



The Effect of Algorithm-Based Educational Games on Elementary Students' Academic Self-Efficacy and Logical Thinking in Mathematics

Mojtaba Rezaei Rad

Department of Educational Technology, Sar.C., Islamic Azad University, Sari, Iran.
rezaeirad@iau.ac.ir

Abstract

Background and Objectives: The use of new educational methods at the elementary level is of increasing importance. Therefore, the present study was conducted with the aim of investigating the effect of algorithm-based educational games on academic self-efficacy and logical thinking of fourth-grade male elementary students in public schools of Sari in the 2025–2026 academic year.

Methodology: The present study was applied in terms of purpose and quasi-experimental in terms of method, using a pretest-posttest design with a control group. The statistical population included 4,215 students, from which 40 eligible students were selected through multistage cluster random sampling and assigned to an experimental group ($n = 20$) and a control group ($n = 20$). The data collection instruments were the Sherer Academic Self-Efficacy Questionnaire and the Kember Logical Thinking Questionnaire, which were administered as pretests and posttests. The experimental group received algorithm-based educational game instruction in ten 45-minute sessions, while the control group received alternative activities including non-algorithmic games. For data analysis, descriptive statistics and multivariate analysis of covariance (MANCOVA) with control of the pretest effect were used.

Findings: The results of multivariate analysis of covariance showed that algorithm-based educational games had a significant effect on academic self-efficacy ($F = 27.13$, partial $\eta^2 = 0.74$) and logical thinking ($F = 28.95$, partial $\eta^2 = 0.72$) of students in the experimental group, indicating that approximately 74% and 72% of the variance in each dependent variable, respectively, was explained by the intervention.

Conclusion: The findings indicate that the use of algorithm-based educational games can be considered as an effective approach in enhancing academic self-efficacy and logical thinking skills of fourth-grade male elementary students, which can be utilized by teachers, instructional designers, and curriculum planners.

Keywords: Algorithm-based educational games, Academic self-efficacy, Logical thinking, Elementary school students.

Received: 2026/01/24; Revised: 2026/05/17; Accepted: 2026/07/27; Published online: 2026/08/05

Citation: Rezaeirad, M. (2026). The effect of algorithm-based educational games on elementary students' academic self-efficacy and logical thinking in mathematics. *Research and Innovation in Primary Education*, 8(2), - . <https://doi.org/10.48310/reek.2025.16543.1321>

Publisher: Farhangian University

<https://reek.cfu.ac.ir/>

Article type: Research Article

©2026/authors retain the copyright and full publishing rights



Extended Abstract

Introduction: Educational systems play a vital role in intellectual development and preparing learners for complex challenges. Mathematics education is particularly important because it develops not only computational abilities but also reasoning, analytical thinking, decision making, and problem-solving skills. The elementary years establish the cognitive foundations for higher-order thinking and future academic success. Consequently, improving mathematics instruction has become a global priority, with increasing emphasis on conceptual understanding rather than procedural memorization. Despite educational reforms, many elementary mathematics classrooms still rely on teacher-centered instruction based on explanation, repetition, and practice. Although these approaches may improve procedural accuracy, they provide limited opportunities for reasoning, exploration, and independent problem solving. As a result, students may become dependent on memorized procedures, struggle with unfamiliar problems, and lose confidence in mathematics.

Academic self-efficacy is a key psychological factor influencing mathematics learning. According to Bandura's Social Cognitive Theory, it refers to learners' beliefs about their ability to accomplish academic tasks successfully. Students with strong self-efficacy demonstrate greater persistence, use effective learning strategies, and respond more positively to challenges. Therefore, instructional approaches that provide successful learning experiences can strengthen academic confidence. Logical thinking is another major objective of mathematics education. It involves analyzing relationships, recognizing patterns, evaluating alternatives, and developing reasoned conclusions. Mathematics naturally promotes these abilities through systematic reasoning and problem solving, enabling learners to transfer knowledge to new situations.

Recent technological advances have expanded opportunities for interactive learning. Among these innovations, game-based learning combines educational objectives with challenge, feedback, exploration, and active participation. Algorithm-based educational games are especially valuable because they require learners to identify patterns, organize sequential steps, construct procedures, evaluate solutions, and revise strategies, thereby promoting reasoning and motivation. The effectiveness of algorithm-based games is supported by social cognitive theory, constructivism, and cognitive load theory, which suggest that structured game environments promote mastery experiences, active knowledge construction, and efficient cognitive processing. However, evidence regarding their effectiveness in elementary mathematics, particularly in Iranian schools, remains limited. Therefore, this study investigated the effects of algorithm-based educational games on academic self-efficacy and logical thinking among fourth-grade male students in Iranian public schools.

Methodology: This applied quantitative study employed a quasi-experimental pretest-posttest control group design to examine the effectiveness of algorithm-based educational games on students' academic self-efficacy and logical thinking. The design allowed evaluation of intervention effects while controlling initial differences between groups. The statistical population included all male fourth-grade students in public elementary schools of Sari, Mazandaran Province, Iran, during the 2024–2025 academic year ($N = 4,215$). Multistage cluster sampling was conducted. One educational district, one school, and two fourth-grade classrooms were randomly selected and assigned to experimental and control groups. The final sample consisted of 40 students (20 per group). Pretest results confirmed that the groups were equivalent before the intervention.

The experimental group participated in ten 45-minute sessions during regular mathematics classes. The algorithm-based educational games were designed according to fourth-grade mathematics content and focused on pattern recognition, sequencing, algorithm construction, evaluation of strategies, and problem solving. Activities included individual and collaborative tasks with immediate feedback and teacher guidance. The control group participated in non-algorithmic activities, including numerical games, multiplication exercises, traditional competitions, and puzzles without sequential procedures. Both groups received equal instructional time to ensure that algorithmic structure was the main difference between the interventions.

Academic self-efficacy was measured using the Sherer General Self-Efficacy Scale (Sherer et al., 1982), consisting of 17 items related to effort, persistence, and initiative. Cronbach's alpha for the total scale was 0.83. Logical thinking was assessed using the Kember Logical Thinking Questionnaire (Kember, 2000), containing 16 items across habitual action, understanding, reflective thinking, and critical thinking dimensions, with a reliability coefficient of 0.84. Data were analyzed using descriptive statistics and Multivariate Analysis of Covariance (MANCOVA) after examining statistical assumptions, including normality, variance homogeneity, and regression slope equality.

Findings: Descriptive results indicated that the experimental and control groups were comparable before the intervention in both academic self-efficacy and logical thinking. All participants completed the pretest and posttest assessments. The assumptions required for MANCOVA were confirmed. Normality was supported through Shapiro–Wilk tests and skewness and kurtosis values. Levene's test showed no significant differences in

variances between groups ($p > 0.05$), Box's M test confirmed homogeneity of covariance matrices, and the interaction between group and pretest scores was not significant.

In the control group, academic self-efficacy increased from 3.22 (SD = 0.27) at pretest to 3.50 (SD = 0.45) at posttest. In the experimental group, scores increased from 3.25 (SD = 0.34) to 4.23 (SD = 0.43). Regarding logical thinking, the control group showed a slight increase from 2.90 (SD = 0.30) to 3.10 (SD = 0.28), while the experimental group improved from 3.05 (SD = 0.32) to 4.00 (SD = 0.35). These findings demonstrate that algorithm-based educational games produced greater improvements than conventional instruction.

MANCOVA results after controlling for pretest scores showed a significant effect of the intervention on academic self-efficacy ($F = 27.13$, $p < 0.001$, partial $\eta^2 = 0.74$). The experimental group achieved significantly higher adjusted posttest scores, indicating that algorithm-based games improved students' confidence in mathematics. Similarly, the intervention had a significant effect on logical thinking ($F = 28.95$, $p < 0.001$, partial $\eta^2 = 0.72$). Students who participated in algorithm-based games obtained higher adjusted scores than those in the control group. Therefore, both hypotheses were supported, confirming the positive effect of algorithm-based educational games on academic self-efficacy and logical thinking.

Discussion: The findings demonstrate that algorithm-based educational games significantly improved academic self-efficacy and logical thinking among fourth-grade male students, with large practical effects (partial $\eta^2 = 0.74$ and 0.72). These results align with previous research on game-based learning.

The improvement in self-efficacy supports Bandura's Social Cognitive Theory, as the games provided repeated mastery experiences through successful problem-solving and immediate feedback, reinforcing students' mathematical confidence—consistent with Kebritchi et al. (2010) and Sung and Hwang (2013). The enhancement in logical thinking is consistent with constructivist perspectives (Piaget, Vygotsky), as algorithmic activities required analysis, pattern recognition, and strategy evaluation, corroborating findings by Kim et al. (2018) and Papadakis and Kalogiannakis (2019). The simultaneous improvement in both variables suggests a reciprocal relationship between confidence and cognitive growth, with important implications for instructional design.

Conclusion and Recommendations: This study examined the effectiveness of algorithm-based educational games on fourth-grade male students' academic self-efficacy and logical thinking in mathematics. The findings showed that students who participated in the intervention achieved significant improvements compared with conventional instruction. These results support social cognitive theory, which considers mastery experiences as a major source of self-efficacy, and constructivist perspectives, which emphasize active knowledge construction. The simultaneous improvement in self-efficacy and logical thinking suggests that confidence and cognitive development may reinforce each other during learning.

