

The Impact of a ThinkMath Intervention Programme on the Early Numerical Skills and Mathematical Performance of First-Grade Iranian Children at Risk for Mathematical Learning Difficulties: A Timely Intervention

Kamyar Azimi 

PhD in Educational Psychology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Manizheh Shehni Yailagh *

Professor, Department of Psychology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Alireza Hajiyakhchali 

Associate Professor, Department of Psychology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Abstract

Challenges with basic numerical skills at an early age can lead to substantial gaps in mathematical learning and performance, with detrimental long-term consequences. This study aimed to investigate the impact of a ThinkMath intervention program on the early numerical skills and mathematical performance of first-grade children at risk for mathematical learning difficulties. The current research is a field experiment. In total, 30 first-grade children at risk of mathematical learning difficulties who were studying in the 2022–2023 academic year were randomly assigned to experimental and control groups. The intervention program for children in the experimental group was delivered over 15 sessions of 30 to 45

* Corresponding Author: m.shehniyailagh@scu.ac.ir

How to Cite: Azimi, K., Shehni Yailagh, M., Hajiyakhchali, A. (2025). The Impact of a ThinkMath Intervention Programme on the Early Numerical Skills and Mathematical Performance of First-Grade Iranian Children at Risk for Mathematical Learning Difficulties: A Timely Intervention, *Journal of Psychology of Exceptional Individuals*, 15(59), 237-274. DOI: 10.22054/jpe.2026.86778.2834

minutes, while the control group received conventional classroom instruction. Compared to the control group, the experimental group showed significant improvements in early numerical skills ($d = 0.73$) and mathematical performance ($d = 0.66$), with medium effect sizes. These effects were also observable six weeks after the intervention (follow-up). Overall, the findings suggest that early numerical skills and mathematical performance in children at risk for mathematical learning difficulties are malleable and can be improved with appropriate mathematics intervention.

Keywords: Early Numerical Skills; Mathematical Performance; Interventions; at Risk; Mathematical Learning Difficulties.

Extended Abstract

1. Introduction

The cognitive epidemiology literature indicates that 5% to 14% of children in the early years of education (Grades 1 to 3) do not demonstrate age-appropriate mathematical performance (Outhwaite et al., 2024) and are identified as children at risk for mathematical learning difficulties (Hellstrand, 2021). The results of the Trends in International Mathematics and Science Study in 2019 show a significant decline in the performance of Iranian students in mathematics (Yaftiyan & Abbasi, 2024). Based on this evidence, addressing children at risk for mathematical learning difficulties in the Iranian education system has come under closer scrutiny (Ghafouri et al., 2024).

In this regard, a growing body of research suggests that the mathematical performance of children at risk for mathematical learning difficulties is predicted by early numerical skills (Doabler et al., 2019). Early numerical skills refer to a set of basic abilities, such as verbal counting, number relationships, and comparing numerical quantities (de Chambrier et al., 2021). Meta-analyses suggest that early numerical skills build on one another, such that children who start with the lowest levels of early numerical skills show the least growth in later mathematical performance in the absence of effective intervention (Outhwaite et al., 2024).

Currently, one of the timely math interventions is the ThinkMath intervention program, which was developed based on the theoretical model of Aunio and Räsänen (2016) to reduce the achievement gap and prepare children at risk for mathematical learning difficulties for success in math (Mononen & Aunio, 2014, 2016).

Despite the aforementioned considerations, the effectiveness of the ThinkMath intervention program as a supplementary curriculum has been tested in a few studies (Aunio et al., 2021; Lopez-Pedersen et al., 2023). However, the effectiveness of the ThinkMath intervention program in less developed countries, such as Iran, remains an unanswered question. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of the ThinkMath intervention program on the early numerical skills and mathematical performance of Iranian first-grade children at risk for mathematical learning difficulties.

Research Questions

The research questions of this study included the following:

1. Does the ThinkMath intervention program lead to pre-test/post-test differences between the experimental and control groups in improving basic numerical skills and mathematical performance (immediate effect)?
2. Does the ThinkMath intervention program lead to pre-test/follow-up (6 weeks after training) differences in outcomes between the experimental and control groups (long-term effect)?

