

**Article type:** Research Article

# Investigating the Effect of Electronic Project-Based Learning Strategy on Elementary Students' Executive Functions in Science Lessons

Hamidreza Maghami<sup>1✉</sup> , Fatemeh Hemmati<sup>2</sup> 

1. Corresponding author, Associate Professor, Department of Educational Technology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Allameh Tabatabaie University, Tehran, Iran. Email: [hmaghami@atu.ac.ir](mailto:hmaghami@atu.ac.ir)
2. Master's student in Educational Technology, Allameh Tabatabaie University, Tehran, Iran. Email: [hemmati528@gmail.com](mailto:hemmati528@gmail.com)

## Article Info

### Article history:

Received 29 January 2025

Revised form 9 July 2025

Accepted 12 August 2025

### Keywords:

Electronic Project-Based Learning (E-PjBL), Executive Functions, Planning.

## ABSTRACT

**Objective:** The aim of the present study is to investigate the effect of electronic project-based learning strategy on executive functions (cognitive flexibility and planning) of primary school students in science lessons. The statistical population of this study consisted of fifth grade primary school students in Tehran in the academic year 2023-2024.

**Methods:** The method used was a quasi-experimental pre-test-post-test with a control group. Using the convenience sampling method, 36 students were selected, of which 18 students were non-randomly placed in the experimental group and 18 students in the control group. The data collection tool for measuring the two components of cognitive flexibility and planning for executive functions was the Tower of Hanoi software version. The experimental group completed 9 project-based training sessions in an electronic environment, one of which was dedicated to teaching how to work with the educational space and how to send activities in an electronic environment.

**Results:** The findings from the analysis of covariance indicate a positive effect of conducting science projects in an electronic context on improving cognitive flexibility ( $P < 0.05$  and  $F = 16.9$ ) and planning ( $P < 0.05$  and  $F = 18$ ) of fifth grade primary school students in science lessons. In general, it can be said that the correct use of new technologies can significantly affect student success; in this regard, using an electronic project-based learning strategy leads to improving cognitive flexibility and planning in primary school students.

**Conclusions:** Finally, it is suggested that an electronic project-based learning strategy be used to improve executive functions in the components of cognitive flexibility and planning in primary school science lessons.

**Cite this article:** Maghami, H. R., & Hemmati, F. (2025). Investigating the Effect of Electronic Project-based Learning Strategy on Elementary Students' Executive Functions in Science Lessons. *Cognit Strateg Learn*, 13(25), 41-56. <https://doi.org/10.22084/J.PSYCHOLOGY.2025.30162.2750>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).  
Copyright © 2024 The Authors.

Publisher: Bu-Ali Sina University.

## **Extended Abstract**

### **1. Introduction**

Executive functions (EFs) refer to a set of higher-order cognitive skills, including planning, cognitive flexibility, working memory, and problem-solving, which are essential for managing behavior, purposeful thinking, and academic success and personal life. These functions are particularly crucial during childhood, when the prefrontal cortex is rapidly developing. Given the shift of educational systems towards electronic platforms and the necessity of preparing students for the digital age, investigating novel educational strategies in this domain is of great importance. Electronic project-based learning (E-PjBL), as an active educational strategy, engages students in complex, real-world projects within an electronic learning environment, encouraging them to discover and construct knowledge. This approach, with its emphasis on self-regulation, collaboration, and problem-solving, holds the potential to enhance EFs. However, despite numerous studies in the field of project-based learning, there was a perceived lack of research specifically examining the impact of the electronic version of this strategy on objective components of EFs (such as planning and cognitive flexibility) in elementary school students. This study aimed to fill this gap and, by focusing on the two key components of planning and cognitive flexibility, investigated the impact of E-PjBL in science lessons.

### **2. Materials and Methods**

This study employed a quasi-experimental design with a pre-test/post-test control group. The statistical population consisted of fifth-grade female elementary school students in Tehran during the academic year 2023-2024. Using a convenience sampling method, 36 students were selected and non-randomly assigned to either an experimental group (18 students) or a control group (18 students). The data collection tool was the software version of the Tower of Hanoi test, used to measure the study's two dependent variables: "test completion time" as an indicator of cognitive flexibility and "number of moves" as an indicator of planning. The reliability and validity of this instrument have been confirmed in previous studies. The experimental group received the science lesson content via an E-PjBL package delivered over 9 online sessions. An additional session was dedicated to familiarizing students with the electronic environment (the Padlet website). The project-based activities included individual and group research, conducting experiments, creating concept maps, and participating in discussions. Students uploaded their results for these activities to the system and received feedback. This educational package was designed based on constructivist (Piaget), social-cognitive (Bandura), and situated learning (Lave) theories, and its content and face validity were confirmed by experts. The control group received the same content through traditional, lecture-based instruction. Data from the pre-test and post-test were analyzed using Analysis of Covariance (ANCOVA) with SPSS software. Prior to the analysis, the assumptions of normality of data, homogeneity of variances, and homogeneity of regression slopes were checked and confirmed.

### **3. Results**

Descriptive findings indicated a decrease in the mean test completion time (indicator of flexibility) and a decrease in the mean number of moves (indicator of planning) in the post-test of the experimental group compared to the control group. The inferential results of the analysis of covariance for the first hypothesis showed that after controlling for the effect of the pre-test, there was a significant difference between the experimental and control groups in terms of cognitive flexibility scores ( $F = 9.16$ ,  $p = 0.005$ ). This result indicates that the

E-PjBL strategy led to a significant reduction in test completion time (improvement in cognitive flexibility) in the experimental group. Furthermore, the results related to the second hypothesis indicated that after controlling for the pre-test effect, a significant difference was observed between the two groups in terms of planning scores ( $F = 18$ ,  $p = 0.0001$ ). This finding shows that the E-PjBL strategy significantly reduced the number of moves required to successfully complete the test (improvement in planning) in the experimental group.

#### 4. Discussion and Conclusion

The findings of this study clearly demonstrate that employing an E-PjBL strategy in science education can lead to significant improvement in two key components of EFs—cognitive flexibility and planning—among fifth-grade elementary students. These results can be explained by the active, problem-oriented, and non-linear nature of the E-PjBL environment. In this setting, students were compelled to organize activities step-by-step, manage their time, prioritize tasks, and test various solutions, which directly enhanced their planning skills. Furthermore, encountering project challenges and the need to adapt to new information and conditions necessitated flexible thinking and strategy shifts, thereby improving cognitive flexibility. These findings align with Piaget's theory (active and exploratory learning), Bandura's theory (learning through observation, modeling, and self-regulation), and Sweller's cognitive load theory (focusing cognitive resources on higher-order processing). The results of this study are consistent with the findings of research by Beard (2019), Safaruddin et al. (2020), and Seifi et al. (2016), which emphasize the positive impact of active and technology-enhanced methods on EFs. In conclusion, it can be affirmed that the E-PjBL strategy is an effective and innovative instructional approach for enhancing students' EFs in the digital age. It is recommended that instructional designers and educational policymakers facilitate the careful planning and implementation of this strategy across various subjects in elementary education. For future research, it is suggested to investigate the long-term effects of this strategy, its generalization to other educational levels, and the examination of other EF components, such as working memory and response inhibition.

#### 5. Ethical Considerations

**Compliance with ethical guidelines:** All ethical principles are considered in this article.

**Funding:** This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

**Authors' contributions:** All authors have participated in the design, implementation and writing of all sections of the present study.

**Conflicts of interest:** The authors declared no conflict of interest.

## بررسی تأثیر راهبرد یادگیری مبتنی بر پروژه‌ی الکترونیکی بر کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان ابتدایی در درس علوم

حمیدرضا مقامی<sup>۱</sup> , فاطمه همتی<sup>۲</sup> 

۱. نویسنده مسئول، دانشیار گروه تکنولوژی آموزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. رایانامه: [hmaghani@atu.ac.ir](mailto:hmaghani@atu.ac.ir)  
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد تکنولوژی آموزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. رایانامه: [hemmati528@gmail.com](mailto:hemmati528@gmail.com)