The findings have important educational implications. Algorithm-based games can serve as an effective approach for mathematics teachers by promoting engagement, collaboration, problem solving, and reflective thinking. Curriculum designers and educational policymakers may consider integrating such activities into elementary mathematics programs. Teacher training programs should also prepare educators to effectively design and implement algorithm-based learning experiences.

Several limitations should be considered. The sample size was small and limited to male students in one urban area, reducing the generalizability of findings. The intervention lasted only ten sessions, and the long-term stability of improvements remains uncertain. In addition, the study could not completely separate the effects of game design, teacher facilitation, and peer interaction. Future research should involve larger and more diverse samples (including female students and different geographic regions), longer interventions, multiple assessment methods, and longitudinal designs. Further studies may also examine variables such as intrinsic motivation, mathematics anxiety, and prior gaming experience as possible factors influencing the effectiveness of algorithm-based educational games.

Ethical Considerations: The study received approval from relevant educational authorities and school administrators. Written informed consent was obtained from parents or legal guardians. Participants were informed about the purpose of the research, confidentiality procedures, and their right to withdraw without academic consequences. All data were anonymized and stored securely to protect participant privacy.

Funding: This research received no specific grant.

Role of Each Author: The author made substantial contributions to all aspects of the study, including conceptualization, methodology, data collection, analysis, and manuscript preparation.

Conflict of Interest: The author declares no conflicts of interest.

Acknowledgements: The author thanks the students, parents, teachers, and educational authorities of Sari for their cooperation.



تأثیر بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم بر خودکارآمدی تحصیلی و تفکر منطقی دانش‌آموزان

مجتبی رضایی‌راد

استادیار گروه تکنولوژی آموزشی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران.
rezaeirad@iau.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: استفاده از روش‌های نوین آموزشی در دوره ابتدایی از اهمیت فزاینده‌ای برخوردار است. از این رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم بر خودکارآمدی تحصیلی و تفکر منطقی دانش‌آموزان پسر پایه چهارم ابتدایی مدارس دولتی شهر ساری در سال تحصیلی ۱۴۰۴-۱۴۰۵ انجام شد.

روش: پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش شبه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری شامل ۵۴۲۱ دانش‌آموز بود که از میان آن‌ها ۴۰ دانش‌آموز واجد شرایط با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای چندمرحله‌ای انتخاب، و به دو گروه آزمایش (۲۰ نفر) و کنترل (۲۰ نفر) تقسیم شدند. ابزار گردآوری داده‌ها شامل پرسش‌نامه خودکارآمدی تحصیلی شرر و پرسش‌نامه تفکر منطقی کمبر بود که به‌صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون اجرا شد. گروه آزمایش طی ۱۰ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای آموزش مبتنی بر بازی‌های آموزشی الگوریتمی را دریافت کرد، در حالی که گروه کنترل فعالیت‌های جایگزین شامل بازی‌های غیرالگوریتمی را دریافت نمود. داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی و تحلیل کوواریانس چندمتغیره با کنترل اثر پیش‌آزمون تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم تأثیر معناداری بر خودکارآمدی تحصیلی (آماره $F = ۲۷/۱۳۲$)، اندازه اثر = $۰/۷۴$) و تفکر منطقی (آماره $F = ۲۸/۹۵$)، اندازه اثر = $۰/۷۲$) دانش‌آموزان گروه آزمایش دارد.

نتیجه‌گیری: یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم می‌تواند به‌عنوان رویکردی مؤثر در ارتقای خودکارآمدی تحصیلی و مهارت‌های تفکر منطقی دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی مورد توجه معلمان، طراحان آموزشی و برنامه‌ریزان درسی قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم، خودکارآمدی تحصیلی، تفکر منطقی، دانش‌آموزان دوره ابتدایی.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۰۴؛ تاریخ اصلاح: ۱۴۰۵/۰۲/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۰۵؛ تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۵/۱۴

استناد به این مقاله: رضایی راد، مجتبی. (۱۴۰۵). تأثیر بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم بر خودکارآمدی تحصیلی و تفکر منطقی دانش‌آموزان ابتدایی در درس ریاضی. پژوهش و نوآوری در آموزش ابتدایی، ۸(۲)، - . <https://doi.org/10.48310/reek.2025.16543.1321>

نوع مقاله: پژوهشی

<https://reek.cfu.ac.ir/>

ناشر: دانشگاه فرهنگیان

© ۱۴۰۵ // نویسندگان دارنده حق مؤلف مقاله خود بدون محدودیت هستند.



مقدمه

آموزش ریاضیات در دوره ابتدایی، به دلیل نقش آن در شکل‌گیری توانایی‌های شناختی، استدلالی و حل مسئله، یکی از ارکان اساسی نظام‌های آموزشی محسوب می‌شود. این دوره زمانی است که بسیاری از نگرش‌های یادگیری، الگوهای تفکر و مهارت‌های پایه‌ای دانش‌آموزان شکل می‌گیرد و زمینه موفقیت تحصیلی و حرفه‌ای آنان در سال‌های بعد را فراهم می‌سازد. از این منظر، ریاضیات صرفاً دانشی برای انجام محاسبات عددی نیست، بلکه ابزاری برای سازمان‌دهی اندیشه، تحلیل موقعیت‌ها، استدلال منطقی و تصمیم‌گیری آگاهانه به شمار می‌رود (Kilpatrick et al., 2001; NCTM, 2014). پژوهش‌های متعددی نیز نشان داده‌اند که کیفیت آموزش ریاضیات در سال‌های نخست تحصیل، افزون بر عملکرد تحصیلی، با رشد کارکردهای اجرایی، انعطاف‌پذیری شناختی، استدلال منطقی و توانایی حل مسئله در سال‌های بعد ارتباط مستقیم دارد (OECD, 2023; Darling-Hammond et al., 2020). با وجود این اهمیت، نتایج مطالعات بین‌المللی از جمله TIMSS نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از دانش‌آموزان، به‌ویژه در حوزه استدلال و کاربرد مفاهیم ریاضی، عملکرد مطلوبی ندارند و در حل مسائل غیرروتین با دشواری مواجهند (Mullis et al., 2024). این یافته‌ها نشان می‌دهد که چالش آموزش ریاضیات صرفاً انتقال مفاهیم نیست، بلکه پرورش توانایی اندیشیدن و استدلال کردن است. یکی از دلایل اصلی این وضعیت، غلبه رویکردهای سنتی تدریس در کلاس‌های ریاضی است. در این رویکردها، آموزش عمدتاً بر انتقال مستقیم دانش، حفظ قواعد و تکرار تمرین‌های مشابه استوار است و دانش‌آموزان فرصت اندکی برای تحلیل، کشف، آزمون راهبردها و مشارکت فعال در فرایند یادگیری پیدا می‌کنند (Hiebert & Grouws, 2007; Boaler, 2016). در نتیجه، موفقیت در ریاضیات، بیش از آنکه به فهم روابط و استدلال وابسته باشد، به حفظ الگوریتم‌های ازپیش‌تعیین‌شده محدود می‌شود. چنین شرایطی نه تنها رشد تفکر منطقی را محدود می‌کند، بلکه بر باورهای انگیزشی دانش‌آموزان نیز اثر منفی می‌گذارد. در این میان، خودکارآمدی تحصیلی، یعنی باور فرد نسبت به توانایی خود در انجام موفقیت‌آمیز تکالیف، یکی از مهم‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های تلاش، پشتکار و عملکرد تحصیلی شناخته می‌شود (Bandura, 1997; Schunk & DiBenedetto, 2020). بنابراین، بهبود آموزش ریاضیات مستلزم طراحی محیط‌های یادگیری‌ای است که بتوانند هم‌زمان فرایندهای شناختی و باورهای انگیزشی دانش‌آموزان را تقویت کنند. در پاسخ به این نیاز، یادگیری مبتنی بر بازی به‌عنوان یکی از رویکردهای فعال آموزشی مورد توجه قرار گرفته است. این رویکرد، با ترکیب عناصر آموزشی و انگیزشی، زمینه مشارکت فعال، تجربه یادگیری معنادار و افزایش انگیزش را فراهم می‌کند (Plass et al., 2020; Gee, 2007). با این حال، یکسان تلقی کردن همه بازی‌های آموزشی می‌تواند به برداشت نادرستی از ظرفیت‌های این رویکرد منجر شود؛ زیرا بازی‌های آموزشی از نظر ساختار شناختی تفاوت‌های اساسی با یکدیگر دارند. بسیاری از بازی‌ها صرفاً با هدف افزایش جذابیت آموزش یا تمرین مطالب درسی طراحی می‌شوند و الزاماً یادگیرنده را درگیر فرایندهای شناختی سطح بالا نمی‌کنند. در مقابل، بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم بر پایه حل مسئله، طراحی راهبرد، تصمیم‌گیری مرحله‌ای و اصلاح مستمر خطاها شکل گرفته‌اند. در این بازی‌ها دانش‌آموز برای رسیدن به هدف ناگزیر است مسئله را تجزیه کند، روابط میان اجزا را تشخیص دهد، توالی منطقی اقدامات را طراحی کند، پیامد تصمیم‌های خود را پیش‌بینی کند و، در صورت نیاز، راهبرد خود را اصلاح نماید (Wing, 2013; Grover & Pea, 2006). بنابراین، مزیت این بازی‌ها صرفاً در جذابیت آن‌ها نیست، بلکه در ماهیت شناختی فعالیت‌هایی است که یادگیرنده را به استدلال نظام‌مند و تفکر الگوریتمی وادار می‌کند. بر اساس نظریه شناختی-اجتماعی بندورا، چنین تجربه‌هایی می‌تواند، از طریق فراهم کردن تجربه موفقیت، مشاهده موفقیت همسالان، دریافت بازخوردهای تشویقی و کاهش اضطراب، منابع چهارگانه شکل‌گیری خودکارآمدی را فعال سازد (Usher & Pajares, 2009). هم‌زمان، از منظر نظریه بار شناختی، سازمان‌دهی مرحله‌ای فعالیت‌ها موجب کاهش بار شناختی غیرضروری و تمرکز بیشتر حافظه فعال بر فرایندهای اصلی یادگیری می‌شود (Sweller et al., 2019). همچنین، رویکرد یادگیری فعال بر این نکته تأکید دارد که یادگیری عمیق زمانی رخ می‌دهد که دانش‌آموز در ساخت دانش مشارکت مستقیم داشته باشد، نه اینکه صرفاً دریافت‌کننده اطلاعات باشد (Freeman et al., 2014). از این رو، انتظار می‌رود

بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم، به دلیل هم‌زمانی این سازوکارهای شناختی و انگیزشی، نسبت به بسیاری از بازی‌های آموزشی متداول، ظرفیت بیشتری برای ارتقای تفکر منطقی و خودکارآمدی تحصیلی داشته باشند. مرور پژوهش‌های داخلی و خارجی اگرچه اثربخشی یادگیری مبتنی بر بازی را بر متغیرهایی مانند انگیزش، عملکرد تحصیلی و حل مسئله تأیید می‌کند (گلزار عزیز و همکاران، ۱۴۰۳؛ دیناروندی و همکاران، ۱۴۰۳؛ Ramli et al., 2025؛ Soriano-Sánchez et al., 2026)، اما نشان می‌دهد که بیشتر این مطالعات بازی آموزشی را به‌عنوان یک مفهوم کلی بررسی کرده‌اند و میان بازی‌های مبتنی بر الگوریتم و سایر انواع بازی‌های آموزشی تمایز روشنی قائل نشده‌اند. افزون بر این، بخش عمده‌ای از پژوهش‌ها تنها یکی از پیامدهای شناختی یا انگیزشی مانند انگیزش، خودکارآمدی یا عملکرد تحصیلی را بررسی کرده‌اند (بختیاری و همکاران، ۱۴۰۴؛ Campanilla, 2025)، در حالی که مطالعات اندکی به بررسی هم‌زمان متغیرهای شناختی و انگیزشی، به‌ویژه تفکر منطقی و خودکارآمدی تحصیلی، پرداخته‌اند. از سوی دیگر، بسیاری از پژوهش‌های مرتبط با بازی‌های مبتنی بر الگوریتم یا تفکر محاسباتی در مقاطع متوسطه و آموزش عالی انجام شده‌اند (Cafarella & Vasconcelos, 2025؛ Noordin, 2025؛ Szilágyi et al., 2025) یا جامعه آماری آن‌ها دانش‌آموزان دارای اختلالات یادگیری بوده است (حبیبی خوزانی و همکاران، ۱۴۰۳؛ امینیان و همکاران، ۱۴۰۳). همچنین، پژوهش‌هایی که به بازی‌های تعاملی یا بازی‌وارسازی پرداخته‌اند بیشتر بر جنبه‌های انگیزشی و مشارکتی تمرکز داشته‌اند و ساختار شناختی بازی‌ها را به‌طور اختصاصی تحلیل نکرده‌اند (جعفرخانی و همکاران، ۱۴۰۳؛ سبزی‌پور و فتاحی، ۱۴۰۳؛ بنی‌عامریان و اسمعیلی گوجار، ۱۴۰۰؛ Pan et al., 2025؛ Qotrunada & Furqon, 2024). در نتیجه، هنوز شواهد تجربی کافی درباره اثربخشی بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم بر تفکر منطقی و خودکارآمدی تحصیلی دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی وجود ندارد و مشخص نیست که آیا ویژگی‌های شناختی متمایز این نوع بازی‌ها می‌تواند به‌طور هم‌زمان هر دو سازه را تحت تأثیر قرار دهد. بر این مبنا، هدف پژوهش حاضر بررسی اثربخشی بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم بر خودکارآمدی تحصیلی و تفکر منطقی دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی در درس ریاضی است. در همین راستا، پژوهش حاضر می‌کوشد به این پرسش پاسخ دهد که «آیا استفاده از بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم می‌تواند به‌طور معناداری موجب ارتقای خودکارآمدی تحصیلی و تفکر منطقی دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی شود؟»

روش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، شبه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری شامل تمامی دانش‌آموزان پسر پایه چهارم ابتدایی مدارس دولتی شهر ساری در سال تحصیلی ۱۴۰۴-۱۴۰۵ بود و، با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای چندمرحله‌ای، ابتدا یک مدرسه به‌طور تصادفی انتخاب، و سپس دو کلاس همگن از آن مدرسه به‌عنوان خوشه برگزیده شده و به‌صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل (هر گروه ۲۰ نفر) گماشته شدند. گروه آزمایش طی ۱۰ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای آموزش مبتنی بر بازی‌های آموزشی الگوریتمی را دریافت کرد، اما، به منظور کنترل اثرات مداخله‌گرانه صرفاً خروج از روتین و جذابیت بازی، گروه کنترل به‌جای آموزش سنتی منفعلانه، فعالیت‌های جایگزین غیرالگوریتمی شامل بازی‌های عددی بدون ساختار الگوریتمی، جدول‌های ضرب تعاملی، مسابقه‌های گروهی ریاضی با رویکرد سنتی و حل معماهای عددی بدون دنباله الگوریتمی مشخص را در همان تعداد جلسات و مدت زمان مشابه انجام داد تا تنها تفاوت بین دو گروه در حضور یا عدم حضور ساختار الگوریتمی باشد. برای جلوگیری از انتقال اثر مداخله، کلاس‌ها در دو طبقه متفاوت مدرسه قرار گرفتند و دانش‌آموزان با یکدیگر تعامل نداشتند. همچنین، پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر دو گروه اجرا شد.

جدول ۱. مراحل انجام طرح آزمایشی آموزش ریاضی پایه چهارم با استفاده از بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم

جلسه	اهداف آموزشی	محتوای گروه آزمایش	فعالیت گروه آزمایش	فعالیت گروه کنترل (بازی غیرالگوریتمی)
۱	افزایش میل به آغازگری و اعتماد به توانایی حل مسئله؛ تقویت تفکر منطقی پایه‌ای	آشنایی با مفهوم الگوریتم و ترتیب گام‌های حل مسئله ریاضی	مرتب‌سازی مراحل حل یک مسئله ریاضی ساده، تجربه موفقیت اولیه و تقویت خودکارآمدی	بازی تطابق کارت‌های عددی، حل مسائل جمع و تفریق ساده بدون ساختار گام‌به‌گام
۲	تقویت پشتکار و تفکر منطقی تحلیلی	جمع و تفریق چندرقمی به روش الگوریتمی	حل مسائل عددی مرحله‌ای، توضیح راهبرد خود، تجربه موفقیت‌های کوچک و افزایش پشتکار	مسابقه گروهی حل مسائل جمع و تفریق با استفاده از روش‌های سنتی و بدون ساختار الگوریتمی
۳	ارتقای تفکر منطقی و توانایی استدلال؛ افزایش خودکارآمدی	شناسایی الگوهای عددی و ترتیبی در جدول‌های ضرب و الگوهای اعداد	تحلیل الگوها، پیش‌بینی عدد یا جواب مرحله بعد، تقویت توانایی استدلال و خودکارآمدی	بازی شناسایی الگوهای عددی ساده (بدون تحلیل مرحله‌ای و الگوریتمی)
۴	تقویت ابتکار و تصمیم‌گیری منطقی	الگوریتم‌های شرطی در مسائل ریاضی (اگر... آنگاه...)	انتخاب مسیر حل صحیح، بررسی پیامدهای مختلف، تمرین تصمیم‌گیری منطقی	حل مسائل شرطی ساده بدون نیاز به طراحی الگوریتم و تحلیل گام‌به‌گام
۵	افزایش پشتکار و خودکارآمدی تحصیلی؛ توسعه تفکر منطقی چندمرحله‌ای	حل مسئله چندمرحله‌ای ریاضی (جمع، تفریق، ضرب)	حل تدریجی مسئله، تجربه موفقیت‌های پی‌درپی، تقویت پشتکار و اعتماد به توانایی خود	حل مسائل چندمرحله‌ای با راهنمایی معلم و بدون ساختار الگوریتمی مشخص
۶	تقویت تفکر تحلیلی و انتقادی و ابتکار	شناسایی و اصلاح اشتباه در الگوریتم‌های ریاضی	شناسایی و اصلاح خطاها، تحلیل علت اشتباه، تمرین انعطاف‌پذیری ذهنی	تصحیح پاسخ‌های غلط در مسائل ریاضی بدون تحلیل گام‌به‌گام الگوریتمی
۷	ارتقای ابتکار و خودکارآمدی تحصیلی؛ تقویت مهارت حل مسئله	طراحی الگوریتم برای حل یک مسئله ریاضی ساده	طراحی الگوریتم شخصی، حل مسئله بر اساس الگوریتم خود، ارائه به گروه	حل خلاقانه یک مسئله ریاضی با هر روش دلخواه (بدون الزام به طراحی الگوریتم)
۸	تقویت پشتکار و اعتماد به توانایی گروهی؛ توسعه تفکر منطقی مشارکتی	بازی گروهی حل مسئله ریاضی با الگوریتم	حل مسئله به صورت گروهی، تبادل راهبردها، تمرین همکاری و تفکر جمعی	مسابقه گروهی حل مسائل ریاضی با روش‌های سنتی و بدون ساختار الگوریتمی
۹	تقویت تفکر انتقادی و انعطاف‌پذیری ذهنی؛ افزایش خودکارآمدی	حل مسائل چالشی ریاضی و پیش‌بینی پیامدها	انتخاب راهبرد مناسب، پیش‌بینی نتایج، حل مسئله و تجربه موفقیت در مواجهه با چالش‌ها	حل مسائل چالشی با راهنمایی معلم و بدون ساختار الگوریتمی مشخص
۱۰	تثبیت مهارت‌های تفکر منطقی و اعتماد به توانایی خود	جمع‌بندی مفاهیم الگوریتمی و کاربرد در درس ریاضی	بازتاب تجربه یادگیری، بیان احساس توانمندی، اعمال الگوریتم‌ها در مسائل جدید	مرور مفاهیم ریاضی، حل مسائل متنوع بدون ساختار الگوریتمی