2. Methodology

The present study is a field experiment with a pretest, posttest, and follow-up design with a control group. The statistical population included first-grade children at risk for mathematical learning difficulties in Kuhdasht city during the 2022–2023 academic year. Thirty children were selected after preliminary screening using a multistage cluster sampling method. The screening process included two standard instruments: the Number Sense Brief Screener (Jordan et al., 2010) and the Number Knowledge Test (Griffin, 2009). Other data collection tools included Raven's Colored Progressive Matrices Test for Children (Raven et al., 1998), the Child Symptom Inventory, Fourth Edition (Gadow & Sprafkin, 1994), the Tests of Early Numeracy (Clarke & Shinn, 2004), and the Number Sets Test (Geary et al., 2009).

ThinkMath Intervention Program: The ThinkMath intervention program consists of 15 training sessions, each 30–45 minutes long, held three times a week over 5 weeks in small groups of 4 to 8 children, aiming to prevent mathematical learning difficulties in children aged 5 to 8.

Procedure: Ethical approval and research permission from the Ethics Committee of Ahvaz Shahed University (approval number: EE/1400.2.24.37358/Scu.ac.ir) were obtained. In November, the selected children were randomly divided into experimental and control groups. The pretest was conducted in December. The intervention was implemented in January and February, while the control group received conventional classroom instruction. Posttest assessments were conducted after the sessions in February, followed by a 6-week

follow-up.

3. Results

Before performing the inductive data analysis, statistical assumptions for multivariate analysis of covariance were examined to ensure the validity of the results (Tabachnick & Fidell, 2019). A multivariate analysis of covariance was performed on the data, considering the basic statistical assumptions. The results from the MANCOVA analysis between the experimental and control groups, with pretest scores controlled, showed that these groups differed significantly from each other in at least one of the dependent variables, based on the Wilks's lambda statistic in the posttest. To determine this difference, a univariate analysis of covariance (ANCOVA) was conducted within the multivariate analysis of covariance (MANCOVA) on posttest scores and follow-up dependent variables, with the results presented in Table 4.

Table 1. ANCOVA results in the context of the MANCOVA on post-test and follow-up early numerical skills and mathematical performance

step	variable	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	Effect size
Post-test	Early numerical skills	Group	2272.82	1	2272.82	71.098	0.0001	0.732
	Mathematical Performance	Group	30.79	1	30.79	51.074	0.0001	0.663
Follow-up	Early numerical skills	Group	1118.710	1	1118.710	70.467	0.0001	0.730
	Mathematical performance	Group	27.426	1	27.426	42.091	0.0001	0.618

Table 1 shows that the F-values of the univariate analysis of covariance (ANCOVA) for the posttest are statistically significant for both basic numerical skills and mathematical performance. In addition, Table 1 shows that the F-values of the univariate analysis of covariance (ANCOVA) for the follow-up stage are statistically significant for basic numerical skills and mathematical performance. The results indicate a significant difference in the dependent variable scores between the experimental group and the control group.

4. Discussion

This study aimed to examine the immediate and long-term effects of a ThinkMath intervention program on basic numerical skills and mathematical performance of first-grade children at risk for mathematical learning difficulties. A potential explanation for the effectiveness of the ThinkMath intervention program in improving children's basic numerical skills is explicit and regular instruction (Mononen et al., 2021). More specifically, explicit and regular instruction has the potential to deeply engage children in important mathematical knowledge content, such as understanding mathematical relationships and counting skills, and to tailor the intensity of the intervention through differentiated instruction matched to the child's needs (Aunio et al., 2021). Another promising finding of this study was that the mathematical performance of the children in the experimental group improved significantly during the intervention compared to the control group. A possible explanation is that improving children's basic numerical skills may have helped enhance their mathematical performance (De Leon et al., 2021). It has been identified that these features are useful educational elements for improving the mathematical performance of first-grade children at risk for mathematical learning difficulties (Nelson & McMaster, 2019; Clarke et al., 2023).

5. Conclusion


In summary, the research findings showed that a ThinkMath intervention program, by enhancing children's basic numerical skills at the beginning of the school year (first grade), can lead to improved mathematical performance. In other words, improved numerical skills can serve as a foundation for learning mathematics and enhancing mathematical performance in school.

