



New Educational Approaches

Research Article

New Educational Approaches

E-ISSN: 2423-6780

Vol. 20, Issue 2, No.42, P: 121- 148

Received: 10/06/2025 Accepted: 10/12/2025

Comparison of the Effectiveness of the 5E Instructional Model and Advance Organizer Method in Teaching Science on Sixth-Grade Girls' Understanding the Nature of Science

Hannaneh Beheshti: PhD Student in Curriculum Development, Department of Educational Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
hannanehbeheshti79@gmail.com

Yousef Adib* : Professor, Department of Educational Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
adib@tabrizu.ac.ir

Rahim Badri Gargari* : Professor, Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
badri_rahim@yahoo.com

Abstract

This study aimed to compare the effectiveness of the 5E instructional model and the advance organizer teaching method in science education on sixth-grade female students' understanding the nature of science. The research employed a quasi-experimental design with a pre-test-post-test structure, including two experimental groups and one control group. The statistical population consisted of all sixth-grade female students in Bostanabad County, East Azerbaijan Province, totaling 380 students in the 2023–2024 academic year. A sample of 60 students were selected through convenience sampling and randomly assigned to three groups (20 students per group). To assess students' understanding of the nature of science, the Liang et al. (2008) questionnaire was used, and both teaching methods were implemented using researcher-developed instructional packages. Data analysis using covariance analysis revealed that the 5E model (effect size = 0.981) and the advance organizer method (effect size = 0.991) had statistically significant impacts on students' understanding of the nature of science ($p < 0.05$). However, no significant difference was found between the effectiveness of the two methods ($p > 0.05$). Therefore, it is concluded that both approaches are effective in enhancing sixth-grade students' understanding of the nature of science and are recommended for use in science instruction and other subjects at this grade level.

Keywords: 5E Instructional model, Advance organizer method, Nature of science, sixth-grade female students

Introduction

Understanding the nature of science is considered one of the fundamental pillars of science education, playing a crucial role in fostering students' logical and critical thinking. This understanding encompasses scientific processes such as observation, hypothesis formation, experimentation, and analysis, enabling learners to apply scientific knowledge in a structured and meaningful way in their everyday lives (Lederman, 2016). Accordingly, the present study investigates the effectiveness of two instructional approaches—the 5E model and the advance organizer method—in enhancing sixth-grade students' comprehension of the nature of science. The main research question is whether these methods can strengthen students' understanding of the nature of science, and if so, which method is more effective.

The significance of this study lies in the fact that active teaching strategies have a profound impact on deep learning and the retention of scientific concepts. Selecting appropriate methods can therefore positively influence the quality of science education at the elementary level. The 5E model, with its stages of *Engage*, *Explore*, *Explain*, *Elaborate*, and *Evaluate*, actively involves students in the learning process (Khajehvand, 2019). In contrast, the advance organizer method facilitates mental organization and deeper comprehension by linking new knowledge to prior concepts (Davis et al., 2018). Previous research indicated that both methods contribute positively to scientific learning and critical thinking (Bimbola & Daniel, 2018). However, few studies have specifically examined their impact on students' understanding of the nature of science. Based on this gap, the following hypotheses are proposed:

1. The 5E instructional model has a positive effect on students' understanding of the nature of science.
2. The advance organizer method has a positive effect on students' understanding of the nature of science.
3. Comparing the two methods in science education will reveal differing impacts on students' understanding of the nature of science.

Research Methodology

This study is quasi-experimental, employing a pre-test/post-test design with a control group and two experimental groups. The main purpose of the research is to examine the effect of two teaching methods—the 5E instructional model and advance organizers—on sixth-grade female students' understanding of the nature of science in Bostanabad.

The statistical population consisted of 380 sixth-grade female students in the academic year 2023–2024 in Bostanabad. From this population, 60 students were randomly assigned into three groups of 20 (two experimental groups and one control group).

For data collection, the Nature of Science Questionnaire developed by Liang et al. (2008) was used. The updated version was translated and applied by the researchers. This questionnaire includes 24 items across 6 subscales, measured on a 5-point Likert scale.

Instruction for the two experimental groups was delivered over 12 sessions of 45 minutes each, using the 5E model and advance organizer teaching methods. The control group received instruction through traditional methods. Data analysis employed both descriptive statistics (mean, standard deviation) and inferential statistics (multivariate analysis of covariance and independent t-test).

Findings

Findings of the study were presented in two sections: descriptive and inferential. In the descriptive section, comparison of pre-test and post-test scores revealed that the mean scores in the post-test were higher in both experimental groups. Specifically, in the 5E experimental group, components such as observation and subjectivity showed notable improvement, with observation increasing from 13.95 to 15.65 and subjectivity from 14.51 to 15.71. In the advance organizer group, improvements were particularly evident in creativity and scientific method. In the inferential section, statistical analyses were conducted using the Shapiro–Wilk test, multivariate analysis of covariance (MANCOVA), and independent t-tests. Results of MANCOVA indicated that the 5E instructional method had a significant effect on students' understanding of the nature of science. The credibility indices of covariance analysis showed Pillai's Trace = 0.981, Wilks' Lambda = 0.019, Hotelling's Trace = 50.613, and Roy's Largest Root = 50.613, all significant at $p = 0.001$ with $\eta^2 = 0.658$.

Further analysis of post-test results demonstrated that the components of observation, subjectivity, creativity, consideration of culture and society, scientific laws, and scientific method were all influenced by the 5E method. For example, observation was significant with $F = 6.757$, $p = 0.001$; subjectivity with $F = 1.993$, $p = 0.015$; and scientific laws with $F = 6.654$, $p = 0.001$.

Similarly, the results for the advance organizer method confirmed its significant impact on understanding the nature of science, particularly in creativity and scientific method. The credibility indices of covariance analysis for this method included Pillai's Trace = 1.001, Wilks' Lambda = 0.009, Hotelling's Trace = 109.567, and Roy's Largest Root = 109.556, all significant at $p = 0.001$ with $\eta^2 = 0.472$. In the post-test stage, components such as observation, subjectivity, creativity, consideration of culture and society, scientific laws, and scientific method were significantly affected by the advance organizer method.

Finally, the independent t-test comparing the two teaching methods revealed a significant difference only in the component of "consideration of culture and society in science" ($p = 0.001$), where the advance organizer group scored higher. No significant differences were found between the two groups in other components. Therefore, it can be concluded that both the 5E and advance organizer methods had generally similar effects on students' understanding of the nature of science, except in the cultural and social dimension, where the advance organizer method demonstrated superiority.

Discussion and Conclusion

The study showed that both the 5E instructional model and the advance organizer method improved sixth-grade students' understanding of the nature of science. While both approaches significantly enhanced comprehension of scientific concepts, the advance organizer method was more effective in the dimension of consideration of culture and society in science.

These findings align with previous research and emphasize the value of active, constructivist learning strategies in strengthening students' scientific understanding. By offering clear conceptual frameworks and opportunities for participation, both methods helped students view science as a dynamic, evidence-based process.

In conclusion, teachers are encouraged to apply these methods to foster scientific learning and classroom engagement. Future studies should examine their impact on other aspects of scientific understanding and across diverse educational contexts.



رویکردهای نوین آموزشی

دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه اصفهان

سال بیستم، شماره ۲، شماره پیاپی ۴۲، ص: ۱۲۱-۱۴۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۹

مقاله پژوهشی

مقایسه اثربخشی روش‌های تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده در درس علوم تجربی بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان دختر ششم ابتدایی

حنانه بهشتی: دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی درسی، گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه تبریز،

تبریز، ایران.

hannanehbeheshti79@gmail.com

یوسف ادیب^{*†}: استاد، گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

adib@tabrizu.ac.ir

رحیم بدری گرگری^{*id}: استاد، گروه روانشناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

badri_rahim@yahoo.com

چکیده

پژوهش حاضر با هدف مقایسه اثربخشی روش‌های تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده در درس علوم تجربی بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان دختر پایه ششم ابتدایی انجام شد. این پژوهش به شیوه شبه‌آزمایشی و با الگوی پیش‌آزمون-پس‌آزمون همراه با گروه کنترل و آزمایش انجام شد. جامعه آماری شامل کلیه دانش‌آموزان دختر ششم ابتدایی شهرستان بستان‌آباد استان آذربایجان شرقی به تعداد ۳۸۰ نفر در سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ بود. نمونه پژوهش شامل ۶۰ دانش‌آموز بود که به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه آزمایش و یک گروه کنترل (هر کدام ۲۰ نفر) تقسیم شدند. برای سنجش درک ماهیت علم از پرسشنامه لیانگ و همکاران (۲۰۰۸) استفاده شد و آموزش با استفاده از روش‌های تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده اجرا شد. تحلیل داده‌ها با روش تحلیل کوواریانس نشان داد روش تدریس پنج E به میزان ۰/۷۵۱ در مشاهده و استنباط، ۰/۵۱۳ در ذهنیت و عینیت در علم، ۰/۴۸۶ در خلاقیت و عقلانیت در علم، ۰/۵۵۸ در لحاظ کردن فرهنگ و اجتماع در علم، ۰/۶۵۱ در قوانین علمی و ۰/۳۴۹ در روش علمی و روش پیش‌سازمان‌دهنده به میزان ۰/۴۲۹ در مشاهده و استنباط، ۰/۳۱۲ در ذهنیت و عینیت در علم، ۰/۵۹۱ در خلاقیت و عقلانیت در علم، ۰/۴۷۹ در لحاظ کردن فرهنگ و اجتماع در علم، ۰/۳۶۸ در قوانین علمی و ۰/۵۲۵ در روش علمی تأثیری معنادار داشته است ($p < 0/05$). با این حال، تفاوتی معنادار بین اثربخشی این دو روش مشاهده نشد ($p > 0/05$) و فقط در زمینه تقویت درک نقش فرهنگ و اجتماع در علم، روش پیش‌سازمان‌دهنده برتری خود را نسبت به روش پنج E نشان داد؛ بنابراین، نتیجه گرفته می‌شود که هر دو روش در بهبود درک ماهیت علم دانش‌آموزان ششم ابتدایی مؤثر هستند و استفاده از آنها در تدریس درس علوم و سایر دروس این پایه توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: روش تدریس پنج E، روش تدریس پیش‌سازمان‌دهنده، درک ماهیت علم، دانش‌آموزان دختر پایه ششم.

مقدمه

در زمان حاضر، آموزش و پرورش نقشی بسیار مهم در آشنا کردن نسل جدید با ایده‌آل‌های جامعه و همگام شدن با پیشرفت فناوری دارد. نهادهایی مختلف در فرایند آموزش نقش دارند، اما آموزش و پرورش مهم‌ترین نهاد در این زمینه است (خالدی سردشتی، ۱۴۰۰).

یکی از اهداف مهم و بارز آموزش هر درسی درک کافی از ماهیت علم در دوره‌های مختلف تحصیلی است. درک صحیح از ماهیت علم می‌تواند تفکر منطقی را در فراگیران رشد و مفاهیم یادگرفته شده را به زندگی روزمره و آینده ارتباط دهد. ماهیت علم بیان می‌کند علم چگونه عمل می‌کند و متضمن چه فرض‌ها و ارزش‌هایی است که در رشد و کاربرد معرفت علمی مؤثر هستند (Lederman, 2016). این مفهوم نه فقط به دانستن حقایق علمی محدود نمی‌شود، بلکه شامل فهم چگونگی شکل‌گیری، آزمون‌پذیری و اصلاح دانش علمی است. درک ماهیت علم بیانگر آگاهی از این است که علم بر مبنای شواهد تجربی، تفکر منطقی و فرایندهای بازنگری‌پذیر پیش می‌رود. درک ماهیت علم با مفاهیم مشاهده، ذهنیت، خلاقیت، قوانین علمی و روش علمی همراه است. علم با مشاهده دقیق آغاز می‌شود که به معنای ثبت داده‌ها و آزمون‌های قابل تکرار پایه‌ای است که دانش بر آن ساخته می‌شود، اما این مشاهده همواره با تفسیر و استنتاج همراه است که می‌تواند تحت تأثیر پیش‌فرض‌ها باشد. ذهنیت به این واقعیت اشاره دارد که دانشمندان با پیش‌زمینه‌ها و دیدگاه‌های شخصی وارد فرایند پژوهش می‌شوند و این موضوع می‌تواند بر نوع پرسش‌ها، روش‌ها و حتی تفسیر داده‌ها اثر بگذارد (Eastwell, 2002). خلاقیت نیز بخش جدایی‌ناپذیر علم است. از طراحی آزمایش‌های نوآورانه تا ابداع مدل‌های تبیینی، خلاقیت در تمام مراحل تولید دانش علمی نقش دارد. قوانین علمی که حاصل مشاهدات مکرر و الگوهای شناسایی شده هستند که به ما امکان پیش‌بینی پدیده‌ها را می‌دهند، اما همواره در معرض بازنگری قرار دارند. در کنار آن، روش علمی به عنوان چرخه‌ای پویا شامل مشاهده، فرضیه‌سازی، آزمایش، تحلیل و بازنگری، چارچوب اصلی تولید و اعتبارسنجی دانش را تشکیل می‌دهد (Lederman, 2016). در نهایت، درک ماهیت علم باعث می‌شود دانش‌آموزان نه فقط مطالب را بیاموزند، بلکه بفهمند چرا و چگونه دانش علمی معتبر شمرده می‌شود و این امر توانایی آنها را برای تمایز علم از شبه‌علم و به‌کارگیری تفکر انتقادی در زندگی روزمره تقویت می‌کند.