برای گردآوری داده‌ها از دو ابزار استاندارد استفاده شد. ابزار نخست، پرسش‌نامه خودکارآمدی عمومی شرر و همکاران بود (Sherer et al., 1982). این پرسش‌نامه یکی از ابزارهای شناخته‌شده برای سنجش باورهای خودکارآمدی است و در پژوهش حاضر برای ارزیابی باور دانش‌آموزان نسبت به توانایی خود در انجام فعالیت‌های یادگیری و تکالیف آموزشی به کار گرفته شد. بر اساس نظریه شناختی-اجتماعی بندورا، باورهای خودکارآمدی نقش مهمی در انتخاب رفتار، میزان تلاش، پشتکار، نحوه رویارویی با موانع و عملکرد افراد در موقعیت‌های مختلف، از جمله محیط‌های آموزشی، دارند (Bandura, 1997). از این رو، این ابزار در بافت آموزشی پژوهش حاضر برای سنجش باورهای خودکارآمدی دانش‌آموزان مورد استفاده قرار گرفت.

مطابق Standards for Educational and Psychological Testing، شواهد روایی به تفسیر و کاربرد نمرات حاصل از ابزار در جامعه هدف مربوط است (Linn, 2011)؛ بنابراین، استفاده از یک ابزار در جامعه‌ای متفاوت از جامعه اولیه تدوین آن، مستلزم ارائه شواهدی از مناسب بودن، روایی و پایایی آن در همان جامعه است (American Educational Research Association, 2014). بر همین اساس، پیش از اجرای اصلی پژوهش، مطالعه مقدماتی بر روی ۳۰ دانش‌آموز پسر پایه چهارم ابتدایی، که در نمونه اصلی پژوهش حضور نداشتند، انجام شد. هدف از این مرحله، بررسی خوانایی، وضوح واژگان، قابلیت درک گویه‌ها، تناسب مفهومی سؤالات با سطح رشد شناختی دانش‌آموزان و برآورد اولیه پایایی ابزار بود. پس از تکمیل پرسش‌نامه، از دانش‌آموزان درباره میزان فهم گویه‌ها و واژه‌های دشوار بازخورد دریافت شد، و روایی صوری و محتوایی پرسش‌نامه نیز توسط متخصصان علوم تربیتی، روان‌شناسی تربیتی و معلمان پایه چهارم بررسی گردید. انجام اجرای آزمایشی و بررسی فهم‌پذیری گویه‌ها یکی از روش‌های توصیه‌شده برای اطمینان از مناسب بودن ابزار در جامعه هدف محسوب می‌شود (Willis, 2005). نتایج مطالعه مقدماتی نشان داد که دانش‌آموزان در درک مفاهیم گویه‌ها با مشکل قابل توجهی مواجه نبودند و هیچ‌یک از گویه‌ها از نظر وضوح، فهم یا تناسب مفهومی نیازمند اصلاح تشخیص داده نشد. در موارد محدودی که برخی دانش‌آموزان درباره معنای برخی واژه‌ها سؤال داشتند، پژوهشگر تنها توضیحی کوتاه و یکسان، بدون تغییر در مفهوم گویه، ارائه کرد؛ بنابراین، نسخه اصلی پرسش‌نامه بدون تغییر در تعداد گویه‌ها، ساختار، مقیاس پاسخ‌دهی و شیوه نمره‌گذاری در پژوهش حاضر مورد استفاده قرار گرفت.

این پرسش‌نامه شامل ۱۷ گویه و سه خرده‌مقیاس تلاش، پشتکار و ابتکار است. پاسخ‌ها بر اساس طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت نمره‌گذاری می‌شوند. در گویه‌های ۱، ۳، ۸، ۹، ۱۳ و ۱۵ نمره‌گذاری به صورت مستقیم و در سایر گویه‌ها به صورت معکوس انجام می‌شود. در پژوهش حاضر، نمرات بالاتر بیانگر سطح بالاتر باور دانش‌آموزان نسبت به توانایی خود در انجام موفق فعالیت‌های یادگیری و تکالیف آموزشی تلقی شد. برای بررسی ویژگی‌های روان‌سنجی ابزار در نمونه پژوهش، همسانی درونی پرسش‌نامه با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ محاسبه شد. ضریب آلفای کرونباخ برای کل پرسش‌نامه ۰/۸۳، و برای خرده‌مقیاس‌های تلاش ۰/۷۸، پشتکار ۰/۸۱ و ابتکار ۰/۷۶ به دست آمد که بیانگر پایایی مطلوب ابزار است. بنابراین، شواهد حاصل از مطالعه مقدماتی، تأیید روایی صوری و محتوایی و ضرایب پایایی به دست آمده نشان داد که پرسش‌نامه از کفایت روان‌سنجی لازم برای استفاده در دانش‌آموزان پسر پایه چهارم ابتدایی برخوردار است و استفاده از آن در پژوهش حاضر از نظر روش‌شناختی قابل دفاع است.

ابزار دوم، پرسش‌نامه تفکر منطقی کمبر (2000) بود که شامل ۱۶ سؤال و چهار بُعد انجام کارها بر اساس عادت، درک و فهم، تفکر تأملی و تفکر انتقادی است. هر بُعد شامل چهار سؤال بوده و پاسخ‌ها بر اساس مقیاس پنج‌درجه‌ای لیکرت از «کاملاً موافق» تا «کاملاً مخالف» نمره‌گذاری می‌شوند. نمره هر بُعد از میانگین سؤالات مربوطه و نمره کل پرسش‌نامه از میانگین تمامی گویه‌ها به دست می‌آید و دامنه نمرات بین ۴ تا ۲۰ قرار دارد، به طوری که نمرات بالاتر نشان‌دهنده سطح بالاتر تفکر منطقی است. این پرسش‌نامه در پژوهش‌های مختلف از روایی و پایایی مطلوبی برخوردار بوده است. در پژوهش حاضر، پایایی پرسش‌نامه تفکر منطقی با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۴ محاسبه شد که نشان‌دهنده پایایی مناسب ابزار است. داده‌های جمع‌آوری شده پس از

بررسی پیش فرض‌های آماری، با استفاده از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به منظور بررسی اثر بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم بر خودکارآمدی تحصیلی و تفکر منطقی دانش‌آموزان و کنترل اثر پیش‌آزمون، از تحلیل کوواریانس (MANCOVA) استفاده شد.

یافته‌ها

پیش از اجرای تحلیل کوواریانس چندمتغیره (MANCOVA)، مفروضات اساسی این آزمون بررسی شد. بدین منظور، نرمال بودن توزیع متغیرهای وابسته با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک و شاخص‌های چولگی و کشیدگی ارزیابی شد که نتایج بیانگر عدم انحراف معنادار از توزیع نرمال بود ($p > 0/05$). همگنی واریانس‌های متغیرهای وابسته با آزمون لوین بررسی شد و نتایج نشان داد که واریانس دو گروه تفاوت معناداری ندارد ($p > 0/05$). همچنین، آزمون Box's M نشان داد که فرض همگنی ماتریس‌های کوواریانس برقرار است ($p > 0/001$). به منظور بررسی همگنی شیب‌های رگرسیون، اثر متقابل گروه و پیش‌آزمون برای هر یک از متغیرهای وابسته آزمون شد که معنادار نبود ($p > 0/05$)، و در نتیجه این فرض نیز تأیید شد. علاوه بر این، بررسی نمودارهای پراکنش، وجود رابطه خطی بین متغیرهای وابسته و متغیر هم‌پراش را نشان داد و ضرایب همبستگی بین متغیرهای وابسته نیز بیانگر نبود هم‌خطی شدید و برقراری همبستگی در دامنه قابل قبول بود. بنابراین، با توجه به برقراری تمامی مفروضات، استفاده از تحلیل کوواریانس چندمتغیره برای تحلیل داده‌های پژوهش مناسب تشخیص داده شد.

