Journal of Theory & Practice in Curriculum

I.C.S.A. Iranian Curriculum Studies Association

ISSN : 2345-4938
eISSN :2345-4938

Vol.23 (12); 2024

P: 121-138

https://www.jcstpicsa.ir

The Effect of STEAM-Based Learning on Conceptual Understanding of Rural Elementary School Students

Ebrahim Zarei*, Somayeh Golaghaei Darzi**, Ehsan Alinia Bengar***, Halimeh Mohammadnejad****

*Associate Professor, Chemistry Education Department, Farhangian University, Tehran, Iran .
Email: e.zarei@cfu.ac.ir
**Teacher, Behesht Ayin Elementary School, Bisheh Sar Village, Babol, Iran .Email: sobhaseman95@gmail.com
***Ph.D. Student in Curriculum Studies, University of Tehran, Tehran, Iran .Email: ehsanalinia@ut.ac.ir
****Educational Deputy, Shahed Elementary School, Sari, Iran .Email: h.mohammadnezhad1399@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Article

Key words: STEAM, Science, Rural Elementary School, Grade 5 Students, Conceptual Understanding

Article history:
Received : 08 February 2025
Accepted : 18 March 2025

Abstract

This study investigated the effectiveness of STEAM-based instruction regarding plants on the conceptual understanding of elementary school students in a rural school in Babol city. The research design was a quasi-experimental pre-test and post-test with experimental and control groups. 24 fifth-grade girls in the academic year 2024-2025. The sample consisted of 24 fifth-grade girls who were divided into two groups of twelve using convenience sampling based on their prior knowledge in science. The experimental group received STEAM-based instruction for 5 weeks, while the control group received traditional instruction during the same period. The internal consistency of the pre-test and post-test was confirmed using Cronbach's alpha coefficient of 0.793 and 0.762, respectively, and the normality of the data was calculated using the Shapiro-Wilk test. Based on the findings, STEAM-based instruction is effective in improving students' conceptual understanding.

Cite this Article:

Zarei, E. , Golaghaei Darzi ,S. Alinia Bengar, E. Mohammadnejad ,H.(2025). The Effect of STEAM-Based Learning on Conceptual Understanding of Rural Elementary School Students. *Biquarterly Journal of Theory and Practice in the Curriculum*, 12(24), 121-138. DOI: 10.22034/tpcj.2025.528265.1077

© 2016 by Iranian Curriculum Association Press Publisher: Iranian Curriculum Association Press

Extended Abstract

Introduction

STEAM-based education (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) has emerged as an innovative pedagogical approach, garnering significant attention from researchers and educational systems worldwide. By integrating multiple disciplines, STEAM makes learning more meaningful and practical. This study aimed to investigate the impact of STEAM-based instruction on the conceptual understanding of fifth-grade students in a rural elementary school regarding plant science. Given the challenges of teaching science in rural settings, the research sought to answer whether active and creative methods like STEAM could enhance students' conceptual comprehension.

Methodology

This quasi-experimental study employed a pre-test and post-test design with experimental and control groups. The participants included 24 fifth-grade female students from a rural school in Babol, Iran, selected through convenience sampling and divided into two groups of 12 based on their prior science knowledge. The experimental group received STEAM-based instruction for five weeks, while the control group followed traditional teaching methods. The instructional content for both groups was derived from the fifth-grade science textbook, focusing on the chapter "From Roots to Leaves."

STEAM Activities for the Experimental Group:

1. **Observing Plant Structures**: Using magnifying glasses to examine roots, stems, and leaves.

2. **Photosynthesis Animation**: Watching a film to understand how light converts into energy.

3. **Drawing Plant Structures**: Sketching and describing the functions of plant parts.

4. **Crafting Plant Models:** Creating physical models using simple materials to demonstrate plant functions.

5. **Presenting Findings**: Sharing observations and conclusions through group discussions.

The research tools included researcher-made conceptual understanding tests, validated by experts. Data were analyzed using ANCOVA and the Minitab software.

Findings

The results revealed a significant improvement in the experimental group's post-test scores (81.08) compared to the control group (60.75) ($p < 0.05$). The effect size ($\eta p^2 = 0.660$) indicated a strong impact of STEAM instruction on students' conceptual understanding. Qualitative analysis of student responses also showed a reduction in misconceptions. For instance, common misunderstandings such as "plants breathe through soil" or "the role of light in plant respiration" were corrected after the intervention.

Score Comparison:

- **Experimental Group**: Score increase from 55.79 to 81.08 (a 25.29-point gain).

- **Control Group**: Score increase from 55.79 to 60.75 (a 4.96-point gain).

Discussion and Conclusion

The findings align with previous studies (e.g., Zhang & Jia, 2024; Su et al., 2024), confirming the positive impact of STEAM on conceptual understanding. Key factors contributing to this success include:

1. **Active Learning:** Students engaged in observation, modeling, and group discussions to grasp concepts.

2**. Integration of Arts and Science**: Activities like drawing and crafting helped demystify abstract concepts such as photosynthesis.

3. **Real-Life Relevance**: Lessons were tailored to the rural environment, using local plants as examples.

Limitations:

- Small sample size and geographic constraints.

- Focus on a single topic (plants), necessitating further research on other science subjects.

Recommendations for Future Research:

1. Investigate STEAM's effects across different age groups and subjects.

2. Examine its impact on problem-solving skills and creativity.

3. Integrate STEAM frameworks into national science curricula.

Summary

This study demonstrated that STEAM-based instruction can effectively enhance the conceptual understanding of rural students. Given the limited access to laboratory facilities in such areas, creative methods like STEAM not only facilitate learning but also foster a deeper interest in science. The results provide valuable insights for educators and policymakers aiming to design more effective curricula.

