح می‌شدند؛ کمتر دچار سردرگمی بودند. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. نتایج نشان داد در تمامی نمرات، سطح معنی‌داری بیشتر از ۰/۰۵ بوده بنابراین توزیع داده‌ها نرمال است و با برخورداری داده‌ها از توزیع نرمال پیش فرض استفاده از آزمون پارامتریک برقرار است.

در جداول ۱ تا ۳، از میانگین و انحراف معیار برای بررسی آمار توصیفی گروه‌های کنترل، بدیعه‌پردازی و SE استفاده شد. نتایج این جداول نشان داد که میانگین نمرات در پیش‌آزمون‌های گروه‌های کنترل، بدیعه‌پردازی و SE یکسان بوده؛ یعنی هر دو گروه دارای میانگین نمرات برابر بوده و از لحاظ سطح علمی، یکسان می‌باشند. میانگین نمرات پس‌آزمون گروه‌های بدیعه‌پردازی و SE نسبت به پیش‌آزمون گروه‌های بدیعه‌پردازی و SE، افزایش قابل توجهی داشته است. این افزایش نشان می‌دهد استفاده از روش‌های بدیعه‌پردازی و SE منجر به ساخت دانش و تولید ذهنی اطلاعات در فراگیران شده و در نهایت به ساخت معنایی در فراگیران منجر شده است. بیشترین مقدار پراکندگی نمرات، در هر سه گروه مربوط به پیش‌آزمون گروه SE است. پس از بررسی راه‌حل‌های نادرست دانش‌آموزان در گروه کنترل دلایل تعدادی از اشتباهات دانش‌آموزان به صورت زیر مشخص شد.

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر مداخلات آموزشی مبتنی بر الگوهای بدیعه‌پردازی و 5E در عملکرد تحصیلی هندسه دانش‌آموزان بود. از آنجا که هر سه گروه از نظر علمی در یک سطح بودند؛ به بررسی پس‌آزمون‌ها پرداخته شد. مشخص شد دو گروه بایبی و بدیعه‌پردازی نسبت به گروه کنترل بهتر عمل کرده‌اند. نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات گذشته مانند (عابد و همکاران، ۲۰۱۵)، (معروفی و همکاران، ۲۰۱۵)، (رامندی و همکاران، ۲۰۱۴)، (خدیوی و همکاران، ۲۰۱۴) تنها از جنبه کاربرد روش تدریس بدیعه‌پردازی هم‌خوانی دارد. همچنین نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات گذشته مانند (زارع و همکاران، ۲۰۱۵)، (فدیه و آلیپاسا، ۲۰۱۴)، (والیا، ۲۰۱۲)، (یادیگاروغلو و دمیرچیوغلو، ۲۰۱۲) تنها از جنبه کاربرد روش تدریس 5E هم‌خوان است.

همان‌طور که در جدول ۴ مشخص است؛ میانگین پیش‌آزمون‌های همه گروه‌ها در آزمون عملکرد با یکدیگر برابر است ($0/05 > 0/963$). بنابراین سطح علمی دانش‌آموزان در تمامی گروه‌ها یکسان است.

طبق جدول ۵ در پس‌آزمون‌های عملکرد همه گروه‌ها از آنجا که ($0/05 > 0/05$)، بنابراین تساوی میانگین ۳ گروه رد شده و به عبارتی با اطمینان ۹۵ درصد ۲ گروه با هم اختلاف دارند و حداقل ۱ گروه با میانگین متفاوت وجود دارد.

مطابق با رویکرد سازنده‌گرایی، افراد بیشتر آنچه را که یاد می‌گیرند و می‌فهمند خود می‌سازند و شکل می‌دهند. یادگیری زمانی معنی‌دار است که مطالب جدید رابطه نظام‌مندی با مطالب آموخته شده قبلی داشته باشند. یعنی مطالب جدید، مطالب آموخته شده قبلی را گسترش یا تغییر دهند [۲۶].