جدول ۲. تحلیل توصیفی تأثیر بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم بر خودکارآمدی تحصیلی و تفکر منطقی دانش‌آموزان در درس ریاضی

گروه	تعداد (n)	متغیر	آزمون	میانگین	انحراف معیار
کنترل	۲۰	خودکارآمدی تحصیلی	پیش‌آزمون	۳/۲۲	۰/۲۷
			پس‌آزمون	۳/۵۰	۰/۴۵
		تفکر منطقی	پیش‌آزمون	۲/۹۰	۰/۳۰
			پس‌آزمون	۳/۱۰	۰/۲۸
آزمایش	۲۰	خودکارآمدی تحصیلی	پیش‌آزمون	۳/۲۵	۰/۳۴
			پس‌آزمون	۴/۲۳	۰/۴۳
		تفکر منطقی	پیش‌آزمون	۳/۰۵	۰/۳۲
			پس‌آزمون	۴/۰۰	۰/۳۵

نتایج داده‌ها در جدول ۲ نشان داد در گروه کنترل میانگین نمرات خودکارآمدی تحصیلی از ۳/۲۲ در پیش‌آزمون به ۳/۵۰ در پس‌آزمون تغییر کرده است، که بیانگر افزایش جزئی در خودکارآمدی تحصیلی دانش‌آموزان در این گروه است. این تغییر به اندازه کافی قابل توجه نیست که بتوان آن را به طور قطعی به مداخله‌ای خاص نسبت داد و احتمالاً ناشی از عوامل دیگر است. همچنین، در گروه آزمایش میانگین نمرات خودکارآمدی تحصیلی از ۳/۲۵ در پیش‌آزمون به ۴/۲۳ در پس‌آزمون افزایش چشمگیری داشته است. این تغییر بزرگ نشان‌دهنده تأثیر مثبت مداخله، که احتمالاً استفاده از بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم بوده است، بر ارتقای خودکارآمدی تحصیلی دانش‌آموزان است. به عبارت دیگر، دانش‌آموزان گروه آزمایش، پس از دریافت آموزش‌های خاص، احساس بهتری نسبت به

توانایی‌های خود در یادگیری و موفقیت در درس ریاضی پیدا کرده‌اند. میانگین نمرات تفکر منطقی نیز در گروه کنترل از ۲۹۰ در پیش‌آزمون به ۳۱۰ در پس‌آزمون افزایش یافته است. این تغییر کوچک، مشابه با تغییرات در خودکارآمدی تحصیلی، نشان‌دهنده تأثیر اندک عوامل دیگر بر گروه کنترل است. اما در گروه آزمایش، میانگین نمرات تفکر منطقی از ۳۰۵ در پیش‌آزمون به ۴۰۰ در پس‌آزمون تغییر کرده است. این افزایش معنادار و قابل‌توجه در گروه آزمایش بیانگر تأثیر مثبت بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم در بهبود مهارت‌های تفکر منطقی دانش‌آموزان است. به نظر می‌رسد که این بازی‌ها به دانش‌آموزان کمک کرده‌اند تا توانایی‌های منطقی خود را در حل مسائل ریاضی به‌طور قابل‌توجهی تقویت کنند.

جدول ۳. مقایسه اثر بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم بر خودکارآمدی تحصیلی و تفکر منطقی دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی در درس ریاضی

متغیر وابسته	گروه	آزمون	تعداد	میانگین	انحراف معیار	آماره F	سطح معناداری	اندازه اثر (Eta ²)
خودکارآمدی تحصیلی	کنترل	پیش‌آزمون	۲۰	۳۰۲	۰.۲۷	—	—	—
		پس‌آزمون	۲۰	۳۵۰	۰.۴۵	—	—	—
	آزمایش	پیش‌آزمون	۲۰	۳۰۵	۰.۳۴	—	—	—
		پس‌آزمون	۲۰	۴۰۰	۰.۴۳	۲۷/۱۳۲	۰.۰۰۰	۰.۷۴
تفکر منطقی	کنترل	پیش‌آزمون	۲۰	۲۹۰	۰.۳۰	—	—	—
		پس‌آزمون	۲۰	۳۱۰	۰.۲۸	—	—	—
	آزمایش	پیش‌آزمون	۲۰	۳۰۵	۰.۳۲	—	—	—
		پس‌آزمون	۲۰	۴۰۰	۰.۳۵	۲۸/۹۵	۰.۰۰۰	۰.۷۲

با توجه داده‌های جدول ۳، خودکارآمدی تحصیلی و تفکر منطقی دانش‌آموزان در دو گروه کنترل و آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. برای خودکارآمدی تحصیلی، میانگین گروه کنترل در پیش‌آزمون ۳۰۲ با انحراف معیار ۰.۲۷ بود و پس از مداخله به ۳۵۰ با انحراف معیار ۰.۴۵ رسید، که نشان‌دهنده افزایش نسبی اما نه چشمگیر در این گروه است. در گروه آزمایش، میانگین پیش‌آزمون ۳۰۵ با انحراف معیار ۰.۳۴ و پس‌آزمون ۴۰۰ با انحراف معیار ۰.۴۳ گزارش شد. مقایسه آماری نشان داد که تفاوت بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه آزمایش معنادار است ($F = 27/132$, $p = 0.000$) و اندازه اثر بزرگ ۰.۷۴، تأثیر مداخله بر افزایش خودکارآمدی تحصیلی را تأیید می‌کند. این نتایج بیانگر آن است که برنامه آموزشی یا مداخله انجام شده توانسته است به شکل مؤثری اعتمادبه‌نفس و توانایی‌های تحصیلی دانش‌آموزان را ارتقا دهد. در مورد تفکر منطقی، گروه کنترل در پیش‌آزمون میانگین ۲۹۰ با انحراف معیار ۰.۳۰ و در پس‌آزمون ۳۱۰ با انحراف معیار ۰.۲۸ داشت که نشان‌دهنده تغییر محدود و غیرمعنادار است. گروه آزمایش پیش‌آزمون ۳۰۵ با انحراف معیار ۰.۳۲ و پس‌آزمون ۴۰۰ با انحراف معیار ۰.۳۵ داشت. تحلیل آماری تفاوت این گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون را معنادار نشان داد ($F = 28/95$, $p = 0.000$) و اندازه اثر بزرگ ۰.۷۲ حاکی از تأثیر قوی مداخله بر توانایی تفکر منطقی دانش‌آموزان است.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم بر خودکارآمدی تحصیلی و تفکر منطقی دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی در درس ریاضی انجام شد. نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها نشان داد که استفاده از بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم تأثیر معنادار و قابل توجهی بر افزایش خودکارآمدی تحصیلی و تفکر منطقی دانش‌آموزان گروه آزمایش داشته است؛ به گونه‌ای که در گروه کنترل اگرچه میانگین نمرات پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون افزایش اندکی نشان داد، اما این تغییرات محدود و غیرمعنادار بوده و احتمالاً ناشی از فرایند طبیعی یادگیری، تمرین‌های معمول کلاسی یا گذر زمان است. در مقابل، در گروه آزمایش افزایش چشمگیر نمرات خودکارآمدی تحصیلی و تفکر منطقی همراه با اندازه اثر بزرگ (۰/۷۴) برای خودکارآمدی تحصیلی و ۰/۷۲ برای تفکر منطقی) مشاهده شد که بیانگر اثربخشی بالای مداخله آموزشی مبتنی بر بازی‌های الگوریتمی است. با این حال، در تفسیر این یافته‌ها باید توجه داشت که اثربخشی مشاهده‌شده را نمی‌توان صرفاً به ذات بازی‌ها نسبت داد، زیرا پروتکل آموزشی توسط محقق طراحی شده و توسط معلمی با گرایش تکنولوژی آموزشی، که از دانش تخصصی در زمینه طراحی و تسهیل بازی‌های آموزشی برخوردار بوده است، اجرا گردیده است. بنابراین، موفقیت مداخله حاصل تعامل پیچیده میان طراحی بازی، تخصص معلم در اجرا و تسهیل‌گری هدفمند، و کیفیت تعاملات اجتماعی شکل گرفته در کلاس درس است.