Keywords: STEAM, conceptual understanding, rural students, science education, plant science.

ISSN :2345-4938
eISSN: 2783-0640

سال دوازدهم، شمارهٔ ۲۴ پاییز و زمستان ۱۴۰۳

۱۲۱-۱۳۸

https://www.jcstpicsa.ir

نظریه و عمل در برنامه درسی

انجمن مطالعات برنامه درسی ایران

تأثیر یادگیری مبتنی بر استیم بر درک مفهومی دانش‌آموزان دوره ابتدایی روستایی

ابراهیم زارعی*، سمیه گل‌آقایی‌درزی**، احسان علی‌نیابنگر***، حلیمه محمدنژاد****

*دانشیار گروه آموزشی شیمی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران (نویسنده مسئول). رایانامه: e.zarei@cfu.ac.ir

** معلم، مدرسه ابتدایی بهشت آیین، روستای بیشه سر، بابل، ایران. رایانامه: sobhaseman95@gmail.com

*** دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی درسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: ehsanalinia@ut.ac.ir

**** معاون آموزشی، مدرسه ابتدایی شاهد، ساری، ایران. رایانامه: h.mohammadnezhad1399@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
علمی-پژوهشی

واژگان کلیدی: استیم، علوم تجربی، دانش¬آموزان مدرسه ابتدایی روستایی، دانش‌آموزان پایه پنجم، درک مفهومی.

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۸

چکیده

در مطالعه حاضر، اثربخشی آموزش مبتنی بر استیم بر درک مفهومی دانش‌آموزان ابتدایی یکی از مدارس روستایی شهرستان بابل از مبحث گیاهان مورد بررسی قرار گرفت. طرح پژوهش شبه آزمایشی با پیش آزمون و پس¬آزمون با گروه آزمایش و گروه گواه بود. شرکت‌کنندگان این پژوهش، ۲۴ دانش‌آموز دختر پایه پنجم در سال تحصیلی۱۴۰۴-۱۴۰۳ بودند به دو گروه دوازده نفره آزمایش و گواه تقسیم شدند. گروه آزمایش به مدت پنج هفته ازطریق در معرض آموزش مبتنی بر استیم قرار گرفته و گروه گواه در همان مدت، آموزش معمول و سنتی را دریافت نمودند. همسانی درونی پیش¬آزمون و پس‌آزمون به ترتیب با ضریب آلفای کرونباخ ۰/۷۹۳ و ۰/۷۶۲ تأیید و نرمال بودن داده¬های حاصل از آن¬ها به روش شاپیرو-ویلک محاسبه شد. بر اساس یافته¬ها، یادگیری استیم-محور در بهبود درک مفهومی دانش‌آموزان اثرگذار بود.

استناد به این مقاله:

زارعی ابراهیم، گل‌آقایی‌درزی سمیه، علی‌نیابنگر احسان و محمدنژاد حلیمه. (۱۴۰۳) تأثیر یادگیری مبتنی بر استیم بر درک مفهومی دانش¬آموزان دوره ابتدایی روستایی. *دوفصلنامه نظریه و عمل در برنامه درسی*. انجمن مطالعات برنامه درسی ایران؛ ۱۳۸-۱۲۱، ۱۲(۲۴) doi: 10.22034/tpcj.2025.528265.1077

© انجمن مطالعات برنامه درسی ایران

ناشر: انجمن مطالعات برنامه درسی ایران

مقدمه

در دو دهه اخیر، تغییر رویکرد از آموزش سنتی به آموزش مبتنی بر استم[1]، مورد توجه قرار گرفته است (اسکندری و همکاران، ۱۴۰۳؛ لاکسمیواتی و همکاران[2]، ۲۰۲۴؛ هنگ و همکاران[3]، ۲۰۲۵). استم به عنوان رویکرد چندرشته‌ای شامل علوم، تکنولوژی، مهندسی و ریاضی شناخته می‌شود (کریم زاده و همکاران، ۱۴۰۱). رشته‌های استم با ایجاد ارتباط بین برنامه‌های خود در محیط آموزشی ادغام می‌شوند (وو و همکاران[4]، ۲۰۲۲). این درحالی است که تلفیق همه رشته‌های استم به طور هم‌زمان، الزامی نیست و ترکیب دو یا چند رشته استم یا اتصال یک رشته استم با یک یا چند موضوع محتوایی دیگر، امکان‌پذیر است (اصغری اصل سردرود و همکاران، ۱۴۰۱).

آموزش مبتنی بر استم به مثابه فراهم کردن فرصت‌های داشتن تجربیات یادگیری، تسلط بر مهارت‌های حل مسئله و درگیر شدن با مشکلات پیرامون یادگیرندگان است. طبق گفته‌های هیوز و همکاران[5] (۲۰۲۲)، آموزش استم بر اساس علایق و محیط زندگی معلمان و دانش‌آموزان شکل گرفته و به معنای آموزش دانش و مهارت‌های خاص مربوط به یک مفهوم با ادغام آنها با حداقل یک رشته دیگر است. هدف ارائه محتوا مبتنی بر رویکرد آموزشی بنا به گفته سانگ و همکاران[6] (۲۰۲۳)، استم عبارت از گسترش درک دانش‌آموزان از مفاهیم مرتبط به رشته‌های تشکیل دهنده آن ، بالا بردن درک مفهومی دانش‌آموزان و افزایش علاقه آن‌ها به رشته‌های استم است که به منظور گسترش دیدگاه آموزش مبتنی بر استم ارائه می‌گردد.

