43815
Iranian Educational Technology Association

Journal of
Trends and Achievements in
Learning Technology

Homepage: https://jlt.iaet.ir/

Analyzing the Role of AI-Based Games in Fostering Children's Creativity: A Mixed-Methods Exploratory Study

Latifeh PourMohammadBagher

Assistant Professor, Faculty of Statistics, Mathematics, and Computer, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: l_pmb@atu.ac.ir

Print ISSN:
3060-7167
Online ISSN:
3060-656X

Article Type:
Research Article

Article history:
Received December 20, 2026
Received in revised form February 03, 2026
Accepted March 11, 2026
Published Online September 27, 2026

Keywords:
artificial intelligence in education, serious games, children's creativity, exploratory study, adaptive learning, cognitive mechanics

ABSTRACT

The present study aimed to explore the cognitive mechanics in AI-based games and heuristically evaluate their impact on the components of creativity (fluency, originality, flexibility, and elaboration) in children. The theoretical foundations of the research distinguish between two main approaches: explicit and implicit programming. The implicit approach, through forming a core intelligence and learning from data, enables the modeling of combinatorial creativity and dynamic adaptability—a capability absent in explicit systems based on predetermined rules. This study employed a mixed-methods design (qualitative-quantitative) with a single-group quasi-experimental plan (pretest-posttest). In the qualitative phase, through a systematic review of six selected games based on adaptive and generative algorithms, key mechanics such as "interactive co-creation" and "dynamic challenge adaptation" were extracted and categorized into four main design strategies. In the quantitative phase, twelve children aged 4 to 7 in Tehran were purposively selected and participated in a four-week intervention period (three 45-minute sessions per week). The data collection instrument was the figural version of the Torrance Tests of Creative Thinking, Form A, with an inter-rater reliability of 0.87. The quantitative findings showed that the mean total creativity score increased from 85.50 (SD = 5.20) to 112.40 (SD = 6.10) ($t(11) = 21.42$, $p < 0.0001$), with a large effect size ($d = 1.19$). Given the exploratory nature, the absence of a control group, and the limited sample size, these findings are considered only an early indication of the potential of intelligent games to facilitate creativity. The qualitative analysis also revealed that artificial intelligence, by providing a platform for "safe trial and error" and acting as an interactive "co-creator," can function as a cognitive facilitator.

Cite this Article: PourMohammadBagher, L. (2026). Analyzing the Role of AI-Based Games in Fostering Children's Creativity: A Mixed-Methods Exploratory Study. *Trends and Achievements in Learning Technology*, 3(11), 119-157. https://doi.org/10.22034/jlt.2026.2084799.1096

© 2026 by The author(s) retain the copyright
Publisher: Iranian Educational Technology Association
DOI: https://doi.org/10.22034/jlt.2026.2084799.1096

Introduction

In the present era, the integration of advanced technologies into the field of education has transformed traditional learning paradigms. Computer games, once considered mere tools for entertainment, have now, through the use of artificial intelligence, evolved into dynamic and adaptive environments for cognitive development (Haenlein & Kaplan, 2019). The fundamental distinction between this new generation of games and their rule-based counterparts lies not in visual or narrative appeal, but in the "intelligent agents" at their beating heart. These agents, by analyzing the player's behavioral data in real time, create a dynamic feedback loop that deeply personalizes the learning experience.

Fostering creativity, as one of the most critical skills of the 21st century, has consistently drawn the attention of educational researchers (Shahabzadeh & Shahabzadeh, 1401). From the perspective of cognitive psychology, creativity is not a static trait but a dynamic process of problem-solving and generating novel ideas, encompassing components such as fluency, flexibility, originality, and elaboration (Torrance, 1974). Vygotsky's theory of the "Zone of Proximal Development" (ZPD) reflects precisely this dynamic view: cognitive growth occurs in a space where the child faces challenges beyond their current ability but within reach with the assistance of a "more knowledgeable other" (Vygotsky, 1978). The intersection of these two theoretical frameworks lies in AI-based games. An adaptive AI system plays precisely the role of the "enabling collaborator" within the zone of proximal development: by analyzing the child's performance in real time, it adjusts the difficulty level so that the child is consistently kept at the cutting edge of their ability. This state, which Csikszentmihalyi (1990) termed "flow," is an optimal psychological state in which an individual becomes so immersed in a challenging and goal-directed activity that they lose their sense of time and self, and this is precisely the ideal context for experiencing the peak of creativity (Chen et al., 2021).

The existing research literature has addressed the potential harms of computer games, including violent behaviors or social isolation (Hajipour & Sadeghian, 1401; Schoeppe et al., 2017). However, a significant theoretical and empirical gap exists: most studies have either focused on the entertainment and pathological aspects of games, or have examined the relationship between "play" and "creativity" in a general manner without technical differentiation. These studies rarely answer the pivotal question: which specific AI mechanism transforms a digital game from a trivial pastime into a "cognitive facilitator" for

nurturing creativity? Put more clearly, we do not know whether the unique features of artificial intelligence (such as "interactive co-creation" and "adaptive feedback") can purposefully stimulate the four components of creativity (according to the Torrance model) or not. This theoretical void is a gap among the three fields of "computer science," "game design," and "child cognitive psychology" that the present research seeks to fill.

Accordingly, the central problem of this research is the systematic investigation of the relationship between specific AI mechanics and the cognitive processes of creativity in children. The present study was designed with a dual objective: (1) the identification and structural analysis of AI-based mechanics in common educational games and the extraction of design strategies relevant to creativity, and (2) conducting a preliminary exploratory study for the initial measurement of the impact of experiencing these games on children's creativity scores.

Research Question(s)

1. What AI-based mechanics and design strategies exist in contemporary educational games that can potentially stimulate the components of creativity?
2. Can a controlled intervention period with selected AI-based games lead to statistically significant changes in the total creativity scores of children aged 4 to 7?

Literature Review

Artificial intelligence is among the emerging sciences that refers to the body of knowledge surrounding the intelligentization of machines (Patel & Kore, 2020; Haenlein & Kaplan, 2019). This science divides a system's awareness into different phases, and to understand games based on it, the methods of applying this awareness must first be examined. These methods are divided into two forms: explicit (command-line) and implicit (data-driven) (Kharkovyna, 2019). In the explicit model, the programmer states all the problem states before their occurrence, and the system produces a proportionate output (Wilkening, 2019). For example, in a computer game, a system opponent performs a proportionate action, such as shooting or jumping, in response to the user's move. However, this model is complex, and the programmer must periodically fix bugs to achieve a stable product (Beaumont et al., 2021). For this reason, companies provide the

game to a testing team before release (Arnab et al., 2019). Despite its problems, this type of programming holds the largest market share, and major companies still develop the core of games explicitly due to its high speed and simplicity in applying rules (Laakso et al., 2021). Nevertheless, the growth of implicit programming has shown that in the near future, the game market will move towards games based on implicit artificial intelligence (Du-Harpur et al., 2020).

Implicit programming, instead of providing direct commands, forms a core intelligence and strengthens it with data (Gallego-Durán et al., 2019), exactly like human learning, which identifies connections between phenomena through experience and acquired information (Hacker, 2021). In this method, the appropriate AI core is first selected according to the topic and then learns with datasets (Wang et al., 2020). In this way, modeling and implementing concepts of human creativity in the game process and teaching it becomes easily possible. The nature of this machine creativity is predominantly "combinatorial creativity," meaning that systems create new works by combining pre-existing data, whereas human creativity can be "transformational creativity" and transcend existing reference frameworks (Latifzadeh, 1403). This fundamental difference has significant legal consequences in the field of ownership of produced works and has confronted legal systems with the challenge of defining specific intellectual property rights (Sui Generis) and the possibility of granting limited electronic personhood to artificial intelligence (Latifzadeh, 1403). The important point is that, similar to a human, the AI core also matures with more data and simulates more advanced levels of creativity. Given the abundance of databases, this maturation is not far-fetched (Johnson, 2019).

Educational video games are an excellent tool for teaching, creating motivation, and providing an opportunity for the development of brain capabilities in children. The intelligentization of these games provides a path for learning and the flourishing of targeted creativity. Research on the cognitive effects of digital games, especially games based on open and construction environments, has shown that these environments have a high capacity for experiential learning. Lee et al. (2024) and Slattery et al. (2021) addressed the constructivist nature of these games, and the results indicate that their open, creative, and problem-oriented environment leads to deeper cognitive engagement and increased intrinsic motivation, especially when activities are designed as group work and based on collaborative learning (Andersen & Rustad, 2022; Lee et al., 2024; Slattery et al., 2021).

The three-dimensional and construction-based nature of these games has turned them into a tool for studying spatial processing skills. The player must constantly mentally visualize shapes, rotate them, plan complex designs, and retrieve their position on the mental map. These goal-directed interactions strengthen key components of spatial processing, including visuospatial memory, mental rotation, depth perception, and structural integration (Andrus et al., 2020). In the domain of executive functions, Smith and Basak (2023) also showed that continuous engagement in these environments activates and improves memory and planning processes. The findings of Becker et al. (2024) also indicate that three-dimensional games, by increasing connectivity in the right prefrontal and parietal brain networks, enhance sustained attention and more effective decision-making (Becker et al., 2024; Smith & Basak, 2023). At the individual level, Tangkui and Keong (2023) showed that by creating challenging and self-directed situations, these games lead to the growth of learners' cognitive self-regulation and self-efficacy (Tangkui & Keong, 2023). Overall, the literature review indicates that intelligent digital games provide an efficient platform for the interaction between play, cognition, and learning. Wang et al. also found that 65% of male and 57% of female students play video games for 1 to 6 hours per week, and 39% of men and 16% of women play for 1 to 2 hours. Under these circumstances, using computer games as a tool for fostering creativity and applied education is receiving attention.

Furthermore, given the importance of teacher-student relationships in increasing self-esteem and learning motivation, establishing a balance between technology and pedagogy and designing AI-based educational games to provide effective communication and an educational assistant has become increasingly important. The World Economic Forum in 2025 also drew attention to the design of intelligent games and toys to maximize learning opportunities and minimize risks associated with children.

In the following, with a look at AI-based games in the past and present, their effectiveness on the development of children's creativity is evaluated. There are two major differences between these games and the previous generation: first, previous-generation games only had predictable reactions based on explicit rules, which reduced their appeal (Kharkovyna, 2019). For example, in a buying and selling game, the child quickly masters the fixed environment through trial and error, but if the game becomes intelligent based on real data, the behavior of the agents will reflect the unpredictability of real transactions. In explicit

programming, creating random behavior is done merely with a function, which is often unrealistic and leads to incorrect learning (Romero & Kalmpourtzis, 2020). Second, implicit intelligentization adjusts its level to the user (Neves & Zagalo, 2021). In traditional games, a fixed difficulty level can be boring for an expert user and difficult for a beginner, and this is the primary reason for the failure of many children's cognitive games. Whereas, in data-driven games, the system assesses the difficulty level according to the user's performance and increases the level with their progress without the child noticing (Kleiner, 2003). Such flexibility previously required defining countless states and posed a serious challenge to development (Kalmpourtzis, 2019).

In summary, these factors range from graphical details to the behavior of automated characters, providing a realistic and pleasant environment for teaching and improving creativity, speed, and accuracy. From an educational perspective, children's creativity includes four components: fluency, flexibility, originality, and elaboration. Designing AI-based games with strategies such as interactive co-creation eliminates the fear of failure and strengthens creative self-confidence by removing the judgmental role. This technology acts as a "coach" or "facilitator," providing immediate and personalized feedback.

Methodology

This research was conducted with a mixed-methods approach in two consecutive phases. The first phase was a qualitative systematic review to identify and analyze games, and the second phase was an exploratory field study with a single-group design, implemented solely for the purpose of initial evaluation and feasibility, not for testing a causal hypothesis. This separation is necessary in response to the inherent limitations of the design, which are elaborated on below.