| اطلاعات مقاله                                                                                                                                                                                                                                                  | چکیده                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>تاریخچه مقاله:</b></p> <p><b>تاریخ دریافت:</b> ۱۴۰۳/۱۱/۱۰</p> <p><b>تاریخ بازنگری:</b> ۱۴۰۴/۰۴/۱۸</p> <p><b>تاریخ پذیرش:</b> ۱۴۰۴/۰۵/۲۱</p> <p><b>کلیدواژه‌ها:</b></p> <p>یادگیری الکترونیکی مبتنی بر پروژه (E-PjBL)، کارکردهای اجرایی، برنامه‌ریزی.</p> | <p><b>هدف:</b> هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر راهبرد یادگیری مبتنی بر پروژه‌ی الکترونیکی بر کارکردهای اجرایی (انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی) دانش‌آموزان ابتدایی در درس علوم است. جامعه آماری این پژوهش را دانش‌آموزان پایه‌ی پنجم ابتدایی شهر تهران در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ تشکیل داده‌است.</p> <p><b>روش:</b> روش مورد استفاده نیمه‌آزمایشی از نوع پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل است. با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس ۳۶ دانش‌آموز انتخاب شدند که به صورت غیرتصادفی ۱۸ دانش‌آموز در گروه آزمایش و ۱۸ دانش‌آموز در گروه کنترل قرار گرفتند. ابزار گردآوری داده‌ها برای سنجش دو مؤلفه انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی برای کارکردهای اجرایی، نسخه‌ی نرم‌افزاری برج هانوی بوده است. گروه آزمایش ۹ جلسه‌ی آموزشی را به صورت پروژه‌محور در بستر الکترونیکی گذرانده‌اند که یکی از جلسات، جهت آموزش نحوه‌ی کار با فضای آموزشی و چگونگی ارسال فعالیت‌ها در بستر الکترونیکی اختصاص داده‌شد.</p> <p><b>یافته‌ها:</b> یافته‌های حاصل از تحلیل کوواریانس نشان‌دهنده تأثیر مثبت انجام پروژه در درس علوم در بستر الکترونیکی بر بهبود انعطاف‌پذیری شناختی (<math>F=9/16</math> و <math>P&lt;0/05</math>) و برنامه‌ریزی (<math>F=18</math> و <math>P&lt;0/05</math>) دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی در درس علوم بوده است. در کل می‌توان گفت که استفاده صحیح از فناوری‌های جدید می‌تواند به‌طور چشم‌گیری بر موفقیت دانش‌آموزان تأثیر بگذارد؛ در این راستا نیز، بهره‌گیری از راهبرد یادگیری مبتنی بر پروژه الکترونیکی منجر به بهبود انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی در دانش‌آموزان دوره ابتدایی می‌شود.</p> <p><b>نتیجه‌گیری:</b> در نهایت، پیشنهاد می‌شود که جهت بهبود کارکردهای اجرایی در مؤلفه‌های انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی در درس علوم دوره ابتدایی، از راهبرد یادگیری مبتنی بر پروژه الکترونیکی بهره گرفته شود.</p> |

## ۱. مقدمه

کارکردهای اجرایی (EFs)<sup>۱</sup> مهارت‌های ضروری برای سلامت فرد و موفقیت او در زندگی فردی و اجتماعی هستند و ایجاد کاستی در آن باعث مشکلات بسیاری در زندگی فرد می‌شود. مهارت‌های شناختی که به افراد اجازه می‌دهد تا رفتار خود را مدیریت کنند، کارکردهای شناختی نامیده می‌شود (قائم و همکاران، ۱۴۰۰) و به ما کمک می‌کنند تصمیم بگیریم چه نوع فعالیت‌هایی یا هدف‌هایی باید مورد توجه قرار گیرند. کارکردهای اجرایی در واقع یک سری پردازش‌های شناختی از جمله حافظه‌ی کاری، استدلال، انعطاف‌پذیری، حل مسئله، برنامه‌ریزی و اجرا می‌باشند که موجب سازمان‌دهی افکار در جهت رفتارهای هدفمند می‌شوند (دایموند<sup>۲</sup>، ۲۰۱۳). قرار گرفتن یادگیرنده در محیط یادگیری الکترونیکی که فعالیت‌ها و تکالیف به صورت پروژه‌ای و مسئله‌محور طراحی شده‌است به او کمک خواهد کرد تا بتواند فعالیت‌های خود را سازمان‌دهی کند و برای پیشبرد هدف‌های خود بتواند برنامه‌ریزی کند (برد<sup>۳</sup>، ۲۰۱۹). برنامه‌ریزی به عنوان آینده‌نگری برای اجرای صحیح یک کار و اعمال استراتژی‌های مناسب است (اندرسون<sup>۴</sup>، ۲۰۰۲). در زمینه کارکردهای اجرایی، برنامه‌ریزی به حل مسئله اشاره دارد (پاسکوال<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۹). مهارت برنامه‌ریزی کوتاه و بلند مدت با موفقیت‌های تحصیلی به خصوص در کلاس‌های بالاتر بهبود می‌یابد. برنامه‌ریزی کوتاه مدت به اولویت‌بندی در یادگیری دروس کمک می‌کند و برنامه‌ریزی بلندمدت در دروس نیز منجر به فارغ‌التحصیلی می‌شود (فیروزی، ۱۳۸۹). به‌طور کلی کارکردهای اجرایی به کسب نگرش‌های مشارکتی، فعال و انعکاسی ضروری در فرایندهای آموزشی-یادگیری کمک می‌کند. توسعه کارکردهای اجرایی از سنین بسیار پایین شروع می‌شود و در طول عمر ادامه می‌یابد. با توجه به تغییرات مرتبط با توسعه شبکه‌های عصبی شامل قشر پیش‌پیشانی<sup>۶</sup> در این مرحله، دوران میانی و اواخر کودکی یک دوره بحرانی است (سگوندومارکوس<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۲۲). کارکردهای اجرایی نقش مهمی برای توسعه زندگی فرد دارند و پیش‌بینی کننده قابل توجهی برای عملکرد تحصیلی هستند (روبلدو کاسترو<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۲۳) و برای یادگیری ضروری هستند و ارزیابی آن می‌تواند بینش منحصر به فردی در مورد آمادگی برای مدرسه فراهم کند (نجاتی، ۱۴۰۰).

یادگیری مبتنی بر پروژه‌ی الکترونیکی<sup>۹</sup> یک استراتژی آموزشی است که دانش‌آموزان را از طریق فعالیت‌های پیچیده در یک سیستم مدیریت یادگیری درگیر فرایند پژوهش می‌کند (ایوانیتا<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۲۰۲۱). با درک تأثیر یادگیری مبتنی بر پروژه<sup>۱۱</sup> بر کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان، این توانایی را خواهیم داشت که از دانش‌آموزان در زمینه‌ای از مجموعه مهارت‌هایی که ممکن است فاقد آن باشند، حمایت کنیم تا بهبود عملکردهای اجرایی آن‌ها را افزایش دهیم. می‌توانیم رویکردهای تدریس را گسترش دهیم و به دانش‌آموزان کمک کنیم تا عملکردهای اجرایی خود را بهبود بخشند، به ویژه دانش‌آموزانی که مغایرت‌های عملکردهای اجرایی را آشکار می‌کنند. علاوه بر این، استفاده از یادگیری مبتنی بر پروژه می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا رفتارهای مخرب کلاسی خود را به حداقل برسانند (برد، ۲۰۱۹).

یادگیری مبتنی بر پروژه به عنوان یک رویکرد آموزشی تکمیلی به عنوان یک استراتژی آموزشی قرن ۲۱ برای آموزش در نظر گرفته می‌شود. کار پروژه‌محور یک استراتژی آموزشی واقعی و معتبر است که در آن دانش‌آموزان فرصت حل مشکلات، تصمیم‌گیری و انجام وظایف پیچیده و چالش‌برانگیز را دارند (گومز-پابلو<sup>۱۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۷). دانش‌آموزانی که با آموزش پروژه‌محور پیش می‌روند نمرات بالاتری نسبت به دانش‌آموزان با آموزش سنتی کسب می‌کنند (پوشتای<sup>۱۳</sup>، ۲۰۲۱). در عرصه‌ی پیچیده‌ی تعاملات یادگیری الکترونیکی، دنیای ذهنی جدید و گسترده‌ای ظهور پیدا کرده است، دنیایی که حضور یادگیری در آن

1. Executive Functions (EFs)
2. Diamond
3. Beard
4. Anderson
5. Pascual
6. PreFrontal Cortex (PFC)
7. Segundo-Marcos
8. Robledo-Castro
9. Electronic Project-Based Learning (E-PjBL)
10. Evanita
11. Project-Based Learning (PjBL)
12. Gomez-Pablos
13. Pusztai

کیفیت و شکل متفاوتی دارد (گریسون و اندرسون، ۲۰۰۳، ترجمه‌ی زارعی زوارکی و صفایی موحّد، ۱۳۸۴). آموزش الکترونیکی، پیاده‌سازی مناسب روش‌های آموزش با استفاده از ابزارها، نظام‌ها و سخت‌افزارها است که بسیاری از مشکلات و معضلات آموزش را مرتفع می‌سازد (مقامی، ۱۳۹۳). دانش‌آموزان زمان بیشتری را درگیر وظایف پروژه‌محور هستند، فرایند دانش‌آموزان برای یافتن معنی موجود در تکالیف پروژه، کار پروژه را برای تجربیات خود و در زندگی واقعی معنادار می‌کند (ایوانیتا و همکاران، ۲۰۲۱). از نظر طراحی، پروژه‌ها باز هستند. این بدان معناست که دانش‌آموزان باید راه‌حل‌های متعددی را در نظر بگیرند و ارزیابی کنند و شاید از انتخاب‌های خود دفاع کنند. همه این فعالیت‌ها مهارت‌های تفکر درجه بالاتری را در بر می‌گیرند (یاس، ۲۰۱۱). هدف این روش ارتقای یادگیری دانش، مهارت‌ها و شخصیت از طریق افزایش مشارکت دانش‌آموزان در فرایند یادگیری و با تاکید بر ابعاد عملی یادگیری و ارتباط آن با زندگی دانش‌آموزان و جوامعی است که در آن زندگی می‌کنند. در یادگیری مبتنی بر پروژه‌ی الکترونیکی دانش‌آموزان بیشتر با فناوری یادگیری تعامل دارند. دانش‌آموزان بیشتر مسئولیت‌های خود را به فرایند یادگیری و نتایجی که روی آن‌ها کار کرده‌اند منتقل می‌کنند (ایوانیتا و همکاران، ۲۰۲۱). گاردنر معتقد است کارکردهای اجرایی از هوش درون‌فردی نشأت می‌گیرد و در واقع ظرفیت محاسباتی فرد برای تشخیص و استفاده از اطلاعات خود است. این کارکردها رفتار فرد را با رهبری کردن سایر هوش‌ها برای رسیدن به هدف‌ها در موقعیت‌های مختلف زمانی، مکانی و روانی تنظیم می‌کند (گاردنر، ۲۰۰۶ به نقل از پورتاک‌دوست، ۱۳۹۸) و برنامه‌ریزی یکی از جنبه‌های مهم کارکردهای اجرایی است که تقویت آن به بهبود یادگیری و پیشرفت دانش‌آموزان کمک می‌کند.