در سال‌های اخیر، توجه برخی از کشورها به آموزش مبتنی بر استم افزایش یافته به طوری که منجر به تغییر برنامه درسی ملی آن‌ها شده است. برای نمونه، برنامه درسی جاری ترکیه اصلاح شده و پیش‌نویس برنامه درسی جدید ترکیه در سال ۲۰۱۷ با ادغام آموزش‌های مبتنی بر استم و مهارت‌های دست‌ورزی، ارائه شد (لاکسمیواتی و همکاران، ۲۰۲۴). برنامه درسی مذکور در حوزه علوم، بر مهارت‌ها و توانایی‌های لازم برای حل مسائل روزمره به صورت علمی تأکید داشت. با این وجود برنامه درسی ترکیه در تکامل خود، رویکرد استیم[7] را جایگزین استم کرد که در آن، هنر نیز اضافه شد قبل از ترکیه نیز، وزارت آموزش، علوم و فناوری کره‌جنوبی

[1] Science, Technology, Engineering, Mathematics: STEM
[2] Laksmiwati et al
[3] Hong
[4] Wu
[5] Hughes et al
[6] Sung et al
[7] Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics: STEAM

در سال ۲۰۱۱، از رویکرد استیم برای آموزش علوم و ریاضی، استفاده کرد. تغییر از استم به استیم منجر به پذیرش دیدگاه زیبایی شناختی، افزایش خلاقیت، کار تیمی و در نهایت بهبود آموزش علوم در کره جنوبی شد. با افزایش خلاقیت، حل مسئله تسهیل شده و ادغام عنصر هنر با چهار رشته استم، موجب افزایش مشارکت در فعالیت‌های گروهی در کلاس شد. در این راستا، کاتز-بونینکنترو[8] (۲۰۱۸) در پژوهش خود به ادغام فعالیت‌های مبتنی بر هنر در آموزش علوم برای ایجاد یادگیری معنادار اشاره کردند و اذعان داشتند که آموزش استیم در کره جنوبی باعث افزایش درک مفهومی دانش‌آموزان از مباحث علوم شده است.

در طی چند دهه گذشته، آموزش علوم تجربی از رویکرد محتوا محور به یادگیری تجربی و بین رشته‌ای گرایش داشته است. در میان رویکردهای آموزشی معاصر، استیم به دلیل دارا بودن پتانسیل بالا در افزایش خلاقیت و حل مسئله یادگیرندگان، مورد توجه محققان قرار گرفته است (پورشافعی و همکاران، ۱۴۰۰؛ مسلمی و همکاران، ۱۴۰۴؛ شاو و همکاران[9]، ۲۰۲۱؛ جیانگ و همکاران[10]، ۲۰۲۴؛ ییم و همکاران[11]، ۲۰۲۴). آموزش مبتنی بر استیم، همسو با نظریه سازنده‌گرایی و دانش‌آموز محور است. در نظریه یادگیری سازنده‌گرایی، یادگیرنده تنها دریافت کننده دانش از قبل موجود نیست و در ساختن آن سهیم است و این مشارکت، آنها را برای زیستن در قرن بیست و یکم آماده می‌کند (ترینا و همکاران [12]، ۲۰۲۵). برخلاف روش‌های آموزشی سنتی که اغلب مبتنی بر حفظ کردن است.یادگیری مبتنی بر استیم، مشارکت فعال را از طریق آزمایش، کاوشگری مشارکتی و انجام پروژه بین رشته‌ای ارتقا داده و به درک مفهومی عمیق‌تری از پدیده‌های علمی منجر می‌شود (ماریچیچ و لاویچا[13] ۲۰۲۴؛ رضایی و همکاران، ۱۳۹۹).

تحقق درک مفهومی از طریق توانایی یادگیرنده در ترکیب، انتقال و بکارگیری دانش در زمینه های مختلف مشخص می‌شود. مطالعات تجربی نشان می‌دهد که راهبردهای آموزشی مبتنی بر کاوشگری به طور قابل توجهی توانایی حفظ شناختی و درک یادگیرندگان را در مقایسه با روش‌های یادگیری غیرفعال افزایش می‌دهد (یولیانتی و همکاران[14]، ۲۰۲۵؛ هرو و همکاران، ۲۰۱۹). رویکردهای مرسوم برای آموزش علوم به دلیل تأکید آنها بر حفظ و یادآوری واقعیات مورد انتقاد قرار گرفته است، زیرا حفظ و یادآوری از پایین ترین سطوح شناختی طبقه‌بندی بلوم بوده و اکتفا به سطح مذکور می‌تواند مانع از توانایی یادگیرندگان برای آفرینش

[8] Katz-Buonincontro
[9] Shaw et al
[10] Jiang et al
[11] Yim et al
[12] Trina et al
[13] Maričić & Lavicza
[14] Yulianti et al

ارتباط معنادار بین مفاهیم نظری و کاربردهای دنیای واقعی شود. در پاسخ به رویکردهای مرسوم، آموزش مبتنی بر استیم به دنبال پر کردن شکاف مذکور از طریق ادغام روش‌های هنری و مبتنی بر تکنولوژی در کاوشگری است (وو و همکاران، ۲۰۲۵).