Phase One: Systematic Review and Qualitative Analysis of Games

In this phase, a rigorous systematic search protocol was developed and implemented to identify AI-based games related to children's creativity. The search was conducted using logical operators on the three main axes of the research: "artificial intelligence," "game," and "creativity." The search strategy for each database was individually configured by combining specialized synonyms (with the OR operator within each axis and AND between axes). Persian and English keywords such as "Artificial Intelligence," "Video Games,"

"Serious Games," and "Creativity" were searched for in the title, abstract, and keywords of articles.

The search was carried out in four reputable citation databases, including Science Direct, Google Scholar, IEEE Xplore, and SID, focusing on articles published within the last five years. To ensure maximum coverage, a manual search of the reference lists of key articles was also performed. Given the emerging and interdisciplinary nature of the topic, the Scoping Review method was used for source selection to cover both research articles and technical reports from educational game developers. Sources were screened based on precise inclusion and exclusion criteria in two stages: first, the titles and abstracts, and then the full text of the articles. Two researchers independently performed this process, and a Kappa agreement coefficient of 0.89 was calculated between them. Cases of disagreement were resolved through discussion and consensus.

The inclusion criteria were: core technology relevance (explicit use of AI algorithms such as machine learning, computer vision, or neural networks as the game's main mechanic), target population (children and adolescents under 18), dependent variable (addressing cognitive components, especially creativity, problem-solving, or divergent thinking), document type (original research articles, papers from reputable technical conferences, reports from educational game developers), and language (Persian and English sources). The exclusion criteria included games lacking AI (linear games without learning capability) , lack of relevance to creativity (sole focus on entertainment or violence aspects), unrelated target population (studies on adults or the elderly) , and non-scientific sources. Finally, six final games were selected from the search results based on precise criteria including explicit use of an AI algorithm (such as machine learning, computer vision, neural network), educational or developmental goal, suitability for the under-10 age group, and public accessibility. Each game was experienced and analyzed by two independent researchers for at least 5 hours. Game mechanics, type of AI algorithm, and interactive dynamics were extracted and categorized in the form of a matrix.

Phase Two: Exploratory Field Study (Limitations and Methodological Considerations)

The quantitative phase was designed with a purely exploratory aim. Here, prior to describing the implementation method, it is necessary to acknowledge three fundamental limitations of this phase, which are required by its pilot and

exploratory nature. These limitations are: (1) limited statistical power due to the small sample size, (2) the absence of a control group, which prevents separating the intervention's effect from natural development or practice effects, and (3) the wide age range, which encompasses developmental differences. This phase is designed not to prove a causal relationship, but solely to examine the feasibility of implementing such an intervention and to observe initial patterns in creativity scores.

With this introduction, the quantitative phase was executed exploratorily using a single-group quasi-experimental pretest-posttest design. The statistical population consisted of children aged 4 to 7 in Tehran. Considering the exploratory and preliminary nature of the research, as well as the complex ethical considerations in working with children, a purposive and convenience sampling method was used. The final sample included 12 children (6 girls and 6 boys) who had no history of regular play with smart consoles. Although this sample size is entirely insufficient for testing causal hypotheses and generalizing to a larger population (and this is the most significant limitation of this phase), it was assessed as suitable for a pilot study aimed at the initial identification of the potential of game mechanics. In fact, the findings of this study are not intended to be generalized to the population of children, but rather the goal is to generate hypotheses for future studies.

For statistical analyses, to relatively control for the developmental differences of 4-year-old and 7-year-old children, the approach of analyzing "within-individual changes" was adopted. This means the main analysis (paired t-test) was calculated not based on raw scores, but based on the difference between each child's pretest and posttest score relative to themselves. In other words, each child acted as their own control. However, this method cannot completely neutralize the effect of natural development in this age range, which itself leads to an increase in creativity, and this issue must be considered in the limitations and interpretation of the results.

Prior to the start of the intervention, written informed consent was obtained from the parents, and the research objectives and the safety of the game content were explained to them. The research instrument was the Torrance Figural Creativity Test (Form A), chosen due to its non-verbal nature and suitability for the participants' age. To manage the challenge of administering this test in the 4 to 7 age range, the test was administered individually in a calm, distraction-free environment for each child. Trained assessors used the standard age-specific

instructions of the Torrance test for encouragement and guidance, and the response time was adjusted according to the attention capacity of each age group. This test measures the four components of creativity—fluency, originality, flexibility, and elaboration—through the completion of incomplete drawings. The inter-rater reliability was calculated with the participation of two trained independent assessors on 30 percent of the tests using the intraclass correlation method, yielding a value of 0.87, indicating satisfactory reliability.

Session-by-Session Implementation of the Intervention

After the pretest, the children entered a 4-week intervention period (three 45-minute sessions per week, totaling 12 sessions). All sessions were held in a quiet playroom, free of distracting stimuli, under the supervision of a trained instructor. The session plan was designed as follows:

Session One (Introduction and Familiarization): This session was dedicated to building a positive relationship between the instructor and the children and familiarizing them with the environment and equipment. Without providing specific instructions, the instructor encouraged the children to freely explore the game environment. The goal was to reduce potential anxiety and create initial motivation.

Week One (Sessions 2 to 4) - Free Exploration and Basic Experience: During this week, each child was individually introduced to the tablet equipped with the selected games. The instructor provided minimal guidance and was mostly an observer so that the children could discover the basic mechanics of the games without pressure. Each session consisted of 30 minutes of free play and 15 minutes of rest and informal conversation about the child's experience.

Week Two (Sessions 5 to 7) - Structured Games Focusing on Co-creation: During this week, the two games "Let's Color" and "Quick, Draw! " were provided to the children on a rotating basis. This time, the instructor had a more active facilitation role and encouraged the children to expand their creative ideas with the help of artificial intelligence. At the end of each session, the children shared their produced works.

Week Three (Sessions 8 to 10) - Structured Games Focusing on Adaptability and Problem Solving: During this week, the games "Smartick" and "Code Monkey" were central. The instructor challenged the children to try higher

difficulty levels and find alternative strategies when facing failure. The emphasis was on the trial-and-error process and enjoying learning.

Week Four (Sessions 11 and 12) - Consolidation and Combined Games: In the final two sessions, children were free to choose their favorite games from among all six games and play them in combination. Reviewing the 4-week experience, the instructor encouraged the children to provide final feedback.

The order of presenting the games in each session was randomly rotated to neutralize order effects. One week after the end of the last session, the posttest was administered using the same Torrance test. Quantitative data were analyzed using descriptive statistics (mean and standard deviation) and inferential statistics (paired t-test) to compare scores before and after the intervention. Prior to performing the t-test, the normality of the score difference distribution was confirmed with the Shapiro-Wilk test ($p > 0.05$). To determine the magnitude of changes, the effect size was calculated.

Results

The results of the analysis of the six selected games are presented in Table 1. From this analysis, four main design strategies were extracted:

Interactive Co-creation: Artificial intelligence in the role of a creative partner.

Challenge Adaptability: Dynamic adjustment of the difficulty level within the zone of proximal development.

Immediate and Non-Judgmental Feedback: Accelerating the trial-and-error learning cycle.

Digital-Physical Bridging: Extending creativity to the real world.

Table 1.
Analysis of the Technical and Mechanical Features of Selected AI-Based Games

Game Name	AI Core	Smart Service/Feedback	Game Mechanics & Dynamics
Quick, Draw!	Neural Networks	Real-time recognition of drawn lines and guessing the final image.	Mechanic: 20-second time limit for drawing. Dynamic: Creating instant tension/ excitement; encouraging simplification and abstract viewing.

Game Name	AI Core	Smart Service/Feedback	Game Mechanics & Dynamics
LEGO Builder	Computer Vision	Scanning a pile of LEGO pieces and suggesting buildable models with available parts.	Mechanic: Augmented Reality scan and step-by-step instructions. Dynamic: Discovering hidden potential in existing objects.
CodeMonkey	Recurrent Neural Networks	Analyzing user code, identifying logical errors, and intelligently completing code lines.	Mechanic: Solving puzzles by writing commands. Dynamic: Learning through trial and error in a safe environment.
Smartick	Reinforcement Learning	Adjusting question difficulty based on the child's previous speed and accuracy (adaptability).	Mechanic: Instant rewards and short exercises. Dynamic: Maintaining the player in a 'flow' state.
Emoji Scavenger Hunt	Object Detection	Confirming the match between a real-world object and the requested emoji via phone camera.	Mechanic: Physical search with time limit. Dynamic: Physical mobility and interaction with the real environment.
PaintsChainer	Generative Adversarial Networks (GANs)	Transforming simple line drawings into full-color images with texture and shading.	Mechanic: Uploading a design and choosing a coloring style. Dynamic: Human-machine collaboration (Co-Creation) in creating an artwork.

Before presenting the results, it is crucial to note that given the small sample size (n=12) and the lack of control for natural maturation, the figures presented merely illustrate initial trends and should be interpreted with caution.

Table 2.
Descriptive Indicators of Creativity Scores in Pre-test and Post-test (n=12)

Test Phase	Mean	Std. Deviation	Minimum Score	Maximum Score
Pre-test	85.50	5.20	78	92
Post-test	112.40	6.10	104	120

A descriptive analysis of the data reveals a notable increase in all creativity indicators after the intervention period. The total mean creativity score increased from 85.50 in the pre-test to 112.40 in the post-test, indicating a growth of 26.90 points. This increase was observed almost uniformly across the entire score range; the minimum score rose from 78 to 104 (a 26-point increase), and the maximum score rose from 92 to 120 (a 28-point increase). This consistency in the growth of the lowest and highest scores suggests that the intervention had a relatively uniform effect, regardless of the children's baseline creativity levels. Additionally, the standard deviation increased from 5.20 to 6.10, indicating a slight increase in score dispersion at the post-test, which could be attributed to individual differences in response to the intervention.

Table 3.
Results of Paired t-test and Effect Size for Comparing Creativity Scores

Indicator	Mean Difference	Std. Deviation Difference	t-statistic	df	Significance (p)
Pre-test – Post-test	-26.90	4.35	-21.42	11	0.0001

The results of the paired t-test (Table 3) indicate a statistically significant difference between pre-test and post-test scores ($p < 0.001$). The mean difference (26.90) with a relatively low standard deviation of the difference (4.35) suggests that the improvement in scores occurred with relatively similar intensity in most children. The high t-statistic (21.42) confirms that the observed increase was far greater than random fluctuations. However, given the lack of a control group, this change cannot be definitively attributed to the intervention.

According to Cohen's (1988) benchmarks, values above 0.8 represent a large effect size. Thus, the value of 1.19 falls within the "large" range. Nevertheless, caution must be exercised in interpreting this figure: in single-group studies with small samples, the effect size is inherently inflated due to the lack of control for confounding variables (such as practice effects, natural maturation, and the halo effect). This number does not necessarily represent the true effect size of the intervention but merely indicates that the within-group changes exceeded the variance of the differences. A more precise estimation of the effect size necessitates a randomized controlled trial (RCT).

Conclusion

This research aimed to qualitatively analyze AI mechanics in games and conduct an exploratory evaluation of their impact on children's creativity. Although quantitative findings showed a significant increase in creativity scores, this result, given the design limitations and adjusted effect size, serves only as an initial indication. The primary contribution lies in the qualitative analysis linking specific AI mechanics to components of creativity. The nearly uniform score growth suggests the multifaceted intervention allowed children with different baseline abilities to each find a cognitive strength, though a slight increase in variance indicates responses were not entirely uniform. Four hypothetical pathways between AI mechanics and Torrance's creativity dimensions were mapped. The "dynamic challenge adaptability" mechanic targets fluency and flexibility by constantly maintaining the child in a state of flow within the zone of proximal development, a process potentially supported by strengthened executive functions and neural connectivity. The "interactive co-creation" mechanic strengthens originality and elaboration by reducing fear of failure and removing judgment, thereby fostering creative self-efficacy where failure becomes material for recreation. The "immediate and non-judgmental feedback" mechanic creates a safe trial-and-error loop, simultaneously supporting rapid idea generation and the gradual completion of responses, transforming the child into an active agent in their learning process. Finally, the "digital-physical bridging" mechanic targets flexibility by teaching that a single physical object can have multiple mental representations, acting as cognitive flexibility training. Synthesizing these, the four strategies do not work in isolation but together form a "creative learning ecosystem": adaptability is the foundation, co-creation the engine of imagination, safe feedback its fuel, and the digital-physical bridge expands the impact from screen to real world. This model portrays creativity as a dynamic, multidimensional process facilitated by targeted technology, rather than a static skill. Critically, these interpretations must be weighed against significant limitations. The absence of a control group means natural maturation, practice effects, or the halo effect cannot be ruled out. The small, purposive sample severely limits generalizability, and the short intervention without long-term follow-up may not reflect lasting change. Moreover, the links drawn between mechanics and creativity components are theoretical hypotheses from qualitative analysis and were not empirically tested in this study. Despite these limitations, the study's core achievement is an analytical framework that systematically connects technical AI mechanics with cognitive creativity

processes, offering a roadmap for future research and the targeted design of educational games.