عوامل زیادی می‌توانند در درک ماهیت علم دخیل باشند که نحوه تدریس در کلاس می‌تواند از عوامل تأثیرگذار بر این متغیر باشد. در این پژوهش، اثرگذاری روش‌های تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده بررسی می‌شود. فرایند تدریس یکی از ابزارهای کلیدی در یادگیری است که با بهره‌گیری از روش‌های نوین آموزشی می‌توان آن را بهبود بخشید. برای هدایت مدارس به سمت استفاده از الگوهای جدید، لازم است این شیوه‌ها در محیط آموزشی تثبیت شوند.

روش تدریس پنج E یکی از رویکردهای نوین آموزشی است که با اصول ساخت‌گرایی هماهنگ است و بر یادگیری فعال تأکید دارد. در این مدل، فراگیران دانش را از طریق تمرین و فعالیت عملی کسب می‌کنند. این روش نه فقط به یادسپاری حقایق کلیدی توجه دارد، بلکه فراتر از آن عمل می‌کند (Guasch et al., 2019). این

روش شامل پنج مرحله اصلی است: درگیرکردن^۱، کاوش^۲، توضیح^۳، بسط^۴ و ارزشیابی^۵. دلیل نام‌گذاری این الگو به عنوان پنج E آغاز هر مرحله با حرف E است (رستم‌نژاد و سرداری، ۱۴۰۰). مرحله تعامل به منظور جلب توجه و ایجاد انگیزه طراحی شده است و در آن از ابزارهایی مانند پرسش‌های جالب، داستان‌های نیمه‌تمام، تصاویر یا فعالیت‌های علمی استفاده می‌شود. در مرحله کاوش، هماهنگی ذهن و عمل تقویت می‌شود و دانش‌آموزان از تجربیات خود قالب ذهنی جدیدی شکل می‌دهند. مرحله توضیح به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد تا مشاهدات خود را توضیح دهند و در بحث گروهی مشارکت کنند. مرحله بسط کاربرد مفاهیم آموخته‌شده در موقعیت‌های جدید را تشویق می‌کند. در مرحله ارزشیابی، دانش‌آموزان گزارش‌هایی کامل از فعالیت‌ها ارائه می‌دهند (Lederman, 2016). هدف این مدل یادگیری عمیق‌تر و درک دقیق‌تر مفاهیم جدید است. دانش‌آموزان از تجربیات قبلی و کاوش خود برای ایجاد فهم عمیق استفاده می‌کنند (Bimbola & Daniel, 2018). در کنار مدل پنج E، روش پیش‌سازمان‌دهنده نیز تأثیری به‌سزا در درک ماهیت علم دارد. این روش که توسط آزوبل^۶ در سال ۱۹۶۸ معرفی شد، از طریق پیوند دانش جدید با دانش قبلی به فعال‌ترکردن فرایند یادگیری کمک می‌کند (Davis et al., 2018). پیش‌سازمان‌دهنده‌ها مفاهیم کلی هستند که در ابتدای تدریس ارائه می‌شوند و ارتباط میان مفاهیم جدید و پیشین را برقرار می‌کنند (Harwood & Knight, 2015).

در پژوهش حاضر، روش‌های تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده به عنوان دو روش منتخب بررسی شده‌اند. انتخاب این دو روش بر اساس ویژگی‌های نظری و عملی آنهاست و هر دو بر یادگیری فعال، سازمان‌دهی دانش و ساختاریابی مفاهیم علمی تأکید دارند. روش پنج E با ارائه چارچوبی پنج‌مرحله‌ای (جذب توجه، اکتشاف، توضیح، تعمیق و ارزیابی) دانش‌آموزان را در فرایند یادگیری فعالانه درگیر می‌کند و فرصتی برای تجربه عملی و بازتابی فراهم می‌آورد که می‌تواند زمینه‌ساز فهم بهتر ابعاد مختلف ماهیت علم باشد. از سوی دیگر، روش پیش‌سازمان‌دهنده با فراهم‌آوردن ساختارهای ذهنی اولیه و کمک به سازمان‌دهی دانش پیشین، فرایند یادگیری را تسهیل می‌کند و به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا مفاهیم جدید را در قالبی مناسب جای دهند که این امر می‌تواند بر فهم سازمان‌یافته‌تر و نظام‌مندتر ماهیت علم تأثیرگذار باشد. با توجه به این ویژگی‌ها، این دو روش به عنوان نمونه‌هایی از شیوه‌های تدریس فعال و ساختارمند انتخاب شده‌اند تا تأثیر احتمالی آنها بر درک ماهیت علم بررسی شود.

آموزش علوم تجربی، به عنوان یکی از مؤلفه‌های کلیدی برنامه درسی ملی، در تمامی سطوح تحصیلی نقشی بنیادین در رشد شناختی و تقویت تفکر نظام‌مند دانش‌آموزان ایفا می‌کند. این حوزه از آموزش، با فراهم‌کردن فرصت‌هایی برای مشاهده، فرضیه‌سازی، آزمایش و نتیجه‌گیری، به درک عمیق‌تر تعامل میان پدیده‌های طبیعی و

¹ engage

² explore

³ explain

⁴ elaborate

⁵ evaluate

⁶ Ausubel

درک کارکرد جهان منجر می‌شود. تحقق این اهداف مستلزم بهره‌گیری از روش‌های تدریس فعال و مبتنی بر مشارکت یادگیرنده است؛ زیرا شیوه‌های سنتی، با تأکید بر انتقال اطلاعات به صورت یک‌سویه، کمتر به یادگیری عمیق و پایدار منجر می‌شوند. از این رو، بازنگری در رویکردهای آموزشی و استفاده از روش‌هایی مانند یادگیری اکتشافی، مسأله‌محور و کاوش‌محور، ضرورتی انکارناپذیر در آموزش علوم به شمار می‌رود. در این زمینه، روش تدریس پنج E با تأکید بر ساختن تدریجی مفاهیم از طریق درگیرکردن، کاوش، بسط و ارزشیابی فعال و روش پیش‌سازمان‌دهنده از طریق پیوند دانش جدید با مفاهیم پیشین، ظرفیت‌هایی را فراهم می‌آورد تا با ماهیت اکتشافی، تجربی و تحلیلی درس علوم تجربی هم‌راستا شود. از آنجا که محتوای این درس به طور طبیعی مستعد یادگیری از طریق مشارکت فعال، فرضیه‌پردازی و تجربه عینی است، استفاده از روش‌هایی که زمینه‌ساز درگیری شناختی، سازمان‌دهی ذهنی و درک معنادار مفاهیم هستند، می‌تواند فرایند آموزش را از انتقال صرف دانش به سمت یادگیری عمیق سوق دهد؛ به همین دلیل، بررسی تأثیر این روش‌ها در بستر آموزش علوم تجربی به ویژه در دوره ابتدایی می‌تواند نقشی مهم در جهت‌دهی به انتخاب‌های آموزشی و برنامه‌ریزی درسی داشته باشد.

ملائی و کوهی نژاد (۱۴۰۲) در پژوهش خود نشان داده‌اند روش تدریس پنج E باعث بهبود خلاقیت دانش‌آموزان پایه هفتم می‌شود. **سالاری‌پور و همکاران (۱۴۰۱)** دریافته‌اند روش تدریس پیش‌سازمان‌دهنده باعث بهبود پیشرفت تحصیلی و مهارت‌های اجتماعی دانش‌آموزان سال اول متوسطه می‌شود. **محمدزاده و همکاران (۱۴۰۱)** در پژوهش خود تحت عنوان «تأثیر آموزش مبتنی بر رویکرد ساختن‌گرایی بر یادگیری مشارکتی دانش‌آموزان در درس علوم و پایداری آن در طول زمان» دریافته‌اند آموزش علوم تجربی پایه هفتم بر اساس رویکرد ساختن‌گرایی بر افزایش میزان یادگیری مشارکتی دانش‌آموزان مؤثر بوده است و در طول زمان از پایداری مناسبی برخوردار است. **پورطالب و همکاران (۱۴۰۱)** در پژوهشی تحلیل رابطه درک ابعاد ماهیت علم با گرایش به تفکر انتقادی در بین دانش‌آموزان شهر تبریز را بررسی کرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که مؤلفه خلاقیت حدود ۵ درصد از واریانس تفکر انتقادی را توضیح می‌دهد و باید به تفکر انتقادی و درک ماهیت علم بیشتر توجه شود. نتایج پژوهش **قانع عزآبادی و قانع عزآبادی (۱۴۰۱)** نشان‌دهنده تأثیر معنادار آموزش علوم تجربی از طریق الگوی تدریس پیش‌سازمان‌دهنده بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان پسر پایه چهارم ابتدایی شهر یزد بود. **ناصری و سمیعی (۱۴۰۰)** نشان داده‌اند روش پیش‌سازمان‌دهنده نسبت به روش‌های مشارکتی و سخنرانی تأثیری مثبت‌تر بر یادگیری درس علوم دانش‌آموزان دارد. **اشرفی و همکاران (۱۴۰۰)** به این نتیجه رسیده‌اند که روش پیش‌سازمان‌دهنده باعث پیشرفت تحصیلی در دروس مطالعات اجتماعی، جغرافیا و تاریخ می‌شود. **مصرآبادی و همکاران (۱۳۹۹)** در پژوهش خود دریافته‌اند استفاده از سازمان‌دهنده‌های تصویری در حین تدریس و هنگام مرور و جمع‌بندی درس، تأثیری معنادار بر دانش، درک و کاربرد مفاهیم علوم تجربی داشته است. **محمودی و همکاران (۱۳۹۸)** نشان داده‌اند روش وارونه باعث افزایش پیشرفت تحصیلی می‌شود ولی تأثیری معنادار بر ماهیت علم ندارد. یادگار اغلو و دیمیرسی اغلو دریافته‌اند استفاده از مدل بایبی سطح درک دانش‌آموزان از مفهوم گاز را افزایش می‌دهد (Yadgar Oglu & Demirci Oglu, 2019). ارگین در پژوهشی با

عنوان «رویکرد ساختن‌گرایی بر مبنای مدل بایبی و استفاده از آن در فیزیک» به این نتیجه رسیده است که الگوی بایبی روشی اثربخش در یادگیری فیزیک است (Ergin, 2018). استرلینگ و جاکلینگ در پژوهش خود نشان داده‌اند روش پژوهش باعث افزایش درک مفاهیم علمی و یادگیری دانش‌آموزان می‌شود (Sterling & Jickling, 2017). فرر نیز نشان داده است روش یادگیری پیش‌سازمان‌دهنده در توسعه مهارت‌های اجتماعی مؤثر است (Ferrer, 2017).