آموزش گیاه‌شناسی، زمینه مناسبی برای بررسی درک مفهومی در آموزش علوم تجربی است. گیاهان نقش حیاتی در اکوسیستم‌ها، سلامت انسان و امنیت غذایی دارند؛ با این وجود، تصورات نادرست و بدفهمی در مورد فیزیولوژی و اهمیت اکولوژیکی آنها همچنان در بین دانش‌آموزان رایج است (آرانگو-کارو و همکاران[۱۵]، ۲۰۲۵). مطالعات اخیر تصویر نگران کننده‌ای از آموزش علوم نشان داده اند که فراگیران اغلب برای درک مفهومی فرآیندهای بیولوژیکی انتزاعی مانند گیاهان، فتوسنتز، انتقال مواد مغذی و تولید مثل، دست و پنجه نرم می‌کنند (احمدی، ۱۳۹۹؛ عسکری و جوادی پور، ۱۴۰۲؛ آرانگو-کارو و همکاران، ۲۰۲۵؛ کو[۱۶]، ۲۰۲۴؛ لاکسمیواتی و همکاران، ۲۰۲۴). به ویژه در بسیاری از محیط‌های آموزشی روستایی به رغم تنوع و دسترسی آسان به گونه‌های گیاهی محلی، آموزش مبحث گیاه در علوم تجربی به‌شدت به روش‌های مبتنی بر کتاب درسی وابسته است و در معرض قرارگرفتن دانش‌آموزان با کاربردهای عملی کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. رویارویِ اصولی با این چالش شناختی جدی یعنی مطابق نبودن دانش رسمی ارائه شده در برنامه درسی رسمی و دانش شهودی و غیررسمی دانش‌آموزان مناطق روستایی نسبت به گیاهان، ضروری است. دراین راستا، استفاده از رویکرد نوآورانه استیم را به آموزش علوم و پیوند بین دانش رسمی و دانش غیررسمی دانش‌آموزان و درنتیجه، افزایش درک مفهومی آنان و ممانعت از ایجاد تصورات نادرست و بدفهمی‌های مربوط به گیاهان در دانش‌آموزان دوره ابتدایی، مورد توجه واقع شده است. همچنین، استفاده از روش‌های خلاقانه از جمله هنرهای تجسمی و مدل‌سازی فیزیکی، منجر به افزایش درک دانش‌آموزان از مفاهیم پیچیده می‌شود (لین و چانگ[۱۷]، ۲۰۲۵). به‌علاوه، ابزارهای دیجیتال مانند رسانه‌های تعاملی، محیط‌های یادگیری پویایی را فراهم می‌کنند که کتاب‌های درسی به‌تنهایی، قادر به‌انجام آن نخواهند بود (سایمون و همکاران[۱۸]، ۲۰۲۵).

ارائه گزارش پژوهش‌های انجام شده مرتبط با آموزش مبتنی بر استیم در محیط‌های شهری یا غنی از منابع، ممکن است به نادیده گرفته شدن فرصت‌ها و چالش‌های منحصربه‌فرد موجود در محیط‌های روستایی گردد. مدارس روستایی در نزدیکی طبیعت قرار داشته و امکان دسترسی مستقیم دانش‌آموزان به تنوع گیاهی را فراهم می‌کنند. علی‌رغم ظرفیت بیان شده، دانش‌آموزان روستایی

[15] Arango-Caro et al
[16] Kuo
[17] Lin & Chang
[18] Saimon et al

با دسترسی محدود به مواد، ابزار و منابع آموزشی مواجه هستند. به‌علاوه، آموزش علوم در مناطق روستایی به‌روش سنتی، فرصت استفاده از زمینه‌های واقعی و تجربه‌های زیسته دانش‌آموزان را نادیده می‌گیرد. درحالی که ارتباط بین دنیای واقعی و محتوای درسی، درک مفاهیم علوم را برای دانش‌آموزان ملموس‌تر و جذاب‌تر می‌کند. هدف مطالعه حاضر، تعیین اثربخشی استفاده از رویکرد استیم، در بهبود درک مفهومی دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی در یک مدرسه روستایی، از مبحث گیاهان در برنامه درسی علوم بود..

روش‌شناسی پژوهش

به‌منظور بررسی اثر مداخله‌ایِ آموزش علوم با رویکرد استیم بر یادگیری علوم دانش‌آموزان دوره ابتدایی، یک مطالعه با رویکرد کمّی، طراحی و در سال‌تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲، اجرا گردید. به سبب ماهیت پژوهش، روش آزمایشی مناسب بود، ولی باتوجه به محدودیت در انتخاب نمونه تصادفی و تشکیل دو گروه همتای تصادفی، از روش شبه‌آزمایشی استفاده شد. دراین مطالعه، ۲۴ دانش‌آموز پایه پنجمِ یک مدرسه روستایی در شمال ایران، به‌عنوان نمونهٔ در دسترس شرکت کردند و همگی، رضایت خود را برای مشارکت در پژوهش اعلام کردند. از این عده، نخست یک پیش‌آزمون مبتنی بر آنچه که تا آن موقع، درباره گیاهان آموخته بودند، گرفته شد. سپس این عده، در دوگروه ۱۲ نفری آزمایش و کنترل قرارگرفتند و تدریس به هر دوگروه توسط یک معلم/نویسنده اول، انجام شد. موضوع تدریس، درس دوازدهم کتاب درسی علوم پایه پنجم باعنوان «از ریشه تا برگ» بود. مداخلهٔ انجام شده برای گروه آزمایش، تدریس با استفاده از رویکرد استیم بود. درصورتی که تدریس در گروه کنترل، همان محتوا با استفاده از روش پیشنهادی در کتاب راهنمای معلم برای درس علوم تجربی پایه پنجم ارائه شد. در این روش، فعالیت‌های کتاب درسی تکمیل گردید و محتوا به‌شیوهٔ بیان درس توسط معلم و پرسش و پاسخ وی با دانش‌آموزان، برگزار شد.

پس از تکمیل این درس، دانش‌آموزان هردو گروه، در یک پس‌آزمون شرکت کردند و نمره‌های دو آزمون، با هم مقایسه شدند.

ارائه محتوا در پنج‌جلسه انجام شد. برای طراحیِ پنج فعالیت جهت اجرا در گروه آزمایش، از رهیافت‌های توصیه شده توسط مهرمحمدی و اعظمی (۱۳۹۹) کمک گرفته شد. شرح هر یک از این فعالیت‌ها، درجدول ۱ آمده است.