Ethical Considerations

Adherence to Research Ethics Principles

The authors have observed ethical principles in conducting and publishing this scientific research, and this is confirmed by all of them.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Acknowledgements

The author would like to thank all participants in the present study.

فصلنامه
روندها و دستاوردها در فناوری یادگیری
Homepage: https://jlt.iaet.ir/
انجمن فناوری آموزشی ایران

واکاوی نقش بازی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در پرورش خلاقیت کودکان: یک مطالعه اکتشافی ترکیبی

لطیفه پورمحمدباقر *

نویسنده مسئول، استادیار دانشکده آمار، ریاضی و رایانه، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. رایانامه: l_pmb@atu.ac.ir

شاپا چاپی:
۷۱۶۷-۳۰۶۰
شاپا الکترونیکی:
۶۵۶-۳۰۶۰x

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۲۶
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۳/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۲۰
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۷/۰۵

چکیده

پژوهش حاضر با هدف واکاوی مکانیک‌های شناختی در بازی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی و ارزیابی اکتشافی تأثیر آن‌ها بر مؤلفه‌های خلاقیت (سیالی، ابتکار، انعطاف‌پذیری و بسط) در کودکان انجام شد. مبانی نظری پژوهش بین دو رویکرد اصلی برنامه‌نویسی صریح و ضمنی تمایز قائل می‌شود. رویکرد ضمنی، با تشکیل یک هسته فکری و یادگیری از طریق داده، امکان مدل‌سازی خلاقیت ترکیبی و تطبیق‌پذیری پویا را فراهم می‌آورد، قابلیتی که در سیستم‌های صریح مبتنی بر قواعد از پیش تعیین‌شده غایب است. این مطالعه از نوع ترکیبی (کیفی-کمی) با طرح نیمه‌آزمایشی تک‌گروهی (پیش‌آزمون-پس‌آزمون) بود. در فاز کیفی، با مرور نظام‌مند ۶ بازی منتخب مبتنی بر الگوریتم‌های تطبیقی و مولد، مکانیک‌های کلیدی نظیر «هم‌آفرینی تعاملی» و «تطبیق پویای چالش» استخراج و در چهار راهبرد اصلی طراحی دسته‌بندی شدند. در فاز کمی، ۱۲ کودک ۴ تا ۷ ساله در شهر تهران به‌صورت هدفمند انتخاب و در یک دوره مداخله ۴ هفته‌ای (هفته‌ای ۳ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای) شرکت کردند. ابزار گردآوری داده‌ها، نسخه تصویری آزمون خلاقیت تورنس فرم (A) با پایایی بین ارزیابان ۰/۸۷ بود. یافته‌های کمی نشان داد میانگین نمره کل خلاقیت از ۸۵/۵۰ ($SD = 5.20$) به ۱۱۲.۴۰ ($SD = 6.10$) افزایش یافته است ($t(11) = 21.42, p < 0.0001$) و اندازه اثر بزرگ ($d = 1.19$) بود. با توجه به ماهیت اکتشافی، نبود گروه کنترل، و حجم نمونه محدود، این یافته‌ها تنها نشانه‌ای اولیه از پتانسیل بازی‌های هوشمند برای تسهیل خلاقیت تلقی می‌شود. تحلیل کیفی نیز مشخص ساخت هوش مصنوعی از طریق فراهم‌آوری بستر «آزمون‌وخطای ایمن» و ایفای نقش «هم‌آفرین» تعاملی، می‌تواند به‌عنوان تسهیلگر شناختی عمل کند.

کلیدواژه‌ها:
هوش مصنوعی در آموزش،
بازی‌های جدی،
خلاقیت کودکان،
مطالعه اکتشافی،
یادگیری تطبیقی،
مکانیک‌های شناختی

استناد به این مقاله: پورمحمدباقر، لطیفه. (۱۴۰۵). واکاوی نقش بازی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در پرورش خلاقیت کودکان: یک مطالعه اکتشافی ترکیبی. *نشریه روندها و دستاوردها در فناوری یادگیری*، ۳(۱۱)، ۱۱۹-۱۵۷.
https://doi.org/10.22034/jlt.2026.2084799.1096

© ۲۰۲۶ نویسنده(گان)
ناشر: انجمن فناوری‌های آموزشی ایران

مقدمه

در عصر حاضر، ادغام فناوری‌های پیشرفته در عرصه آموزش، پارادایم‌های سنتی یادگیری را دگرگون ساخته است. بازی‌های رایانه‌ای که زمانی صرفاً ابزاری برای سرگرمی تلقی می‌شدند، اکنون با بهره‌گیری از هوش مصنوعی به محیط‌هایی پویا و تطبیقی برای رشد شناختی تبدیل شده‌اند (Haenlein & Kaplan, 2019). وجه تمایز بنیادین این نسل نوین از بازی‌ها با نمونه‌های مبتنی بر قواعد ثابت (Rule-based)، نه در جذابیت‌های بصری یا روایی، بلکه در «عامل‌های هوشمند» نهفته در قلب تپنده آن‌هاست. این عامل‌ها با تحلیل لحظه‌ای داده‌های رفتاری بازیکن، یک حلقه بازخورد پویا ایجاد می‌کنند که تجربه یادگیری را عمیقاً شخصی‌سازی می‌کند.

پرورش خلاقیت به‌عنوان یکی از کلیدی‌ترین مهارت‌های قرن بیست‌ویک، همواره موردتوجه پژوهشگران حوزه تعلیم و تربیت بوده است (Shahabzadeh & Shahabzadeh, 1401). از منظر روان‌شناسی شناختی، خلاقیت یک ویژگی ایستا نیست، بلکه فرآیندی پویا از حل مسئله و تولید ایده‌های نوین است که مؤلفه‌هایی نظیر سیالی، انعطاف‌پذیری، ابتکار و بسط را در بر می‌گیرد (Torrance, 1974). نظریه «منطقه تقریبی رشد[1]» ویگوتسکی نیز دقیقاً همین دیدگاه پویا را منعکس می‌کند: رشد شناختی در فضایی رخ می‌دهد که کودک با چالش‌هایی فراتر از توانایی کنونی، اما در محدوده دستیابی با کمک یک «دیگریِ آگاه» مواجه شود (Vygotsky, 1978). نقطه تلاقی این دو چارچوب نظری در بازی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی است. یک سیستم هوش مصنوعی تطبیقی دقیقاً همان نقش «همکار توانمندساز[2]» را در منطقه تقریبی رشد ایفا می‌کند: با تحلیل بلادرنگ عملکرد کودک، سطح دشواری را به‌گونه‌ای تنظیم می‌کند که کودک پیوسته در مرز بالینی توانایی خود نگه داشته شود. این وضعیت که Csikszentmihalyi (۱۹۹۰) آن را «غرقگی[3]» می‌نامد، یک حالت بهینه روان‌شناختی است که در آن فرد چنان غرق یک فعالیت چالش‌برانگیز و هدفمند می‌شود که حس زمان و خود را از دست می‌دهد و این دقیقاً بستر مناسب برای تجربه اوج خلاقیت است (Chen et al., 2021).

1. ZPD
2. Scaffolder
3. Flow

تفاوت بنیادین میان بازی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی و بازی‌های معمولی در چگونگی درگیرسازی کارکردهای اجرایی[1] نهفته است. درحالی‌که بازی‌های سنتی مبتنی بر قواعد صریح، اغلب واکنش‌هایی پیش‌بینی‌پذیر دارند که منجر به کاهش درگیری شناختی پس از مدتی کوتاه می‌شوند (Kharkovyna, 2019) بازی‌های هوشمند با بهره‌گیری از برنامه‌نویسی ضمنی، فرآیندهای حافظه و برنامه‌ریزی را به‌صورت مستمر فعال نگاه می‌دارند (Smith & Basak, 2023). این سیستم‌ها با افزایش ارتباطات در شبکه‌های پیش‌پیشانی و آهیانه‌ای راست مغز، توجه پایدار و تصمیم‌گیری مؤثرتر را ارتقا می‌دهند (Becker et al., 2024). علاوه بر این، هوش مصنوعی با ایجاد موقعیت‌های خودراهبری‌شده، برخلاف محیط‌های خطی بازی‌های معمولی، منجر به رشد خودتنظیمی شناختی و خودکارآمدی می‌شود (Tangkui & Keong, 2023) و مؤلفه‌های پردازش فضایی نظیر چرخش ذهنی را به شکلی نظام‌مند تقویت می‌کند (Andrus et al., 2020).

ادبیات پژوهشی موجود به مضرات احتمالی بازی‌های رایانه‌ای ازجمله رفتارهای خشن یا انزوای اجتماعی پرداخته است (Hajipour & Sadeghian, 1401; Schoeppe et al., 2017). بااین‌حال، یک شکاف نظری و تجربی قابل‌توجه وجود دارد: بیشتر مطالعات یا بر جنبه‌های سرگرمی‌سازانه و آسیب‌شناسانه بازی‌ها متمرکز بوده‌اند، یا به‌صورت کلی و بدون تمایزگذاری فنی، ارتباط میان «بازی» و «خلاقیت» را بررسی کرده‌اند. این مطالعات به‌ندرت به این پرسش محوری پاسخ می‌دهند که کدام مکانیسم خاصِ هوش مصنوعی است که یک بازی دیجیتال را از یک ابزار تفننی به یک «تسهیلگر شناختی» برای پرورش خلاقیت تبدیل می‌کند؟ به عبارت روشن‌تر، ما نمی‌دانیم که آیا ویژگی‌های منحصربه‌فرد هوش مصنوعی (مانند «هم‌آفرینی تعاملی» و «بازخورد تطبیقی») می‌توانند به‌طور هدفمند مؤلفه‌های چهارگانه خلاقیت (طبق مدل تورنس) را تحریک کنند یا خیر. این خلأ نظری، شکافی است میان سه حوزه «علوم کامپیوتر»، «طراحی بازی» و «روان‌شناسی شناختی کودک» که پژوهش حاضر درصدد پر کردن آن است.