جدول ۱: آمار توصیفی گروه کنترل

Table 1: Descriptive statistics of the control group

مشخصات (Characteristics)	تعداد (N)	میانگین (Mean)	انحراف معیار (SD)
پیش‌آزمون عملکرد	31	13.44	3.50
پیش‌آزمون عملکرد	31	13.86	2.69

جدول ۲: آمار توصیفی گروه بدیعه‌پردازی

Table 2: Descriptive statistics of the synectics group

مشخصات (Characteristics)	تعداد (N)	میانگین (Mean)	انحراف معیار (SD)
پیش‌آزمون عملکرد	31	13.19	4.19
پیش‌آزمون عملکرد	31	15.92	2.47

جدول ۳: آمار توصیفی گروه 5E

Table 3: Descriptive statistics of 5E group

مشخصات (Characteristics)	تعداد (N)	میانگین (Mean)	انحراف معیار (SD)
پیش‌آزمون عملکرد	31	13.45	4.63
پس‌آزمون عملکرد	31	16.61	2.86

جدول ۴: نتایج آنوا برای پیش‌آزمون گروه‌های کنترل، بدیعه‌پردازی و 5E

Table 4: The result of ANOVA for pre-tests of control, synectics and 5E groups

مجموع مجزورات (Sum of squares)	درجه آزادی (df)	میانگین مجزورات (Mean square)	F	p-مقدار (Sig.)
1.293	2	0.647	0.038	0.963
1488.221	87	17.106		
1489.514	89			

جدول ۵: نتایج آنوا برای پس‌آزمون گروه‌های کنترل، بدیعه‌پردازی و 5E

Table 5: The result of ANOVA for post-tests of control, synectics and 5E groups

مجموع مجزورات (Sum of squares)	درجه آزادی (df)	میانگین مجزورات (Mean square)	F	p-مقدار (Sig.)
122.776	2	61.388	8.512	0.000
627.452	87	7.212		
750.228	89			

[8] Behrangi MR. [Translation of teaching patterns]. Joyce B, Weil M, Kalhon E (Authors). Tehran: Kamal Tarbiat Publications; 2013. Persian.

[9] Herman T, Dahlan JA. The enhancement of students' creative thinking skills in mathematics through The 5E learning cycle with metacognitive technique. *International Journal of Education and Research*. 2016;4(7):14.

[10] Kolomuc A, Ozmen H, Metin M, Acisli S. The effect of animation enhanced worksheets prepared based on 5E model for the grade 9 students on alternative conceptions of physical and chemical changes. *Procedia-social and Behavioral Sciences*. 2012; 46:1761-5.

[11] Bahmani L. *Modern teaching and learning patterns*. Tehran: Arad Book Publishing; 2011. Persian.

[12] Gordon WJ. *Synectics: The development of creative capacity*. New York: Harper and Row. 1961.

[13] Khorshidi, A. *Teaching methods and techniques*. Tehran: Yastaron Publishing; 2017. Persian.

[14] Bybee RW. *The BSCS 5E instructional model and 21st century skills*. US: Colorado Springs, CO: BSCS; 2009.

[15] Abed S Mohammad Davoudi AH, Hoseinzadeh D. [The effect of synectics pattern on increasing the level of problem solving and critical thinking skills in students of Alborz province]. *Journal of Walza*. 2015; 31(S1): 110-118. Persian.

[16] Maroufi Y, Moloudi M. [The effect of innovative teaching on fostering creativity in elementary grade 5 students]. *Journal of Shahed University*. 2015; 22(6):31-44. Persian.

[17] Darzi Ramandi H, Osare A, Jerare J. [The impact of innovative teaching on increasing creativity and academic achievement in Boyin Zahra secondary school male students]. *Journal of Research in Curriculum Planning*. 2015; 11(42), 68-79. Persian.

[18] Khadivi A, Banayi Kohneh Shahri V. [The effect of synectics on the creative thinking of fourth elementary students in experimental science course in Salmas]. *Journal of Education and Evaluation*, 2014; 7(27): 71-85. Persian.

[19] Azadikhah L. *The relationship of creativity, academic motivation and cognitive skills with academic performance of Zarghan's high school students*. [master's thesis]. Marvdasht: Islamic Azad University of Marvdasht; 2011.