به طور کلی و بر اساس بررسی پیشینه مطالعاتی، شواهدی مبنی بر احتمال تأثیر مثبت روش‌های تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده بر متغیر مورد بررسی وجود دارد؛ با این حال، این شواهد به طور کامل و دقیق تأیید نشده‌اند و نیاز به بررسی‌های علمی و پژوهشی بیشتر احساس می‌شود. همچنین، با توجه به اینکه درس علوم تجربی زمینه را برای دانش‌آموزان فراهم می‌آورد تا از طریق مشاهده، آزمایش و تحلیل مستقیم پدیده‌ها، خود را فعالانه در یادگیری و درک مفاهیم علمی درگیر کنند، این درس گزینه‌ای مناسب برای پژوهش در زمینه درک ماهیت علم است. با وجود این، در حوزه نظری، خلأهایی جالب توجه وجود دارند؛ اگرچه مطالعات متعدد اثربخشی روش‌های تدریس فعال مانند پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده را بررسی کرده‌اند، به طور ویژه و سیستماتیک، بر تأثیر این روش‌ها بر «درک ماهیت علم» در دوره ابتدایی به ویژه در درس علوم به طور محدود تمرکز شده است؛ به عبارت دیگر، تبیین دقیق و جامع تعامل این روش‌ها با فرایند درک ماهیت علم و نقش آنها در درک عمیق‌تر مفاهیم علمی هنوز به اندازه کافی مورد توجه قرار نگرفته است که این موضوع شکاف نظری مهمی محسوب می‌شود. از بُعد کاربردی نیز، هرچند روش‌های تدریس فعال در بسیاری از مطالعات به عنوان رویکردهای اثربخش معرفی شده‌اند، استفاده ساختارمند و هدفمند از این روش‌ها در نظام آموزشی کشور، به ویژه برای توسعه مهارت درک ماهیت علم دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی، بسیار محدود است. همچنین، کمبود مطالعات تطبیقی و تجربی که اثربخشی روش پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده را در یک چارچوب عملی و با دانش‌آموزان این پایه مقایسه کند، باعث شده است تا معلمان و برنامه‌ریزان آموزشی راهنمایی روشن برای انتخاب مناسب‌ترین روش تدریس نداشته باشند. این نکته شکاف کاربردی اصلی را تشکیل می‌دهد که ضرورت انجام پژوهش حاضر را دوچندان می‌کند؛ بنابراین، مسأله اصلی پژوهش حاضر این است که آیا استفاده از الگوی تدریس پنج E و روش پیش‌سازمان‌دهنده می‌تواند موجب تقویت یادگیری خودراهبر در درس علوم تجربی دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی شود و کدام یک از این دو روش اثربخشی بیشتری دارد. نتایج این پژوهش اطلاعات مفید و کاربردی در اختیار سیاست‌گذاران، دست‌اندرکاران تعلیم و تربیت، معلمان و کادر آموزشی قرار می‌دهد و می‌تواند مبنایی برای اصلاح و بازنگری برنامه‌های درسی باشد؛ به گونه‌ای که مهارت‌های خودراهبری، به عنوان یکی از اهداف کلیدی آموزش عمومی، به شکلی ساختارمند مورد توجه قرار بگیرد. همچنین، پژوهش حاضر با تبیین نحوه ارتباط میان محتوای درس علوم تجربی و روش‌های تدریس فعال، به معلمان کمک می‌کند تا در طراحی و اجرای فعالیت‌های آموزشی، انتخاب‌های آگاهانه‌تر و مبتنی بر شواهد داشته باشند. در نهایت، اجرای این پژوهش گامی در راستای ارتقای کیفیت یادگیری در درس علوم و تسهیل دستیابی به یادگیری عمیق، پایدار و معنادار در دوره ابتدایی است.

پژوهش حاضر به دنبال پاسخ‌گویی به فرضیه‌های زیر است:

- فرضیه اول: روش تدریس پنج E بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی تأثیر دارد.
- فرضیه دوم: روش پیش‌سازمان‌دهنده بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی تأثیر دارد.
- فرضیه سوم: روش‌های تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده در درس علوم تجربی بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان دختر ششم ابتدایی تأثیر متفاوت دارند.

روش پژوهش

روش پژوهش شبه‌آزمایشی با سه گروه پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل و آزمایش خواهد بود که در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱: طرح آزمایشی گروه‌های آزمایشی و کنترل در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

Table 1: Experimental design of the experimental and control groups in the pre-test and post-test stages

پس‌آزمون	متغیرهای مستقل	پیش‌آزمون	هاگروه
T ₁	روش پنج E	T ₁	گروه آزمایش ۱
T ₂	روش پیش‌سازمان‌دهنده	T ₂	گروه آزمایش ۲
T _c		T _c	گروه کنترل

جامعه آماری، نمونه آماری و روش نمونه‌گیری: جامعه آماری پژوهش حاضر شامل کلیه دانش‌آموزان دختر پایه ششم ابتدایی شهرستان بستان‌آباد استان آذربایجان شرقی به تعداد ۳۸۰ نفر در سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ بود و نمونه پژوهش شامل ۶۰ نفر از دانش‌آموزان دختر پایه ششم ابتدایی بستان‌آباد بود که به صورت تصادفی و در ۳ گروه ۲۰ نفره در قالب دو گروه آزمایش و یک گروه کنترل جایگزین شدند. روش نمونه‌گیری به صورت در دسترس انجام شد؛ به این ترتیب که دانش‌آموزان پایه ششم از یک مدرسه انتخاب شدند و سه کلاس از پایه ششم این مدرسه به عنوان نمونه پژوهش برگزیده شدند. سپس، این سه کلاس به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و یک گروه کنترل قرار گرفتند و پرسشنامه متغیر وابسته (درک ماهیت علم) قبل از اجرای آموزش تدریس به شیوه‌های روش تدریس پنج E و روش تدریس پیش‌سازمان‌دهنده، پس از اجرا و پس از گذشت یک دوره دوماهه و در قالب ۱۲ جلسه، اجرا شد و سپس تأثیر روش تدریس پنج E و روش تدریس پیش‌سازمان‌دهنده و تفاوت‌های پس از اجرا محاسبه شد. برای کنترل انتقال اطلاعات بین گروه‌های آزمایش و کنترل، جلسات آموزشی گروه‌های آزمایش و کنترل در زمان‌های مختلف برگزار شد و به دانش‌آموزان تأکید شد که اطلاعات مربوط به آموزش‌ها را با دیگران به اشتراک نگذارند.

ابزار پژوهش: روش گردآوری اطلاعات از نوع میدانی و با استفاده از ابزار پرسشنامه بود؛ به طوری که پژوهشگران با توزیع پرسشنامه به آزمودنی‌های انتخاب‌شده اطلاعات مورد نیاز را از آنها گردآوری کرده‌اند. برای

سنجش درک ماهیت علم از پرسشنامه درک ماهیت علم (VNOS)^۱ استفاده شد که توسط لیانگ و همکاران برای سنجش ادراکات دانش‌آموزان درباره چگونگی رشد دانش علمی ساخته شده است (گویه‌های پرسشنامه در پیوست ۱ درج شده است) (Liang et al., 2008). اصل پرسشنامه از لدرمن است و پژوهشگران نسخه جدید آن را ترجمه و به کار گرفته‌اند که لیانگ و همکاران استفاده کرده‌اند. این ابزار شامل ۲۴ پرسش است که بر اساس طیف ۵ درجه‌ای لیکرت از کاملاً مخالفم (نمره یک) تا کاملاً موافقم (نمره پنج) طراحی شده است و دامنه نمرات از ۲۴ تا ۱۲۰ است. این پرسشنامه دارای ۶ خرده‌مقیاس شامل مشاهده و استنباط، ذهنیت و عینیت در علم، خلاقیت و عقلانیت در علم، لحاظ کردن فرهنگ و اجتماع در علم، نظریه‌ها و قوانین علمی و روش علمی است و هر خرده‌مقیاس نیز دارای چهار پرسش است. لیانگ و همکاران پایایی این ابزار را در سه کشور ایالت متحده آمریکا، چین و ترکیه با استفاده از روش آلفای کرونباخ محاسبه کرده‌اند که میزان آلفای کرونباخ در کشور آمریکا ۰/۶۷، چین ۰/۶۱ و در کشور ترکیه نیز ۰/۹۷ به دست آمده است (Liang et al., 2008). در پژوهش حاضر، پرسشنامه در اختیار ده نفر از متخصصان قرار گرفت و پس از اعمال تغییرات لازم، اعتبار صوری و محتوایی آن تأیید شد. پایایی این پرسشنامه در پژوهش حاضر ۰/۸۸ به دست آمده است.

روش اجرای پژوهش: در این پژوهش، از روش‌های تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده در درس علوم تجربی پایه ششم استفاده شد. ابتدا، افراد نمونه در یک جلسه توجیهی با طرح پژوهشی آشنا شدند و ضمن درک اهمیت موضوع، پرسشنامه درک ماهیت علم را تکمیل کردند. سپس، آنها به صورت تصادفی در دو گروه آزمایشی ۱ و ۲ و یک گروه کنترل جایگزین شدند. بعد، مراحل روش‌های تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده به صورت جدا به گروه‌های آزمایشی ۱ و ۲ تدریس شد و گروه گواه آموزش خود را به روش سنتی دریافت کرد. دوره آموزش برای هر گروه شامل ۱۲ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای بود و طی آن از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا حد امکان در تمام جلسات حضور داشته باشند. همچنین، تمامی جلسات آموزشی گروه‌های آزمایش و گواه توسط پژوهشگر تدریس شد و پژوهشگر پیش از آغاز تدریس، با مبانی نظری و مراحل علمی روش‌های تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده آشنایی کامل پیدا کرد و تدریس‌ها با رعایت دقیق مراحل انجام شد. در نهایت، پس از اتمام جلسات با اجرای پس‌آزمون، هر دو گروه سنجیده شدند. دروس انتخاب‌شده از کتاب علوم ششم ابتدایی به شرح زیر هستند:

- ۱- انواع اسیدها (درس ۳، صفحه ۲۳)
- ۲- آتشفشان (درس ۵، از صفحه ۳۶ تا ۳۸)
- ۳- شگفتی‌های برگ (کل درس ۱۱، از صفحه ۸۰ تا ۸۲)
- ۴- ساختمان درون زمین (لایه‌های کره زمین) (درس ۴، از صفحه ۲۸ تا ۳۰)
- ۵- سالم بمانیم (کل درس ۱۳، از صفحه ۹۴ تا ۱۰۰)
- ۶- آشنایی با میکروسکوپ (درس ۱۰، صفحه ۷۴ و ۷۵)
- ۷- نیروی اصطکاک (درس ۷، از صفحه ۵۲ تا ۵۴)
- ۸- ویژگی‌های آهن و کاربرد آهن در کارخانه کاغذسازی (درس ۳، از صفحه ۱۸ تا ۲۲)

¹ Views of Nature of Science Questionnaire

در ادامه، خلاصه‌ای از مراحل اجرای روش‌های تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده به صورت جداگانه در جدول‌های (۲) و (۳) آورده شده است.

جدول ۲: خلاصه‌ای از جلسات روش تدریس پنج E

Table 2: Summary of the intervention using the 5E teaching method

مرحله	توضیح
اول	آشنایی و معرفی خود به دانش‌آموزان، ارائه پیش‌آزمون، معرفی شیوه انجام کار، مشخص کردن زمان، مکان و تعداد جلسات آموزشی و ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان
دوم	این مرحله برای جلب توجه کلاس و ایجاد انگیزه در فراگیران طراحی شده است. هدف در این مرحله فعال کردن و درگیر کردن دانش‌آموزان است و در این مرحله، با ارائه پرسش‌های جالب، ارائه یک داستان نیمه‌تمام، ارائه یک فعالیت علمی مناسب و ... دانش‌آموزان درگیر مسأله می‌شوند.
سوم	معلم با پرسش‌های تفکربرانگیز، دانش‌آموزان را به مشاهده و بررسی درس هدایت می‌کند. دانش‌آموزان در گروه‌هایی قرار می‌گیرند تا از تفکرات یکدیگر بهره ببرند و ابزار و وسایل درس را برای آزمایش و مشاهده استفاده کنند.
چهارم	در این مرحله، دانش‌آموزان باید مشاهده‌ها و آموخته‌هایشان را با هم به اشتراک بگذارند و توضیحی منطقی پیدا کنند. یکی از اعضای هر گروه نکات مهم را یادداشت می‌کند. بحث و اختلاف نظر بین گروه‌ها ممکن است رخ دهد.
پنجم	پس از بررسی نظرات و ایده‌های گروه‌ها، معلم باید اشتباهات را مشخص و مفاهیم علمی درست را جایگزین کند. با ارائه توضیحات و مثال‌های بیشتر، درس روشن‌تر می‌شود، تمرین‌ها حل می‌شوند و معلم نحوه استفاده از منابع اطلاعاتی را به دانش‌آموزان نشان می‌دهد. هدف این مرحله یادگیری نحوه جمع‌آوری اطلاعات است.
ششم	هدف این مرحله آگاه‌شدن دانش‌آموز از پیشرفت سطح علمی خود است. برخلاف روش قدیمی ارزشیابی معلم، این کار توسط خود دانش‌آموز انجام می‌شود. ساختارگرایان معتقد هستند رتبه‌بندی بر اساس آزمون‌های چندگزینه‌ای مناسب نیست و باید از آزمون‌های بازپاسخ و برنامه‌های عملکردی استفاده کرد. ارزشیابی مستمر از مرحله اول شروع می‌شود و برای ارزشیابی پایانی دو روش وجود دارند: (۱) گروه‌ها گزارش کار خود را بنویسند و به گروه‌های دیگر بدهند (دگرازایی)؛ (۲) گروه‌ها با معیارهای تعیین‌شده خودارزیابی کنند.