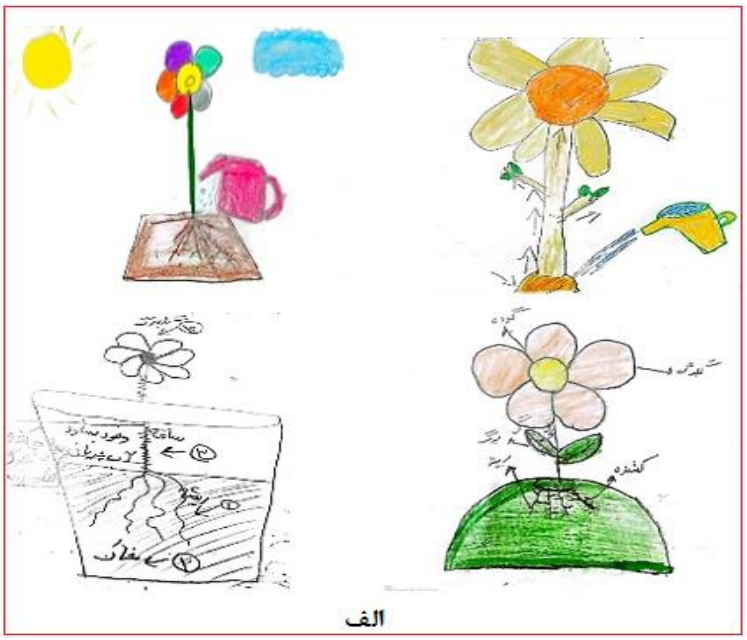
جدول ۱. شرح فعالیت‌های مبتنی بر استیم

شماره	فعالیت	حوزه موضوعی	اهداف یادگیری	فرایند اجرا
۱	ساختار گیاه	زیست‌شناسی	دانش‌آموز، ساختار گیاهان ریشه، ساقه و برگ را بداند.	استفاده از ذره‌بین برای مشاهده ریشه، ساقه و برگ و ثبت مشاهدات.
۲	عملکرد ساختار گیاه در فتوسنتز	فیزیولوژی	دانش‌آموز فرآیند فتوسنتز را شرح دهد.	مشاهده فیلمِ چگونگی تبدیل نور به انرژی در گیاهان.
۳	نقاشی ریشه تا برگ	زیست‌شناسی	دانش‌آموز ساختار اصلی گیاه را نقاشی کند.	توصیف عملکرد اندام گیاه و فتوسنتز با استفاده از رسم نقاشی.
۴	کاردستی گیاه	طراحی و مهندسی	دانش‌آموز با درنظرگرفتن عملکرد اندام گیاه و فتوسنتز، مدلی از یک گیاه بسازد.	ساخت کاردستی با استفاده از نی، مقوا و چسب جهت نمایش عملکرد اندام گیاه و فتوسنتز.
۵	ارائه یافته‌ها	ارتباطات علمی	دانش‌آموز مشاهدات علمی خود را با دیگران به اشتراک بگذارد.	بحث گروهی جهت جمع‌بندی توضیح عملکرد ساختار گیاهان.

برای طراحی پیش‌آزمون و پس‌آزمون، از آزمون‌های درک مفهومی ترینا و همکاران (۲۰۲۵) اقتباس شد. اعتبار محتوا و روایی آزمون‌ها نیز توسط دو متخصص آشنا به آموزش علوم در درهٔ ابتدایی و رویکرد استیم، مورد بررسی و تأیید قرارگرفت. همسانی درونی پیش‌آزمون و پس‌آزمون به‌ترتیب با ضریب آلفای کرونباخ ۰٫۷۹۳ و ۰٫۷۶۲ تأیید و نرمال بودن داده‌های حاصل از آن‌ها به روش شاپیرو-ویلک محاسبه شد که برای هر دو آزمون، مقدار $p > ۰/۰۵$ به‌دست آمد. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آزمون کوواریانس تک‌عاملی با پیش فرض‌های نرمال بودن، برابری واریانس‌ها، همگنی شیب‌ها و وابستگی نمرات به‌متغیر وابسته در نرم‌افزار آماری مینی‌تب نسخه ۱۹٫۲۰۲۰٫۱ استفاده شد.

یافته‌ها

در فعالیت اول، به‌منظور مشاهده ریشه، ساقه و برگ و همچنین ثبت مشاهدات، گیاهی به دانش‌آموزان داده شد. برای فعالیت دوم، از دانش‌آموزان انتظار می‌رفت که فرآیند فتوسنتز را شرح دهند. این مهم با مشاهده فیلم چگونگی تبدیل نور به انرژی در گیاهان تحقق یافت. در فعالیت سوم، دانش‌آموزان ساختار اصلی گیاه را ترسیم کردند. برای فعالیت چهارم، مواد مختلفی که تا حدامکان رنگارنگ و در دسترس بود، در اختیار دانش‌آموزان قرار گرفت. سپس آن‌ها تشویق شدند که مانند یک دانشمند، مهندس، ریاضی‌دان یا هنرمند عمل کرده و آثار خود را خلق کنند. بخشی از تصاویر مربوط به این فعالیت،در شکل ۱ نشان داده شده است.