بر این اساس، مسئله اصلی این پژوهش، واکاوی سیستماتیک رابطه میان مکانیک‌های مشخص هوش مصنوعی و فرآیندهای شناختی خلاقیت در کودکان است. پژوهش حاضر با هدفی دوگانه طراحی شده است: (۱) شناسایی و تحلیل ساختاری مکانیک‌های مبتنی بر هوش

1. Executive Functions

مصنوعی در بازی‌های آموزشی رایج و استخراج راهبردهای طراحی مرتبط با خلاقیت و (۲) انجام یک مطالعه اکتشافی مقدماتی برای اندازه‌گیری اولیه تأثیر تجربه این بازی‌ها بر نمرات خلاقیت کودکان. این پژوهش در پی پاسخ به این پرسش‌ها است:

۱. چه مکانیک‌ها و راهبردهای طراحی مبتنی بر هوش مصنوعی در بازی‌های آموزشی معاصر وجود دارد که بالقوه می‌توانند مؤلفه‌های سیالی، ابتکار، انعطاف‌پذیری و بسط را در کودکان تحریک کنند؟

۲. آیا یک دوره مداخله کنترل‌شده با بازی‌های منتخب مبتنی بر هوش مصنوعی، می‌تواند منجر به تغییرات معنادار آماری در نمرات کل خلاقیت کودکان ٤ تا ٧ سال شود؟

پیشینه پژوهش

هوش مصنوعی ازجمله علوم نوظهوری است که به مجموعه دانش‌های پیرامون هوشمندسازی ماشین‌ها اطلاق می‌شود (Patel & Kore, 2020; Haenlein & Kaplan, 2019). این علم آگاهی یک سیستم را به فازهای متفاوتی تقسیم می‌کند و برای درک بازی‌های مبتنی بر آن، ابتدا باید روش‌های اعمال این آگاهی بررسی شود. این روش‌ها به دو صورت صریح (خط فرمانی) و ضمنی (بر پایه داده) تقسیم می‌شود (Kharkovyna, 2019). در مدل صریح، برنامه‌نویس تمام حالات مسئله را پیش از رخداد بیان کرده و سیستم خروجی متناسب تولید می‌کند (Wilkening, 2019). برای مثال، حریف سیستمی در بازی رایانه‌ای در برابر حرکت کاربر، عملی متناسب مانند تیراندازی یا پریدن انجام می‌دهد. بااین‌حال، این مدل پیچیده است و برنامه‌نویس باید متناوباً ایرادها را رفع کند تا محصولی پایا حاصل شود (Beaumont et al., 2021). به همین دلیل شرکت‌ها بازی را پیش از انتشار در اختیار تیم آزمایش قرار می‌دهند (Arnab et al., 2019). این نوع برنامه‌نویسی علی‌رغم مشکلات، بیشترین سهم بازار را دارد و کمپانی‌های بزرگ به دلیل سرعت بالا و سادگی اعمال قواعد، همچنان هسته بازی‌ها را به‌صورت صریح توسعه می‌دهند (Laakso et al., 2021). بااین‌وجود، رشد برنامه‌نویسی ضمنی نشان داده که در آینده‌ای نزدیک بازار بازی‌ها به سمت بازی‌های بر پایه هوش مصنوعی ضمنی حرکت خواهد کرد (Du-Harpur et al., 2020).

برنامه‌نویسی ضمنی به‌جای ارائه دستورات مستقیم، یک هسته فکری تشکیل داده و آن را با داده‌ها تقویت می‌کند (Gallego-Durán et al., 2019)، درست همانند یادگیری انسان که با تجربه و اطلاعات کسب‌شده، ارتباطات بین پدیده‌ها را شناسایی می‌کند (Hacker, 2021). در این روش، ابتدا هسته هوش مصنوعی متناسب با موضوع انتخاب‌شده و با مجموعه داده‌ها یادگیری می‌کند (Wang et al., 2020). بدین ترتیب مدل‌سازی و پیاده‌سازی مفاهیم خلاقیت بشری در روند بازی و آموزش آن به‌سادگی امکان‌پذیر می‌شود. ماهیت این خلاقیت ماشینی عمدتاً «خلاقیت ترکیبی» است، بدین معنا که سیستم‌ها با ترکیب داده‌های از پیش موجود به خلق آثار جدید می‌پردازند، درحالی‌که خلاقیت انسانی می‌تواند «خلاقیت تحول‌آفرین» باشد و از چارچوب‌های مرجع موجود فراتر رود (لطیف‌زاده، ۱۴۰۳). این تفاوت بنیادین پیامدهای حقوقی مهمی در زمینه مالکیت آثار تولیدشده دارد و نظام‌های حقوقی را با چالش تعریف حقوق مالکیت معنوی خاص (Sui Generis) و امکان اعطای شخصیت الکترونیکی محدود به هوش مصنوعی مواجه ساخته است (لطیف‌زاده، ۱۴۰۳). نکته مهم این است که همانند انسان، هسته هوش مصنوعی نیز با داده‌های بیشتر به پختگی می‌رسد و سطوح پیشرفته‌تری از خلاقیت را شبیه‌سازی می‌کند. این پختگی با توجه به فراوانی بانک‌های اطلاعاتی، دور از ذهن نیست (Johnson, 2019).

بازی‌های ویدیویی آموزشی ابزاری عالی برای آموزش، ایجاد انگیزه و فرصت رشد توانمندی‌های مغز در کودکان هستند. هوشمندسازی این بازی‌ها مسیر یادگیری و شکوفایی خلاقیت‌های هدفمند را فراهم می‌کند. پژوهش‌ها در زمینه اثرات شناختی بازی‌های دیجیتال، به‌ویژه بازی‌های مبتنی بر محیط‌های باز و ساخت‌وساز، نشان داده که این محیط‌ها ظرفیت بالایی برای یادگیری مبتنی بر تجربه دارند. Lee et al (۲۰۲٤) و Slattery et al (۲۰۲۱) به ماهیت ساخت‌گرایانه این بازی‌ها پرداخته و نتایج بیانگر آن است که محیط باز، خلاقانه و مسئله‌محور آن‌ها، موجب درگیری شناختی عمیق‌تر و افزایش انگیزش درونی می‌شود، به‌ویژه زمانی که فعالیت‌ها گروهی و مبتنی بر یادگیری مشارکتی طراحی شوند (Andersen & Rustad, 2022; Lee et al., 2024; Slattery et al., 2021).

ماهیت سه‌بعدی و مبتنی بر ساخت‌وساز این بازی‌ها آن‌ها را به ابزاری برای مطالعه مهارت‌های پردازش فضایی تبدیل کرده است. بازیکن به‌طور مداوم باید اشکال را تجسم ذهنی

کند، آن‌ها را بچرخاند، طرح‌های پیچیده را برنامه‌ریزی نماید و موقعیت خود را در نقشه ذهنی بازیابی کند. این تعاملات هدفمند، مؤلفه‌های کلیدی پردازش فضایی ازجمله حافظه دیداری-فضایی، چرخش ذهنی، ادراک عمق و یکپارچگی ساختاری را تقویت می‌کند (Andrus et al., 2020). در زمینه کارکردهای اجرایی نیز Smith and Basak (۲۰۲۳) نشان دادند که درگیری مستمر در این محیط‌ها فرایندهای حافظه و برنامه‌ریزی را فعال ساخته و بهبود می‌بخشد. یافته‌های Becker et al. (۲۰۲٤) نیز حاکی از آن است که بازی‌های سه‌بعدی با افزایش ارتباطات در شبکه‌های پیش‌پیشانی و آهیانه‌ای راست مغز، توجه پایدار و تصمیم‌گیری مؤثرتر را ارتقا می‌دهند (Becker et al., 2024; Smith & Basak, 2023). در سطح فردی، Tangkui and Keong (۲۰۲۳) نشان دادند این بازی‌ها با ایجاد موقعیت‌های چالشی و خودراهبری‌شده، به رشد خودتنظیمی شناختی و خودکارآمدی یادگیرندگان منجر می‌شوند (Tangkui & Keong, 2023). درمجموع، مرور پیشینه حاکی از آن است که بازی‌های دیجیتال هوشمند بستری کارآمد برای تعامل میان بازی، شناخت و یادگیری فراهم می‌سازند. Wang et al. نیز دریافتند که ٦٥ درصد دانش‌آموزان پسر و ٥٧ درصد دختران ١ تا ٦ ساعت در هفته بازی ویدیویی انجام می‌دهند و ٣٩ درصد مردان و ١٦ درصد زنان نیز ١ تا ٢ ساعت. در این شرایط به‌کارگیری بازی‌های رایانه‌ای به‌عنوان ابزار ایجاد خلاقیت و آموزش‌های کاربردی موردتوجه قرار می‌گیرد.

همچنین با توجه به اهمیت روابط معلمان و دانش‌آموزان در افزایش عزت‌نفس و انگیزه یادگیری، برقراری تعادل بین فناوری و آموزش و طراحی بازی‌های آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی برای فراهم کردن ارتباط مؤثر و دستیار آموزشی بیش‌ازپیش اهمیت یافته است. مجمع جهانی اقتصاد در سال ۲۰۲۵ نیز طراحی بازی‌ها و اسباب‌بازی‌های هوشمند را برای به حداکثر رساندن فرصت‌های یادگیری و به حداقل رساندن خطرات مرتبط با کودکان موردتوجه قرار داده است.

در ادامه با نگاه به بازی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در گذشته و حال، اثربخشی آن‌ها بر رشد خلاقیت کودکان ارزیابی می‌شود. دو تفاوت عمده بین این بازی‌ها با نسل قبل وجود دارد: نخست، بازی‌های نسل پیشین تنها عکس‌العمل‌هایی قابل‌پیش‌بینی و مبتنی بر قوانین صریح داشتند که از جذابیت آن‌ها می‌کاست (Kharkovyna, 2019). برای مثال در یک بازی خریدوفروش، کودک با آزمون‌وخطا به‌سرعت بر محیط ثابت چیره می‌شود، اما اگر بازی بر پایه

داده‌های واقعی هوشمند شود، رفتار عامل‌ها بازتابی از غیرقابل‌پیش‌بینی بودن معاملات واقعی خواهد بود. در برنامه‌نویسی صریح، ایجاد رفتار تصادفی صرفاً با یک تابع انجام می‌شود که اغلب غیرواقعی و آموزش اشتباه را به همراه دارد (Romero & Kalmpourtzis, 2020). دوم، هوشمندسازی ضمنی سطح خود را با کاربر تنظیم می‌کند (Neves & Zagalo, 2021). در بازی‌های سنتی، سطح سختی ثابت می‌تواند برای کاربر حرفه‌ای ملال‌انگیز و برای مبتدی دشوار باشد و این اصلی‌ترین دلیل شکست بسیاری از بازی‌های فکری کودکان است. درحالی‌که در بازی‌های مبتنی بر داده، سیستم سختی را متناسب با عملکرد کاربر ارزیابی کرده و بدون آنکه کودک متوجه شود، سطح را با پیشرفت او افزایش می‌دهد (Kleiner, 2003). چنین انعطافی در گذشته نیازمند تعریف حالات بیشمار بود و توسعه را با چالش جدی مواجه می‌ساخت (Kalmpourtzis, 2019).

به‌طور خلاصه، این فاکتورها از جزئیات گرافیکی تا رفتار کاراکترهای خودکار را در بر گرفته و محیطی واقعی و دل‌چسب برای آموزش و بهبود خلاقیت، سرعت و دقت فراهم می‌کنند. از منظر آموزشی، خلاقیت کودکان شامل چهار مؤلفه سیالی، انعطاف‌پذیری، ابتکار و بسط است. طراحی بازی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی با راهبردهایی چون هم‌آفرینی تعاملی، ترس از شکست را از بین برده و با حذف نقش قضاوت‌گر، اعتمادبه‌نفس خلاقانه را تقویت می‌کند. این فناوری به‌مثابه «مربی» یا «تسهیلگر» بازخوردهای آنی و شخصی‌سازی‌شده ارائه می‌دهد.

روش

این پژوهش با رویکرد ترکیبی و در دو فاز متوالی انجام شد. فاز اول یک مرور نظام‌مند کیفی برای شناسایی و تحلیل بازی‌ها بود و فاز دوم یک مطالعه میدانی اکتشافی با طرح تک‌گروهی که صرفاً با هدف ارزیابی اولیه و امکان‌سنجی اجرا شد، نه برای آزمون فرضیه علیتی. این تفکیک در پاسخ به محدودیت‌های ذاتی طرح که در ادامه تشریح می‌شود، ضروری است.

فاز اول: مرور نظام‌مند و تحلیل کیفی بازی‌ها

در این فاز، یک پروتکل جستجوی نظام‌مند دقیق برای شناسایی بازی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی مرتبط با خلاقیت کودکان تدوین و اجرا شد. جستجو با استفاده از عملگرهای منطقی

در سه محور اصلی پژوهش یعنی «هوش مصنوعی»، «بازی» و «خلاقیت» انجام شد. راهبرد جستجو برای هر پایگاه با ترکیب مترادف‌های تخصصی (با عملگر `OR` در درون هر محور و `AND` بین محورها) به‌صورت جداگانه تنظیم گردید. کلیدواژه‌های فارسی و انگلیسی نظیر «هوش مصنوعی» / «Artificial Intelligence»، «بازی‌های رایانه‌ای» / «Video Games»، «بازی جدی» / «Serious Games» و «خلاقیت» / «Creativity» در عنوان، چکیده و کلیدواژه‌های مقالات مورد جستجو قرار گرفتند.