جدول ۳: خلاصه‌ای از جلسات روش تدریس پیش‌سازمان‌دهنده

Table 3: Summary of the intervention using the Advance Organizer teaching method

مرحله	توضیحات
اول	تعیین هدف درس، برقراری ارتباط با دانش‌آموزان، آگاه کردن دانش‌آموزان از اجرای پیش‌آزمون، اجرای پیش‌آزمون
دوم	زمینه‌سازی و ارائه مطالب و مفاهیم جدید درس در قالب پیش‌سازمان‌دهنده
سوم	ارائه مثال، استفاده از تصاویر
چهارم	تکرار، تعیین ویژگی‌های معرف
پنجم	پرسش، یادگیری فعال
ششم	حفظ توجه، آشکارسازی نظم منطقی مطالب درسی
هفتم	تحکیم سازمان شناختی
هشتم	جمع‌بندی آموزشی، برگزاری پس‌آزمون

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. اطلاعات به دست آمده ابتدا با شاخص‌های توصیفی شامل میانگین، انحراف استاندارد و نمودارها بررسی و توصیف شد. با توجه به ماهیت چندبُعدی متغیر وابسته «درک ماهیت علم» که شامل شش مؤلفه مفهومی متمایز (مشاهده، ذهنیت، خلاقیت، لحاظ کردن، قوانین و روش علمی) است و با توجه به وجود همبستگی معنادار میان مؤلفه‌ها، از تحلیل کوواریانس چندمتغیره (MANCOVA) و آزمون t مستقل در تحلیل فرضیه‌های پژوهش استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

در این بخش، یافته‌ها و نتایج حاصل از پژوهش ارائه می‌شود. این یافته‌ها در دو بخش یافته‌های توصیفی و یافته‌های استنباطی تنظیم شده است که در بخش اول، شاخص‌های آمار توصیفی «میانگین، انحراف معیار» مربوط به متغیر درک ماهیت علم ارائه می‌شوند. در بخش دوم، فرضیه‌ها و پرسش‌های بیان شده با استفاده از روش‌های آماری آزموده می‌شوند و معناداری آنها از لحاظ آماری بررسی می‌شود.

تعداد کل دانش‌آموزان مورد مطالعه ۶۰ دانش‌آموز دختر پایه ششم ابتدایی بود و دامنه سنی آنها ۱۱-۱۳ سال و میانگین سنی آنها ۱۲/۴ بود.

همان‌طور که در **جدول (۴)** ملاحظه می‌شود، میانگین نمرات پس‌آزمون مؤلفه‌های درک ماهیت علم در هر دو گروه آزمایش بیشتر از پیش‌آزمون است. در گروه آزمایش، با روش پنج E، میانگین مؤلفه مشاهده از ۱۳/۹۵ به ۱۵/۶۵، ذهنیت از ۱۴/۵۱ به ۱۵/۷۱، خلاقیت از ۷/۴۵ به ۹/۳۵، لحاظ کردن از ۱۱/۵۱ به ۸/۶۵، قوانین از ۱۷/۴۵ به ۱۸/۴۵ و روش علمی از ۱۵/۱۱ به ۱۶/۲۱ تغییر یافته است.

در گروه آزمایش، با روش پیش‌سازمان‌دهنده، میانگین مؤلفه مشاهده از ۱۳/۷۸ به ۱۵/۱۵، ذهنیت از ۱۴/۶۵ به ۱۵/۲۳، خلاقیت از ۷/۹۱ به ۹/۲۱، لحاظ کردن از ۱۱/۵۲ به ۱۱/۸۵، قوانین از ۱۶/۸۱ به ۱۷/۸۱ و روش علمی از ۱۵/۵۴ به ۱۶/۶۵ افزایش یافته است.

قبل از بررسی فرضیه‌های پژوهش، ابتدا مفروضه نرمال بودن توزیع متغیر بررسی شد. برای بررسی نرمال بودن توزیع متغیر درک ماهیت علم، از آزمون شاپیرو و ویلک استفاده شده است.

برای آزمون نرمال بودن توزیع متغیرهای پژوهش در گروه کنترل و دو گروه آزمایش (پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده) از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. با توجه به نتایج حاصل از تحلیل آماره شاپیرو-ویلک برای درک ماهیت علم در پیش‌آزمون (گروه کنترل: ۰/۳۲۴، معناداری: ۰/۷۶۵؛ گروه آزمایش پنج E: ۰/۶۵۸، معناداری: ۰/۴۳۴؛ گروه آزمایش پیش‌سازمان‌دهنده: ۰/۷۳۴، معناداری: ۰/۳۲۱) و پس‌آزمون (گروه کنترل: ۰/۶۴۵، معناداری: ۰/۷۹۹؛ گروه آزمایش پنج E: ۰/۸۵۸، معناداری: ۰/۴۵۴؛ گروه آزمایش پیش‌سازمان‌دهنده: ۰/۸۰۴، معناداری: ۰/۵۳۸)، می‌توان نتیجه گرفت داده‌ها از فرض مبنی بر نرمال بودن توزیع پیروی می‌کنند.

جدول ۴: توصیف نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون مؤلفه‌های درک ماهیت علم

Table 4: Description of pre-test and post-test scores for components of understanding the nature of science

گروه	مؤلفه‌ها	میانگین انحراف استاندارد	
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون
گروه کنترل	مشاهده	۱۳/۲۵	۳/۴۷
	ذهنیت	۱۳/۸۱	۴/۰۹
	خلاقیت	۷/۲۰	۴/۲۷
	لحاظ کردن	۸/۴۱	۴/۰۱
	قوانین	۱۵/۵۵	۲/۵۳
گروه آزمایش پنج E	روش علمی	۱۲/۴۵	۳/۲۱
	مشاهده	۱۳/۹۵	۳/۹۷
	ذهنیت	۱۴/۵۱	۳/۸۱
	خلاقیت	۷/۴۵	۳/۸۵
	لحاظ کردن	۱۱/۵۱	۲/۸۱
پیش‌سازمان‌دهنده	قوانین	۱۷/۴۵	۳/۲۶
	روش علمی	۱۵/۱۱	۲/۹۱
	مشاهده	۱۳/۷۸	۳/۶۹
	ذهنیت	۱۴/۶۵	۲/۸۵
	خلاقیت	۷/۹۱	۳/۴۴
	لحاظ کردن	۱۱/۵۲	۲/۷۲
	قوانین	۱۶/۸۱	۳/۷۶
	روش علمی	۱۵/۵۴	۳/۲۳
	مشاهده		
	ذهنیت		
	خلاقیت		
	لحاظ کردن		

فرضیه اول: روش تدریس پنج E بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی تأثیر دارد.

برای تحلیل فرضیه اول از روش تحلیل کواریانس چندمتغیره بهره گرفته شده است. قبل از بررسی فرضیه پژوهش، ابتدا مفروضه‌های تحلیل کواریانس شامل همگنی شیب رگرسیون، آزمون باکس و آزمون لوون بررسی شدند. نتایج حاصل از بررسی همگنی شیب رگرسیون برای متغیر درک ماهیت علم ($F=۰/۳۶۵$, $P=۰/۶۵۸$) نشان داد داده‌ها از فرض همگنی شیب رگرسیون پیروی می‌کنند. همچنین، به منظور بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لوون استفاده شد که نتایج حاصل از آن برای مشاهده ($F=۶/۱۲۴$, $P=۰/۱۲۴$)، ذهنیت ($F=۰/۳۲۵$, $P=۰/۳۲۵$)، خلاقیت ($F=۷/۵۴۱$, $P=۰/۳۶۵$)، لحاظ کردن ($F=۶/۳۲۶$, $P=۰/۲۳۶$)، قوانین ($F=۷/۲۵۴$, $P=۰/۲۱۴$) و روش علمی ($F=۵/۶۲۵$, $P=۰/۲۵۴$) نشان داد داده‌ها از پیش‌فرض مبنی بر همگنی واریانس‌ها پیروی می‌کنند.

و در نهایت، به منظور بررسی پیش فرض همگنی ماتریس واریانس-کوواریانس از آزمون باکس استفاده شد که نتایج حاصل از این آزمون ($M=4/326$, $F=2/254$, $P=0/365$) نیز نشان داد داده‌ها از این پیش فرض آماری برخوردار هستند؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت مفروضه‌های اصلی تحلیل کوواریانس رعایت شده‌اند و استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیری برای تحلیل داده‌ها بلامانع است.

بعد از بررسی مفروضه همسانی واریانس و همسانی ماتریس‌های واریانس-کوواریانس، آزمون شاخص‌های اعتباری تحلیل کوواریانس در شاخص‌ها استفاده شد که نتایج آن در **جدول (۵)** آورده شده است.

جدول ۵: شاخص‌های اعتباری تحلیل کوواریانس در شاخص‌ها

Table 5: Credibility indices of covariance analysis in the indicators

آزمون‌ها	ارزش	مقدار F	درجه آزادی اثر	درجه آزادی خطا	معناداری	مجذور اتا
اثر پیلای	۰/۹۸۱	۷۰/۸۵۸	۵	۷	۰/۰۰۱	۰/۶۵۸
لامبدای ویلکز	۰/۰۱۹	۷۰/۸۵۸	۵	۷	۰/۰۰۱	۰/۶۵۸
اثر هتلینگ	۵۰/۶۱۳	۷۰/۸۵۸	۵	۷	۰/۰۰۱	۰/۶۵۸
بزرگ‌ترین ریشه روی	۵۰/۶۱۳	۷۰/۸۵۸	۵	۷	۰/۰۰۱	۰/۶۵۸

همان‌طور که **جدول (۵)** نشان می‌دهد، مقدار F به‌دست‌آمده در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار است؛ بنابراین، گروه‌های آزمایش و کنترل دست‌کم در یکی از متغیرهای وابسته (مؤلفه‌های ماهیت علم) تفاوتی معنادار دارند. این نتیجه تأییدکننده فرضیه اول است؛ به این معنا که روش تدریس پنج E تأثیری مثبت و معنادار بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی دارد. با این حال، این شاخص مشخص نمی‌کند تفاوت‌ها دقیقاً در کدام مؤلفه‌های متغیرهای وابسته مشاهده می‌شوند؛ از این رو، در ادامه پژوهش، بررسی جزئی‌تری انجام شده است تا مشخص شود کدام مؤلفه‌های ماهیت علم تحت تأثیر متغیر مستقل (یعنی گروه‌ها) قرار گرفته‌اند. در بخش بعدی، نتایج آزمون اثرات بین آزمودنی‌ها ارائه شده است.

همان‌طور که در **جدول (۶)** مشاهده می‌شود، نتیجه اثرات بین آزمودنی‌های مؤلفه‌های درک ماهیت علم بین گروه‌ها در سطح $P < 0/05$ معنادار است. به عبارت دیگر، روش تدریس پنج E بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی تأثیری مثبت و معنادار دارد. همچنین، با توجه به مقادیر مجذور اتا، روش تدریس پنج E بر مؤلفه‌های مشاهده و قوانین بیشترین اثرگذاری را دارد.