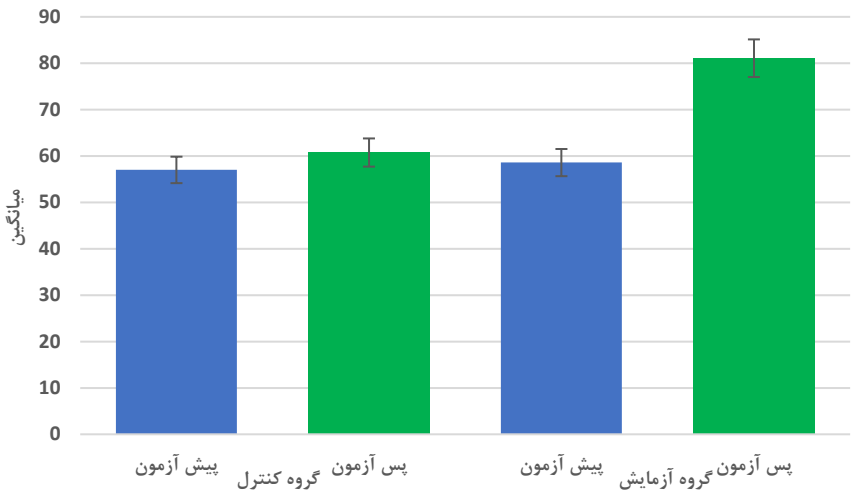


شکل ۱. نمونه‌ای از فعالیت‌های نقاشیِ دانش‌آموزان در گروه آزمایش

شکل ۲. نمونه‌ای از فعالیت‌های کاردستیِ دانش‌آموزان در گروه آزمایش

در طول انجام فعالیت‌ها، بحث‌های کلاسی جهت افزایش مشارکت دانش‌آموزان و با نظارت معلم، انجام شد

در گروه کنترل، معلم ابتدای هرجلسه، برای ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان، پرسش‌هایی مطرح می‌کرد. سپس به ارائه درس می‌پرداخت و فعالیت‌های ارائه شده در کتاب درسی را در کلاس، اجرا می‌کرد. دانش‌آموزان هم بدون مشارکت در تدریس، گوش می‌دادند و اگر لازم می‌دیدند، یادداشت برمی‌داشتند. نتایج به‌دست آمده از پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر دو گروه با درنظرگرفتن نوار خطای ۵ درصد، در شکل ۳ مشاهده می‌شود.



شکل ۳ نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون به تفکیک دو گروه کنترل و آزمایش با سطح اطمینان ۹۵٪

قبل از آموزش، میانگین نمرات پیش‌آزمون دانش‌آموزان ۵۵/۷۹ بود. با این وجود، بعضی از پاسخ‌هایی که دانش‌آموزان به پرسش-های پیش‌آزمون دادند، بدفهمی آن‌ها را در مورد مباحث مطرح شده نشان داد که برای نمونه، چندمورد در جدول ۳ نمایش داده شده است. برخی از دانش‌آموزان در هر دو گروه، پاسخی به سؤال ندادند. پس از آموزش، میانگین نمرات پس‌آزمون گروه آزمایش برابر ۸۱/۰۸ و گروه کنترل برابر ۶۰/۷۵ شد که اختلافشان معنادار بود و نشان دهنده اثر مثبت مداخله یعنی آموزش با استفاده از رویکرد استیم بود.

جدول ۳. نمونه‌هایی از بدفهمی‌های دانش‌آموزان در مبحث گیاهان

بدفهمی	علت احتمالی
آب به‌طور خودبه‌خودی، به قسمت‌های مختلف گیاه می‌رسد.	بسیاری از دانش‌آموزان، تنها قسمت‌هایی از گیاه مثل ساقه و برگ را که دیده می‌شوند اعضای اصلی گیاه می‌دانستند و به ریشه، توجه نداشتند.
گیاه توسط خاک تنفس می‌کند.	زیرا وقتی خاکِ گیاه عوض می‌شود، به‌تجربه می‌بینند که گیاه، شاداب می‌شود.
عامل هوا را در رشد گیاهان نادیده می‌گرفتند و فقط به عواملی مثل نور، آب و خاک اشاره می‌کردند.	چون هوا برخلاف عوامل دیگر، دیده نمی‌شود.
وقتی نور خورشید به گیاه می‌رسد، گیاه نفس می‌کشد.	تصور می‌کردند که فتوسنتز و تنفس، یک فرایند محسوب می‌شوند و درنتیجه، وجود نور خورشید را در تنفس نیز، ضروری می‌پنداشتند.
تعداد کمی از دانش‌آموزان، به تأثیر خاک در رشد گیاه توجه نداشتند.	شاید به‌این دلیل که برخی از گیاهان، در آب هم رشد می‌کنند.

جدول ۴. میانگین نمرات پس‌آزمون و افزایش نمره در دو گروه آزمایش و کنترل

گروه	میانگین نمرات		افزایش نمره	درصد خطا
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون		
آزمایش	۵۵/۷۹	۸۱٫۰۸	+۲۶/۲۹	٪۵
کنترل	۵۵/۷۹	۶۰٫۷۵	+۵/۹۶	

با توجه به‌نتایج آزمون ANCOVA و درنظرگرفتن $p < ۰/۰۵$ ، مقدار F برابر ۱۳۷٫۹۲۴ به‌دست آمد که بیانگر وجود تفاوت معنادار میان نمرات پس‌آزمون و پیش‌آزمون دانش‌آموزان در گروه آزمایش است و درک مفهومی دانش‌آموزان با رویکرد تدریس به‌کار رفته مرتبط است.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌ها نشان می‌دهد که دانش‌آموزان در گروه آزمایش، میانگین نمرات بالاتری نسبت به گروه کنترل کسب کرده‌اند. این بدان معناست که آموزش مبتنی بر استیم با داشتن ویژگی‌هایی نظیر سطح درگیری بالا، مشارکت در بحث‌ها و فعالیت‌های مدل‌سازی، می‌تواند منجر به تسهیل درک مفهومی یادگیرندگان از مفهوم گیاه گردد. نتایج پژوهش حاضر همسو با مطالعات طهماسب زاده و همکاران (۱۳۹۸)، سلمی و همکاران[19] (۲۰۲۳)، سو و همکاران[20] (۲۰۲۴) و ژانگ و جیا[21] (۲۰۲۴) است.