با توجه به اینکه کارکردهای اجرایی نقش بسیار مهمی در رشد کودکان دوره‌ی دبستان دارد و تمامی فرایندهای شناختی پیچیده را که در انجام فعالیت‌های هدف‌مدار، دشوار یا جدید ضروری هستند را در خود جای می‌دهند، پژوهش در این زمینه اهمیت بسیاری دارد. از آنجایی که آموزش در دنیا در جهت الکترونیکی شدن و استفاده از بسترهای آنلاین است و همچنین توجه به تربیت علمی \_ فناوریانه دانش‌آموزان به عنوان یکی از ساحت‌های سند تحول آموزش و پرورش حائز اهمیت است، ضرورت انجام پژوهشی در ارتباط با تاثیر راهبرد آموزش مبتنی بر پروژه‌ی الکترونیکی بر بهبود کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان ضروری احساس می‌شود.

برای بررسی تاثیر یادگیری مبتنی بر پروژه‌ی الکترونیکی بر مؤلفه‌ی برنامه‌ریزی کارکردهای اجرایی پژوهش‌هایی در داخل و خارج از کشور انجام شده است که به طور خلاصه بیان می‌شود:

سلمانی و سلیمان‌پور (۱۴۰۲) به مطالعه‌ای با عنوان یادگیری جذاب و اثربخش علوم تجربی برای شاگردان دوره‌ی ابتدایی با استفاده از رویکرد پروژه‌محور پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که به کارگیری رویکرد پروژه‌محور در برنامه‌ی درسی، به ویژه در آموزش علوم تجربی، باعث می‌شود دانش‌آموزان به درک عمیق‌تری از مفاهیم علمی برسند و آن‌ها را در دنیای واقعی به کار ببرند. این یافته‌ها نشان‌دهنده‌ی اهمیت روش‌های نوین آموزشی در تقویت یادگیری عمیق و کاربردی دانش‌آموزان است. عربلو و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهش خود تأثیر آموزش پروژه‌محور مبتنی بر فناوری بر مهارت زبان انگلیسی و خودتنظیمی دانش‌آموزان را بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که این روش یادگیری تأثیر مثبتی بر هر دو متغیر دارد. با این حال، در اکثر پژوهش‌های پیشین، به طور خاص به تأثیر یادگیری مبتنی بر پروژه‌های الکترونیکی بر مؤلفه‌های کارکردهای اجرایی توجه نشده است. این موضوع یک خلا پژوهشی محسوب می‌شود که پژوهش حاضر به آن می‌پردازد. سیفی و همکاران (۱۳۹۵) نیز به اثربخشی یادگیری سازگار با مغز بر مؤلفه‌های برنامه‌ریزی و حل مسئله کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان پرداخته‌اند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که یادگیری سازگار با مغز بر افزایش مؤلفه‌های برنامه‌ریزی و حل مسئله مؤثر بوده است. اما پژوهش حاضر با تمرکز بر یادگیری مبتنی بر پروژه‌های الکترونیکی، به دنبال بررسی تأثیرات خاص این رویکرد نوآورانه بر کارکردهای اجرایی است که در پژوهش‌های گذشته به طور جامع مورد بررسی قرار نگرفته است. هلن برد (۲۰۱۹) تأثیر یادگیری پروژه‌محور بر کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان را بررسی کرد و نشان داد که این رویکرد فرصت‌های جذابی برای کشف و اجرای مهارت‌های کارکردهای اجرایی فراهم می‌کند. سگوندو مارکس و همکاران (۲۰۲۲) نیز به توسعه کارکردهای اجرایی در اواخر دوران کودکی و نقش یادگیری مشارکتی پرداخته‌اند، اما پژوهش حاضر به بررسی دقیق‌تری از تأثیر یادگیری پروژه‌محور الکترونیکی بر این مؤلفه‌ها

می‌پردازد و به دنبال شواهد عینی برای اثبات تأثیرات مثبت این رویکرد است. با وجود این که پژوهش‌های متعددی به بررسی روش‌های یادگیری پروژه‌محور پرداخته‌اند، اما هنوز به طور خاص به تأثیر یادگیری مبتنی بر پروژه‌های الکترونیکی بر مؤلفه‌های کارکردهای اجرایی توجه نشده است. این خلأ پژوهشی نشان‌دهنده‌ی نیاز به پژوهش‌های بیشتر در این حوزه است. پژوهش حاضر با هدف پر کردن این خلأ، به بررسی دقیق تأثیر یادگیری پروژه‌محور الکترونیکی بر مؤلفه‌های برنامه‌ریزی و کارکردهای اجرایی می‌پردازد. فیروزی (۱۳۸۹) به بررسی رابطه‌ی کارکردهای اجرایی (استدلال، سازمان‌دهی-برنامه‌ریزی و حافظه‌ی کاری) با میزان اضطراب امتحان دانش‌آموزان پایه‌ی پنجم ابتدایی پرداخت. یافته‌های او نشان داد که بین کارکردهای اجرایی استدلال و حافظه‌ی کاری با میزان اضطراب امتحان رابطه‌ی معناداری وجود دارد، در حالی که هیچ رابطه‌ی معنی‌داری بین کارکرد اجرایی سازمان‌دهی-برنامه‌ریزی و میزان اضطراب امتحان به دست نیامد. همچنین، بین دو گروه از دانش‌آموزان با اضطراب امتحان بالا و پایین در کارکردهای اجرایی استدلال و حافظه‌ی کاری تفاوت معنادار مشاهده شد؛ اما در کارکرد اجرایی سازمان‌دهی-برنامه‌ریزی بین دو گروه تفاوتی دیده نشد. این نتایج نشان‌دهنده‌ی اهمیت کارکردهای اجرایی در مدیریت اضطراب امتحان و تأثیر آن‌ها بر عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان است. رینی و کلیفا (۲۰۲۰) نیز پژوهش ماژول الکترونیکی با یادگیری مبتنی بر پروژه: نوآوری دیجیتال را انجام دادند. هدف این مطالعه توسعه ماژول‌های الکترونیکی بود که با یادگیری مبتنی بر پروژه برای یادگیری مهارت‌های اساسی همکاری می‌کنند. نتایج توسعه محصول نشان می‌دهد که همکاری بین ماژول‌های الکترونیکی و یادگیری مبتنی بر پروژه، پاسخ خوبی از سوی کارشناسان و کاربران، اعم از مربیان و دانش‌آموزانی که واجد شرایط معیارهای مناسب به عنوان مواد آموزشی بودند، دریافت کرد. به زعم پژوهشگران، این توسعه یکی از شکل‌های نوآوری محصول دیجیتال است که نیازهای یادگیری فعلی و آینده را برای دانش‌آموزان به منظور استفاده ماهرانه از فناوری اطلاعات در عصر دیجیتال فراهم می‌کند. صفراالدین و همکاران (۲۰۲۰) تأثیر یادگیری پروژه‌محور به کمک رسانه‌های الکترونیکی بر انگیزه‌ی یادگیری و مهارت‌های فرایند علمی را بررسی کردند. نتایج داده‌ها نشان داد که استفاده از یادگیری مبتنی بر پروژه بر اساس استراتژی رسانه الکترونیکی مؤثر است و بر بهبود KPS (مهارت‌های فرایند علمی) و انگیزه یادگیری دانش‌آموزان دبستانی تأثیر می‌گذارد. این یافته‌ها بر اهمیت یادگیری مبتنی بر پروژه‌های الکترونیکی در ارتقاء انگیزه و مهارت‌های علمی تأکید می‌کند. پاسکوال و همکاران (۲۰۱۹) نیز رابطه بین کارکردهای اجرایی و عملکرد تحصیلی در آموزش ابتدایی را به صورت مرور و فراتحلیل بررسی کردند. این بررسی قدرت پیش‌بینی خوبی از عملکردهای اجرایی در مرحله آموزش ابتدایی را نشان می‌دهد و حتی در سنین اولیه بالاتر است، که نشان‌دهنده اهمیت زیاد آن در توصیف عملکرد آینده است. این نتایج بر اهمیت توجه به کارکردهای اجرایی در فرایند یادگیری و آموزش تأکید می‌کند و می‌تواند به عنوان مبنایی برای طراحی برنامه‌های آموزشی مؤثر مورد استفاده قرار گیرد. این پژوهش نه تنها به برطرف‌سازی خلأ موجود در ادبیات پژوهشی کمک می‌کند؛ بلکه با ارائه شواهد علمی و عینی، به درک بهتر از تأثیر یادگیری مبتنی بر پروژه‌های الکترونیکی بر کارکردهای اجرایی می‌پردازد. این موضوع به ویژه در عصر دیجیتال کنونی که فناوری در آموزش نقش فزاینده‌ای دارد، از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به نیازهای آموزشی دانش‌آموزان و چالش‌های موجود، این پژوهش می‌تواند به بهبود روش‌های آموزشی و ارتقاء کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان کمک نماید.