[20] Zare M, Sarikhani R, Mehraban J, Salari M. [Comparison of the effect of traditional teaching methods on creativity and cognitive load in Chemistry lessons]. *Journal of Innovation and Creativity in the Humanities*, 2015; 5(2): 76-55. Persian.

مشارکت نویسندگان

زهرا کلانترنیا: طراحی، مطالعه و اجرای تحقیق
احمد شاهورانی سمنانی: تحلیل مطالعه و پاسخگو بودن در تمام جنبه‌های پژوهش
محمد حسن بهزادی: نویسنده مسئول، بررسی و تفسیر بخش آماری تحقیق

محسن رستمی مال خلیفه و محمد رضا مردان بیگی: بخش تحلیل سوالات و بررسی مباحث مطرح شده و تهیه اصلاحات پیش نویس تحقیق

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر مستخرج از رساله دکتری زهرا کلانترنیا، گروه ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران است. ضمن تشکر از اساتید گرامی که در این پژوهش همکاری نموده اند، از مدیریت محترم و دانش‌آموزان دبیرستان هیأت امنایی حضرت فاطمه (س) شهر تهران قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

منابع و مأخذ

[1] Alex JK, Mammen KJ. Lessons learnt from employing van Hiele theory based instruction in senior secondary school geometry classrooms. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2016; 12(8):2223-36.

[2] Usiskin Z. What should not be in the algebra and geometry curricula of average college-bound students? *The Mathematics Teacher*. 1980;73(6):413-24.

[3] Guzel EB. *Mathematical modeling in mathematics education for researchers, educators and students*. Turkey: PEGEM-A Publishing; 2016.

[4] Rezaian A. *Principles of management*. Tehran: Samat Publications; 1997. Persian.

[5] Basadur M, Graen GB, Green SG. Training in creative problem solving: Effects on ideation and problem finding and solving in an industrial research organization. *Organizational Behavior and Human Performance*. 1982; 30(1):41-70.

[6] Shahvali k. [Teaching drawing tools in geometry]. *Journal of Mathematical Education Growth*, 2012. 29(4): 44-46. Persian.

[7] Confrey J. A review of the research on student conceptions in mathematics, science, and programming. *Review of Research in Education*. 1990; 16(1):3-56.

ساتمپون انگلستان در سال ۱۳۵۶ دریافت نمودند. زمینه پژوهشی ایشان آموزش ریاضی می باشد. ایشان صاحب ۸ کتاب تالیفی و دارای بیش از ۷۵ مقاله علمی در مجلات و کنفرانس های داخلی و خارجی می باشند.

Shahvarani, Semnani A. Assistant Professor, Mathematics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

 Shahvarani.Ahmad@yahoo.com



محمدحسن بهزادی دانشیار تخصصی بهینه سازی تصادفی و تحلیل داده ها و آموزش ریاضی و دانشیار گروه آمار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات می باشند. ایشان مدرک کارشناسی آمار خود را در سال ۱۳۸۱ از دانشگاه رازی کرمانشاه دریافت نموده و مدرک

کارشناسی ارشد خود را در سال ۱۳۸۳ از دانشگاه صنعتی امیرکبیر دریافت نمودند. ایشان مدرک دکتری خود را در سال ۱۳۸۸ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران دریافت نمودند. زمینه پژوهشی ایشان آمار و آموزش ریاضی می باشد. ایشان صاحب ۵۰ مقاله در مجلات علمی و کنفرانس های داخلی و خارجی می باشند.

Behzadi, M.H. Assistant Professor, Statistics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

 behzadi@srbiau.ac.ir



محسن رستمی مال خلیفه دانشیار گروه ریاضی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات می باشند. ایشان فارغ التحصیل رتبه اول دوره کارشناسی رشته ریاضی در سال ۱۳۸۱ از دانشگاه شهرکرد و فارغ التحصیل رتبه اول دوره کارشناسی ارشد دانشگاه خوارزمی در

سال ۱۳۸۳ می باشند. همچنین به عنوان رتبه اول دوره دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران در سال ۱۳۸۷ فارغ التحصیل شدند. زمینه پژوهشی ایشان ریاضیات کاربردی، بهینه سازی، تحلیل پوششی داده ها، ریاضیات فازی و آموزش ریاضی است. ایشان صاحب ۵ کتاب تالیفی، ۲۰۰ مقاله ISI و علمی پژوهشی و بیش از ۱۵۰ مقاله کنفرانسی می باشند.