جدول ۶: نتایج آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره در مرحله پس‌آزمون براساس متغیرها

Table 6: Results of multivariate covariance analysis test in the post-test stage based on variables

متغیرهای وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	مجذورات	توان آزمون
مشاهده	۸۴۰/۳۵۰	۴۸	۱۷/۵۰۷	۶/۷۵۷	۰/۰۰۱	۰/۷۵۱	۱/۰۰۰
ذهنیت	۶۶۹/۶۸۳	۴۸	۱۳/۹۵۲	۱/۹۹۳	۰/۰۱۵	۰/۵۱۳	۱/۰۰۰
خلاقیت	۳۵۱/۳۵۰	۴۸	۷/۲۹۹	۱/۶۸۹	۰/۰۲۵	۰/۴۸۶	۱/۰۰۰
لحاظ کردن	۶۰۳/۰۸۳	۴۸	۱۲/۵۶۴	۱/۴۱۹	۰/۰۳۸	۰/۵۵۸	۱/۰۰۰
قوانین	۷۱۵/۷۳۳	۴۸	۱۴/۹۱۱	۶/۶۵۴	۰/۰۰۱	۰/۶۵۱	۱/۰۰۰
روش علمی	۵۲۳/۵۸۳	۴۸	۱۰/۹۰۸	۱/۲۳۷	۰/۰۰۶	۰/۳۴۹	۱/۰۰۰

فرضیه دوم: روش تدریس پیش‌سازمان‌دهنده بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی تأثیر دارد. برای تحلیل فرضیه دوم از روش تحلیل کوواریانس چندمتغیره بهره گرفته شده است. قبل از بررسی فرضیه پژوهش، ابتدا مفروضه‌های تحلیل کوواریانس شامل همگنی شیب رگرسیون، آزمون باکس و آزمون لون بررسی شدند. نتایج حاصل از بررسی همگنی شیب رگرسیون برای متغیر درک ماهیت علم ($F=2/564$, $P=0/658$) نشان داد داده‌ها از فرض همگنی شیب رگرسیون پیروی می‌کنند. همچنین، به منظور بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد که نتایج حاصل از آن برای مؤلفه‌های ماهیت علم به ترتیب برای مشاهده ($P=0/158$), ذهنیت ($F=2/045$, $P=0/158$), خلاقیت ($F=1/713$, $P=0/158$), لحاظ کردن ($F=0/034$, $P=0/158$) و قوانین ($F=1/65$, $P=0/158$) و روش علمی ($F=1/654$, $P=0/158$) نشان داد داده‌ها از پیش‌فرض مبنی بر همگنی واریانس‌ها نیز پیروی می‌کنند. و در نهایت، به منظور بررسی پیش‌فرض همگنی ماتریس واریانس-کوواریانس، از آزمون باکس استفاده شد که نتایج حاصل از این آزمون ($M=5/658$, $F=3/365$, $P=0/215$) نیز نشان داد داده‌ها از این پیش‌فرض آماری برخوردار هستند؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت مفروضه‌های اصلی تحلیل کوواریانس رعایت شده‌اند و استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره و تک‌متغیره برای تحلیل داده‌ها بلامانع است. بعد از بررسی مفروضه همسانی واریانس و همسانی ماتریس‌های واریانس-کوواریانس، آزمون شاخص‌های اعتباری تحلیل کوواریانس در شاخص‌ها استفاده شد که نتایج آن در **جدول (۷)** آورده شده است.

جدول ۷: شاخص‌های اعتباری تحلیل کوواریانس در شاخص‌ها

Table 7: Credibility indices of covariance analysis in the indicators

آزمون‌ها	ارزش	مقدار F	درجه آزادی اثر	درجه آزادی خطا	معناداری	مجذورات
اثر پیلایی	۱/۰۰۱	۱۴/۰۳۶	۵	۷	۰/۰۰۱	۰/۴۷۲
لامبدای ویلکز	۰/۰۰۹	۱۳۱/۵۷۷	۵	۷	۰/۰۰۱	۰/۴۷۲
اثر هتلینگ	۱۰۹/۵۶۷	۷۳۹/۵۷۵	۵	۷	۰/۰۰۱	۰/۴۷۲
بزرگ‌ترین ریشه روی	۱۰۹/۵۵۶	۱۵۳۳/۷۸۸	۵	۷	۰/۰۰۱	۰/۴۷۲

همان‌طور که **جدول (۷)** نشان می‌دهد، مقدار F به‌دست‌آمده در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار است؛ بنابراین، گروه‌های آزمایش و کنترل دست‌کم در یکی از متغیرهای وابسته (مؤلفه‌های درک ماهیت علم) تفاوتی قابل ملاحظه دارند. این نتیجه فرضیه دوم را تأیید می‌کند؛ به این معنا که روش تدریس پیش‌سازمان‌دهنده تأثیری مثبت و معنادار بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی دارد. با این حال، این آماره مشخص نمی‌کند تفاوت‌ها دقیقاً در کدام مؤلفه‌های متغیر وابسته مشاهده می‌شوند؛ از این رو، در ادامه پژوهش، بررسی شده است که کدام مؤلفه‌های ماهیت علم به طور مستقل تحت تأثیر متغیر مستقل (یعنی گروه‌ها) قرار گرفته‌اند. در بخش بعدی، نتایج آزمون اثرات بین آزمودنی‌ها ارائه شده است.

جدول ۸: نتایج آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیری در مرحله پس‌آزمون براساس متغیرها

Table 8: Results of Multivariate Covariance Analysis (MANCOVA) in the post-test phase based on variables

متغیرهای وابسته	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	مقدار F	سطح معناداری	مجزور اتا	توان آزمون
مشاهده	۶۴۵۲/۳۳۳	۴۸	۳۲۲۶/۱۶۷	۳۷۹/۰۳۶	۰/۰۰۱	۰/۴۲۹	۱/۰۰۰
ذهنیت	۵۴۷۹/۵۰۰	۴۸	۲۷۳۹/۷۵۰	۴۷۶/۴۷۹	۰/۰۰۱	۰/۳۱۲	۱/۰۰۰
خلاقیت	۸۵۴۵/۹۳۳	۴۸	۴۲۷۲/۹۶۷	۳۰۹۵/۳۲۱	۰/۰۰۱	۰/۵۹۱	۱/۰۰۰
لحاظ کردن	۲۳۴۵/۱۰۰	۴۸	۱۱۷۲/۵۵۰	۱۰۹۸/۶۷۴	۰/۰۰۱	۰/۴۷۹	۱/۰۰۰
قوانین	۵۸۴۷/۷۳۳	۴۸	۲۹۲۳/۸۶۷	۸۹۱/۲۹۸	۰/۰۰۱	۰/۳۶۸	۱/۰۰۰
روش علمی	۲۱۱۴۰/۸۶۷	۴۸	۱۰۵۷۰/۴۳۳	۱۳۳۵/۳۱۰	۰/۰۰۱	۰/۵۲۵	۱/۰۰۰

همان‌طور که در **جدول (۸)** مشاهده می‌شود، نتیجه اثرات بین آزمودنی‌های مؤلفه‌های درک ماهیت علم بین گروه‌ها در سطح $P < ۰/۰۵$ معنادار است. به عبارت دیگر، روش تدریس پیش‌سازمان‌دهنده بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی تأثیری مثبت و معنادار دارد. همچنین، با توجه به مقادیر مجزور اتا، روش تدریس پیش‌سازمان‌دهنده بر مؤلفه‌های خلاقیت و روش علمی بیشترین اثرگذاری را دارد.

فرضیه سوم: روش‌های تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده در درس علوم تجربی بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان دختر ششم ابتدایی تأثیر متفاوت دارد.

برای تحلیل فرضیه سوم که در آن اثر دو روش تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده به طور هم‌زمان مقایسه شد، از آزمون t مستقل بهره گرفته شده است.

جدول ۹: نتایج آزمون t مستقل بر دو روش تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده

Table 9: Results of T-test on five E an advance organizer methods of teaching

مؤلفه‌های درک ماهیت علم	گروه	تعداد	میانگین	مقدار t	درجه آزادی	سطح معناداری	نتیجه
مشاهده و استنباط	پنج E	۳۰	۱۵/۶۵	۰/۶۵	۵۸	۰/۵۱۸	تفاوت معنادار نیست.
	پیش‌سازمان‌دهنده	۳۰	۱۵/۱۵				
ذهنیت و عینیت در علم	پنج E	۳۰	۱۵/۷۱	۰/۴۸	۵۸	۰/۶۳۱	تفاوت معنادار نیست.
	پیش‌سازمان‌دهنده	۳۰	۱۵/۲۳				
خلاقیت و عقلانیت در علم	پنج E	۳۰	۹/۳۵	۰/۲۲	۵۸	۰/۸۲۹	تفاوت معنادار نیست.
	پیش‌سازمان‌دهنده	۳۰	۹/۲۱				
لحاظ کردن فرهنگ و اجتماع	پنج E	۳۰	۸/۶۵	-۳/۴۵	۵۸	۰/۰۰۱	تفاوت معنادار است.
	پیش‌سازمان‌دهنده	۳۰	۱۱/۸۵				
نظریه‌ها و قوانین علمی	پنج E	۳۰	۱۸/۴۵	۰/۷۲	۵۸	۰/۴۷۵	تفاوت معنادار نیست.
	پیش‌سازمان‌دهنده	۳۰	۱۷/۸۱				
روش علمی	پنج E	۳۰	۱۶/۲۱	-۰/۵۱	۵۸	۰/۶۱۰	تفاوت معنادار نیست.
	پیش‌سازمان‌دهنده	۳۰	۱۶/۶۵				

بر اساس نتایج حاصل از آزمون t مستقل که به منظور مقایسه اثربخشی دو روش تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده بر ابعاد مختلف درک ماهیت علم انجام شد، یافته‌ها نشان داد به طور کلی تفاوتی معنادار بین میانگین نمرات پس‌آزمون این دو روش در پنج بُعد از شش بُعد شامل مشاهده و استنباط ($P=0/518$)، ذهنیت و عینیت در علم ($P=0/613$)، خلاقیت و عقلانیت در علم ($P=0/829$)، نظریه‌ها و قوانین علمی ($P=0/475$) و روش علمی ($P=0/610$) وجود ندارد. با این حال، فقط در مؤلفه «لحاظ کردن فرهنگ و اجتماع در علم» تفاوت بین گروه‌ها از نظر آماری معنادار بود ($P=0/001$) و میانگین گروه پیش‌سازمان‌دهنده ($11/85$) به طرزی معنادار بیشتر از گروه پنج E ($8/65$) قرار گرفت؛ بنابراین، با توجه به اینکه فقط در یک مؤلفه از شش مؤلفه تفاوت معنادار مشاهده شد، می‌توان نتیجه گرفت فرضیه مبتنی بر تأثیر متفاوت این دو روش به طور کلی تأیید نمی‌شود و فقط در زمینه تقویت درک نقش فرهنگ و اجتماع در علم، روش پیش‌سازمان‌دهنده برتری خود را نشان داده است.

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه بر روی دانش‌آموزان دختر پایه ششم ابتدایی بستان‌آباد انجام شده است و از نظر هدف، جزو پژوهش‌های کاربردی است؛ از این رو، از نوع نیمه‌آزمایشی پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل و آزمایش قلمداد می‌شود. نتایج آمار توصیفی نشان داد میانگین نمرات پس‌آزمون مؤلفه درک ماهیت علم در هر دو گروه آزمایش بیشتر از پیش‌آزمون بوده است. همچنین، بررسی فرضیه‌های پژوهش نشان داد روش پیش‌سازمان‌دهنده

و روش تدریس پنج E بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی تأثیر دارد و روش‌های تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده در درس علوم تجربی بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان دختر ششم ابتدایی به جز بُعد (لحاظ کردن فرهنگ) تأثیر متفاوت ندارند.