در نهایت، پژوهش محمدی<sup>۱</sup> (۲۰۱۸) به بررسی تأثیر مقایسه‌ای یادگیری پروژه‌محور و یادگیری پروژه‌محور الکترونیکی پرداخته است، اما این پژوهش با تمرکز بر ابعاد خاص کارکردهای اجرایی و برنامه‌ریزی، به بررسی عمیق‌تری از این موضوع می‌پردازد. به این ترتیب، پژوهش حاضر با تکیه بر نتایج پژوهش‌های پیشین و شناسایی خلاهای موجود، برتری و نوآوری خود را در زمینه تأثیر یادگیری مبتنی بر پروژه‌های الکترونیکی بر کارکردهای اجرایی نشان می‌دهد و به حل مسائل عینی و علمی در نمونه مورد نظر کمک می‌کند.

نوآوری این پژوهش در آن است که با ترکیب دو رویکرد یادگیری الکترونیکی و پروژه‌محور، به بررسی تأثیر این روش نوین آموزشی بر تقویت مؤلفه برنامه‌ریزی به عنوان یکی از کلیدی‌ترین مهارت‌های کارکردهای اجرایی می‌پردازد. برخلاف پژوهش‌های پیشین که عمدتاً به محیط‌های سنتی یا ترکیبی محدود شده بودند، این پژوهش به صورت ویژه بر بستر تمام‌الکترونیک تمرکز دارد که با نیازهای آموزشی عصر دیجیتال و سیاست‌های تحول‌گرایانه نظام آموزشی ایران همسو است. همچنین، در حالی که

پژوهش‌های گذشته کارکردهای اجرایی را به صورت کلی بررسی کرده‌اند، این پژوهش با انتخاب هدفمند دو مؤلفه انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی - که نقش حیاتی در موفقیت تحصیلی دانش‌آموزان در محیط‌های یادگیری خودمحور دارد - گامی فراتر نهاده و بینش‌های جدیدی را درباره چگونگی تقویت این مهارت از طریق پروژه‌های الکترونیکی ارائه می‌دهد. این رویکرد نه تنها شکاف موجود در ادبیات پژوهشی را پر می‌کند؛ بلکه با ارائه الگویی بومی، راهکارهای عملی برای بهبود کیفیت آموزش الکترونیکی ایران پیشنهاد می‌کند.

در شرایطی که سیستم آموزشی ایران در حال حرکت به سمت آموزش‌های الکترونیکی است، بسیاری از دانش‌آموزان با چالش‌های مربوط به سازمان‌دهی تکالیف، مدیریت زمان و برنامه‌ریزی در محیط‌های آنلاین روبه‌رو هستند. این مطالعه با بررسی تأثیر یادگیری پروژه‌محور الکترونیکی بر مهارت برنامه‌ریزی، می‌تواند الگوهای آموزشی مؤثرتری را برای بهبود خودتنظیمی دانش‌آموزان ارائه دهد. همچنین، با ارائه شواهد تجربی از نمونه‌های دانش‌آموزی در کشور ایران، به سیاست‌گذاران آموزشی کمک می‌کند تا برنامه‌ریزی دقیق‌تری برای ادغام فناوری در فرایند یادگیری داشته باشند. پژوهش حاضر می‌تواند به عنوان یک گام مهم در جهت درک بهتر تأثیر یادگیری مبتنی بر پروژه‌های الکترونیکی بر کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان در دوران ابتدایی تلقی شود. این پژوهش می‌تواند به بهبود کیفیت آموزشی و ارتقاء مهارت کارکردهای اجرایی (مؤلفه‌های انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی) در دانش‌آموزان کمک کند و به عنوان یک الگوی آموزشی مؤثر در عصر دیجیتال مطرح شود.

## ۲. روش پژوهش

هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر یادگیری مبتنی بر پروژه‌های الکترونیکی بر مؤلفه انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی در کارکردهای اجرایی بوده است. پژوهش از نوع کاربردی، به صورت نیمه‌آزمایشی با دو گروه آزمودنی، گروه آزمایش و گروه کنترل انجام شد. جامعه‌ی مورد بررسی دانش‌آموزان دختر پایه‌ی پنجم ابتدایی شهر تهران در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ بوده است که روش نمونه‌گیری در این پژوهش از نوع در دسترس با جایگزینی غیرتصادفی بوده است. برای نمونه‌گیری ابتدا از میان کلیه مدارس ابتدایی شهر تهران، دانش‌آموزان پایه‌ی پنجم یک مدرسه به صورت هدفمند انتخاب شد. سپس ۳۶ نفر از دانش‌آموزان به صورت غیرتصادفی در گروه آزمایش (۱۸ نفر) و گروه کنترل (۱۸ نفر) قرار گرفت و پژوهش مورد نظر انجام شد. در یک گروه مطالب درس علوم به شیوه‌ی معمول تدریس می‌شد و در گروه دیگر به صورت آموزش مبتنی بر پروژه در بستر الکترونیکی انجام می‌شد. برای سنجش مؤلفه‌های انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی، از آزمون برج هانوی<sup>۱</sup> نسخه‌ی نرم‌افزاری استفاده شد. آزمون برج هانوی برای اولین بار توسط لوکاس<sup>۲</sup> (۱۸۸۳) با هدف اندازه‌گیری توانایی‌های مختلفی از جمله برنامه‌ریزی و حل مسئله طراحی و ابداع شد. آزمون شامل سه میله و تعدادی حلقه در اندازه‌های مختلف است. فرد باید با حرکت دادن حلقه‌ها از موقعیت شروع، که همه حلقه‌ها از بزرگ به کوچک روی هم قرار گرفته‌اند، آن‌ها را به میله‌ی هدف منتقل نمایند. رعایت سه قانون در جابه‌جایی حلقه‌ها ضروری است: ۱) در هر زمان فقط امکان جابه‌جایی یک حلقه وجود دارد و دو حلقه را هم‌زمان نمی‌توان جابه‌جا کرد؛ ۲) در زمان جابه‌جایی یک حلقه، حلقه دیگر نمی‌تواند در دست فرد یا روی میز قرار داشته باشد؛ ۳) مهم‌ترین قانون این است که در زمان انتقال حلقه‌ها در هیچ حالتی نباید حلقه بزرگتر روی حلقه کوچکتر قرار گیرد (نجاتی، ۱۴۰۰). روایی و پایایی این آزمون به صورت پیش‌فرض پذیرفته شده است و به دلیل کاربرد فراوان نیازی به تأیید ندارد. با این حال همبستگی این آزمون را با یک سری سؤالات شفاهی در مورد حرکت دیسک‌ها ارزیابی شده است و آلفای کرونباخ ۰/۷۹ برای آن به دست آمده است. این پایایی با روش پیش‌آزمون - پس‌آزمون ۰/۷۹ به دست آمده است (دیویس<sup>۳</sup>، ۲۰۱۱ به نقل از حسینی، حاتمی و نصرتی، ۱۳۹۸).

ابتدا پروژه‌ی مربوط به درس علوم برای گروه آزمایش در ۹ جلسه آنلاین طراحی شد و فعالیت‌های مربوط به هر جلسه در سامانه بارگذاری شد. سپس یک جلسه به آموزش نحوه‌ی کار با سامانه برای دانش‌آموزان و گروه‌بندی آن‌ها اختصاص داده شد. پس از آن جلسات آموزشی و فعالیت‌های هدفمند جهت ارتقا کارکردهای اجرایی آن پیوسته برگزار شد. فعالیت‌های خواسته شده توسط آموزگار توسط دانش‌آموزان در زمان مشخص شده در سایت تعیین شده بارگذاری می‌شد. تعدادی از فعالیت‌ها گروهی و

1. Tower of hanoi

2. Lucas

3. Davis

تعدادی به صورت فردی طراحی شده بود و برای انجام فعالیت‌ها، سایت‌ها و منابع الکترونیکی مورد نیاز به دانش‌آموزان معرفی می‌شد. هر جلسه‌ی آموزشی علاوه بر تدریس به گفتگو و بازخورد پیرامون فعالیت‌های انجام شده پیش می‌رفت و در نهایت ارزشیابی از عملکردهای دانش‌آموزان انجام می‌شد.

این بسته آموزشی با اتکا بر چندین چارچوب‌های نظری در روان‌شناسی یادگیری و تربیتی طراحی گردید؛ نظریه ساختارگرایی ژان پیاژه که بر یادگیری فعال و اکتشافی تأکید دارد، نقشه راه اصلی را فراهم کرد و اطمینان داد که دانش‌آموزان از طریق تعامل مستقیم و حل مسئله، به ساخت دانش می‌پردازند. علاوه بر این، نظریه یادگیری اجتماعی-شناختی آلبرت بندورا، با تأکید بر مشاهده، مدل‌سازی و بازخورد، مبانی لازم برای طراحی فعالیت‌های گروهی و تعاملی را تقویت کرد. همچنین، نظریه یادگیری موقعیتی بافت‌گرای جین لائو، لزوم قرارگیری یادگیری در بافت‌های واقعی و معنادار را یادآوری نمود و پروژه را حول مسائل ملموس زندگی روزمره شکل داد. این تلفیق نظری، پایه‌ای مستحکم برای خلق یک تجربه یادگیری عمیق و همه‌جانبه فراهم آورد.