Acknowledgments

This article is extracted from the first author's doctoral dissertation in the Psychology Department of Ahvaz Shahed Chamran University, with ethical code EE/1400.2.24.37358/Scu.ac.ir and support from the Institute for Cognitive Science Studies (ICSS).

تأثیر برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر مهارت‌های عددی اولیه و عملکرد ریاضی کودکان ایرانی پایه اول دبستان در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی: یک مداخله به‌هنگام


دکتری روان‌شناسی تربیتی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

کامیار عظیمی 

استاد گروه روان‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

منیجه شهنی ییلاق * 

دانشیار گروه روان‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

علیرضا حاجی یخچالی 

چکیده

چالش‌های مربوط به مهارت‌های عددی اولیه در سنین پایین می‌تواند منجر به شکاف‌های اساسی در یادگیری و عملکرد ریاضی شود و با پیامدهای بلندمدت زبان‌باری همراه باشد. این مطالعه باهدف بررسی تأثیر برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر مهارت‌های عددی اولیه و عملکرد ریاضی کودکان پایه اول دبستان در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی انجام شد. پژوهش حاضر از نوع آزمایشی میدانی است. در مجموع، ۳۰ کودک پایه اول در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی که در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ مشغول به تحصیل بودند با گمارش تصادفی به گروه‌های آزمایشی و گواه اختصاص داده شدند. برنامه مداخله برای کودکان گروه آزمایشی، طی ۱۵ جلسه ۳۰ تا ۴۵ دقیقه اجرا شد، درحالی‌که گروه گواه آموزش رایج کلاسی را دریافت کردند. گروه آزمایشی در مقایسه با گروه گواه، بهبود معنی‌داری را در مهارت‌های عددی اولیه ($d = 0.73$) و مهارت‌های ریاضی (0.66) با اندازه اثر متوسط نشان دادند. این تأثیرات شش هفته پس از مداخله (پیگیری) نیز قابل مشاهده بود. روی هم رفته، یافته‌ها نشان می‌دهد مهارت‌های عددی اولیه و عملکرد ریاضی در کودکان در

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری رشته روان‌شناسی تربیتی دانشگاه شهید چمران اهواز با کد اخلاق EE/1400.2.24.37358/Scu.ac.ir و با حمایت ستاد راهبردی توسعه علوم و فناوری‌های شناختی است.

* نویسنده مسئول m.shehniyailagh@scu.ac.ir

۲۴۴ | روان شناسی افراد استثنایی | سال پانزدهم | شماره ۵۹ | پاییز ۱۴۰۴

معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی، انعطاف پذیر هستند و می توانند با مداخلات ریاضی مناسب بهبود یابند.

کلیدواژه‌ها: مهارت‌های عددی اولیه، عملکرد ریاضی، مداخله، در معرض خطر، مشکلات یادگیری ریاضی.

مقدمه

ریاضیات یک مهارت تحصیلی پیچیده و چندبعدی با حوزه‌های مختلفی (مانند، حساب) است که دانش ضروری برای عملکرد موفقیت‌آمیز در زندگی قرن ۲۱ را فراهم می‌کند (Cosso et al., 2025). از این رو، عملکرد ریاضی^۱ را می‌توان از چشم‌انداز ملی و فردی به عنوان یک هدف اجتماعی-اقتصادی در نظر گرفت (Corso et al., 2024) که با کسب دانش و مهارت‌های شایسته در ریاضیات پس از تمرین و تلاش‌های فراوان حاصل می‌شود (Allen et al., 2019). با وجود این، شکاف بین کودکان با عملکرد ریاضی پایین و بالا در طول سال‌های پیش‌دبستان و اوایل دبستان افزایش می‌یابد و اغلب تا مقاطع تحصیلی بالاتر ادامه پیدا می‌کند (Harju et al., 2024).

ادبیات همه‌گیرشناسی شناختی نشان می‌دهد، ۵٪ تا ۱۴٪ از کودکان در سنین آغازین تحصیل (پایه اول تا سوم دبستان) عملکرد ریاضی مناسب با سن و پایه تحصیلی را از خود نشان نمی‌دهند (Outhwaite et al., 2024) و به عنوان کودکان در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی^۲ شناخته می‌شوند (Hellstrand, 2021). این کودکان با وجود داشتن توانایی شناختی طبیعی، دشواری‌هایی در یادگیری مهارت‌های ریاضی پایه، راهبردهای محاسبه و بازیابی واقعیت‌های ریاضی دارند و اغلب از طریق عملکرد پایین‌تر در ریاضی (صدک ۱۱ تا ۲۵) شناسایی می‌شوند (Lindstrom-Sandahl et al., 2024).