نتایج حاصل از تحلیل فرضیه اول نشان داد روش تدریس پنج E بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی تأثیر دارد. نتایج پژوهش با پژوهش ملائی و کوهی نژاد (۱۴۰۲)، محمدزاده و همکاران (۱۴۰۱)، یادگار اوغلو و دیمیرسی اوغلو (Yadgar Oglu & Demirci Oglu, 2019) و استرلینگ و جاکلینگ (Sterling & Jickling, 2017) هم‌سو و با پژوهش محمودی و همکاران (۱۳۹۸) ناهم‌سو است. پژوهش ملائی و کوهی نژاد (۱۴۰۲) نشان داد روش پنج E موجب افزایش خلاقیت دانش‌آموزان پایه هفتم می‌شود؛ این نتیجه با پژوهش حاضر هم‌سو است، زیرا ارتقای خلاقیت در بستر کاوشگری و فعالیت‌های پژوهشی مشابه همان فرایندی است که به بهبود درک ماهیت علم می‌انجامد. همچنین، یافته محمدزاده و همکاران (۱۴۰۱) مبنی بر اثر مثبت آموزش مبتنی بر رویکرد ساختن‌گرایی بر یادگیری مشارکتی دانش‌آموزان علوم تجربی هم‌سو با پژوهش حاضر است، زیرا هر دو بر نقش فعال یادگیرنده و سازنده‌بودن فرایند یادگیری در فهم علمی تأکید دارند. در سطح بین‌المللی نیز نتایج یادگار اوغلو و دیمیرسی اوغلو (Yadgar Oglu & Demirci Oglu, 2019) و ارگین (Ergin, 2018) نشان داد مدل بایبی (پنج E) باعث افزایش درک مفاهیم علمی می‌شود که با یافته حاضر در خصوص ارتقای درک ماهیت علم هم‌خوان است. همچنین، استرلینگ و جاکلینگ (Sterling & Jickling, 2017) بیان کرد روش پژوهش، درک مفاهیم علمی و یادگیری دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد؛ این نتیجه نیز هم‌سو با پژوهش حاضر است، زیرا هر دو رویکرد بر یادگیری فعال و کاوش‌محور مبتنی هستند. در مقابل، یافته محمودی و همکاران (۱۳۹۸) ناهم‌سو است، زیرا آنها گزارش کردند روش تدریس وارونه اگرچه پیشرفت تحصیلی را افزایش می‌دهد، تأثیری معنادار بر درک ماهیت علم ندارد؛ در حالی که پژوهش حاضر نشان داد استفاده از روش پنج E می‌تواند درک ماهیت علم را به طور معنادار ارتقا بخشد. در تبیین یافته پژوهش، می‌توان اشاره کرد روش تدریس پنج E با تکیه بر رویکرد سازنده‌گرایی و یادگیری فعال، زمینه‌ای غنی برای درک عمیق‌تر ماهیت علم فراهم می‌کند. این روش دانش‌آموزان را به یادگیری فعال، پژوهش مستقل و تعامل مستمر با مفاهیم علمی هدایت می‌کند؛ به طوری که آنها درمی‌یابند علم نه محصولی ثابت، بلکه فرایندی پویا، مبتنی بر شواهد و قابل بازنگری است. در این روش، ارائه پدیده‌ها و مسائل چالش‌برانگیز باعث فعال‌سازی پیش‌دانسته‌ها و ایجاد درگیری شناختی می‌شود و دانش‌آموزان را تشویق می‌کند تا اطلاعات جدید را با دانسته‌های قبلی ادغام کنند. از طریق تجربه عملی پرسشگری، مشاهده، جمع‌آوری داده‌ها و آزمون فرضیه‌ها، دانش‌آموزان یاد می‌گیرند تولید دانش علمی نیازمند تحلیل دقیق داده‌ها، استنتاج منطقی و بازاندیشی مستمر است. گفت‌وگو و بازخورد گروهی نیز امکان بازبینی مفاهیم و اصلاح درک‌های نادرست را فراهم می‌آورد و باعث تغییر مفهومی و تقویت یادگیری عمیق می‌شود. علاوه بر این، کاربرد مفاهیم آموخته‌شده در موقعیت‌های متنوع انتقال دانش را تقویت و دانش‌آموزان را با پویایی دانش علمی و نقش آزمون مداوم نظریه‌ها آشنا می‌کند. در نهایت، تمرکز بر بازاندیشی و ارزشیابی مداوم مهارت‌های تفکر انتقادی و فراشناختی را پرورش می‌دهد و دانش‌آموزان را به این درک

می‌رساند که علم فرایندی خوداصلاح‌گر است، مبتنی بر شواهد و در حال تکامل؛ به این ترتیب، روش پنج E با ایجاد فرصت‌های تعامل فعال، پژوهش مستقل، بحث و بازخورد، علم را نه به عنوان مجموعه‌ای از حقایق، بلکه به عنوان یک فرایند پویا و معنادار معرفی می‌کند که همواره در حال بررسی، اصلاح و تکامل است. همچنین، یافته‌ها نشان داد بیشترین اثرگذاری روش پنج E بر دو مؤلفه «مشاهده» و «قوانین علمی» بوده است. مشاهده در علم صرفاً یک عمل حسی و منفعلانه نیست، بلکه فرایندی شناختی-تفسیری است که تحت تأثیر پیش‌دانسته‌ها، فرضیه‌ها و چارچوب‌های ذهنی فرد قرار دارد. در الگوی پنج E، دانش‌آموزان در موقعیت‌هایی قرار می‌گیرند که باید فعالانه پدیده‌ها را مشاهده و داده‌ها را گردآوری کنند. این نوع مشاهده از نوع «مشاهده هدایت‌شده» است که در بستر مسأله‌مندی و پرسشگری شکل می‌گیرد و به طور طبیعی دقت، تفسیر و استدلال علمی را تقویت می‌کند؛ به این ترتیب، دانش‌آموزان از سطح مشاهده توصیفی به سطح مشاهده تحلیلی و تبیینی منتقل می‌شوند. در خصوص قوانین علمی نیز باید مطرح کرد در فلسفه علم، گزاره‌هایی توصیفی یا تبیینی هستند که بر پایه شواهد تجربی تکرارشونده و آزمون‌پذیر ساخته می‌شوند و همواره امکان بازنگری دارند. مشکل اصلی درک قوانین نزد دانش‌آموزان این است که عمدتاً آنها قوانین را مطلق، تغییرناپذیر و «حقیقت نهایی» می‌پندارند. روش پنج E با فراهم کردن فرصت تجربه، آزمون و به‌کارگیری مفاهیم در موقعیت‌های متنوع، این درک سطحی و ایستا را به درکی پویا و مبتنی بر شواهد تبدیل می‌کند. در این الگو، دانش‌آموزان درمی‌یابند قوانین علمی از مشاهده‌ها و داده‌های متعدد استنتاج می‌شوند و اعتبارشان وابسته به میزان انطباق با شواهد است. تجربه مستقیم کاربری قوانین در شرایط متفاوت آنها را متوجه می‌کند که قوانین علمی نه دستوراتی مطلق، بلکه الگوهای موقت هستند که در پرتو شواهد جدید قابلیت اصلاح و بازنگری دارند. این تغییر نگرش بیانگر حرکت دانش‌آموزان از «قانون به عنوان حقیقت نهایی» به «قانون به عنوان مدل تجربی-استقرایی» است.

نتایج حاصل از تحلیل فرضیه دوم نشان داد روش تدریس پیش‌سازمان‌دهنده بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی تأثیری مثبت و معنادار دارد. نتایج پژوهش با یافته‌های [سالاری‌پور و همکاران \(۱۴۰۱\)](#)، [قانع عزآبادی و قانع عزآبادی \(۱۴۰۱\)](#)، [ناصری و سمیعی \(۱۴۰۰\)](#)، [اشرفی و همکاران \(۱۴۰۰\)](#)، [مصرآبادی و همکاران \(۱۳۹۹\)](#) و [فر \(۲۰۱۷\)](#) هم‌سو است. [سالاری‌پور و همکاران \(۱۴۰۱\)](#) نشان دادند پیش‌سازمان‌دهنده مهارت‌های اجتماعی و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان را ارتقا می‌دهد؛ این نتیجه با پژوهش حاضر هم‌سو است، زیرا چارچوب‌های شناختی اولیه موجب یادگیری فعال و ارتقای مهارت‌های شناختی و اجتماعی می‌شوند. [قانع عزآبادی و قانع عزآبادی \(۱۴۰۱\)](#) گزارش کردند تدریس به روش پیش‌سازمان‌دهنده پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد؛ این نتیجه با پژوهش حاضر هم‌سو است، زیرا ارائه چارچوب‌های مفهومی اولیه در هر دو مطالعه موجب درک بهتر مفاهیم علمی و یادگیری فعال شده است. [ناصری و سمیعی \(۱۴۰۰\)](#) اثر مثبت پیش‌سازمان‌دهنده بر یادگیری درس علوم را تأیید کردند؛ این هم‌سویی به دلیل فراهم کردن چارچوب شناختی اولیه و هدایت ذهن دانش‌آموز برای پردازش مفاهیم علمی مشابه یافته پژوهش حاضر است. همچنین، [اشرفی و همکاران \(۱۴۰۰\)](#) پیشرفت تحصیلی در درس‌های مختلف را با پیش‌سازمان‌دهنده مشاهده کردند و [مصرآبادی و همکاران \(۱۳۹۹\)](#) تأثیر سازمان‌دهنده‌های تصویری بر درک مفاهیم علوم تجربی را گزارش کردند؛ هر دو پژوهش

با مطالعه حاضر هم‌سو هستند، زیرا چارچوب مفهومی اولیه موجب ارتقای یادگیری و آماده‌سازی ذهن برای درک مفاهیم علمی می‌شود. **فرر (۲۰۱۷)** نیز نشان داد پیش‌سازمان‌دهنده مهارت‌های اجتماعی را توسعه می‌دهد؛ این نتیجه با پژوهش حاضر هم‌سو است، زیرا نقش چارچوب‌های مفهومی اولیه در آماده‌سازی ذهن دانش‌آموز و ارتقای یادگیری فعال مشابه پژوهش حاضر است.

تأثیر مثبت و معنادار روش پیش‌سازمان‌دهنده بر درک ماهیت علم در دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی را می‌توان از دیدگاه نظریه یادگیری معنادار آزوبل و اصول شناختی تبیین کرد. در این روش، پیش از ارائه مطالب اصلی، چارچوب‌های مفهومی و ساختارهای کلی مرتبط با موضوع در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌گیرند. این پیش‌سازمان‌دهنده‌ها به عنوان یک پل شناختی عمل می‌کنند و به دانش‌آموزان کمک می‌کنند تا بین دانسته‌های پیشین و مفاهیم جدید ارتباطی معنادار برقرار کنند. این فرایند موجب فعال‌سازی طرحواره‌های ذهنی می‌شود و ساختار دانش آنها را برای درک بهتر محتوای علمی تقویت می‌کند. یکی از دلایل اصلی این تأثیر کاهش بار شناختی است. درک ماهیت علم مستلزم شناخت فرایندهای علمی مانند فرضیه‌سازی، آزمایش، مشاهده، استدلال و بازنگری است. ارائه پیش‌سازمان‌دهنده‌ها پیش از مواجهه با این مفاهیم، بار شناختی را کاهش می‌دهد و ذهن دانش‌آموزان را برای پردازش اطلاعات پیچیده‌تر آماده می‌کند؛ در نتیجه، دانش‌آموزان به جای تلاش برای حفظ اطلاعات پراکنده، می‌توانند بر درک روابط بین پدیده‌ها و فرایندهای علمی تمرکز کنند. علاوه بر این، تقویت یادگیری معنادار در این روش عامل مهم دیگری در شکل‌گیری این نتیجه است. با ارائه مفاهیم کلی و بنیادین در ابتدای آموزش، دانش‌آموزان قادر می‌شوند اطلاعات جدید را در ساختار ذهنی خود جای دهند. این امر باعث می‌شود آنها علم را نه به عنوان مجموعه‌ای از حقایق جداگانه، بلکه به عنوان سیستمی پویا و منسجم درک کنند که بر پایه شواهد و تفسیر منطقی بنا شده است. روش پیش‌سازمان‌دهنده همچنین موجب تقویت تفکر انتقادی و تحلیل‌گری در دانش‌آموزان می‌شود. ارائه چارچوب مفهومی اولیه آنها را به مقایسه دانسته‌های خود با مفاهیم جدید ترغیب می‌کند و باعث می‌شود درکی عمیق‌تر از ماهیت علم به عنوان فرایندی خودتصحیح‌گر و مبتنی بر شواهد پیدا کنند. این روش دانش‌آموزان را با ایده موقتی و پویا بودن دانش علمی آشنا می‌کند و به آنها نشان می‌دهد علم دائماً در حال بررسی و بازنگری است. یافته‌ها نشان داد روش پیش‌سازمان‌دهنده به طور خاص بر مؤلفه «خلاقیت» بیشتر اثر گذاشته است. دلیل این امر آن است که ارائه چارچوب‌های کلی و مفاهیم بنیادین پیش از ورود به جزئیات، فضای ذهنی آزادتر و کم‌فشارتری برای دانش‌آموزان ایجاد می‌کند. در چنین وضعیتی، دانش‌آموزان به جای آنکه انرژی شناختی خود را صرف سازمان‌دهی پراکنده اطلاعات کنند، می‌توانند بر تولید ایده‌های تازه، طرح فرضیه‌ها و جست‌وجوی راه‌حل‌های متنوع تمرکز کنند. چرایی اثرگذاری بیشتر بر «روش علمی» دربردارنده مؤلفه‌هایی همچون فرضیه‌سازی، آزمون، مشاهده و بازنگری مداوم است. پیش‌سازمان‌دهنده‌ها با ترسیم چارچوب‌های مفهومی اولیه، در واقع نقشه‌ای از مسیر علمی را در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌دهند. چنین نقشه‌ای سبب می‌شود آنان هنگام مواجهه با فعالیت‌های علمی، گام‌های روش علمی را در یک ساختار کلی بازشناسند و راحت‌تر بین مراحل آن ارتباط برقرار کنند. به عبارت دیگر، پیش‌سازمان‌دهنده‌ها با برجسته‌کردن روابط مفهومی و فرایندی، موجب می‌شوند دانش‌آموزان روش علمی را نه به صورت مجموعه‌ای از فعالیت‌های

پراکنده، بلکه به عنوان الگویی نظام‌مند و بازاندیشی‌پذیر تجربه کنند. این امر آنها را به درکی عمیق‌تر از ماهیت علم به عنوان فرایندی خوداصلاح‌گر و مبتنی بر شواهد هدایت می‌کند.