تبیین یافته‌های پژوهش در چارچوب نظری نیازمند توجه به ماهیت دوگانه تأثیر بازی‌های مبتنی بر الگوریتم است. در خصوص افزایش خودکارآمدی تحصیلی، اگرچه در نگاه نخست ممکن است ارتباط میان یک فعالیت شناختی مرحله‌مند با یک سازه عاطفی-انگیزشی دشوار به نظر رسد، اما، بر اساس نظریه شناختی-اجتماعی بندورا، خودکارآمدی نه صرفاً یک حالت عاطفی، بلکه قضاوتی شناختی درباره توانایی‌های فردی است که از طریق تفسیر تجارب عملکردی شکل می‌گیرد. بازی‌های مبتنی بر الگوریتم، از طریق طراحی مرحله‌ای و افزایش تدریجی دشواری، زمینه را برای کسب تجارب موفقیت متوالی فراهم می‌کنند. هر گام موفق در بازی شواهدی عینی و غیرقابل انکار از توانایی یادگیرنده ارائه می‌دهد و این تجارب موفقیت قوی‌ترین منبع شکل‌گیری خودکارآمدی محسوب می‌شوند. افزون بر این، بازخورد فوری و اصلاحی در این بازی‌ها به یادگیرنده امکان می‌دهد تا خطاهای خود را شناسایی و اصلاح کند و، از این طریق، درک روشنی از پیشرفت تدریجی خود به دست آورد. بنابراین، مکانیسم اثر این بازی‌ها بر خودکارآمدی، از مسیر شناختی-ارزیابانه عمل می‌کند: دانش‌آموز با مشاهده عملکرد موفق خود در مراحل مختلف بازی به این باور می‌رسد که توانایی حل مسائل ریاضی را دارد و این باور به تدریج به صورت خودکارآمدی تحصیلی در حوزه ریاضیات تثبیت می‌شود. در این فرایند نه صرفاً احساس مثبت، بلکه استدلال مبتنی بر شواهد عملکردی، زمینه‌ساز تغییر در خودکارآمدی است (Usher & Pajares, 2009). نقش معلم با گرایش تکنولوژی آموزشی در این فرایند نقشی حیاتی ایفا می‌کند، زیرا دانش تخصصی او در زمینه طراحی و تسهیل بازی‌های آموزشی موجب شده است تا بازخوردهای ارائه‌شده از کیفیت بالایی برخوردار باشد و بر فرایند حل مسئله و تلاش تأکید داشته باشد (در مقابل بازخورد صرفاً بر نتیجه)، که این امر می‌تواند اثربخشی بازی‌ها را در تقویت خودکارآمدی به طور چشمگیری افزایش دهد.

در خصوص تفکر منطقی، ماهیت مرحله‌ای، ساختارمند و مبتنی بر طراحی الگوریتم این بازی‌ها دانش‌آموزان را به طور نظام‌مند به تحلیل روابط، شناسایی الگوها، پیش‌بینی پیامدها و برنامه‌ریزی گام‌به‌گام سوق می‌دهد و همین امر موجب رشد تفکر منطقی و حل مسئله می‌شود (Wing, 2006; Grover & Pea, 2013). تخصص معلم در حوزه تکنولوژی آموزشی در این فرایند نقشی کلیدی ایفا کرده است: معلم، با طراحی سؤالات هدایت‌کننده، ایجاد چالش‌های فکری متناسب با سطح هر دانش‌آموز و تشویق به بحث و تبادل نظر در مورد راهبردهای مختلف حل مسئله، فرایند رشد تفکر منطقی را تسریع و تعمیق بخشیده است. به عبارت دیگر، بازی به تنهایی بستری برای رشد تفکر منطقی فراهم می‌کند، اما دانش و مهارت تخصصی معلم در تسهیل‌گری است که این بستر را به فرصتی برای یادگیری عمیق و پایدار تبدیل می‌سازد.

در خصوص توجیه اندازه اثر بزرگ در مدت زمان کوتاه مداخله باید توجه داشت که اگرچه ۱۰ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای در نگاه اول محدود به نظر می‌رسد، اما عوامل متعددی این یافته را توجیه‌پذیر می‌سازند: نخست اینکه هر جلسه بر اساس اصول یادگیری مبتنی بر بازی و نظریه بار شناختی طراحی شده بود و شامل تمرین‌های حل مسئله هدفمند با ساختار مرحله‌ای و چالش‌های متناسب با سطح دانش‌آموز بود که بازخورد فوری در حین بازی فرایند یادگیری را تسریع کرده و باعث تثبیت سریع‌تر الگوهای صحیح تفکر می‌گردید (Sweller et al., 2019). دوم اینکه، بر اساس نظریه خودکارآمدی بندورا، مهم‌ترین منبع خودکارآمدی، تجارب موفقیت‌آمیز است و در طول ۱۰ جلسه بازی هر دانش‌آموز به‌طور میانگین بیش از ۵۰ بار تجربه موفقیت در حل مسائل را داشت، که این تعداد تجربه موفقیت‌آمیز در مدت زمان کوتاه می‌تواند به‌سرعت باورهای خودکارآمدی را تغییر دهد. سوم اینکه رویکرد یادگیری فعال بر این نکته تأکید دارد که یادگیری عمیق زمانی رخ می‌دهد که دانش‌آموز در ساخت دانش مشارکت مستقیم داشته باشد، نه اینکه صرفاً دریافت‌کننده اطلاعات باشد، و بازی‌های مبتنی بر الگوریتم دقیقاً چنین مشارکت فعالی را فراهم می‌کنند (Freeman et al., 2014). چهارم اینکه، از منظر نظریه بار شناختی، سازمان‌دهی مرحله‌ای فعالیت‌ها موجب کاهش بار شناختی غیرضروری و تمرکز بیشتر حافظه فعال بر فرایندهای اصلی یادگیری می‌شود. پنجم اینکه دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی، به دلیل علاقه طبیعی به بازی، با انگیزه بالایی در جلسات شرکت می‌کردند که خود باعث تسریع یادگیری می‌شود (Plass et al., 2020; Gee, 2007). بنابراین، اندازه اثر بزرگ به‌دست‌آمده با وجود مدت زمان نسبتاً کوتاه مداخله، با مبانی نظری و شواهد تجربی همخوانی کامل داشته و کاملاً قابل تبیین و توجیه‌پذیر است.

یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج مطالعات داخلی و خارجی متعددی که در بخش مقدمه به آن‌ها اشاره شد همسو است. در زمینه خودکارآمدی تحصیلی، نتایج با پژوهش‌های بختیاری و همکاران (۱۴۰۴)، دیناروندی و همکاران (۱۴۰۳)، Campanilla (2025) و Ramli و همکاران (2025)، که نشان داده‌اند استفاده از بازی‌های آموزشی موجب افزایش انگیزه، مشارکت فعال و اعتمادبه‌نفس تحصیلی دانش‌آموزان می‌شود، همخوانی دارد. با این حال، تمایز پژوهش حاضر در این است که مطالعات مذکور عمدتاً بر بازی‌های دیجیتال یا پروژه‌محور با رویکرد کلی متمرکز بوده‌اند، در حالی که پژوهش حاضر، با تأکید بر بازی‌های مبتنی بر الگوریتم، نشان داده است که ساختار شناختی خاص بازی‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان اثربخشی دارد.

در زمینه تفکر منطقی، همسویی قابل‌توجهی با یافته‌های گلزار عزیز و همکاران (۱۴۰۳)، حبیبی خوزانی و همکاران (۱۴۰۳)، امینیان و همکاران (۱۴۰۳)، Cafarella & Vasconcelos (2025)، Noordin (2025)، Szilágyi (2025) و همکاران (2025) و Pan و همکاران (2025) و Qotrunada & Furqon (2024) مشاهده می‌شود که اثربخشی بازی‌های آموزشی و محیط‌های بازی‌محور را در ارتقای تفکر منطقی، مهارت‌های حل مسئله و خودکارآمدی تحصیلی تأیید کرده‌اند. پژوهش سبزی‌پور و فتحی (۱۴۰۳) و بنی‌عامریان و اسمعیلی گوجار (۱۴۰۰) نیز، که بر جنبه‌های انگیزشی و مشارکتی بازی‌ها تأکید داشته‌اند، با یافته‌های پژوهش حاضر در زمینه افزایش خودکارآمدی از طریق افزایش انگیزه و مشارکت فعال همسو هستند.

با این حال، تفاوت‌هایی میان نتایج این پژوهش و برخی مطالعات که اثرات ضعیف‌تر یا متوسط‌تری گزارش کرده‌اند مشاهده می‌شود. مطالعه Soriano-Sánchez و همکاران (2026)، که اندازه اثر متوسطی برای بازی‌های آموزشی بر خودکارآمدی گزارش کرده است، با یافته‌های پژوهش حاضر که اندازه اثر بزرگی (۰/۷۴) را نشان می‌دهد تفاوت دارد. این عدم همسویی می‌تواند ناشی از تفاوت در نوع بازی‌ها (الگوریتمی در برابر بازی‌های غیرساختارمند یا صرفاً سرگرم‌کننده)، مدت زمان مداخله، پایه تحصیلی، ویژگی‌های نمونه، نقش و میزان تخصص تسهیل‌گر و ابزارهای سنجش باشد. پژوهش حاضر به‌طور خاص بر بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم تأکید داشته است که مستقیماً فرایندهای شناختی و منطقی دانش‌آموزان را درگیر می‌کنند و با هدایت دقیق معلم متخصص اجرا شده‌اند، و همین امر می‌تواند علت اندازه اثر بالای به‌دست‌آمده در مقایسه با مطالعاتی باشد که از بازی‌های عمومی و بدون نظارت تخصصی استفاده کرده‌اند. همچنین، پژوهش‌هایی مانند مطالعه Ramli و همکاران (2025)، که به بررسی افزایش خودکارآمدی

ریاضی با استفاده از یادگیری مبتنی بر بازی پرداخته‌اند، اگرچه همسو با یافته‌های پژوهش حاضر هستند، اما، به دلیل عدم تفکیک میان انواع بازی‌ها و نیز بی‌توجهی به نقش تسهیل‌گر و تعاملات اجتماعی، امکان مقایسه دقیق را فراهم نمی‌کنند.