فرآیند طراحی و تدوین این بسته آموزشی، طی چندین مرحله نظام‌مند و دقیق انجام پذیرفت. در گام اول، با انجام یک نیازسنجی دقیق، هدف‌های یادگیری در سه حیطه شناختی، عاطفی و روانی-حرکتی، مطابق با طبقه‌بندی معروف بلوم، تعریف و تبیین شدند. این هدف‌ها، از تعریف مفاهیم پایه گرفته تا مهارت‌های پیچیده‌ای مانند تجزیه و تحلیل، ترکیب و ارزش‌گذاری را در بر می‌گرفت. در مرحله بعد، محتوای آموزشی و فعالیت‌های مربوط به هر یک از نه جلسه، حول محور یک سؤال اساسی کلیدی طراحی گردید که دانش‌آموزان را به کاوش و جست‌وجو ترغیب می‌کرد. برای هر جلسه، سناریوهای آموزشی دقیقی شامل انتظارات از دانش‌آموز، نقش معلم و نوع تعاملات پیش‌بینی شد. انتخاب بستر الکترونیکی مناسب (سایت پدلت) و طراحی نحوه به کارگیری آن برای بارگذاری تکالیف، دریافت بازخورد و تعامل، بخش‌های این مرحله بود.

اعتبار یا روایی این بسته آموزشی از دو جنبه محتوایی و ظاهری مورد بررسی و تأیید قرار گرفت. برای اطمینان از روایی محتوایی، کلیه هدف‌ها، فعالیت‌ها، منابع درسی و سناریوهای طراحی شده، در معرض داوری چندین تن از متخصصان علوم تربیتی و نیز یک معلم مجرب پایه پنجم ابتدایی قرار گرفت. این کار باعث شد تا مطمئن شویم محتوای تولیدشده نه تنها با هدف‌های برنامه‌درسی ملی همسو است، بلکه با اصول نظریه‌های یادگیری پایه نیز کاملاً انطباق دارد. برای سنجش روایی ظاهری و اطمینان از قابلیت درک و اجرای پروژه توسط گروه هدف، یک مطالعه مقدماتی با حضور پنج دانش‌آموز پایه پنجم (خارج از نمونه اصلی پژوهش) انجام شد. بازخوردهای ارزشمند این گروه کوچک، امکان رفع ابهامات و اصلاح نقاط ضعف قبل از اجرای نهایی را فراهم کرد.

برای حصول اطمینان از پایایی و قابلیت اعتماد بسته آموزشی و همچنین اطمینان از اجرای یکسان آن، یک راهنمای اجرای بسیار دقیق و جزئی‌نگر برای معلم تهیه گردید. این راهنما شامل شرح کاملی از هدف‌های هر جلسه، فهرست منابع مورد نیاز، سؤالات کلیدی برای هدایت بحث‌ها، معیارهای شفاف ارزشیابی و همچنین نحوه ارائه بازخورد مؤثر به دانش‌آموزان بود. به موازات آن، از ابزارهای عینی و استانداردشده‌ای مانند نسخه نرم‌افزاری آزمون برج هانوی برای سنجش متغیرهای وابسته پژوهش (برنامه‌ریزی و انعطاف‌پذیری شناختی) استفاده شد که پایایی آنها در مطالعات پیشین به اثبات رسیده بود. برای هنجاریابی و استانداردسازی فرآیند اجرا، تمامی مراحل، از زمان‌بندی گرفته تا نحوه ارائه دستورالعمل‌ها و معیارهای سنجش، برای همه دانش‌آموزان گروه آزمایش به صورت کاملاً یکسان و کنترل‌شده به کار بسته شد تا اثر متغیرهای مزاحم خارجی به حداقل ممکن برسد.

در نهایت، پس از تکمیل طراحی و اطمینان از روایی و پایایی، این بسته آموزشی در قالب نه جلسه آنلاین برای گروه آزمایش به اجرا درآمد. یک جلسه اضافی نیز به آموزش نحوه کار با سامانه و تشکیل گروه‌ها اختصاص یافت. در طول این جلسات، دانش‌آموزان با هدایت معلم و طبق راهنمای تدوین‌شده، در فعالیت‌های متنوعی مانند انجام پژوهش فردی، مطالعه منابع معرفی‌شده، انجام آزمایش‌های عملی، تدوین مصاحبه، مشارکت در بحث‌های گروهی و ساخت نقشه‌های مفهومی درگیر شدند. آنها نتایج حاصل از هر فعالیت را در بازه‌های زمانی مشخص شده در سامانه پدلت بارگذاری می‌کردند. بازخورد مستمر از سوی معلم و همکلاسی‌ها، بخش جدایی‌ناپذیر هر جلسه بود. در پایان دوره، ارزشیابی نهایی عملکرد دانش‌آموزان از طریق بررسی کیفیت پروژه‌های تحویلی، میزان مشارکت در مباحث و نتایج پس‌آزمون با ابزار استاندارد برج هانوی انجام پذیرفت.

### ۳. یافته‌های پژوهش

در این پژوهش، هدف بررسی تأثیر راهبرد مبتنی بر پروژه‌ی الکترونیکی بر انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی دانش‌آموزان پایه‌ی پنجم ابتدایی در درس علوم بود. برای ارزیابی این تأثیر، از آزمون برج هانوی استفاده شد. دو خروجی اصلی این آزمون که مورد بررسی قرار گرفتند، شامل زمان پایان آزمون (برای اندازه‌گیری انعطاف‌پذیری شناختی) و تعداد حرکات لازم برای رسیدن به موفقیت (برای اندازه‌گیری برنامه‌ریزی) است. در ادامه، ابتدا ویژگی‌های جمعیت‌شناختی نمونه مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس نتایج آزمون در دو بخش آمار توصیفی و آمار استنباطی ارائه می‌گردد.

#### ۳-۱. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی مهم نمونه (دانش‌آموزان) به شرح زیر است:

- سن: میانگین سنی دانش‌آموزان در این پژوهش حدود ۱۱ سال است که نشان‌دهنده‌ی همگنی سنی در گروه نمونه می‌باشد.
  - جنسیت: گروه نمونه تنها شامل دختران است که این موضوع می‌تواند تأثیرات خاصی بر نتایج پژوهش داشته باشد.
  - وضعیت تحصیلی: نمرات قبلی دانش‌آموزان در درس علوم متنوع بوده و در سطح‌های مختلفی قرار دارد. این تنوع در نمرات نشان‌دهنده‌ی وجود تفاوت‌های معنادار در سطح تحصیلی دانش‌آموزان است.
- قبل از گزارش نتایج آزمون استنباطی، اطلاعات توصیفی مربوط به زمان و حرکات آزمون در جدول‌های ۱ و ۲ گزارش شده است.

#### ۳-۲. یافته‌های توصیفی

##### زمان آزمون

اطلاعات توصیفی مربوط به متغیر زمان آزمون (برای انعطاف‌پذیری شناختی) در جدول ۱ گزارش شده است.

جدول ۱. اطلاعات متغیر زمان آزمون در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به تفکیک گروه آزمایش و کنترل

| گروه   | زمان آزمون | تعداد | کمترین | بیشترین | میانگین | انحراف استاندارد |
|--------|------------|-------|--------|---------|---------|------------------|
| کنترل  | پیش‌آزمون  | ۱۸    | ۵۵     | ۳۶۱     | ۱۲۳/۲۸  | ۷۵/۹۹            |
|        | پس‌آزمون   | ۱۸    | ۵۳     | ۳۶۱     | ۱۱۸     | ۶۹/۳۰            |
| آزمایش | پیش‌آزمون  | ۱۸    | ۶۷     | ۲۵۱     | ۱۳۷/۳۳  | ۵۴/۴۲            |
|        | پس‌آزمون   | ۱۸    | ۳۳     | ۲۲۱     | ۸۵/۷۸   | ۳۹/۷۵            |

با توجه به اطلاعات جدول ۱ میانگین زمان آزمون در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون برای هر دو گروه کنترل و آزمایش کاهش یافته است. در پیش‌آزمون متوسط زمان صرف شده گروه آزمایش بیشتر از گروه کنترل است، ولی در پس‌آزمون نتیجه عکس شده است.

##### تعداد حرکات آزمون

اطلاعات توصیفی مربوط به متغیر زمان آزمون (برای برنامه‌ریزی) در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲. اطلاعات متغیرهای حرکات آزمون در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به تفکیک گروه آزمایش و کنترل

| گروه   | حرکات آزمون | تعداد | کمترین | بیشترین | میانگین | انحراف استاندارد |
|--------|-------------|-------|--------|---------|---------|------------------|
| کنترل  | پیش‌آزمون   | ۱۸    | ۱۵     | ۵۶      | ۲۸      | ۹/۳۲             |
|        | پس‌آزمون    | ۱۸    | ۱۵     | ۵۱      | ۲۵      | ۹/۶۵             |
| آزمایش | پیش‌آزمون   | ۱۸    | ۱۵     | ۴۰      | ۲۷      | ۸/۹۹             |
|        | پس‌آزمون    | ۱۸    | ۱۵     | ۲۲      | ۱۸      | ۲                |

با توجه به اطلاعات جدول ۲ میانگین تعداد حرکات در هر دو گروه آزمایش و کنترل در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش یافته است.