گزارش اخیر ارزیابی ملی پیشرفت آموزش^۳ (۲۰۲۲) در ایالت متحده روند نگران‌کننده‌ای از کاهش دوازده نمره‌ای ریاضیات برای کودکان در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی، در مقایسه با سال ۲۰۲۰، نشان می‌دهد. همچنین، نتایج مطالعه بین‌المللی روندهای آموزش ریاضیات و علوم^۴ در سال ۲۰۱۹، کاهش چشمگیر عملکرد دانش‌آموزان ایرانی در ریاضیات را نشان می‌دهد (یافتیان و عباسی، ۱۴۰۳). بر اساس این

1. mathematics performance

2. at risk for mathematical learning difficulties

3. National Assessment of Education Progress

4. Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)

شواهد، پرداختن به کودکان در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی در نظام آموزشی ایران با بررسی دقیق‌تری روبه‌رو شده است (غفوری و همکاران، ۱۴۰۳)؛ زیرا کودکانی که با دانش ریاضی پایین وارد دبستان می‌شوند، ممکن است شکاف عملکرد ریاضی در آن‌ها نسبت به کودکان با رشد عادی، به‌جای پایان یافتن، بیشتر شود (My et al., 2025).

در این راستا، مطالعات روبه‌رشدی نشان می‌دهند که عملکرد ریاضی کودکان در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی توسط چندین توانایی شناختی عددی پیش‌بینی می‌شوند (Doabler et al., 2019). این توانایی‌ها به‌عنوان «پیش‌سازهای حوزه-خاص^۱» تعریف می‌شوند که در میان آن‌ها، مهارت‌های عددی اولیه^۲ نقش برجسته‌ای ایفا می‌کند (Kreiling et al., 2022; Mononen & Niemivirta, 2023; Jylanki et al., 2024). مهارت‌های عددی اولیه معمولاً قبل یا بیرون از محیط رسمی مدرسه کسب می‌شود (Aunio et al., 2025) و به مجموعه‌ای از توانایی‌های پایه، مانند شمارش شفاهی، روابط عددی و مقایسه کمیت‌های عددی اشاره دارد (de Chambrier et al., 2021).

در طول سال‌ها، چندین چارچوب برای توسعه و طبقه‌بندی ساختار مهارت‌های عددی اولیه منتشر شده است (Parviainen, 2023; Clements & Sarama, 2020; Purpura & Lonigan, 2015). بنیان نظری این مطالعه بر مدل توسعه‌یافته مهارت‌های عددی اصلی^۳ آنیو و راسانن (Aunio & Rasanen, 2016) برقرار است که در آن مهارت‌های عددی اولیه به چهار طبقه حس عدد نمادین و غیر نمادین، درک روابط ریاضی، مهارت‌های شمارش و مهارت‌های پایه در حساب تقسیم می‌شوند. فراتحلیل‌ها نشان می‌دهند مهارت‌های عددی اولیه پایین در زمان ورود به مدرسه، می‌تواند پتانسیل کودکان را در عملکرد ریاضی بعدی محدود کند و آن‌ها را در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی قرار دهد (De Leon et al., 2021; Charitaki et al., 2021). به‌طور دقیق‌تر، مهارت‌های عددی اولیه بر یکدیگر بنا می‌شوند، به‌گونه‌ای که کودکانی که با

1. domain-specific precursors
2. early numerical skills
3. core numerical skills

تأثیر برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر مهارتهای عددی اولیه ...؛ عظیمی و همکاران | ۲۴۷

پایین ترین سطح مهارت های عددی اولیه شروع می کنند، در صورت عدم مداخله مؤثر، کمترین میزان رشد را در عملکرد ریاضی بعدی نشان می دهند (میرزائی و همکاران، ۱۴۰۳ Outhwaite et al., 2024).