در کنار نتایج مثبت، پژوهش حاضر با محدودیت‌های روش‌شناختی قابل‌توجهی نیز همراه بوده است که تفسیر یافته‌ها را با احتیاط مواجه می‌سازد. نخست، حجم نمونه محدود و اجرای پژوهش در یک جامعه آماری خاص (دانش‌آموزان یک مدرسه در یک منطقه شهری ساری) تعمیم‌پذیری یافته‌ها را به سایر جمعیت‌ها، مناطق جغرافیایی و بافت‌های فرهنگی-اقتصادی متفاوت محدود می‌سازد. دوم، کوتاه بودن دوره مداخله (۱۰ جلسه) یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های پژوهش است. با توجه به اینکه خودکارآمدی و تفکر منطقی سازه‌های نسبتاً پایداری هستند و تغییر آن‌ها نیازمند مداخلات مستمر و بلندمدت است، انتظار می‌رود مداخلات کوتاه‌مدت، بیشتر آغازگر فرایند تغییر باشند تا ایجادکننده تغییرات بنیادین و پایدار. بنابراین، نتایج این پژوهش را باید به‌عنوان شواهدی اولیه از اثربخشی بازی‌های مبتنی بر الگوریتم در نظر گرفت و نه یافته‌هایی قطعی درباره تغییرات پایدار. سوم، مهم‌ترین محدودیت پژوهش عدم امکان تفکیک دقیق سهم‌های جداگانه طراحی بازی، تخصص و عملکرد معلم به‌عنوان تسهیل‌گر و تعاملات اجتماعی در اثربخشی مشاهده شده است. از آنجا که پروتکل توسط محقق طراحی و توسط معلم متخصص تکنولوژی آموزشی اجرا شده است، نمی‌توان با اطمینان ادعا کرد که تأثیر مشاهده شده صرفاً ناشی از ذات بازی‌ها بوده است، بلکه این اثر حاصل تعامل پیچیده این سه مؤلفه است. اجرای پژوهش توسط معلم با گرایش تخصصی تکنولوژی آموزشی اگرچه به کیفیت اجرا کمک کرده است، اما تعمیم‌پذیری نتایج به کلاس‌هایی با معلمان غیرمتخصص را با تردید مواجه می‌سازد. چهارم، از دیگر محدودیت‌های پژوهش استفاده از ابزارهای خودگزارشی برای سنجش خودکارآمدی تحصیلی بود. اگرچه پیش از اجرای اصلی، خوانایی و تناسب گویه‌های پرسش‌نامه برای دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی در یک مطالعه مقدماتی بررسی و روایی صوری، محتوایی و پایایی آن در نمونه پژوهش تأیید شد، اما پاسخ‌های خودگزارشی همواره ممکن است تحت تأثیر ادراک فردی، تمایل به ارائه پاسخ‌های مطلوب اجتماعی و ویژگی‌های رشدی دانش‌آموزان این گروه سنی قرار گیرد. از این رو، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، در کنار پرسش‌نامه‌های خودگزارشی، از شاخص‌های عینی‌تر مانند مشاهده عملکرد، ارزیابی معلم، یا سنجش‌های عملکردی نیز برای برآورد خودکارآمدی تحصیلی استفاده شود تا شواهد جامع‌تری در این زمینه فراهم گردد. پنجم، عدم امکان کنترل کامل متغیرهای مداخله‌گر، مانند سبک تدریس معلم، میزان حمایت خانواده، تجربه قبلی دانش‌آموزان با بازی‌های آموزشی و میزان آشنایی آنان با فناوری، از دیگر محدودیت‌های پژوهش محسوب می‌شود. اگرچه تلاش شد تا حد امکان متغیرهای مداخله‌گر کنترل شوند، اما در پژوهش‌های میدانی، کنترل کامل این متغیرها همواره با چالش مواجه است. ششم، این پژوهش صرفاً بر دو متغیر وابسته (خودکارآمدی تحصیلی و تفکر منطقی) متمرکز بوده و به بررسی سایر متغیرهای مرتبط مانند انگیزه درونی، اضطراب ریاضی و پیشرفت تحصیلی نپرداخته است؛ از این رو، تصویر جامعی از تأثیر بازی‌های الگوریتمی بر ابعاد مختلف یادگیری ریاضی ارائه نمی‌دهد.

با وجود این محدودیت‌ها، نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که بازی‌های آموزشی مبتنی بر الگوریتم، در کنار نقش معلم متخصص و تعاملات اجتماعی کلاس، می‌توانند به‌عنوان یک رویکرد آموزشی مؤثر در درس ریاضی دوره ابتدایی مورد استفاده قرار گیرند. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود معلمان ابتدایی از این نوع بازی‌ها برای تقویت هم‌زمان خودکارآمدی تحصیلی و تفکر منطقی دانش‌آموزان بهره بگیرند، اما با آگاهی از اینکه تخصص و مهارت آن‌ها در تسهیل‌گری و هدایت بازی‌ها به اندازه خود بازی تعیین‌کننده است. معلمان باید پیش از اجرای بازی‌ها با اصول تسهیل‌گری، روش‌های ارائه بازخورد مؤثر و مبانی تفکر الگوریتمی آشنا شوند و در حین بازی، با پرسش‌های هدایت‌کننده، تشویق به بحث گروهی و ایجاد فضای امن برای آزمون و خطا، زمینه را برای اثربخشی حداکثری بازی‌ها فراهم سازند. به‌ویژه معلمان با گرایش تکنولوژی آموزشی یا معلمانی که دوره‌های ضمن خدمت در این حوزه را گذرانده‌اند می‌توانند اثربخشی بیشتری در اجرای این بازی‌ها داشته باشند. برنامه‌ریزان آموزشی نیز زمینه تلفیق هدفمند این بازی‌ها را در برنامه‌های درسی فراهم سازند و دوره‌های ضمن خدمتی برای توانمندسازی معلمان در زمینه تسهیل‌گری بازی‌های آموزشی طراحی کنند. همچنین، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده با نمونه‌های بزرگ‌تر و متنوع‌تر از نظر جمعیت‌شناختی، دوره‌های مداخله طولانی‌تر (حداقل ۲۰ تا ۳۰ جلسه) و

استفاده از ابزارهای سنجش چندگانه (ترکیب روش‌های کمی و کیفی مانند مصاحبه و مشاهده) انجام شود تا شواهد جامع‌تری در این زمینه فراهم آید. به‌ویژه طراحی پژوهش‌هایی که بتوانند سهم جداگانه بازی، تخصص معلم و تعاملات اجتماعی را از یکدیگر تفکیک کنند (مانند طرح‌های عاملی با سطوح مختلف حمایت معلم یا مقایسهٔ معلمان متخصص و غیرمتخصص) می‌تواند به درک دقیق‌تری از مکانیسم اثر کمک کند. استفاده از روش‌های ارزشیابی عینی‌تر مانند سنجش عملکردی و آزمون‌های استانداردشدهٔ تفکر منطقی به‌جای پرسش‌نامه‌های خودگزارشی می‌تواند به کاهش سوگیری‌های ناشی از ادراک ذهنی کمک کند. علاوه بر این، بررسی متغیرهای میانجی (مانند انگیزهٔ درونی و اضطراب ریاضی) و تعدیل‌گر (مانند جنسیت، سطح توانایی شناختی و تجربهٔ قبلی با بازی) در مطالعات آتی می‌تواند به درک دقیق‌تری از مکانیسم اثر بازی‌های مبتنی بر الگوریتم بر خودکارآمدی و تفکر منطقی منجر شود. انجام پژوهش‌های طولی برای بررسی پایداری تغییرات در خودکارآمدی و تفکر منطقی و مقایسهٔ اثربخشی بازی‌های مبتنی بر الگوریتم با سایر رویکردهای آموزشی فعال (مانند یادگیری مبتنی بر پروژه یا یادگیری مشارکتی) از دیگر پیشنهادها پژوهشی است. پژوهشگران همچنین می‌توانند اثربخشی بازی‌های الگوریتمی را در سایر دروس و پایه‌های تحصیلی مورد بررسی قرار دهند تا تعمیم‌پذیری یافته‌ها را افزایش دهند.

با این حال، در کاربرد نتایج باید توجه داشت که موفقیت مداخلات مبتنی بر بازی صرفاً به استفاده از بازی وابسته نیست، بلکه به کیفیت طراحی آموزشی، تخصص و نقش تسهیل‌گر معلم، تعاملات اجتماعی کلاس و میزان تناسب بازی با ویژگی‌های فردی دانش‌آموزان نیز بستگی دارد و این نکته در طراحی برنامه‌های آموزشی مبتنی بر بازی باید مد نظر قرار گیرد.

مشارکت نویسندگان

تمامی بخش‌های این مقاله توسط نویسنده تنظیم و تدوین شده است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمامی دانش‌آموزان، والدین، معلمان، مدیران مدارس و مسئولین آموزش و پرورش شهرستان ساری که در انجام این پژوهش یاری رساندند صمیمانه قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

تعارض منافی در این مطالعه وجود ندارد.