پشتیبانی آموزش مبتنی بر استیم از محیط یادگیرنده محور و تعامل فعال افراد با دانش بین‌رشته‌ای، منجر به تقویت درک مفهومی دانش آموزان می‌گردد؛ زیرا آموزش مبتنی بر استیم به منظور کشف مفاهیم فیزیک انتزاعی، تجربیاتی عملی ارائه می‌کند. درک درست مستخرج از کاربرد عملی دانش نظری در موقعیت‌های واقعی می‌تواند یادگیری موضوعات علمی را برای دانش‌آموزان در آینده، آسان‌تر کند. همچنین، فعالیت‌های عملی باعث افزایش قدرت تجسم و انتزاع، حمایت از فعالیت مغز از طریق درگیری حرکتی و افزایش انگیزه در دانش‌آموزان می‌گردد (کهندل، ۱۳۹۸). یادگیری معنادار زمانی اتفاق می‌افتد که دانش‌آموزان، دانش قبلی خود را به تجربیات و مهارت‌های جدید در زمینه‌های دنیای واقعی پیوند دهند (آزوبل، ۱۹۶۸، نقل شده در گویا، ۱۴۰۳). بنابراین، ادغام دانش جدید با تجربیات شخصی و دنیای واقعی به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا معنادارتر یاد بگیرند.

[19] Salmi et al
[20] Su et al
[21] Zhang & Jia

در پژوهش حاضر، میزان مشارکت دانش‌آموزان در گروه آزمایش بالا بود که می‌تواند ناشی از آزادی آن‌ها در طراحی، مدل‌سازی و طراحی و اجرای پروژه باشد. یکی دیگر از عوامل مؤثر در افزایش نمرات گروه آزمایش، فرصت بروز خلاقیت در دانش‌آموزان بود است که به عقیده وینارنی و همکاران[۲۲] (۲۰۲۴)، درک مفهومی آن‌ها را بهبود بخشید و به آن‌ها کمک کرد تا راه‌حل‌های بدیع پیدا کنند. یکی از نتیجه‌گیری‌های این مطالعه این است که محیط یادگیری، نقشی مهم در توسعهٔ خلاقیت دانش‌آموزان دارد و زمینه را برای بروز آن، مهیا می‌کند. در آموزش مبتنی بر استیم، دانش‌آموزان انگیزه بیشتری برای درگیرشدن با فعالیت‌ها دارند، به‌ویژه اگر تکلیف‌های داده شده، شامل مسائل و چالش‌های زندگی واقعی و متناسب با تجربه زیسته دانش‌آموزان باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که رویکردهای میان‌رشته‌ای در آموزش علوم نظیر استیم، اتفاقاً در محیط‌های روستایی که دسترسی به امکانات آزمایشگاهی محدودتر از مناطق شهری است، اثربخشی معناداری در ارتقای درک مفهومی علوم تجربیِ دانش‌آموزان دوره ابتدایی دارند. همان‌طور که دراین مطالعه، دانش‌آموزان توانستند با ابتکار و خلاقیت خود در قالب نقاشی و کاردستی با استفاده از مواد در دسترس برای کار عملی، دانش پدیده‌های زیستیِ دنیای واقعی را به طور مؤثری شبیه‌سازی کنند.

این مطالعه، محدود به تدریس یک مبحث از برنامه درسیِ علوم پایه پنجم بود.

22 Winarni et al

Resources

Ahmadi, A. (2020). Investigating the impact of integrated curriculum on creativity in elementary school students. *Contemporary Research in Science and Inquiry*, 2(17), 1–9. *(In Persian)*

Arango-Caro, S., Langewisch, T., Ying, K., Haberberger, M. A., Ly, N., Branton, C., & Callis-Duehl, K. (2025). 3D plans: the impact of integrating science, design, and technology on high school student learning and interests in STEAM subjects and careers. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, *7*(1), 1.

Asghari Asl Sardrood, M., Maleki Avarestin, S., Baghaei, H., & Yari Haj-Atalou, J. (2022). Investigating the features of science curriculum elements based on the STEM method. *Educational Innovations*, 21(84), 105–132. *(In Persian)*

Askari, F., & Javadi Pour, M. (2023). Identifying STEM curriculum elements (Science, Technology, Engineering, Mathematics) in Iran's elementary schools: A research synthesis approach. *Educational Innovations*, 22(2), 191–220. *(In Persian)*

Eskandari, M., Hoseini-Khah, A., & Zargami, S. (2024). Designing an optimal instructional model for elementary education based on the integrated STEM approach. *Qualitative Research in Curriculum*, 5(16), 22–36. *(In Persian)*

Gooya, Z. (2024). The integrated STEM approach: A response to the mathematics crisis in Iranian schools and universities. *Theory and Practice in Curriculum*, 12(23), 71–91. *(In Persian)*

Herro, D., Cassie, Q., & and Cian, H. (2019). The Challenges of STEAM Instruction: Lessons from the Field. *Action in Teacher Education*, *4*(2), (172-190).

Hong, J.-C., Liu, X., Tsai, C.-R., & Yang, D. (2025). Students' Hands-On Self-Efficacy Predicts Pragmatistic STEAM Value, Transformativistic Value, and Continuance Intention: A Powertech Contest Perspective. *Journal of Science Education and Technology*.

Hughes, B. S., Corrigan, M. W., Grove, D., Andersen, S. B., & Wong, J. T. (2022). Integrating arts with STEM and leading with STEAM to increase science learning with equity for emerging bilingual learners in the United States. *International Journal of STEM Education*, *9*(1), 58.