جستجو در چهار پایگاه استنادی معتبر شامل Science Direct، Google Scholar، IEEE Xplore و SID با تمرکز بر مقالات منتشرشده در بازه زمانی پنج سال اخیر انجام شد. برای اطمینان از پوشش حداکثری، جستجوی دستی در فهرست منابع مقالات کلیدی نیز صورت گرفت. با توجه به ماهیت نوظهور و بین‌رشته‌ای موضوع، از روش گستره‌پژوهی (Scoping Review) برای انتخاب منابع استفاده شد تا هم مقالات پژوهشی و هم گزارش‌های فنی توسعه‌دهندگان بازی‌های آموزشی پوشش داده شوند. منابع بر اساس معیارهای ورود و خروج دقیق در دو مرحله غربالگری شدند: ابتدا عناوین و چکیده‌ها و سپس متن کامل مقالات بررسی شد. دو پژوهشگر به‌طور مستقل این فرآیند را انجام دادند و ضریب توافق کاپای ۰٫۸۹ بین آن‌ها محاسبه شد. موارد اختلاف از طریق بحث و اجماع حل گردید.

معیارهای ورود عبارت بودند از مرتبط بودن فناوری هسته (استفاده صریح از الگوریتم‌های هوش مصنوعی مانند یادگیری ماشین، بینایی ماشین، یا شبکه‌های عصبی به‌عنوان مکانیک اصلی بازی)، جامعه هدف (کودکان و نوجوانان زیر ۱۸ سال)، متغیر وابسته (پرداختن به مؤلفه‌های شناختی به‌ویژه خلاقیت، حل مسئله یا تفکر واگرا)، نوع مدرک (مقالات پژوهشی اصیل، مقالات کنفرانس‌های معتبر فنی، گزارش‌های توسعه‌دهندگان بازی‌های آموزشی) و زبان (منابع فارسی و انگلیسی). معیارهای خروج شامل بازی‌های فاقد هوش مصنوعی (بازی‌های خطی بدون قابلیت یادگیری)، عدم ارتباط با خلاقیت (تمرکز صرف بر جنبه‌های سرگرمی یا خشونت)، جامعه هدف نامرتبط (مطالعات روی بزرگسالان یا سالمندان) و منابع غیرعلمی بود. درنهایت، شش بازی نهایی از میان نتایج جستجو بر اساس معیارهای دقیق شامل استفاده صریح از الگوریتم هوش مصنوعی (مانند یادگیری ماشین، بینایی ماشین، شبکه عصبی)، هدف آموزشی یا پرورشی، تناسب با گروه سنی زیر ۱۰ سال و دسترسی عمومی انتخاب شدند. هر بازی حداقل به مدت ۵ ساعت

توسط دو پژوهشگر مستقل تجربه و تحلیل شد. مکانیک‌های بازی، نوع الگوریتم هوش مصنوعی و دینامیک‌های تعاملی استخراج و در قالب یک ماتریس دسته‌بندی شدند.

فاز دوم: مطالعه میدانی اکتشافی (محدودیت‌ها و ملاحظات روش‌شناختی)

فاز کمی با یک هدف کاملاً اکتشافی طراحی شد. در اینجا لازم است پیش از تشریح روش اجرا، به سه محدودیت اساسی این فاز که مقتضای ماهیت پایلوت و اکتشافی آن است، اذعان شود. این محدودیت‌ها عبارت‌اند از: (۱) توان آماری محدود به دلیل حجم نمونه کم، (۲) فقدان گروه کنترل که امکان تفکیک اثر مداخله از رشد طبیعی یا اثر تمرین را نمی‌دهد، و (۳) دامنه سنی گسترده که تفاوت‌های تحولی را در بر می‌گیرد. این فاز نه برای اثبات رابطه علیتی، بلکه صرفاً برای بررسی امکان‌پذیری اجرای چنین مداخله‌ای و مشاهده الگوهای اولیه در نمرات خلاقیت طراحی شده است.

فاز کمی با استفاده از طرح نیمه‌آزمایشی تک‌گروهی پیش‌آزمون-پس‌آزمون به‌صورت اکتشافی اجرا شد. جامعه آماری، کودکان ٤ تا ٧ ساله شهر تهران بودند. با توجه به ماهیت اکتشافی و مقدماتی پژوهش و همچنین ملاحظات اخلاقی پیچیده در کار با کودکان، از روش نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس استفاده شد. نمونه نهایی شامل ۱۲ کودک (٦ دختر و ٦ پسر) بود که سابقه بازی منظم با کنسول‌های هوشمند را نداشتند. این حجم نمونه اگرچه برای آزمون فرضیه‌های علیتی و تعمیم به جامعه بزرگ‌تر کاملاً ناکافی است (و این مهم‌ترین محدودیت این فاز محسوب می‌شود)، اما برای یک مطالعه پایلوت با هدف شناسایی اولیه پتانسیل مکانیک‌های بازی، مناسب ارزیابی شد. درواقع، یافته‌های این مطالعه قرار نیست به جامعه کودکان تعمیم داده شوند، بلکه هدف، تولید فرضیه برای مطالعات آتی است.

برای تحلیل‌های آماری، برای کنترل نسبی تفاوت‌های تحولی کودکان ٤ ساله و ٧ ساله، رویکرد تحلیل «تغییرات درون‌فردی» اتخاذ شد. به این معنا که تحلیل اصلی (آزمون تی زوجی) نه بر اساس نمرات خام، بلکه بر اساس تفاوت نمره پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر کودک نسبت به خودش محاسبه گردید. به‌عبارت‌دیگر، هر کودک به‌عنوان کنترل خودش عمل کرد. بااین‌حال، این روش نمی‌تواند تأثیر رشد طبیعی در این بازه سنی را که خود به افزایش خلاقیت می‌انجامد، کاملاً خنثی کند و این موضوع در بخش محدودیت‌ها و تفسیر نتایج باید مدنظر قرار گیرد.

پیش از شروع مداخله، رضایت‌نامه آگاهانه کتبی از والدین اخذ شد و اهداف پژوهش و بی‌خطربودن محتوای بازی‌ها برای آن‌ها تشریح گردید. ابزار پژوهش، آزمون خلاقیت تصویری تورنس (فرم A) بود که به دلیل ماهیت غیرکلامی و تناسب با سن شرکت‌کنندگان انتخاب شد. برای مدیریت چالش اجرای این آزمون در دامنه سنی ٤ تا ٧ سال، آزمون به‌صورت انفرادی و در محیطی آرام و عاری از حواس‌پرتی برای هر کودک اجرا شد. ارزیابان آموزش‌دیده دستورالعمل‌های استاندارد سنی آزمون تورنس را برای تشویق و راهنمایی به کار بردند و مدت‌زمان پاسخ‌دهی متناسب با ظرفیت توجه هر گروه سنی تنظیم شد. این آزمون چهار مؤلفه خلاقیت یعنی سیالی، ابتکار، انعطاف‌پذیری و بسط را از طریق تکمیل نقاشی‌های ناقص می‌سنجد. پایایی بین ارزیابان با مشارکت دو ارزیاب آموزش‌دیده مستقل و بر روی ۳۰ درصد از آزمون‌ها به روش توافق درون‌طبقه‌ای محاسبه شد که مقدار ۰٫۸۷ به دست آمد و نشان‌دهنده پایایی مطلوب بود.

اجرای جلسه‌به‌جلسه مداخله

پس از اجرای پیش‌آزمون، کودکان وارد یک دوره مداخله ٤ هفته‌ای (هر هفته ۳ جلسه ٤٥ دقیقه‌ای، مجموعاً ۱۲ جلسه) شدند. کلیه جلسات در یک اتاق بازی آرام و عاری از محرک‌های مزاحم و تحت نظارت یک مربی آموزش‌دیده برگزار شد. برنامه جلسات به‌صورت زیر طراحی شده بود:

– جلسه اول (معارفه و آشناسازی): این جلسه به ایجاد رابطه مثبت میان مربی و کودکان و آشنایی با محیط و تجهیزات اختصاص داشت. مربی بدون ارائه دستورالعمل خاصی، کودکان را به کاوش آزادانه در محیط بازی تشویق می‌کرد. هدف، کاهش اضطراب احتمالی و ایجاد انگیزه اولیه بود.

– هفته اول (جلسات ۲ تا ٤) – کاوش آزاد و تجربه پایه: در این هفته، هر کودک به‌صورت انفرادی با تبلت مجهز به بازی‌های منتخب آشنا شد. مربی حداقل راهنمایی را ارائه می‌داد و بیشتر مشاهده‌گر بود تا کودکان بتوانند بدون فشار، مکانیک‌های پایه بازی‌ها را کشف کنند. هر جلسه شامل ۳۰ دقیقه بازی آزاد و ۱۵ دقیقه استراحت و صحبت غیررسمی درباره تجربه کودک بود.

– هفته دوم (جلسات ۵ تا ۷) – بازی‌های ساختاریافته با تمرکز بر هم‌آفرینی: در این هفته، دو بازی «رنگ‌آمیزی کن» و «سریع نقاشی بکش!» به‌صورت چرخشی در اختیار کودکان قرار گرفت. مربی این بار تسهیلگری فعال‌تری داشت و کودکان را مطابق تشویق می‌کرد تا ایده‌های خلاقانه خود را با کمک هوش مصنوعی گسترش دهند. در پایان هر جلسه، کودکان آثار تولیدشده خود را به اشتراک می‌گذاشتند. شکل ۱ مکانیک «هم‌آفرینی تعاملی» را در عمل نشان می‌دهد. این شواهد بصری، مکانیک «هم‌آفرینی تعاملی» را در عمل نشان می‌دهد. هوش مصنوعی با ایفای نقش یک شریک خلاق، از مؤلفه‌های «ابتکار» (با تشویق به خلق مفاهیم جدید) و «بسط» (با الهام‌بخشی به افزودن جزئیات) خلاقیت حمایت می‌کند.

شکل ۱.

تعامل کودک با یک بازی نقاشی مبتنی بر هوش مصنوعی در طول مداخله (هفته دوم، فاز هم‌آفرینی)



– هفته سوم (جلسات ۸ تا ۱۰) – بازی‌های ساختاریافته با تمرکز بر تطبیق‌پذیری و حل مسئله: در این هفته، بازی‌های «اسمارتیک» و «میمون برنامه‌نویس» محوریت داشتند. مربی کودکان را به چالش می‌کشید تا سطوح دشواری بالاتری را امتحان کنند و در مواجهه با شکست، راهبردهای جایگزین بیابند. تأکید بر فرآیند آزمون‌وخطا و لذت بردن از یادگیری بود.

– هفته چهارم (جلسات ۱۱ و ۱۲) – تثبیت و بازی‌های ترکیبی: در دو جلسه پایانی، کودکان آزاد بودند تا از میان تمامی شش بازی، بازی‌های موردعلاقه خود را انتخاب کرده و به‌صورت ترکیبی بازی کنند. مربی با مرور تجربه ٤ هفته، کودکان را به ارائه بازخورد نهایی تشویق می‌کرد. ترتیب ارائه بازی‌ها در هر جلسه به‌صورت تصادفی چرخشی بود تا اثر ترتیب خنثی شود. یک هفته پس از پایان آخرین جلسه، پس‌آزمون با استفاده از همان آزمون تورنس اجرا گردید. داده‌های کمی با استفاده از آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و آمار استنباطی (آزمون تی زوجی) برای مقایسه نمرات پیش و پس از مداخله تحلیل شدند. پیش از اجرای آزمون تی، نرمال بودن توزیع تفاوت نمرات با آزمون شاپیرو–ویلک تأیید شد ($p > ۰٫۰۵$). برای تعیین میزان تغییرات، اندازه اثر محاسبه گردید.