## ۳-۳. یافته‌های استنباطی

در این قسمت با استفاده از آزمون‌های آماری به آزمون فرضیه‌های پژوهش می‌پردازیم. پژوهش حاضر، شامل یک متغیر مستقل (آموزش راهبرد یادگیری مبتنی بر پروژه الکترونیکی) و دو متغیر وابسته (انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی) می‌باشد. پژوهش حاضر به دنبال بررسی این فرضیه کلی بود که «راهبرد مبتنی بر پروژه الکترونیکی بر بهبود (انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی) دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی در درس علوم تأثیر معناداری دارد.» برای بررسی این فرضیه کلی، با توجه به اینکه متغیرهای همراه عبارت هستند از مقادیر پیش‌آزمون و پس‌آزمون در زمان آزمون (متغیر انعطاف‌پذیری شناختی) و حرکات آزمون (متغیر برنامه‌ریزی)؛ بنابراین ابتدا جهت تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش و تعیین اینکه آیا ترکیب خطی متغیرهای وابسته پس از تعدیل تفاوت‌های اولیه، از متغیرهای مستقل تأثیر پذیرفته‌اند یا نه، پس از بررسی مفروضات لازم، از روش تجزیه و تحلیل کوواریانس استفاده شد.

ابتدا سه مفروضه تحلیل کوواریانس شامل نرمال بودن، همگنی واریانس‌ها و همگنی ضرایب رگرسیون مورد بررسی قرار گرفت. برای اطمینان از برقراری مفروضه نرمال بودن توزیع داده‌ها، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و بررسی نمودارهای Q-Q استفاده شد. نتایج نشان داد که نمرات متغیرهای وابسته (انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی) در هر دو گروه آزمایش و کنترل از توزیع نرمال پیروی می‌کنند ( $P < 0.05$ ). این یافته با مشاهده تمرکز داده‌ها حول خط نرمال در نمودارهای Q-Q و عدم وجود انحراف شدید در کشیدگی و چولگی تایید شد. همچنین، مقادیر skewness و kurtosis در محدوده  $\pm 2$  قرار داشتند که نشان‌دهنده انطباق داده‌ها با توزیع نرمال بود. این بررسی اطمینان داد که استفاده از آزمون‌های پارامتریک مانند ANCOVA برای تحلیل داده‌ها مناسب است.

مفروضه همگنی واریانس‌ها با آزمون لوین و همگنی شیب رگرسیون با آزمون تعامل گروه  $\times$  پیش‌آزمون ارزیابی شدند. نتایج آزمون لوین نشان داد که واریانس نمرات پس‌آزمون در دو گروه آزمایش و کنترل یکسان است ( $F=1.23, p=0.27$ ). همچنین، آزمون تعامل بین گروه و نمرات پیش‌آزمون معنادار نبود ( $F=0.89, p=0.35$ ) که مؤید برقراری مفروضه همگنی شیب رگرسیون بود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که رابطه بین متغیر کمکی (پیش‌آزمون) و متغیر وابسته (پس‌آزمون) در بین گروه‌ها یکسان است و می‌توان از تحلیل کوواریانس برای مقایسه گروه‌ها استفاده کرد. بررسی خطی بودن این رابطه نیز با ضریب همبستگی پیرسون ( $r=0.68, p<0.01$ ) و مشاهده الگوی خطی در نمودار پراکندگی تایید شد.

## ۳-۳-۱. فرضیه اول پژوهش

راهبرد مبتنی بر پروژه‌ی الکترونیکی بر بهبود انعطاف‌پذیری شناختی دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی در درس علوم تأثیر معناداری دارد.

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس در جدول زیر گزارش شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای دو گروه آزمایش و کنترل در متغیر انعطاف‌پذیری شناختی

| منابع تغییر شاخص          | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | F     | اندازه اثر | سطح معناداری |
|---------------------------|---------------|------------|-----------------|-------|------------|--------------|
| پیش‌آزمون                 | ۵۵۱۷۸/۳۴      | ۱          | ۵۵۱۷۸/۳۴        | ۳۴/۱۴ | ۰/۵۱       | ۰/۰۰۰۱       |
| تفاوت دو گروه در پس‌آزمون | ۱۴۷۹۷/۱۵      | ۱          | ۱۴۷۹۷/۱۵        | ۹/۱۶  | ۰/۲۲       | ۰/۰۰۵        |
| خطا                       | ۵۳۳۳۰/۷۷      | ۳۳         | ۱۶۱۶/۰۸         |       |            |              |
| کل                        | ۱۱۷۸۵۳/۶۵     | ۳۵         |                 |       |            |              |

جدول ۳ نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی تفاوت دو گروه آزمایش و کنترل با حذف عامل پیش‌آزمون را نشان می‌دهد. با توجه به سطر دوم جدول و با کنترل اثر پیش‌آزمون مشاهده می‌گردد که دو گروه آزمایش و کنترل دارای تفاوت معناداری در نمرات پس‌آزمون میزان انجام صرف‌شده (متغیر انعطاف‌پذیری شناختی) هستند ( $P < 0.05$  و  $F=9.16$ ). در نتیجه مقدار آماره مشاهده شده از مقدار بحرانی در سطح اطمینان ۰/۰۵ و درجه آزادی ۳۳ و ۱ بزرگتر است. بنابراین راهبرد مبتنی بر پروژه‌ی الکترونیکی توانسته است زمان انجام آزمون (بهبود انعطاف‌پذیری شناختی) را در دانش‌آموزان کاهش دهد.

## ۳-۳-۲. فرضیه دوم پژوهش

«راهبرد مبتنی بر پروژه‌ی الکترونیکی بر بهبود برنامه‌ریزی دانش‌آموزان پایه‌ی پنجم ابتدایی در درس علوم تاثیر معناداری دارد.»  
نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای فرضیه دوم، در جدول ۴ گزارش شده است.

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای دو گروه آزمایش و کنترل در متغیر برنامه‌ریزی

| منابع تغییر شاخص          | مجموع مجزورات | درجه آزادی | میانگین مجزورات | F     | اندازه اثر | سطح معناداری |
|---------------------------|---------------|------------|-----------------|-------|------------|--------------|
| پیش‌آزمون                 | ۴۱۵/۸۴        | ۱          | ۴۱۵/۸۴          | ۱۱/۱۰ | ۰/۲۵       | ۰/۰۰۲        |
| تفاوت دو گروه در پس‌آزمون | ۶۷۴/۳۹        | ۱          | ۶۷۴/۳۹          | ۱۸    | ۰/۳۵       | ۰/۰۰۰۱       |
| خطا                       | ۱۲۳۶/۱۶       | ۳۳         | ۳۷/۴۶           |       |            |              |
| کل                        | ۲۰۹۳          | ۳۵         |                 |       |            |              |

جدول ۴ نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی تفاوت دو گروه آزمایش و کنترل با حذف عامل پیش‌آزمون را نشان می‌دهد. با توجه به سطر دوم جدول و با کنترل اثر پیش‌آزمون مشاهده می‌گردد که دو گروه آزمایش و کنترل دارای تفاوت معناداری در پس‌آزمون تعداد حرکات (متغیر برنامه‌ریزی) هستند ( $P < ۰/۰۵$  و  $F = ۱۸$ ). در نتیجه مقدار آماره مشاهده شده از مقدار بحرانی در سطح اطمینان ۰/۰۵ و درجه آزادی ۳۳ و ۱ بزرگتر است. بنابراین راهبرد مبتنی بر پروژه‌ی الکترونیکی توانسته است تعداد حرکات برای رسیدن به نتیجه مطلوب را کاهش دهد.

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی تاثیر راهبرد یادگیری مبتنی بر پروژه‌ی الکترونیکی بر کارکردهای اجرایی (انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی) است. نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داده است که راهبرد مبتنی بر پروژه الکترونیکی بر بهبود مؤلفه انعطاف‌پذیری شناختی برنامه‌ریزی دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی در درس علوم تاثیر معناداری دارد. در مورد فرضیه اول این پژوهش، نتایج نشان داد که استفاده از راهبرد یادگیری مبتنی بر پروژه الکترونیکی تاثیر مثبت و معناداری بر بهبود انعطاف‌پذیری شناختی دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی در درس علوم داشته است. تحلیل داده‌ها با استفاده از روش تحلیل کوواریانس حاکی از آن است که دانش‌آموزان گروه آزمایش که در بستر الکترونیکی به انجام پروژه‌های علوم پرداختند، در مقایسه با گروه کنترل که از روش‌های سنتی استفاده کردند، پیشرفت قابل توجهی در انعطاف‌پذیری شناختی از خود نشان دادند. این بهبود با مقدار  $F$  برابر با ۹/۱۶ و سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ تأیید شده است. به نظر می‌رسد که ماهیت تعاملی و غیرخطی پروژه‌های الکترونیکی، دانش‌آموزان را وادار به تفکر انعطاف‌پذیر، تغییر راهبردهای حل مسئله و تطبیق با شرایط جدید کرده است.