نتایج حاصل از تحلیل فرضیه سوم نشان داد روش‌های تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده در درس علوم تجربی بر درک ماهیت علم دانش‌آموزان دختر پایه ششم ابتدایی تأثیر متفاوت ندارند. در راستای یافته این فرضیه، پژوهش مرتبط هم‌سو و ناهم‌سو یافت نشد. در تبیین این یافته، می‌توان گفت اولاً، هر دو روش بر فعال‌سازی فرایندهای شناختی و یادگیری فعال تأکید دارند. در روش پنج E، دانش‌آموزان از طریق مراحل مشارکت، کاوش، توضیح، بسط و ارزشیابی، درگیر فرایندهای علمی می‌شوند و در این حین، فرصت می‌یابند تا مفاهیم علمی را به طور فعال بسازند و بازسازی کنند. در روش پیش‌سازمان‌دهنده، معلم مفاهیم اصلی و کلی را پیش از ورود به جزئیات ارائه می‌دهد تا دانش‌آموزان بتوانند اطلاعات جدید را در چارچوبی منظم و سازمان‌یافته جای دهند. طراحی هر دو روش بر پایه نظریه‌های شناختی و سازنده‌گرایی است و هدف آن ایجاد یادگیری معنادار و درک عمیق از ماهیت علم است که ممکن است باعث شود تأثیرات آنها مشابه باشد. دوماً، هر دو روش در مرحله اولیه یادگیری، فعال‌سازی پیش‌دانسته‌ها و سازمان‌دهی اطلاعات جدید را مورد توجه قرار می‌دهند. مرحله مشارکت در پنج E به دانش‌آموزان امکان می‌دهد تا ارتباط بین دانش قبلی و مفاهیم جدید را درک کنند و پیش‌سازمان‌دهنده مفاهیم کلی را پیش از جزئیات معرفی می‌کند تا ساختار ذهنی دانش‌آموز آماده پردازش و ترکیب اطلاعات شود. این شباهت موجب می‌شود هر دو روش در ساختاردهی و سازمان‌دهی اطلاعات جدید موفق عمل کنند و درکی مشابه از ماهیت علم ایجاد کنند. سوماً، هدف مشترک هر دو روش تقویت درک دانش‌آموزان از علم به عنوان یک فرایند پویا، تجربی و مبتنی بر شواهد است. در هر دو روش، دانش‌آموزان به طور فعال درگیر فرایندهای علمی می‌شوند و می‌آموزند که علم نه فقط مجموعه‌ای از اطلاعات ثابت نیست، بلکه یک فرایند پویا، خوداصلاح‌گر و دائماً در حال تغییر است. چهارماً، ممکن است نحوه اجرای این دو روش در کلاس‌های درس مشابه باشد. برای مثال، هر دو روش ممکن است از فعالیت‌های عملی، بحث‌های گروهی و استفاده از مثال‌های واقعی برای توضیح مفاهیم علمی بهره برده باشند. این شباهت در روش‌های تدریس عملی و تعامل‌محور می‌تواند به تأثیر مشابه بر درک ماهیت علم منجر شود. در مجموع، به دلیل شباهت‌های اساسی در طراحی و اهداف آموزشی، از جمله فعال‌سازی پیش‌دانسته‌ها، ساخت و بازسازی مفاهیم جدید، یادگیری معنادار و تعامل فعال با فرایندهای علمی، منطقی است که تأثیر این دو روش بر درک ماهیت علم مشابه باشد. این یافته نشان می‌دهد هر دو روش می‌توانند به طور مؤثر درک دانش‌آموزان از ماهیت علم را تقویت کنند، بدون اینکه یکی بر دیگری برتری خاصی داشته باشد. با این حال، نتایج نشان داد در مؤلفه «لحاظ کردن فرهنگ و اجتماع در علم» بین دو گروه تفاوت آماری معناداری وجود دارد؛ به طوری که میانگین گروه پیش‌سازمان‌دهنده به طریزی معنادار بیشتر از گروه پنج E بود. این یافته نشان می‌دهد روش پیش‌سازمان‌دهنده در ارتقای درک دانش‌آموزان از نقش فرهنگ و اجتماع در علم اثربخش‌تر عمل کرده است. در تبیین این نتیجه، می‌توان گفت در روش پیش‌سازمان‌دهنده، معلم در آغاز آموزش، مفاهیم کلی و چارچوب‌های مفهومی گسترده‌ای را ارائه می‌دهد که معمولاً شامل ارتباط میان علم و زندگی روزمره، ارزش‌ها و زمینه‌های اجتماعی می‌شوند. این فرایند سبب

می‌شود دانش‌آموزان علم را نه به عنوان مجموعه‌ای از مفاهیم انتزاعی، بلکه به عنوان فعالیتی انسانی، اجتماعی و فرهنگی درک کنند. در واقع، پیش‌سازمان‌دهنده‌ها با ارائه چشم‌اندازی کلان از علم، به دانش‌آموزان کمک می‌کنند تا پیوند میان علم و جامعه را شناسایی کنند و دریابند پیشرفت‌های علمی در تعامل با نیازها، باورها و ارزش‌های فرهنگی انسان‌ها شکل می‌گیرد. در مقابل، در الگوی پنج E تمرکز اصلی بر فرایندهای کاوشگری و یادگیری از طریق تجربه مستقیم است. هرچند این روش موجب تقویت درک مفاهیم علمی می‌شود، معمولاً بر ابعاد اجتماعی و فرهنگی علم کمتر تأکید دارد؛ بنابراین، طبیعی است که در مؤلفه مربوط به فرهنگ و اجتماع، روش پیش‌سازمان‌دهنده برتری نشان دهد. افزون بر این، می‌توان استدلال کرد پیش‌سازمان‌دهنده‌ها با فعال‌سازی ساختارهای مفهومی کلان، فرصت تفکر انتقادی و تحلیل فلسفی درباره ماهیت علم و ارتباط آن با اجتماع را فراهم می‌کنند. این امر به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا فراتر از مشاهده و تجربه صرف حرکت کنند و نقش ارزش‌ها، باورها و عوامل فرهنگی را در شکل‌گیری نظریه‌های علمی درک کنند؛ در نتیجه، انتظار می‌رود در مؤلفه‌هایی که با ابعاد اجتماعی، فرهنگی و ارزشی علم مرتبط هستند، این روش اثربخش‌تر باشد.

پژوهش حاضر با چند محدودیت روبه‌رو بود. نخستین محدودیت پژوهش استفاده از پرسشنامه برای جمع‌آوری داده‌ها بود. در چنین ابزارهایی احتمال اینکه پاسخ‌ها دارای سوگیری و در راستای ایده‌آل نشان دادن باشند، بیشتر است. محدودیت دیگر همکاری کم برخی از دانش‌آموزان و معلمان بود که زمان بیشتری را صرف پاسخ‌گویی می‌کردند یا در موقع اجرا همکاری لازم را نداشتند. از محدودیت‌های دیگر این پژوهش که کنترل آنها در اختیار پژوهشگر نبوده است، می‌توان محدودیت زمانی را نام برد که در اجرای آزمون، باعث شد تا پرسشنامه‌ها سریع تکمیل شوند. همچنین، می‌توان به برخی از شرایط و عوامل خارج از کنترل پژوهشگر اشاره کرد که احتمال تأثیرگذاری آنها بر فرایند اجرا و نتایج پژوهش وجود دارد.

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر مبنی بر اثربخشی روش‌های تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده بر ارتقای درک ماهیت علم دانش‌آموزان، از لحاظ کاربردی پیشنهاد می‌شود معلمان در درس علوم تجربی از روش‌های تدریس پنج E و پیش‌سازمان‌دهنده به عنوان جایگزینی برای روش‌های سنتی استفاده کنند تا یادگیری فعال، پژوهش‌محور و تعاملی دانش‌آموزان ارتقا یابد. همچنین، ایجاد برنامه‌های درسی تلفیقی که فعالیت‌های کاوشگری، کار گروهی و استفاده از پیش‌سازمان‌دهنده‌ها را ترکیب کنند، می‌تواند یادگیری معنادار را تقویت کند. سیاست‌گذاران آموزشی می‌توانند با برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی عملی برای توانمندسازی معلمان و فراهم کردن ابزارها و منابع آموزشی لازم، زمینه اجرای این روش‌ها را در مدارس فراهم کنند. علاوه بر آن، تدوین راهنماهای استاندارد برای طراحی فعالیت‌های فعال و مبتنی بر سازنده‌گرایی می‌تواند اجرای روش‌ها را یکسان‌تر و اثرگذارتر کند. از لحاظ پژوهشی نیز پیشنهاد می‌شود پژوهشگران تأثیر این روش‌ها را بر مهارت‌های حل مسئله، تفکر انتقادی، انگیزش تحصیلی، خلاقیت و سواد علمی بررسی و کاربرد آنها را در پایه‌های تحصیلی بالاتر، سایر دروس و نمونه‌های متنوع‌تر مطالعه کنند. همچنین، انجام مطالعات کیفی و ترکیبی برای بررسی تجربه زیسته دانش‌آموزان و معلمان می‌تواند سازوکارهای یادگیری، چالش‌های اجرایی و راهکارهای بهبود را

روشن‌تر کند. همچنین، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده اثرات این روش‌ها را در مناطق جغرافیایی مختلف و محیط‌های آموزشی نیز بررسی کنند.

تشکر و قدردانی

از همه افرادی که در انجام این پژوهش همکاری و یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافع برای آشکارکردن ندارند.