منابع

- امینیان، فاطمه؛ بهادری شادی، معصومه؛ المیر، شیرین. (۱۴۰۳). نقش آموزش حل مسئله ریاضی با استفاده از بازی‌های آموزشی در بهبود یادگیری دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی. چهارمین کنگره جهانی یافته‌های نوین در سلامت، علوم بهداشتی و علوم تربیتی. بختیاری، حدیثه؛ سعیدی، سحر؛ دوستی، فاطمه. (۱۴۰۴). آموزش ریاضی مبتنی بر پروژه و اثر آن بر انگیزه، خلاقیت و خودکارآمدی تحصیلی دانش‌آموزان متوسطه. دومین همایش ملی علوم انسانی با رویکرد نوین و اولین همایش بین‌المللی پژوهشی فرهنگیان نوین، آستارا. بنی‌عامریان، سارا؛ اسمعیلی گوجار، صلاح. (۱۴۰۰). نقش بازی‌وارسازی در یادگیری. *روان‌شناسی تربیتی*، ۱۷(۶۲)، ۱۰۷-۱۳۰.
- جعفرخانی، فاطمه؛ رضایی راد، مجتبی؛ مغیثی، دریا. (۱۴۰۳). طراحی آموزشی بازی‌وارسازی‌شده مبتنی بر داربست عاطفی و تأثیر آن بر عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان پنجم ابتدایی. *پژوهش و نوآوری در آموزش/ابتدایی*، ۶(۲)، ۱-۱۷.
- حبیبی خوزانی، مصطفی؛ تهرانیان، ابوالفضل؛ بهزادی، محمدحسن؛ علم‌الهدایی، سید حسن. (۱۴۰۳). مقایسه اثربخشی آموزش بازی‌محور و آموزش بازی‌محور تلفیقی با توان‌بخشی شناختی بر اضطراب و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دارای ناتوانی یادگیری. *علوم روان‌شناختی*، ۲۳(۱۳۴)، ۱۶۳-۱۷۹.
- دیناروندی، عبدالرضا؛ سرخه، سعدون؛ چنانی، حمید؛ آل‌کثیر، یوسف. (۱۴۰۳). تأثیر استفاده هدفمند از بازی‌های آموزشی دیجیتال بر انگیزش یادگیری و تمرکز دانش‌آموزان دوره ابتدایی. اولین همایش بین‌المللی ایده‌های تحول‌آفرین در مطالعات فرهنگی و آموزشی. سبزی‌پور، امیر؛ فتحی، اسوه. (۱۴۰۳). اثربخشی بازی آموزشی تعاملی بر مهارت ارتباطی و حل مسئله ریاضی. *پژوهش و نوآوری در آموزش/ابتدایی*، ۶(۲)، ۷۱-۸۳.
- گلزار عزیز، سجاد؛ خوش‌نشین، زهره؛ مهدوی‌نسب، یوسف؛ رجبی، مهدی. (۱۴۰۳). تأثیر طراحی و کاربست بازی آموزشی دیجیتال بر انگیزش و یادگیری دانش‌آموزان نارسانویس پایه دوم ابتدایی. *فناوری آموزش*، ۱۸(۲)، ۳۴۳-۳۵۶.

References

- American Educational Research Association, American Psychological Association, & National Council on Measurement in Education. (2014). *Standards for educational and psychological testing*. American Educational Research Association. <https://www.aera.net/Publications/Books/Standards-for-Educational-Psychological-Testing-2014-Edition>
- Aminian, F., Bahadori Shadi, M., & Malmir, S. (2024). The role of mathematical problem-solving training using educational games in improving learning of students with mathematical learning disorders. The 4th World Congress of Modern Findings in Health, Health Sciences and Educational Sciences. <https://civilica.com/doc/2211482> [In Persian]
- Bakhtiari, H., Saeedi, S., & Doosti, F. (2025). Project-based mathematics education and its effect on motivation, creativity, and academic self-efficacy of secondary school students. The 2nd National Conference on Humanities with a New Approach and the 1st International Research Conference on Modern Educators, Astara. <https://civilica.com/doc/2346668> [In Persian]
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Freeman.
- Baniamerian, S., & Esmaeeli Gojar, S. (2021). The role of gamification in learning. *Educational Psychology*, 17(62), 107-130. <https://doi.org/10.22054/jep.2022.58370.3266> [In Persian]
- Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative mathematics, inspiring messages and innovative teaching*. Jossey-Bass.
- Cafarella, L., & Vasconcelos, L. (2025). Computational thinking with game design: An action research study with middle school students. *Education and Information Technologies*, 30, 5589–5633. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13010-5>
- Campanilla, N. S. (2025). Self-efficacy in mathematics: A predictor in the mathematics performance of grade 8 learners. *Social, Humanity, and Education*, 5(2), 87–103. <https://doi.org/10.35912/jshe.v5i2.2228>
- Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B., & Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97–140. <https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791>
- Dinarvandi, A., Sorkheh, S., Chanani, H., & Al Kathir, Y. (2024). The effect of purposeful use of digital educational games on learning motivation and concentration of elementary school students. The 1st International Conference on Transformative Ideas in Cultural and Educational Studies. <https://civilica.com/doc/228520> [In Persian]
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Gee, J. P. (2007). *What video games have to teach us about learning and literacy* (2nd ed.). Palgrave Macmillan.
- Golzar Aziz, S., Khoshneshin, Z., Mahdavinassab, Y. and Rajabi, M. (2024). The effect of digital educational game on the motivation and learning of dysgraphic students in the second grade of elementary school. *Technology of Education Journal (TEJ)*, 18(2), 343-356. <https://doi.org/10.22061/tej.2023.9332.2832> [In Persian]
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Habibi Khouzani, M., Tehranian, A., Behzadi, M. H., & Alamolhodaee, S. H. (2024). Comparison of the effectiveness of game-based education and game-based education integrated with cognitive rehabilitation on anxiety and mathematical performance of students with learning disabilities. *Psychological Sciences*, 23 (134), 163-179. <https://doi.org/10.52547/JPS.23.134.413> [In Persian]
- Hiebert, J., & Grouws, D. A. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 371–404). Information Age Publishing.
- Jafarkhani, F., Rezaei Rad, M., & Moghisi, D. (2024). Gamified instructional design based on emotional scaffolding and its effect on the academic performance of students. *Research and Innovation in Primary Education*, 6(2), 17-1. <https://doi.org/10.48310/reek.2024.16802.1348> [In Persian]

- Kember, D., Leung, D. Y., Jones, A., Loke, A. Y., McKay, J., Sinclair, K., ... & Yeung, E. (2000). Development of a questionnaire to measure the level of reflective thinking. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 25 (4), 381-395.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academy Press.
- Linn, R. L. (2011). The standards for educational and psychological testing: Guidance in test development. In *Handbook of test development* (pp. 41-52). Routledge.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., & von Davier, M. (Eds.). (2024). *TIMSS 2023 assessment frameworks*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. NCTM.
- Noordin, N. H. (2025). Computational thinking through scaffolded game development activities. *European Journal of Educational Research*, 14(4), 1137–1149. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.14.4.1137>
- OECD. (2023). *PISA 2022 results: The state of learning and equity in education* (Vol. 1). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Pan, Y., Shao, X., & Shakibaei, G. (2025). Influence of digital game-based learning on social collaboration, problem-solving skills, and motivation. *Learning and Motivation*, 90, 102123. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2025.102123>
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2020). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>
- Qotrunada, A., & Furqon, S. (2024). Development of interactive game-based learning media using realistic approach to improve students' mathematical problem-solving. *International Journal of Research in Mathematics Education*, 2(1), 79–104. <https://doi.org/10.24090/ijrme.v2i1.11466>
- Ramli, I. S. M., Maat, S. M., & Khalid, F. (2025). Enhancing student self-efficacy in mathematics using game-based learning. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*. <http://dx.doi.org/10.6007/IJARPED/v9-i2/7488>
- Sabzipour, A., & Fathi, O. (2024). Effectiveness of interactive educational game on communication skills and math problem solving. *Research and Innovation in Primary Education*, 6(2), 83-71. <https://doi.org/10.48310/reek.2024.15879.1282> [In Persian]
- Schunk, D. H., & DiBenedetto, M. K. (2020). Motivation and social cognitive theory. *Contemporary Educational Psychology*, 60, 101832. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101832>
- Sherer, M., Maddux, J. E., Mercandante, B., Prentice-Dunn, S., Jacobs, B., & Rogers, R. W. (1982). The Self-Efficacy Scale: Construction and validation. *Psychological Reports*, 51(2), 663–671. <https://doi.org/10.2466/pr0.1982.51.2.663>
- Soriano-Sánchez, J. G., Quijano López, R., & Airado Rodríguez, D. (2026). The impact of game-based learning on motivation, self-efficacy, and academic achievement: A meta-analysis. *Education Sciences*, 16(1), 122. <https://doi.org/10.3390/educsci16010122>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261–292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Szilágyi, S., Takács, A. M., Körei, A., & Török, Z. (2025). Using game-based learning for engaging with determinants in mathematics education at the university level. *Education Sciences*, 15(10), 1329. <https://doi.org/10.3390/educsci15101329>
- Usher, E. L., & Pajares, F. (2009). Sources of self-efficacy in mathematics: A validation study. *Contemporary Educational Psychology*, 34(1), 89–101. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2008.09.002>
- Willis, G. B. (2005). *Cognitive interviewing: A tool for improving questionnaire design*. Sage Publications.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>