در مورد فرضیه دوم این پژوهش، همچنین، نتایج، تاثیر مثبت و معنادار راهبرد یادگیری پروژه‌محور الکترونیکی را بر بهبود مهارت برنامه‌ریزی دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی در درس علوم، نشان می‌دهد. نتایج تحلیل کوواریانس با مقدار  $F$  برابر با ۱۸ و سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵، گویای این است که دانش‌آموزان گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل، در پس‌آزمون عملکرد بهتری در مؤلفه برنامه‌ریزی داشتند. این احتمال وجود دارد که طراحی پروژه‌های الکترونیکی، که نیازمند سازماندهی گام‌به‌گام فعالیت‌ها، مدیریت زمان و اولویت‌بندی وظایف است، به تقویت مهارت‌های برنامه‌ریزی در دانش‌آموزان منجر شده باشد. این نتیجه نشان می‌دهد که به‌کارگیری فناوری‌های آموزشی در قالب پروژه‌های الکترونیکی می‌تواند به عنوان یک راهبرد مؤثر در بهبود کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان دوره ابتدایی مورد استفاده قرار گیرد.

پژوهش حاضر نشان داد که راهبرد یادگیری مبتنی بر پروژه‌ی الکترونیکی تاثیر معناداری بر بهبود انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی دانش‌آموزان دارد. این یافته با نتایج چندین مطالعه‌ی داخلی و خارجی همسو است. برای مثال، پژوهش هلن برد (۲۰۱۹) تأیید می‌کند که یادگیری پروژه‌محور فرصت‌هایی را برای تقویت کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان فراهم می‌آورد و به آن‌ها کمک می‌کند تا در محیط‌های علمی و شخصی موفق شوند. همچنین، اسکروچی و اسکروچی (۲۰۱۰) دریافتند که دانش‌آموزان در محیط‌های یادگیری فعال و فناوریمحور، عملکرد بهتری در درک مفاهیم پیچیده دارند. این نتایج نشان می‌دهد

که ترکیب پروژه‌های الکترونیکی با آموزش، می‌تواند به بهبود مهارت‌های شناختی مانند برنامه‌ریزی و انعطاف‌پذیری کمک کند. علاوه بر این، صفالدین و همکاران (۲۰۲۰) و سیفی و همکاران (۱۳۹۵) نیز تأثیر مثبت روش‌های یادگیری نوین، از جمله یادگیری سازگار با مغز و پروژه‌محور، را بر کارکردهای اجرایی تأیید کرده‌اند. این همسویی نشان می‌دهد که رویکردهای فعال و فناورانه در آموزش، به ویژه در درس علوم، می‌توانند به دانش‌آموزان کمک کنند تا مهارت‌های شناختی خود را تقویت کنند.

با این حال، برخی پژوهش‌ها با یافته‌های حاضر ناهمسو هستند. برای مثال، بان<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۶) تفاوت معناداری در عملکرد برنامه‌ریزی بین گروه‌های آزمایش و کنترل مشاهده نکردند. این ناهمسویی ممکن است به دلیل تفاوت در نمونه‌های مورد مطالعه یا روش‌های اندازه‌گیری متغیرها باشد. همچنین، میکو<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۹) و فیروزی (۱۳۸۹) ارتباط ضعیف‌تری بین برنامه‌ریزی و پیشرفت تحصیلی گزارش کردند که احتمالاً به دلیل تفاوت در زمینه‌های فرهنگی، سن شرکت‌کنندگان یا ابزارهای سنجش است.

در مجموع، می‌توان گفت که همسویی اکثر پژوهش‌ها با نتایج حاضر نشان‌دهنده تأثیر مثبت یادگیری پروژه‌محور الکترونیکی بر کارکردهای اجرایی است. با این حال، عوامل متعددی مانند روش‌شناسی پژوهش، ویژگی‌های نمونه‌ها و ابزارهای اندازه‌گیری می‌توانند بر نتایج تأثیر بگذارند و منجر به ناهمسویی در برخی پژوهش‌ها شوند.

در تبیین این یافته‌ها می‌توان گفت استفاده صحیح از فناوری‌های جدید می‌تواند به طور چشم‌گیری بر موفقیت دانش‌آموزان تأثیر بگذارد و کارکردهای اجرایی آن‌ها به خصوص مولفه‌ی برنامه‌ریزی آن‌ها را بهبود بخشد اما نکته‌ای که برای دانش‌آموزان به خصوص در دوره‌ی ابتدایی بسیار دارای اهمیت است این است که پیش از به کارگیری فناوری‌های مختلف آموزش‌های لازم را به آن‌ها ارائه بدهیم تا بتوانند یادگیری عمیق‌تر و عملکرد بهتری را داشته باشند.

بر اساس دیدگاه پیاژه، یادگیری مؤثر زمانی رخ می‌دهد که دانش‌آموزان به‌صورت فعال در فرایند کشف و ساخت دانش درگیر شوند. در این پژوهش، استفاده از راهبرد یادگیری مبتنی بر پروژه الکترونیکی، شرایطی را فراهم کرد که دانش‌آموزان با تعامل مستقیم با محتوای آموزشی و حل مسئله در یک محیط انعطاف‌پذیر، بتوانند به‌صورت پویا مفاهیم علمی را درک کنند. این فرایند، همسو با نظریه پیاژه، موجب تقویت انعطاف‌پذیری شناختی شد؛ چراکه دانش‌آموزان مجبور بودند در مواجهه با چالش‌های پروژه، راه‌حل‌های مختلف را آزمون و خطا کنند و در صورت نیاز، راهبردهای خود را اصلاح نمایند.

از سوی دیگر، نظریه بندورا بر نقش یادگیری مشاهده‌ای، خودتنظیمی و بازخورد در بهبود کارکردهای شناختی تأکید دارد. در این پژوهش، بستر الکترونیکی با فراهم‌آوردن امکان همکاری گروهی، بازخورد فوری و مدلسازی رفتارهای شناختی (مانند برنامه‌ریزی و سازماندهی پروژه)، به دانش‌آموزان کمک کرد تا مهارت‌های برنامه‌ریزی خود را ارتقا دهند. به‌ویژه، ماهیت گام‌به‌گام پروژه‌ها و نیاز به تقسیم وظایف و مدیریت زمان، دانش‌آموزان را وادار به استفاده از راهبردهای فراشناختی کرد.

علاوه بر این، نظریه بار شناختی سوئلر نیز می‌تواند تبیین‌کننده نتایج باشد. طراحی پروژه‌های الکترونیکی در این پژوهش، با کاهش بار شناختی نامربوط (به‌ویژه با استفاده از محیط چندرسانه‌ای و تعاملی)، به دانش‌آموزان امکان داد منابع شناختی خود را بر فرایند‌های سطح بالاتر مانند انعطاف‌پذیری و برنامه‌ریزی متمرکز کنند. این موضوع، به‌ویژه در بهبود عملکرد گروه آزمایش در برج هانوی (به عنوان ابزار سنجش کارکردهای اجرایی) مشهود بود.

در نهایت، یافته‌های این پژوهش با نظریه یادگیری موقعیتی لاو نیز همسو است؛ چراکه پروژه‌های الکترونیکی، یادگیری را در یک موقعیت واقع‌گرایانه قرار دادند که نیازمند تطبیق مستمر با شرایط جدید بود. این امر نه تنها انگیزه درونی دانش‌آموزان را افزایش داد، بلکه به آن‌ها اجازه داد تا دانش را در بافتی معنادار به کار گیرند، که این خود به بهبود هر دو مؤلفه انعطاف‌پذیری و برنامه‌ریزی منجر شد.

تمام راهبردهای پژوهشی دارای محدودیت‌هایی هستند و پژوهش حاضر نیز از این امر مستثنی نیست. محدودیت‌هایی که در پژوهش انجام شده وجود داشته، احتمالاً در نتایج آن اثرگذار بوده‌است و تعمیم آن را با احتیاط همراه می‌کند. محدودیت‌های پژوهش حاضر را می‌توان به دو دسته قابل کنترل و غیرقابل کنترل تقسیم کرد. برخی از این محدودیت‌ها تحت کنترل پژوهشگر

بوده و با برنامه‌ریزی دقیق‌تر می‌توان اثر آن‌ها را کاهش داد، در حالی که برخی دیگر خارج از کنترل محقق هستند و باید در تفسیر نتایج به آن‌ها توجه شود.

از جمله محدودیت‌های قابل کنترل، روش نمونه‌گیری در دسترس است که ممکن است منجر به سوگیری در انتخاب شرکت‌کنندگان شود. برای کاهش این مشکل، پژوهشگر می‌تواند در پژوهش‌های آینده از روش‌های نمونه‌گیری تصادفی مانند نمونه‌گیری تصادفی ساده یا خوشه‌ای استفاده کند تا نمایندگی بهتری از جامعه آماری فراهم شود. همچنین، تهدید اعتبار درونی ناشی از طراحی نیمه‌آزمایشی را می‌توان با افزایش کنترل بر متغیرهای مداخله‌گر، مانند استفاده از گروه‌های مقایسه بیشتر یا تطبیق دقیق‌تر گروه‌ها از نظر ویژگی‌های جمعیت‌شناختی، کاهش داد. علاوه بر این، تمرکز پژوهش بر تنها دو مؤلفه کارکردهای اجرایی (انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی) نیز یک محدودیت قابل کنترل محسوب می‌شود که با گسترش پژوهش به سایر مؤلفه‌ها مانند حافظه کاری و بازداری پاسخ می‌توان آن را برطرف کرد.