منابع

اشرفی، صغری، احمدزاده، ثریا، و محمدی، ناهید (۱۴۰۰). بررسی اثربخشی تدریس به روش پیش‌سازمان‌دهنده بر وضعیت پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دختر سال اول متوسطه شهر مشکین‌شهر در دروس مطالعات اجتماعی، جغرافیا و تاریخ در سال تحصیلی ۹۹-۱۴۰۰. نهمین همایش ملی علمی پژوهشی روانشناسی و علوم تربیتی، شیروان. <https://civilica.com/doc/1633086>

پورطالب، نرگس، پورطالب، سکینه، شهری مجارشین، زینب، و موسویان النجق، سیده بهناز (۱۴۰۱). تحلیل رابطه درک ابعاد ماهیت علم با گرایش به تفکر انتقادی در بین دانش‌آموزان شهر تبریز. دانش‌شناسی، ۵۸، ۱۷-۲۹. https://journals.iau.ir/article_698535.html

خالدی سردشتی، جمیله (۱۴۰۰). اثربخشی یادگیری خودراهبر بر خودپنداره تحصیلی و خودکارآمدی فردی دانش‌آموزان مقطع ابتدایی [پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور مرکز اصفهان]. گنج. <https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/43edcb5025d17dbf97c798531d43d786>

رستم‌نژاد، فاضل، و سرداری، باقر (۱۴۰۰). اثربخشی آموزش مبتنی بر الگوی تدریس پنج‌مرحله‌ای بایبی E5 بر شایستگی تحصیلی و شایستگی تحصیلی دانش‌آموزان. آموزش پژوهی، ۲۷، ۱-۲۰. https://researchbt.cfu.ac.ir/article_1809.html

سالاری‌پور، اسماعیل، واحدی سرریگانی، نرگس، و واحدی سرریگانی، شریفه (۱۴۰۱). تأثیر روش تدریس پیش‌سازمان‌دهنده بر پیشرفت تحصیلی درس مطالعات اجتماعی و مهارت‌های اجتماعی دانش‌آموزان سال اول متوسطه. فصلنامه رویکردی نو در علوم تربیتی، ۳(۴)، ۷۱-۸۹. <https://doi.org/10.22034/naes.2022.342082.1195>

قانع عزآبادی، محبوبه، و قانع عزآبادی، فهیمه (۱۴۰۱). آموزش علوم تجربی از طریق الگوی تدریس پیش‌سازمان دهنده و بررسی اثربخشی آن بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان پسر پایه چهارم ابتدایی شهریزد. دومین همایش ملی آموزش علوم تجربی، یزد. <https://civilica.com/doc/1738323>

مصرآبادی، جواد، فرید، ابوالفضل، و باغبانی، زهرا (۱۳۹۹). اثربخشی سازمان‌دهنده‌های تصویری بر دانش، درک و کاربرد مفاهیم علوم تجربی. آموزش و ارزشیابی (علوم تربیتی)، ۵۲، ۱۲-۳۶. https://journals.iau.ir/article_680634.html

محمدزاده، منیره، صفرنواده، مریم، و احقر، قدسی (۱۴۰۱). تأثیر آموزش مبتنی بر رویکرد ساختن‌گرایی بر یادگیری مشارکتی دانش‌آموزان در درس علوم و پایداری آن در طول زمان. راهبردهای آموزش در علوم پزشکی، ۱۵(۱)، ۷۹-۹۰. <https://edcbmj.ir/article-1-2710-fa.html>

محمودی، فیروز، فتحی‌آذر، اسکندر، بدری گرگری، رحیم، و سرداری، مرضیه (۱۳۹۸). مطالعه تأثیر روش وارونه (معکوس) بر ماهیت علم و میزان پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دختر پایه دهم در درس زیست‌شناسی در شهر تبریز. راهبردهای آموزش در علوم پزشکی، ۱۲(۳)، ۱۱۵-۱۲۴. <http://edcbmj.ir/article-1-1678-fa.html>

ملائی، مریم، و کوهی‌نژاد، علی (۱۴۰۲). اثربخشی روش تدریس E_5 بر خلاقیت دانش‌آموزان پایه هفتم. اولین کنفرانس بین‌المللی روانشناسی، علوم اجتماعی، علوم تربیتی و فلسفه، بابل. <https://civilica.com/doc/1699134>

ناصری، فاطمه، و سمیعی زفرقندی، مرتضی (۱۴۰۰). مقایسه روش تدریس پیش‌سازمان‌دهنده، مشارکتی و سخنرانی بر یادگیری درس علوم دانش‌آموزان دختر دوره ابتدایی. اولین کنفرانس بین‌المللی علوم تربیتی، روانشناسی، علوم ورزشی و تربیت بدنی. ساری. <https://sid.ir/paper/902348/fa>

References

- Ashrafi, S., Ahmadzadeh, S., & Mohammadi, N. (2021). *Investigating the effectiveness of teaching with the advance organizer method on the academic progress of first-year high school female students in Meshginshahr in social studies, geography, and history*. Ninth National Scientific-Promotional Conference on Psychology and Educational Sciences, Shirvan. <https://civilica.com/doc/1633086/> [In Persian]
- Bimbola, O., & Daniel, O. I. (2018). Constructivist teaching strategy and student academic achievement in integrated science at the junior secondary level. *Educational Research and Reviews*, 5(7), 347-353. <https://B2n.ir/ye8325>
- Davis, M. C., Challenger, R., Jayewardene, D. N., & Clegg, C. W. (2014). Advancing socio-technical systems thinking: A call for bravery. *Applied Ergonomics*, 45(2), 171-180. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.02.009>

- Eastwell, P. (2002). The nature of science. *The Science Education Review*, 1(2). <https://eric.ed.gov/?id=EJ1058646>
- Ergin, İ. (2012). Constructivist approach based 5E model and usability instructional physics. *Latin-American Journal of Physics Education*, 6(1), 14-20. <https://B2n.ir/bb6425>
- Ferrer, L. M. (2017). Developing understanding and social skills through cooperative learning. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 2, 45-61. <https://B2n.ir/yg6582>
- Ghaaneh Ezzabadi, M., & Ghaaneh Ezzabadi, F. (2022). *Teaching experimental sciences through the advance organizer instructional model and examining its effectiveness on the academic achievement of fourth-grade male elementary students in Yazd City*. Proceedings of the Second National Conference on Experimental Science Education, Yazd, Iran. <https://civilica.com/doc/1738323> [In Persian]
- Guasch, T., Alvarez, I., & Espasa, A. (2011). University teacher competencies in a virtual teaching/learning environment: Analysis of a teacher training experience. *Teaching and Teacher Education*, 26(2), 199–206. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.02.018>
- Harwood, C. G., & Knight, C. J. (2015). Advanced organizers and parenting in youth sport: A position paper on parenting expertise. *Psychology of Sport and Exercise*, 16(1), 24-35. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.03.001>
- Khaledi Sardashti, J. (2020). *The effectiveness of self-directed learning on academic self-concept and self-efficacy of elementary school students* [Master's Thesis, Payame Noor University, Isfahan Center]. Ganj. <https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/43edcb5025d17dbf97c798531d43d786> [In Persian]
- Lederman, N. G. (2016). Nature of science: Past, present, and future. In *Handbook of research in science education* (pp. 831-879). Erlbaum Associates. <https://B2n.ir/sz1566>
- Liang, L. L., Chen, S., Chen, X., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M., & Ebenezer, J. (2008). Assessing preservice teachers' views of the nature of scientific knowledge: A cross-cultural study. *International Journal of Science Education*, 30(11), 1529–1557. <https://doi.org/10.1007/s10763-008-9140-0>
- Mahmoudi, F., Fathi-Azar, E., Badri Gregari, R., & Sardari, M. (2019). The effect of the flipped teaching method on the nature of science and academic achievement of tenth-grade female biology students in Tabriz. *Journal of Medical Education Strategies*, 12(3), 115-124. <http://edcbmj.ir/article-1-1678-fa.html> [In Persian]
- Mesrabadi, J., Farid, A., & Baghbani, Z. (2020). The effectiveness of graphic organizers on knowledge, comprehension, and application of experimental science concepts. *Educational Measurement and Evaluation (Educational Sciences)*, 52, 12–36. https://journals.iau.ir/article_680634.html [In Persian]
- Mohammadzadeh, M., Safarnavadeh, M., & Ahghar, G. (2022). The effect of teaching seventh-grade experimental sciences based on the constructivist approach on students' cognitive styles. *Journal of Medical Education Strategies*, 15(1), 79-90. <https://doi.org/10.22111/jeps.2022.6574> [In Persian]
- Molaei, M., & Koohi-Nejad, A. (2023). *Effectiveness of the 5E teaching method on the creativity of seventh-grade students*. First International Conference on Psychology, Social Sciences,

- Educational Sciences, and Philosophy, Babol. <https://civilica.com/doc/1699134> [In Persian]
- Naseri, F., & Samie Zafraghandi, M. (2021). *Comparison of the advance organizer, cooperative, and lecture teaching methods on elementary school students' science learning*. First International Conference on Educational Sciences, Psychology, Sports Sciences, and Physical Education, Sari. <https://sid.ir/paper/902348/fa> [In Persian]
- Pourtaleb, N., Pourtaleb, S., Shahri-Majarshin, Z., & Mousavian-Alnajg, S. B. (2022). Analyzing the relationship between understanding the dimensions of the nature of science and the tendency toward critical thinking among students in Tabriz. *Knowledge Studies Journal*, 58, 17-29. https://journals.iau.ir/article_698535.html [In Persian]
- Rostamnejad, F., & Sardari, B. (2021). Effectiveness of instruction based on the 5E teaching model on academic competence and academic enthusiasm. *Educational Research*, 27, 1-13. https://researchbt.cfu.ac.ir/article_1809.html [In Persian]
- Salaripour, E., Vahedi Sarrigani, N., & Vahedi Sarrigani, S. (2022). The effect of the advance organizer teaching method on social studies academic achievement and social skills of first-year high school students. *New Approach in Educational Sciences Quarterly*, 3(4), 89-71. <https://doi.org/10.22034/naes.2022.342082.1195> [In Persian]
- Sterling, S., & Jickling, B. (2017). *Post-sustainability and environmental education: Remaking education for the future*. Palgrave Pivot.
- Yadigaroglu, M., & Demircioglu, G. (2012). The effect of the activities based on 5E model on grade 10 students' understanding of the gas concept. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 634-637. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.709>

پیوست

پرسشنامه ماهیت علم

کاملاً مخالفم	مخالفم	نظری ندارم	موافقم	کاملاً موافقم	دانش‌آموز عزیز: لطفاً هر عبارت را به‌دقت بخوانید و پس از آن میزان موافقت یا مخالفت خود را بیان کنید.
					۱) مشاهدات دانشمندان از یک رویداد ممکن است متفاوت باشد، زیرا دانش قبلی دانشمندان ممکن است مشاهدات آنها را تحت تأثیر قرار دهد.
					۲) مشاهدات دانشمندان از یک رویداد یکسان خواهد بود، زیرا دانشمندان عینیت‌گرا هستند.
					۳) مشاهدات دانشمندان از یک رویداد یکسان خواهد بود، زیرا مشاهدات عین حقایق هستند.
					۴) دانشمندان ممکن است از مشاهدات یکسان تفسیرهایی مختلف ارائه دهند.
					۵) نظریه‌های علمی همواره تحت آزمون و قابل تغییر هستند.
					۶) نظریه‌های علمی ممکن است در پرتو شواهد جدید، به طور کامل توسط نظریه‌های جدید جایگزین شوند.
					۷) نظریه‌های علمی ممکن است تغییر کنند، زیرا دانشمندان از مشاهدات قبلی تفسیر مجدد ارائه می‌دهند.
					۸) نظریه‌های علمی که بر اساس آزمایش دقیق علمی و تأملی به دست آمده‌اند، تغییر نمی‌کنند.
					۹) نظریه‌های علمی در جهان طبیعی وجود دارند و از طریق پژوهش‌های علمی کشف می‌شوند.
					۱۰) برخلاف نظریه‌ها، قوانین علمی در معرض تغییر نیستند.
					۱۱) قوانین علمی نظریه‌های ثابت‌شده هستند.
					۱۲) نظریه‌های علمی توجیه‌گر قوانین علمی هستند.
					۱۳) پژوهش‌های علمی تحت تأثیر جامعه و فرهنگ قرار نمی‌گیرند.
					۱۴) دانشمندان برای انجام مطالعات «ناب» بدون سوگیری آموزش دیده‌اند.
					۱۵) ارزش‌ها و انتظارات فرهنگی چگونگی تولید علم و پذیرفته‌شدنش را تعیین می‌کنند.
					۱۶) همه فرهنگ‌ها پژوهش‌های علمی را به شیوه یکسان انجام می‌دهند، زیرا علم جهانی و مستقل از جامعه و فرهنگ است.
					۱۷) دانشمندان در جمع‌آوری داده از تخیل و خلاقیت خود استفاده می‌کنند.
					۱۸) دانشمندان در تجزیه و تحلیل و تفسیر داده از تخیل و خلاقیت خود استفاده می‌کنند.
					۱۹) دانشمندان از تخیل و خلاقیت خود استفاده نمی‌کنند، زیرا این با استدلال منطقی آنها در تضاد قرار می‌گیرد.
					۲۰) دانشمندان از تخیل و خلاقیت خود استفاده نمی‌کنند، زیرا این می‌تواند با عینیت و بی‌طرفی تداخل داشته باشد.
					۲۱) دانشمندان از روش‌های متفاوت استفاده می‌کنند تا نتایج مفید تولید کنند.
					۲۲) دانشمندان روش علمی گام‌به‌گام یکسانی را دنبال می‌کنند.
					۲۳) هنگامی که دانشمندان از روش علمی یکسان و صحیح استفاده می‌کنند، نتایج درست و دقیق به دست می‌آورند.
					۲۴) آزمایش تنها وسیله استفاده‌شده در توسعه دانش علمی نیست.