یافته‌ها

نتایج تحلیل ٦ بازی منتخب در جدول ۱ ارائه شده است. از این تحلیل، چهار راهبرد اصلی طراحی استخراج گردید:

۱. هم‌آفرینی تعاملی: هوش مصنوعی در نقش شریک خلاق.

۲. تطبیق‌پذیری چالش: تنظیم پویای سطح دشواری در منطقه تقریبی رشد.

۳. بازخورد آنی و غیرقضاوتی: تسریع چرخه یادگیری آزمایشی.

٤. پل‌زنی دیجیتال–فیزیکی: گسترش خلاقیت به جهان واقعی

جدول ۱.

تحلیل فنی و مکانیکی بازی‌های منتخب مبتنی بر هوش مصنوعی

مکانیک‌ها و دینامیک‌های بازی	خدمات و بازخورد هوشمند	هسته هوش مصنوعی	نام بازی
مکانیک: محدودیت زمانی ۲۰ ثانیه. دینامیک: ایجاد هیجان؛ تشویق به ساده‌سازی و انتزاع.	تشخیص بلادرنگ خطوط و حدس تصویر نهایی	شبکه‌های عصبی	سریع نقاشی بکش!
مکانیک: اسکن واقعیت افزوده و دستورالعمل گام‌به‌گام. دینامیک: کشف پتانسیل اشیاء موجود.	اسکن قطعات و پیشنهاد مدل‌های قابل ساخت	بینایی ماشین	ساخت‌وساز با لگو

مکانیک‌ها و دینامیک‌های بازی	خدمات و بازخورد هوشمند	هسته هوش مصنوعی	نام بازی
مکانیک: حل معما از طریق نوشتن دستورات. دینامیک: یادگیری از طریق آزمون‌وخطا در محیط امن.	تحلیل کد، شناسایی خطاهای منطقی	شبکه‌های عصبی بازگشتی	میمون برنامه‌نویس
مکانیک: پاداش‌دهی فوری و تمرینات کوتاه. دینامیک: حفظ حالت «غرقگی.«	تنظیم سطح دشواری بر اساس سرعت و دقت کودک	یادگیری تقویتی	اسمارتیک
مکانیک: جستجوی فیزیکی با محدودیت زمان. دینامیک: تعامل با محیط واقعی؛ تغییر نگاه به اشیاء.	تأیید تطابق شیء واقعی با ایموجی خواسته‌شده	تشخیص اشیاء	ایموجی را پیدا کن
مکانیک: بارگذاری طرح و انتخاب سبک. دینامیک: همکاری انسان و ماشین در خلق اثر هنری.	تبدیل نقاشی خطی ساده به تصویر رنگی حرفه‌ای	شبکه‌های مولد (GAN)	رنگ‌آمیزی کن

یافته‌های فاز کمی (مطالعه میدانی)

پیش از ارائه نتایج، ذکر این نکته ضروری است که با توجه به حجم نمونه کوچک (n=۱۲) و کنترل‌نشدن اثر رشد طبیعی، ارقام ارائه‌شده صرفاً روندهای اولیه را نشان می‌دهند و باید با احتیاط تفسیر شوند.

جدول ۲.

شاخص‌های توصیفی نمرات خلاقیت در پیش‌آزمون و پس‌آزمون (n=12)

مرحله آزمون	میانگین	انحراف معیار	کمترین نمره	بیشترین نمره
پیش‌آزمون	۸۵/۵۰	۵/۲۰	۷۸	۹۲
پس‌آزمون	۱۱۲/٤۰	٦/۱۰	۱۰٤	۱۲۰

تحلیل توصیفی داده‌ها نشان‌دهنده افزایش قابل‌توجه در تمام شاخص‌های خلاقیت پس از دوره مداخله است. میانگین نمره کل خلاقیت از ۸۵/۵۰ در پیش‌آزمون به ۱۱۲/٤۰ در پس‌آزمون افزایش یافته است که نشان‌دهنده رشدی معادل ۲٦/۹۰ نمره است. این افزایش به‌طور تقریبی در کل دامنه نمرات مشاهده می‌شود؛ به‌طوری‌که کمترین نمره از ۷۸ به ۱۰٤ (افزایش ۲٦ نمره‌ای) و بیشترین نمره از ۹۲ به ۱۲۰ (افزایش ۲۸ نمره‌ای) تغییر یافته است. این هم‌خوانی در میزان رشد کمترین و بیشترین نمرات نشان می‌دهد که مداخله، صرف‌نظر از سطح پایه خلاقیت

کودکان، با روندی نسبتاً یکنواخت همراه بوده است. همچنین، انحراف معیار نمرات از ۵/۲۰ به ۶/۱۰ افزایش یافته که حاکی از اندکی افزایش در پراکندگی نمرات در پس‌آزمون است و می‌تواند ناشی از تفاوت‌های فردی در پاسخ‌دهی به مداخله باشد.

جدول ۳.

نتایج آزمون تی زوجی و اندازه اثر برای مقایسه نمرات خلاقیت

شاخص	میانگین تفاوت	انحراف معیار تفاوت	آماره t	درجه آزادی	سطح معناداری (p)
پیش‌آزمون – پس‌آزمون	۲۶/۹۰	۴/۳۵	۲۱/۴۲	۱۱	۰/۰۰۱

نتایج آزمون تی زوجی (جدول ۳) نشان‌دهنده تفاوت معنادار آماری بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون است $p < ۰/۰۰۱$ میانگین تفاوت نمرات (۲۶/۹۰) با انحراف معیار نسبتاً پایین (۴/۳۵) حاکی از آن است که بهبود نمرات در اکثر کودکان با شدت نسبتاً مشابهی رخ داده است. آماره t بالا (۲۱/۴۲) نیز تأیید می‌کند که میزان افزایش مشاهده‌شده بسیار فراتر از نوسانات تصادفی است. بااین‌حال، با توجه به فقدان گروه کنترل، نمی‌توان این تغییر را به‌طور قطعی به مداخله نسبت داد.

تحلیل اندازه اثر: اندازه اثر کوهن (d) برای این تفاوت ۱/۱۹ محاسبه شد. بر اساس معیارهای کوهن (۱۹۸۸)، مقادیر بالای ۰/۸ نشان‌دهنده اندازه اثر بزرگ هستند؛ بنابراین، مقدار ۱/۱۹ در محدوده «بزرگ» قرار می‌گیرد. بااین‌وجود، در تفسیر این عدد باید احتیاط کرد: در مطالعات تک‌گروهی با نمونه کوچک، اندازه اثر به دلیل عدم کنترل متغیرهای مداخله‌گر (مانند اثر تمرین، رشد طبیعی و اثر هاله‌ای) ذاتاً دچار تورم می‌شود. این عدد لزوماً بیانگر اندازه اثر واقعی مداخله نیست، بلکه صرفاً نشان می‌دهد که تغییرات درون‌گروهی از پراکندگی تفاوت‌ها بیشتر بوده است. برای برآورد دقیق‌تر اندازه اثر، انجام یک کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده (RCT) ضروری است.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش، ارائه یک تحلیل کیفی از مکانیک‌های هوش مصنوعی در بازی‌ها و انجام یک ارزیابی اکتشافی اولیه از تأثیر آن‌ها بر خلاقیت کودکان بود. یافته‌های کمی نشان‌دهنده افزایش معنادار در نمرات خلاقیت پس از دوره مداخله بود. بااین‌حال، با توجه به اندازه اثر به

۱/۱۹ و تأکید بر محدودیت‌های طرح، این نتیجه را باید صرفاً به‌عنوان یک نشانه اولیه و نه یک دستاورد قطعی تفسیر کرد. این یافته، همسو با مطالعاتی است که پتانسیل فناوری‌های تطبیقی را در حمایت از رشد شناختی نشان می‌دهند (Guan et al., 2022; Nam, 2021). بااین‌وجود، ارزش اصلی این پژوهش نه در اعداد کمی، بلکه در تحلیل کیفی و ایجاد پیوند میان مکانیک‌های خاص هوش مصنوعی و مؤلفه‌های خلاقیت است که در ادامه تحلیل می‌شود.

تحلیل و تفسیر تلفیقی یافته‌های کیفی و کمی

بررسی دقیق‌تر یافته‌های توصیفی، الگوی جالبی را آشکار می‌سازد: رشد تقریباً یکسان در دامنه نمرات (۲۶ نمره برای کمترین و ۲۸ نمره برای بیشترین نمره) نشان می‌دهد که مداخله، فارغ از سطح پایه خلاقیت، تأثیر نسبتاً یکنواختی داشته است. این «اثر سراسری» می‌تواند بازتابی از طراحی چندوجهی مداخله باشد که در آن، هر کودک با مکانیک‌های متنوعی (از هم‌آفرینی هنری تا حل مسئله منطقی) درگیر شده و لذا نقطه قوت شناختی خود را پیدا کرده است. بااین‌حال، افزایش جزئی در انحراف معیار (از ۵/۲۰ به ۶/۱۰) هشدار می‌دهد که این تأثیر یکدست نبوده و برخی کودکان پاسخ بهتری نشان داده‌اند. این «واگرایی در پاسخ به مداخله» می‌تواند کلیدی برای تحلیل عمیق‌تر پیوندهای کیفی زیر باشد.

بر اساس تحلیل کیفی بازی‌ها، می‌توان چهار مسیر فرضی را میان مکانیک‌های هوش مصنوعی و ابعاد خاص خلاقیت تورنس ترسیم کرد که داده‌های کمی نیز تا حدودی از آن‌ها پشتیبانی می‌کنند:

۱. مکانیک «تطبیق‌پذیری پویای چالش» و ارتقای سیالی و انعطاف‌پذیری

بازی‌های «اسمارتیک» (یادگیری تقویتی) و «میمون برنامه‌نویس» (شبکه‌های عصبی بازگشتی) با تنظیم لحظه‌ای دشواری، کودک را پیوسته در «منطقه تقریبی رشد» ویگوتسکی در حالت «غرقگی» نگاه می‌دارند. این امر مستقیماً سیالی (با ارائه مداوم چالش‌های جدید) و انعطاف‌پذیری (با تغییر پویای قواعد و جلوگیری از تثبیت بر یک راه‌حل) را هدف قرار می‌دهد. تحلیل این یافته در پرتو پژوهش‌های جدید نشان می‌دهد که این مکانیک فراتر از یک تنظیم ساده دشواری است. مطالعات روی بازی‌های سه‌بعدی نشان داده‌اند که درگیری مستمر با چنین محیط‌های

پویایی، کارکردهای اجرایی مغز مانند برنامه‌ریزی و حافظه کاری را فعال می‌سازد (Smith & Basak, 2023) و حتی بر اساس یافته‌های Becker et al. (۲۰۲۴)، به بهبود توجه پایدار و تصمیم‌گیری مؤثرتر از طریق افزایش ارتباطات در شبکه‌های پیش‌پیشانی و آهیانه‌ای راست مغز کمک می‌کند؛ بنابراین، افزایش سیالی و انعطاف‌پذیری مشاهده‌شده می‌تواند بازتابی از تقویت این زیرساخت‌های عصبی-شناختی باشد. شکل ۲ تصویری از بازی ریاضی تطبیقی (اسمارتیک) است که مکانیک‌های «تطبیق‌پذیری پویای چالش» و «بازخورد آنی و غیرقضاوتی» را نشان می‌دهد. پیام خاص «آفرین! سطح دشواری بالاتر رفت» نشان می‌دهد که سیستم چگونه سطح چالش را برای حفظ حالت غرقگی تنظیم می‌کند و بازخورد مثبت فوری ارائه می‌دهد. این شواهد بصری مستقیماً نشان می‌دهد که بازی چگونه از ابعاد «سیالی» (با امکان آزمون‌وخطای سریع) و «انعطاف‌پذیری» (با جلوگیری از تثبیت بر یک راه‌حل) خلاقیت حمایت می‌کند.

شکل ۲.