در مقابل، برخی محدودیت‌های غیرقابل کنترل نیز وجود دارند که خارج از اختیار پژوهشگر هستند. برای مثال، زمان محدود آموزشی یک چالش اساسی است؛ زیرا بررسی تأثیرات بلندمدت راهبرد یادگیری مبتنی بر پروژه الکترونیکی نیازمند دوره‌های آموزشی طولانی‌تر و پیگیری‌های مکرر است که ممکن است به دلیل محدودیت‌های زمانی و منابع آموزشی میسر نباشد. همچنین، ماهیت نیمه‌آزمایشی پژوهش باعث می‌شود که نتوان به‌طور کامل روابط علی را استنباط کرد؛ چراکه در این روش، کنترل کامل بر تمام متغیرهای بیرونی امکان‌پذیر نیست. علاوه بر این، ویژگی‌های فردی دانش‌آموزان مانند انگیزه، سطح توانایی‌های شناختی اولیه، و دسترسی به فناوری نیز می‌توانند بر نتایج تأثیر بگذارند؛ اما کنترل کامل این عوامل در یک پژوهش میدانی دشوار است. در نهایت، با وجود این محدودیت‌ها، می‌توان با طراحی پژوهش‌های آینده گسترده‌تر، استفاده از نمونه‌های بزرگ‌تر و متنوع‌تر، و به‌کارگیری روش‌های ترکیبی (کیفی و کمی)، دقت و اعتبار پژوهش‌های آتی را افزایش داد. همچنین، تکرار این پژوهش در دروس دیگر و مقاطع تحصیلی متفاوت می‌تواند به درک بهتر تأثیر یادگیری پروژه‌محور الکترونیکی بر کارکردهای اجرایی کمک کند.

### تشکر و قدردانی

از تمامی عزیزانی که در انجام این پژوهش، ما را همراهی کرده‌اند سپاس‌گزارم.

### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافی ندارد.

### References

- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8(2), 71-82. <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>.
- Arablou, P., Hemmati, F., Roohi, A., & Khodabandeh, F. (2021). The Effect of Technology-Based Project-Based Learning on Students' English Language Skills and Self-Regulation. *Linguistic Research in Foreign Languages*, 11(2), 273-295. <https://doi.org/10.22059/jflr.2021.316780.798> [In Persian]
- Bandura, A. (1977). *Social Learning Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Bannon, S., Gonsalves, C., Croft, R., & Boyce, P. (2006). Executive Function In Obsessive-Compulsive Disorder. *Development and Education*, 56, 24-38.
- Beard, H. V. (2019). *The effect of project-based learning on students' executive functions* (Doctoral dissertation, Tennessee State University).
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39-43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Boss, S. (2011). *Project-Based Learning: A Short History*. Retrieved from <https://www.edutopia.org/project-based-learning-history>.

- Cortés Pascual, A., Moyano Muñoz, N., & Quilez Robres, A. (2019). The relationship between executive functions and academic performance in primary education: Review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 10, 1582. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01582>
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, 334(6054), 311-311. <https://doi.org/10.1126/science.1204529>
- Eliana, E. D. S., Senam, S., Wilujeng, I., & Jumadi, J. (2016). The effectiveness of project-based e-learning to improve ICT literacy. *Journal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1), 51-55. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i1.6853>
- Eskrootchi, R., & Oskrochi, G. R. (2010). A study of the efficacy of project-based learning integrated with computer-based simulation-STELLA. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(1), 236-245. <https://doi.org/10.2307/23612813>
- Evanita, S., & Afdal, Z. (2021). *Electronic Project Based Learning: A Literature Review*. In Seventh Padang International Conference On Economics Education, Economics, Business and Management, Accounting and Entrepreneurship (PICEEBA 2021) (pp. 247-252). Atlantis Press.
- Firouzi, Setareh (2010). *The relationship between executive functions (reasoning, organizing-planning, and working memory) and the level of test anxiety among fifth-grade elementary school students in Tehran*. Master's thesis. Allameh Tabatabaei University, Tehran. [In Persian].
- Ghaemi, F., Rostami, R., Mirkamali, S. M. & Salehi, K. (2021). A systematic and analytical review of the theories, components and models of executive functions of the brain. *Scientific Journal of Psychology*, 10(6), 211-226. <http://frooyesh.ir/article-1-2509-fa.html> [In Persian]
- Grayson, D. R.; Anderson, T. (2005). *E-learning in the 21st Century: Theoretical and Scientific Foundations*. Translated by Zarei-Zwarki, Esmaeil, Safaei-Mohaved, Saeed. Tehran: Science and Technology Publishing Institute. [In Persian]
- Gómez-Pablos, V. B., del Pozo, M. M., & Muñoz-Repiso, A. G. V. (2017). Project-based learning (PBL) through the incorporation of digital technologies: An evaluation based on the experience of serving teachers. *Computers in Human Behavior*, 68, 501-512. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.036>
- Hosseini, Z., Hatami, J., & Nosrati, F. (2019). Developmental analysis of problem-solving in elementary school students using the tower of Hanoi. *Journal of School Psychology and Institutions*, 8(31), 56-73. <https://doi.org/10.22098/JSP.2019.841> [In Persian]
- Issa, H. B., & Khataibeh, A. (2021). The Effect of Using Project Based Learning on Improving the Critical Thinking among Upper Basic Students from Teachers' Perspectives. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 11(2), 52-57. <https://doi.org/10.14527/pegegog.2021.003>
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development (2nd ed.)*. Pearson Education.
- Maghami, H. R. (2014). *Comparing the effects of three methods of face-to-face, electronic and blended learning on learning, retention, motivation and academic achievement and social skills of students majoring in educational technology at Allameh Tabatabaei University*. PhD thesis, Allameh Tabatabaei University, Tehran. [In Persian].
- Micco, J., Henin, A., Biederman, J., Petty, C., & Beker, D. (2009). Executive Function In Patients With Depression And Anxiety. *Journal of Depression and Anxiety*, 26(9), 780-790. <https://doi.org/10.1002/da.20606>
- Micco, J., Henin, A., Biederman, J., Petty, C., Beker, D. (2009). Executive Function In Patients With Depression And Anxiety. *Journal Of DepressAnxiety*, 26(9), 780-790. <https://doi.org/10.1002/da.20573>
- Mohamadi, Z. (2018). Comparative effect of project-based learning and electronic project-based learning on the development and sustained development of English idiom knowledge. *Journal of Computing in Higher Education*, 30(2), 363-385. <https://doi.org/10.1007/s12528-018-9201-5>
- Nejati, V., Sharifian, M., Barzegar, B., Rabiei, F., Shokoufehfar, Sh., ... & Mohammadrajabi, M. (2021). Validity study of executive function tests in a sample of Iranian children. *Quarterly*

- Journal of Applied Psychology*, 15(4), 233-257. <https://doi.org/10.52547/APSY.2022.225080.1227> [In Persion]
- Pascual, A., Moyano Muñoz, N., & Quilez Robres, A. (2019). The relationship between executive functions and academic performance in primary education: Review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 10, 1582. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01582>
- Portak Doost, S. S. (2019). *Design and evaluation of the effectiveness of the executive functions improvement program for 5-year-old children*. PhD thesis. Cognitive Sciences Research Institute. [In Persion]
- Pusztai, K. K. (2021). Evaluation of project-based learning. *Acta Didactica Napocensia*, 14(1), 64-75. <https://doi.org/10.24193/adn.14.1.8>
- Rini, T. A., & Cholifah, P. S. (2020). Electronic module with project based learning: Innovation of digital learning product on 4.0 era. *Teknologi Pendidikan*, 5(2), 155-161. <https://doi.org/10.17977/um039v5i22020p155>
- Robledo-Castro, C., Hederich-Martínez, C., & Castillo-Ossa, L. F. (2023). Cognitive stimulation of executive functions through computational thinking. *Journal of Experimental Child Psychology*, 235, 105738. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2023.105738>
- Safaruddin, S., Ibrahim, N., Juhaeni, J., Harmilawati, H., & Qadrianti, L. (2020). The effect of project-based learning assisted by electronic media on learning motivation and science process skills. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 1(1), 22-29. <https://doi.org/10.46843/jiecr.v1i1.5>
- Salmani Mohammad Abadi, B., & Soleimanpour, Z. (2023). Engaging and effective learning of experimental sciences for elementary school students using the project-based approach (PBL). *Research in Experimental Science Education*, 2(7), 84-60. [DOR:20.1001.1.27834387.1402.2.7.5.3](https://doi.org/10.27834387.1402.2.7.5.3) [In Persion].
- Seifi, S., Ebrahimi Ghavam, S., Ashayeri, H., Farokhi, N. A., & Dartaj, F. (2017). The Effectiveness of a Brain Compatible Learning on Cognitive Flexibility and Selective Attention of Students. *Advances in Cognitive Sciences*, 75(19), 51-61. <http://icssjournal.ir/article-1-546-fa.html> [In Persion]
- Seifi, S., Ebrahimi Ghavam, S., Ashayeri, H., Farokhi, N. A., & Dortaj, F. (2017). The effectiveness of brain-compatible learning on the planning and problem-solving components of executive functions of elementary school students. *Quarterly Journal of Educational Psychology*, 13(43), 101-118. <https://doi.org/10.22054/jep.2017.7763> [In Persion].
- Segundo-Marcos, R., Carrillo, A. M., Fernández, V. L., & González, M. T. D. (2022). Development of executive functions in late childhood and the mediating role of cooperative learning: A longitudinal study. *Cognitive Development*, 63, 101219. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2022.101219>