Rostami-Malkhalifeh, M. Associate Professor, Mathematics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

 rostamy@srbiau.ac.ir



محمد رضا مردان بیگی استادیار دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات می باشند. ایشان مدرک کارشناسی ریاضی کاربرد در کامپیوتر را در سال ۱۳۶۷ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز و مدرک کارشناسی ارشد ریاضی محض-آنالیز را در سال

[21] Karsli F, Ayas A. Developing a laboratory activity by using 5E learning model on student learning of factors affecting the reaction rate and improving scientific process skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2014;143:663-8.

[22] Walia P. [Effect of 5E instructional model on mathematical creativity of students]. *Journal of Golden Research Thoughts*. 2012; 1(10): 1-4.

[23] Yadigaroglu M, Demircioglu G. The effect of activities based on 5e model on grade 10 students' understanding of the gas concept. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2012; 47:634-7.

[24] Abedi J. [The ethics and new methods of measurement]. *Journal of Psychological Research*, 1993; 3(72): 46-54. Persian.

[25] Zare H, Imanifar H, Mostafaei A, Baradaran M. [Validation and functional structure of the creative problem solving test]. *Journal of Innovation and Creativity in the Humanities*, 2014; 3(4): 127-146. Persian.

[26] Schunk DH. *Learning theories an educational perspective sixth edition*. UK: Pearson; 2012.

معرفی نویسندگان

AUTHOR(S) BIOSKETCHES



زهرا کلانترنیا دانشجوی دکتری آموزش ریاضی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات می باشند. ایشان مدرک کارشناسی خود را در سال ۱۳۸۵ در رشته دبیری ریاضی از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز دریافت نموده و مدرک کارشناسی ارشد خود را در سال ۹۱، از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران دریافت نمودند. زمینه پژوهشی ایشان آموزش ریاضی می باشد. پژوهش انجام شده حاصل کار پایان نامه ی ایشان می باشد. ایشان صاحب چندین مقاله در مجلات علمی می باشند.

Kalantarnia, Z. PhD Student, Mathematics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

 Zahra_kalantarnia@yahoo.com



احمد شاهورانی سمنانی دانشیار دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات می باشند. ایشان مدرک کارشناسی خود را در رشته ریاضی از دانشگاه تهران ۱۳۴۷ و مدرک کارشناسی ارشد ریاضی خود را از دانشگاه تربیت معلم در سال ۱۳۵۰ دریافت نمودند. ایشان مدرک دکتری رشته آموزش ریاضی خود را از دانشگاه

و کنفرانس های داخلی و خارجی ارائه نموده اند و زمینه های تخصصی ایشان عبارتند از: آنالیز تابعی- آنالیز هارمونیک و جبرهای باناخ.

Mardanbeigi, M.R. Assistant Professor, Mathematics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

mrmardanbeigi@srbiau.ac.ir

۱۳۷۰ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال دریافت نمودند. در سال ۱۳۷۳ به عنوان مربی بورسیه در دوره دکتری ریاضی- آنالیز دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات پذیرفته شده و به طور همزمان به تدریس و تحصیل مشغول بودند. در سال ۱۳۸۰ در این مقطع فارغ التحصیل گردیدند. ایشان بیش از ۲۰ مورد مقاله در مجلات

Citation (Vancouver): Kalantarnia Z, Shahvarani Semnani A, Behzadi M.H, Rostamy-Malkhalifeh M, Mardanbeigi M.R. [The effect of educational interventions based on synectics and 5E patterns on students' academic performance in geometry]. *Tech. Edu. J.* 2020; 14(4): 835-846

 <http://dx.doi.org/10.22061/tej.2020.5931.2307>



COPYRIGHTS

©2020 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.