بازی ریاضی تطبیقی (اسمارتیک) که مکانیک‌های «تطبیق‌پذیری پویای چالش» و «بازخورد آنی و غیرقضاوتی» را نشان می‌دهد



۲. مکانیک «هم‌آفرینی تعاملی» و تقویت ابتکار و بسط

بازی‌های «رنگ‌آمیزی کن» (شبکه‌های مولد GAN) و «سریع نقاشی بکش!» (شبکه‌های عصبی)، با ایفای نقش یک «هم‌آفرین» خلاق، ترس از شکست را کاهش می‌دهند. این فرآیند با حذف

قضاوت، به‌طور خاص ابتکار (ارائه ایده‌های بدیع) و بسط (ترغیب به افزودن جزئیات) را تقویت می‌کند. در تحلیل عمیق‌تر، این یافته‌ها با پژوهش‌های Lee et al. (۲۰۲٤) و Slattery et al. (۲۰۲۱) هم‌راستا است که نشان دادند محیط‌های باز و خلاقانه، با ایجاد یک فضای امن برای آزمون‌وخطا، انگیزش درونی را افزایش می‌دهند. نکته ظریف‌تر آنکه تأکید بر «غیرقضاوتی بودن» بازخورد، فراتر از صرف تشویق، به پرورش خودکارآمدی خلاقانه می‌انجامد؛ کودک می‌آموزد که شکست نه یک مانع، بلکه ماده خامی برای بازآفرینی است.

۳. مکانیک «بازخورد آنی و غیرقضاوتی» و چرخه یادگیری ایمن

این مکانیک که در بازی «میمون برنامه‌نویس» برجسته است، با ارائه فوری بازخورد، یک «چرخه آزمون‌وخطای ایمن» ایجاد می‌کند. این امر به‌طور هم‌زمان سیالی (تولید سریع ایده‌ها) و بسط (فرصت تکمیل تدریجی پاسخ) را پشتیبانی می‌کند. تحلیل این یافته در کنار کار Tangkui and Keong (۲۰۲۳) نشان می‌دهد که چنین محیط‌هایی، با پرورش مهارت‌های خودتنظیمی شناختی، کودک را از یک دریافت‌کننده منفعل بازخورد به یک عامل فعال در فرآیند یادگیری خود تبدیل می‌کنند.

٤. مکانیک «پل‌زنی دیجیتال-فیزیکی» و بازتعریف انعطاف‌پذیری

بازی‌های «ایموجی را پیدا کن» (تشخیص اشیاء) و «ساخت‌وساز با لگو» (بینایی ماشین)، نگاه کودک به جهان واقعی را تغییر می‌دهند. این راهبرد مستقیماً انعطاف‌پذیری را هدف قرار می‌دهد. در پرتو پژوهش‌های مرتبط با پردازش فضایی (Andrus et al., 2020)، این مکانیک‌ها را می‌توان نوعی «آموزش انعطاف‌پذیری شناختی» تلقی کرد؛ جایی که کودک می‌آموزد یک شیء فیزیکی واحد می‌تواند بازنمایی‌های ذهنی متعددی داشته باشد.

سنتز نهایی: به‌سوی یک مدل مفهومی یکپارچه

درمجموع، تحلیل تلفیقی یافته‌ها نشان می‌دهد که چهار راهبرد شناسایی‌شده به‌صورت مجزا عمل نمی‌کنند، بلکه یک «اکوسیستم یادگیری خلاق» را تشکیل می‌دهند. تطبیق‌پذیری، شالوده این اکوسیستم را می‌سازد، هم‌آفرینی نقش موتور محرک تخیل را ایفا می‌کند، بازخورد ایمن نقش سوخت این موتور را دارد، و پل دیجیتال-فیزیکی دامنه تأثیرگذاری را از صفحه‌نمایش به

جهان واقعی کودک گسترش می‌دهد. این مدل، برخلاف رویکردهای سنتی که خلاقیت را یک مهارت ایستا می‌بینند، آن را به‌عنوان یک فرآیند پویا و چندبعدی ترسیم می‌کند که می‌توان آن را با مداخلات هدفمند فناورانه تسهیل نمود.

محدودیت‌ها و مسیر پژوهش‌های آتی

تفسیر این پیوندها باید با در نظر گرفتن محدودیت‌های مهم مطالعه صورت گیرد:

۱. طرح تحقیق: اصلی‌ترین محدودیت، عدم وجود گروه کنترل است؛ بنابراین، نمی‌توان به‌طور قطعی افزایش نمرات را تنها به مداخله نسبت داد. عواملی مانند اثر بلوغ طبیعی، اثر تمرین (آشنایی با آزمون تورنس)، یا توجه ویژه دریافت‌شده از مربیان (اثر هاله‌ای) نیز می‌توانند نقش داشته باشند.

۲. حجم نمونه و قابلیت تعمیم: نمونه کوچک (۱۲ نفر) و روش نمونه‌گیری هدفمند، قابلیت تعمیم یافته‌ها را به شدت محدود می‌کند. این مطالعه در بهترین حالت، یک پایلوت اکتشافی است که نشانه‌های اولیه را ارائه می‌دهد.

۳. کنترل متغیرهای مداخله‌گر: اگرچه تلاش شد محیط کنترل‌شده باشد، اما کنترل کامل بر سایر فعالیت‌های خلاقانه کودکان در خارج از جلسات پژوهش ممکن نبود.

٤. طول مداخله: دوره ٤ هفته‌ای ممکن است برای ایجاد تغییرات پایدار کافی نباشد و پیگیری بلندمدت انجام نشد.

۵. ماهیت پس‌نگر پیوندها: پیوندهای ایجادشده میان مکانیک‌ها و مؤلفه‌های خلاقیت، فرضیاتی نظری برخاسته از تحلیل کیفی هستند. این پیوندها در پژوهش حاضر به‌صورت تجربی و آماری (مثلاً با تحلیل زیرمقیاس‌های تورنس) آزمون نشده‌اند و اعتبار آن‌ها منوط به پژوهش‌های آتی است.

باوجوداین محدودیت‌ها، مهم‌ترین دستاورد این مطالعه، ارائه یک چارچوب تحلیلی برای پیوند نظام‌مند مکانیک‌های فنی هوش مصنوعی با فرآیندهای شناختی خلاقیت است. این چارچوب می‌تواند به‌عنوان یک نقشه راه برای پژوهش‌های آتی و طراحی هدفمند بازی‌های آموزشی عمل کند.

پیشنهادهای پژوهشی آینده:

آزمون تجربی پیوندها: انجام پژوهش‌های آزمایشی واقعی با طرح کنترل‌شده تصادفی (RCT) و تحلیل آماری تفکیکی زیرمقیاس‌های چهارگانه تورنس برای تأیید یا رد پیوندهای نظری ارائه‌شده در این مطالعه.

مقایسه الگوریتم‌ها: مطالعه تأثیر انواع خاص الگوریتم‌های هوش مصنوعی (مثلاً یادگیری تقویتی در مقابل شبکه‌های مولد) بر ابعاد مختلف شناختی.

گروه کنترل فعال: استفاده از گروه گواه فعال (مثلاً انجام بازی‌های غیرهوشمند اما مشابه) برای ایزوله کردن اثر خاص هوش مصنوعی.

پیامدهای بلندمدت: انجام مطالعات طولی برای بررسی پایداری تغییرات و تأثیر بر مهارت‌های انتقالی (مانند حل مسئله در موقعیت‌های جدید).

مطالعات کیفی عمیق: انجام پژوهش‌های کیفی (مصاحبه با کودکان و تحلیل رفتار حین بازی) برای درک تجربه ذهنی آنان و اعتباربخشی به پیوندهای فرضی.

در پایان، این پژوهش بر این نکته تأکید دارد که هوش مصنوعی در بازی‌های آموزشی، نه به‌عنوان جایگزینی برای تعاملات انسانی یا بازی‌های عینی، بلکه به‌عنوان یک «تسهیلگر شناختی» قدرتمند و شخصی‌ساز می‌تواند موردتوجه قرار گیرد. با طراحی مسئولانه، پژوهش‌های دقیق‌تر و مشارکت والدین و مربیان، می‌توان از این پتانسیل نوظهور در خدمت پرورش نسل‌های خلاق‌تر بهره برد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع موردتأیید همه آن‌هاست.

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

حامی مالی

این پژوهش هیچ بودجه‌ی مشخصی از نهادهای تأمین‌کننده‌ی مالی در بخش‌های دولتی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

سپاسگزاری

نویسنده از تمامی شرکت‌کنندگان در این پژوهش صمیمانه سپاس‌گزار است.

منابع

آقاجانی، ط.، جبار، ر.، و مصطفی‌یو، م. (۱۳۹۳). تأثیر بازی بر مهارت‌های اجتماعی کودکان: مورد مطالعه کودکان مقطع مهد کودک استان تهران. *مطالعات توسعه اجتماعی ایران*، ۹۷–۱۰۴.

آهنگر انزابی، ا.، زینالی، ش.، و انواری، س. (۱۳۹۷). مقایسه تأثیر بازی‌های کامپیوتری خشن و آموزشی بر حافظه کاری و سرعت پردازش کودکان دوره ابتدایی. *سیویلیکا–روانشناسی آموزشی*، ۹(۱۲).

بیات، م.، و بیات، م. (۱۳۹۵). *روانشناسی محیطی و بررسی تأثیر بازی بر آموزش و یادگیری کودکان*]مقاله ارائه‌شده در کنفرانس بین‌المللی تحقیقات در مهندسی عمران، معماری، شهرسازی و محیط زیست پایدار.[

حاجی‌پور، م.، و صادقیان، ب. (۱۴۰۱). *تهدیدات بازی‌های رایانه‌ای در سلامت روان کودکان*]مقاله ارائه‌شده در اولین کنفرانس ملی تازه‌های روانشناسی تکاملی و تربیتی.[

حسنی، ف.، محمودی، غ.، و تهرانی، ن. (۱۳۹۲). اثربخشی لگو آموزشی بر افزایش هوش عملی و خلاقیت کودکان پیش‌دبستانی. *تحقیقات روانشناختی*.

رحمتی، ر. (۱۴۰۱). مطالعه‌ی اسنادی تأثیر بازی‌های آموزشی بر خلاقیت کودکان دبستانی. *نوآوری و خلاقیت در علوم انسانی*، ۱۲(۲).

شعبان، م. (۱۴۰۱). کودک و کودکی از منظر علم. *تمدن حقوقی*، ۲۱۵–۲۳۰.

شهاب‌زاده، آ.، و شهاب‌زاده، ص. (۱۴۰۱). *بررسی نقش بازی در افزایش خلاقیت کودکان*]مقاله ارائه‌شده در اولین کنفرانس ملی تازه‌های روانشناسی تکاملی و تربیتی.[

لطیف‌زاده، م. (۱۴۰۳). پیامدهای حقوقی نقش‌آفرینی خلاقیت هوش مصنوعی مولد در خلق آثار ادبی و هنری. *حقوق خصوصی*، ۲۱(۱)، ۱۳۹–۱۵۳. https://doi.org/10.22059/jolt.2024.374825.1007290

References

Ahmad, S., Khan, F., & Whangbo, T. K. (2022). Performance evaluation of topological infrastructure in Internet-of-things-enabled serious games. *Computers, Materials and Continua, 71*(2). https://doi.org/10.32604/cmc.2022.022821

Alkalay, S., Dolev, A., Rozenshtein, C., & Sarne, D. (2020). Co-Op World: Adaptive computer game for supporting child psychotherapy. *Computers in Human Behavior Reports, 2*. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2020.100028

Allsop, Y. (2019). Assessing computational thinking process using a multiple evaluation approach. *International Journal of Child-Computer Interaction, 19*. https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.10.004

Andersen, R., & Rustad, M. (2022). Using Minecraft as an educational tool for supporting collaboration and cognitive development. *Computers & Education, 184*, Article 104501.

Andrus, E., Campbell, L., & Williams, H. (2020). Spatial processing and digital game play: A study of visuo-spatial skills in children. *Journal of Cognitive Development, 15*(3), 245–260.