Jiang, H., Chugh, R., Zhai, X., Wang, K., & Wang, X. (2024). Longitudinal analysis of teacher self-efficacy evolution during a STEAM professional development program: a qualitative case study. *Humanities and Social Sciences Communications*, *11*(1), 1162.

Kahandel, M. (2019). What is STEM? *Roshd Elementary Education*, 23(1), 32–33. *(In Persian)*

Karimzadeh, E., Ayati, M., & Pourshafaei, H. (2022). Challenges in implementing integrated STEM education: A systematic review. *Interdisciplinary Studies in Education*, 1(1), 45–65. *(In Persian)*

Katz-Buonincontro, J. (2018). Gathering STE(A)M: Policy, curricular, and programmatic developments in arts-based science, technology, engineering, and mathematics education Introduction to the special issue of Arts Education Policy Review: STEAM Focus. *Arts Education Policy Review*, *119*(2), 73-76.

Kuo, H.-C. (2024). Transforming Tomorrow: A Practical Synthesis of STEAM and PBL for Empowering Students' Creative Thinking. *International Journal of Science and Mathematics Education*.

Laksmiwati, P. A., Zsolt, L., Nur, C. A., Mara, A., & and Mumcu, F. (2024). *When engineering design meets STEAM education in hybrid learning environment: teachers' innovation key through design heuristics*. *Asia Pacific Journal of Education*, 1-19.

Lin, M.-Y., & Chang, Y.-S. (2025). *Effects of design thinking STEAM instruction on AI learning and creativity*. *International Journal of Technology and Design Education*.

Maričić, M., & Lavicza, Z. (2024). *Enhancing student engagement through emerging technology integration in STEAM learning environments*. *Education and Information Technologies*, *29*(17), 23361-23389.

Moslemi, S. A., Vahedi, M., & Nili Ahmadabadi, M. R. (2025). Designing mobile learning based on the STEM approach and its effect on mathematics learning among sixth-grade students. *Educational Psychology Quarterly*, 21(75), 33–59. *(In Persian)*

Pourshafaei, H., Rostaminejad, M. A., & Mohammadzadeh, M. (2021). STEM education approaches: A systematic review. *New Educational Research*, 7(26), 1–20. *(In Persian)*

Rezaei, M., Emamjomeh, M. R., Ahmadi, G., Ossareh, A., & Niknam, Z. (2020). Designing a conceptual model for integrated STEM curriculum in Iran's elementary schools. *Iranian Curriculum Studies*, 15(59), 63–92. *(In Persian)*

Saimon, M., Lavicza, Z., Houghton, T., Mtenzi, F., & Carranza, P. (2025). *A model for utilising crises-related issues to facilitate transdisciplinary outdoor STEAM education for sustainability in integrated mathematics, language arts and technology classrooms*. *Discover Education*, *4*(1), 16.

Salmi, H. S., Helena, T., & and Bogner, F. X. (2023). *Is there deep learning on Mars? STEAM education in an inquiry-based out-of-school setting*. *Interactive Learning Environments*, *31*(2), 1173-1185.

Shaw, P. A., E., T. J., Nam, N., Thi, H. T., & and Thao-Do, T. P. (2021). *Immersive-learning experiences in real-life contexts: deconstructing and reconstructing Vietnamese kindergarten teachers' understanding of STEAM education*. *International Journal of Early Years Education*, *29*(3), 329-348.

Su, J., Yue, Y. I. H., Rupert, W., & and Wah Chu, S. K. (2024). *STEAM in early childhood education: a scoping review*. *Research in Science & Technological Education*, 1-17.

Sung, J., Lee, J. Y., & Chun, H. Y. (2023). *Short-term effects of a classroom-based STEAM program using robotic kits on children in South Korea*. *International Journal of STEM Education*, *10*(1), 26.

Tahmasbzadeh, D., Fathi Azar, E., & Saniei, M. (2019). A phenomenological study of elementary teachers' experiences and perceptions of the integrated science curriculum. *Curriculum Research*, 9(17), 113–139. *(In Persian)*

Trina, N. A., Monsur, M., Cosco, N., Shine, S., Loon, L., & Mastergeorge, A. (2025). *Tools for Assessing the STEAM Learning Affordances and Quality of Outdoor Learning Environments of Childcare Centers: A Systematic Review. Early Childhood Education Journal*.

Winarni, E. W., Purwandari, E. P., & Raharjo, F. O. (2024). *The effect of integrating STEAM and virtual reality using PjBL on scientific literacy in elementary schools. Education and Information Technologies*, *29*(18), 24991-25011.

Wu, C.-H., Liu, C.-H., & Huang, Y.-M. (2022). *The exploration of continuous learning intention in STEAM education through attitude, motivation, and cognitive load*. *International Journal of STEM Education*, *9*(1), 35.

Wu, P.-Y., Arias, S., Abramson, S., & Zuzlewski, E. (2025). *Engaging Young Children in STEAM Learning: An Inquiry Planning Guide for Early Educators*. *Early Childhood Education Journal*, *53*(2), 629-643.

Yim, I. H. Y., Jiahong, S., & and Wegerif, R. (2024). *STEAM in practice and research in primary schools: a systematic literature review*. *Research in Science & Technological Education*, 1-25.

Yulianti, E., Farahwahidah, A. R. N., Hadi, S., & and Phang, F. A. (2025). *Transdisciplinary STEAM learning in improving students' conceptual understanding of heat and temperature. Research in Science & Technological Education*, 1-21.

Zhang, C., & Jia, B. (2024). *Enriching STEAM education with visual art: education benefits, teaching examples, and trends. Discover Education*, *3*(1), 247.