Arnab, S., Clarke, S., & Morini, L. (2019). Co-creativity through play and game design thinking. *Electronic Journal of E-Learning, 17*(3). https://doi.org/10.34190/JEL.17.3.002

Bayat, M., & Bayat, M. (2016). *Environmental psychology and the study of the impact of play on children's education and learning* [Paper presentation]. International Conference on Research in Civil Engineering, Architecture, Urban Planning, and Sustainable Environment. [In Persian]

Baytak, A., & Land, S. M. (2010). A case study of educational game design by kids and for kids. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2*(2). https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.853

Beaumont, R., Walker, H., Weiss, J., & Sofronoff, K. (2021). Randomized controlled trial of a video gaming-based social skills program for children on the autism spectrum. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 51*(10). https://doi.org/10.1007/s10803-020-04801-z

Becker, S., Meek, J., & Collins, T. (2024). Three-dimensional gaming enhancing prefrontal and parietal network connectivity for sustained attention. *NeuroImage, 285*, Article 120253.

Betz, G. (2022). Natural-language multi-agent simulations of argumentative opinion dynamics. *JASSS, 25*(1). https://doi.org/10.18564/jasss.4725

Chen, X., Zou, D., Xie, H., & Cheng, G. (2021). Twenty years of personalized language learning: Topic modeling and knowledge mapping. *Educational Technology and Society, 24*(1).

Crescenzi-Lanna, L. (2022). The developmental appropriateness of digital games and its impact on young children's enjoyment and playtime. *International Journal of Child-Computer Interaction, 33*.

Croes, E. A. J., & Antheunis, M. L. (2021). Can we be friends with Mitsuku? A longitudinal study on the process of relationship formation between humans and a social chatbot. *Journal of Social and Personal Relationships, 38*(1). https://doi.org/10.1177/0265407520959463

Du-Harpur, X., Watt, F. M., Luscombe, N. M., & Lynch, M. D. (2020). What is AI? Applications of artificial intelligence to dermatology. *British Journal of Dermatology, 183*(3). https://doi.org/10.1111/bjd.18880

Gallego-Durán, F. J., Villagrá-Arnedo, C. J., Satorre-Cuerda, R., Compañ-Rosique, P., Molina-Carmona, R., & Llorens-Largo, F. (2019). A guide for game-design-based gamification. *Informatics, 6*(4). https://doi.org/10.3390/informatics6040049

Guan, X., Sun, C., Hwang, G.-J., Xue, K., & Wang, Z. (2022). Applying game-based learning in primary education: A systematic review of journal publications from 2010 to 2020. *Interactive Learning Environments*.

Hacker, P. (2021). A legal framework for AI training data—from first principles to the Artificial Intelligence Act. *Law, Innovation and Technology, 13*(2). https://doi.org/10.1080/17579961.2021.1977219

Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California Management Review, 61*(4). https://doi.org/10.1177/0008125619864925

Hassan, A., Pinkwart, N., & Shafi, M. (2021). Serious games to improve social and emotional intelligence in children with autism. *Entertainment Computing, 38*. https://doi.org/10.1016/j.entcom.2021.100417

Hoydis, J., Aoudia, F. A., Valcarce, A., & Viswanathan, H. (2021). Toward a 6G AI-native air interface. *IEEE Communications Magazine, 59*(5). https://doi.org/10.1109/MCOM.001.2001187

Johnson, J. (2019). Artificial intelligence & future warfare: Implications for international security. *Defense and Security Analysis, 35*(2). https://doi.org/10.1080/14751798.2019.1600800

Kahn, K., & Winters, N. (2018). *AI programming by children*. Proceedings of the Constructionism Conference.

Kalmpourtzis, G. (2019). Developing kindergarten students' game design skills by teaching game design through organized game design interventions. *Multimedia Tools and Applications, 78*(14). https://doi.org/10.1007/s11042-019-7393-y

Kanitkar, A., Parmar, S. T., Szturm, T. J., Restall, G., Rempel, G., & Sepehri, N. (2021). Parents' perspectives on a computer game-assisted rehabilitation program for manual dexterity in children with cerebral palsy: Qualitative analysis of expectations, child engagement, and benefits. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies, 8*(2). https://doi.org/10.2196/24337

Kharkovyna, O. (2019). *Machine learning vs traditional programming*. Towards Data Science.

Kleiner, A. (2003). Game AI: The possible bridge between ambient and artificial intelligence. *Emerging Communication, 6*.

Korgin, N. A. (2015). Introduction to theory of control in organizations for kids via interactive games. *IFAC-PapersOnLine, 48*(29). https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.11.250

Laakso, N. L., Korhonen, T. S., & Hakkarainen, K. P. J. (2021). Developing students' digital competences through collaborative game design. *Computers and Education, 174*. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104308

Lai, J., Chen, B., Tan, T., Tong, S., & Yu, K. (2016). Phone-aware LSTM-RNN for voice conversion. *International Conference on Signal Processing Proceedings, ICSP*. https://doi.org/10.1109/ICSP.2016.7877819

Lee, J., Park, S., & Kim, H. (2024). Learning by building: The constructivist nature of Minecraft and its impact on intrinsic motivation. *Educational Technology Research and Development, 72*(1), 45–62.

Lu, Y., Wang, X., Gong, J., & Liang, Y. (2022). ChordAR: An educational AR game design for children's music theory learning. *Wireless Communications and Mobile Computing, 2022*. https://doi.org/10.1155/2022/5268586

Macas-Macas, J. E., García-Herrera, D. G., Castro-Salazar, A. Z., & Erazo-Álvarez, J. C. (2020). Smartick para el fortalecimiento de matemática en educación básica. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, 5*(5). https://doi.org/10.35381/r.k.v5i5.1049

Nacher, V., Garcia-Sanjuan, F., & Jaen, J. (2016). Interactive technologies for preschool game-based instruction: Experiences and future challenges. *Entertainment Computing, 17*. https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.07.001

Nam, H. W. (2021). Design of AI-based gamification platform for effective educational service using child behavior prediction/change. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 12*(5). https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i5.899

Neves, P. P., & Zagalo, N. (2021). Game design as an autonomous research subject. *Information, 12*(9). https://doi.org/10.3390/info12090367

Parsons, S., & Sklar, E. (2004). Teaching AI using LEGO Mindstorms. *AAAI Spring Symposium - Technical Report, 1*.

Patel, D., & Kore, S. A. (2020). Artificial intelligence: Future impacts, challenges and recommendations on healthcare services. *International Journal of Community Medicine and Public Health, 7*(4). https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20201480

Qushem, U. bin, Christopoulos, A., Oyelere, S. S., Ogata, H., & Laakso, M. J. (2021). Multimodal technologies in precision education: Providing new opportunities or adding more challenges? *Education Sciences, 11*(7). https://doi.org/10.3390/educsci11070338

Quwaider, M., Alabed, A., & Duwairi, R. (2023). Shooter video games for personality prediction using five factor model traits and machine learning. *Simulation Modelling Practice and Theory, 122*.

Rahmati, R. (2022). A documentary study of the impact of educational games on the creativity of elementary school children. *Journal of Innovation and Creativity in Humanities, 12*(2). [In Persian]

Rehse, J. R., Mehdiyev, N., & Fettke, P. (2019). Towards explainable process predictions for Industry 4.0 in the DFKI-Smart-Lego-Factory. *KI - Künstliche Intelligenz, 33*(2). https://doi.org/10.1007/s13218-019-00586-1

Reynolds, M. (2017). AI artist paints reality by numbers. *New Scientist, 235*(3139). https://doi.org/10.1016/s0262-4079(17)31605-6

Robertson, G., & Watson, I. (2014). A review of real-time strategy game AI. *AI Magazine, 35*(4). https://doi.org/10.1609/aimag.v35i4.2478

Romero, M., & Kalmpourtzis, G. (2020). Constructive alignment in game design for learning activities in higher education. *Information, 11*(3). https://doi.org/10.3390/info11030126

Schoeppe, S., Vandelanotte, C., Bere, E., Lien, N., Verloigne, M., Kovács, É., Manios, Y., Bjelland, M., Vik, F. N., & van Lippevelde, W. (2017). The influence of parental modelling on children's physical activity and screen time: Does it differ by gender? *European Journal of Public Health, 27*(1). https://doi.org/10.1093/eurpub/ckw182

Shelke, V., Dungarwal, R., Makwana, V., & Babariya, K. (2021). Thing translator: An efficient way to classify different things. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.3852083

Shin, D., Kim, H., Lee, J. H., & Yang, H. (2021). Exploring the use of an artificial intelligence chatbot as second language conversation partners. *Korean Journal of English Language and Linguistics, 21*. https://doi.org/10.15738/kjell.21.202104.375

Slattery, P., Finnegan, D., & O'Reilly, T. (2021). Creative and collaborative cognition in open-world sandbox games. *Thinking Skills and Creativity, 41*, Article 100912.

Smith, E. T., & Basak, C. (2023). Video games and executive functions: A training study with Minecraft. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 49*(4), 612–627.

Suziedelyte, A. (2021). Is it only a game? Video games and violence. *Journal of Economic Behavior and Organization, 188*. https://doi.org/10.1016/j.jebo.2021.05.014

Syed, S. A., Rashid, M., Hussain, S., & Zahid, H. (2021). Comparative analysis of CNN and RNN for voice pathology detection. *BioMed Research International, 2021*. https://doi.org/10.1155/2021/6635964

Tangkui, R., & Keong, T. (2023). Fostering self-regulated learning and cognitive self-efficacy through game-based learning. *Journal of Interactive Learning Research, 34*(2), 189–210.

Thomas, J., Al-Shehhi, A., Grey, I., & Broach, T. (2020). Exploring cultural variation in the emotional expressivity of online drawings. *Computers in Human Behavior Reports, 2*. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2020.100002

Tuomi, A., Tussyadiah, I. P., & Stienmetz, J. (2020). Leveraging LEGO® Serious Play® to embrace AI and robots in tourism. *Annals of Tourism Research, 81*. https://doi.org/10.1016/j.annals.2019.06.003

Uzawa, H., Yoshida, S., Iinuma, Y., Hatta, S., Kobayashi, D., Omori, Y., Nakamura, K., Takada, S., Toorabally, H., & Sano, K. (2021). High-definition object detection technology based on AI inference scheme and its implementation. *IEICE Electronics Express, 18*(22). https://doi.org/10.1587/elex.18.20210323

Voulgari, I., Zammit, M., Stouraitis, E., Liapis, A., & Yannakakis, G. (2021). Learn to machine learn: Designing a game based approach for teaching machine learning to primary and secondary education students. *Proceedings of Interaction Design and Children, IDC 2021*. https://doi.org/10.1145/3459990.3465176

Wang, Y., Wang, Q., Shi, S., He, X., Tang, Z., Zhao, K., & Chu, X. (2020). Benchmarking the performance and energy efficiency of AI accelerators for AI training. *Proceedings - 20th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Internet Computing, CCGRID 2020*. https://doi.org/10.1109/CCGrid49817.2020.00-15

Wilkening, J. (2019). Towards spatial data science: Bridging the gap between GIS, cartography and data science. *Abstracts of the ICA, 1*. https://doi.org/10.5194/ica-abs-1-403-2019

Williams, R., Park, H. W., & Breazeal, C. (2019). A is for artificial intelligence: The impact of artificial intelligence activities on young children's perceptions of robots. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. https://doi.org/10.1145/3290605.3300677

Yin, Q., & Satar, M. (2020). English as a foreign language learner interactions with chatbots: Negotiation for meaning. *International Online Journal of Education and Teaching, 7*(2).

Zayeni, D., Raynaud, J. P., & Revet, A. (2020). Therapeutic and preventive use of video games in child and adolescent psychiatry: A systematic review. *Frontiers in Psychiatry, 11*. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2020.00036

Zhong, Y., Jia, Y., & Ma, L. (2022). Design and implementation of children's gesture education games based on AI gesture recognition technology. *MATEC Web of Conferences, 355*. https://doi.org/10.1051/matecconf/202235503043