در سال های اخیر، تحقیقات متعددی پیشنهاد کرده اند که یادگیری مهارت های عددی اولیه برای کودکان در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی زمانی بهینه می شود که تکالیف آموزشی با سطح مهارت کودک مطابقت داشته باشد (Gersten et al., 2015; Nelson & McMaster, 2019). این کار امکان اصلاح کژفهمی ها در مفاهیم و مهارت های عددی اولیه کودک را فراهم می کند و باعث می شود از طریق دنبال کردن یک مسیر جبرانی از پیشرفت، عملکرد ریاضی افزایش یابد (Nozari, 2019; Clarke et al., 2023).

در حال حاضر، یکی از مداخلات ریاضی به هنگام، برنامه مداخله به ریاضی فکر کن^۱ است که بر اساس مدل نظری آنیو و راسانن (Aunio & Rasanen, 2016) باهدف کاهش شکاف پیشرفت و آماده سازی به منظور موفقیت در ریاضیات برای کودکان در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی توسعه داده شده است (Mononen & Aunio, 2014, 2016). این مداخله به عنوان یک برنامه مکمل مبتنی بر پژوهش، شامل فعالیت های یادگیری عددی همسو با محتوا و روش های آموزشی مؤثر توصیه شده در مداخلات ریاضی به هنگام، از جمله آموزش صریح و منظم، الگوی توالی بازنمایی عینی-نمادین-انتزاعی و آموزش گروهی کوچک است (Charitaki et al., 2021; Aunio et al., 2025) که برای توسعه دانش مفهومی و رویه ای مهارت های عددی اولیه، به ویژه مهارت های مربوط به درک روابط عددی و شمارش کودکان در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی مفهوم سازی شده است.

علی رغم ملاحظات یادشده، اثربخشی برنامه مداخله به ریاضی فکر کن به عنوان یک برنامه درسی مکمل در مطالعات کمی (Mononen & Aunio, 2014, 2016; Westerholm & Aunio, 2018; Aunio et al., 2021; Mononen et al., 2021;

1. ThinkMath intervention programme

(Lopez-Pedersen et al., 2023) آزمایش شده است. از ۶ مطالعه تجربی گزارش شده، تنها دو مورد مربوط به کودکان پایه اول دبستان (Lopez-Mononen & Aunio, 2016; Lopez-Pedersen et al., 2023) بوده است. همچنین، اگرچه این مطالعات حمایت تجربی برای برنامه مداخله به ریاضی فکر کن فراهم کرده‌اند، آن‌ها در کشورهای توسعه‌یافته‌ای انجام شده‌اند که از نظر ویژگی‌های فرهنگی، اجتماعی و آموزشی با کشورهای در حال توسعه متفاوت هستند؛ بنابراین، اثربخشی برنامه مداخله به ریاضی فکر کن، در کشورهای کمتر توسعه‌یافته، مانند ایران، همچنان یک سؤال بی‌پاسخ است. از سوی دیگر، یک محدودیت روش‌شناختی رایج در مطالعات مداخله‌ای ریاضی به‌هنگام، به‌ویژه برنامه مداخله به ریاضی فکر کن، سنجش پیگیری است که این موضوع ارزیابی اثربخشی آموزش و اثرات بلندمدت آن را دشوار می‌سازد (Lopez-Pedersen et al., 2023). از این رو، مطالعه حاضر باهدف بررسی تأثیر برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر مهارت‌های عددی اولیه و عملکرد ریاضی کودکان پایه اول ایرانی در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی انجام گرفت. نتایج این مطالعه در فراهم کردن روایی بوم‌شناختی^۱ نقش مؤثری ایفا می‌کند. سؤال‌های پژوهشی این مطالعه شامل موارد زیر بود:

۱. آیا برنامه مداخله به ریاضی فکر کن منجر به تفاوت‌های پیش‌آزمون/پس‌آزمون میان گروه‌های آزمایشی و گواه در بهبود مهارت‌های عددی اولیه و عملکرد ریاضی می‌شود (تأثیر فوری)؟
۲. آیا برنامه مداخله به ریاضی فکر کن منجر به تفاوت‌های پیش‌آزمون/پیگیری (۶ هفته پس از آموزش) در نتایج میان گروه‌های آزمایشی و گواه می‌شود (تأثیر بلندمدت)؟

روش

پژوهش حاضر آزمایشی میدانی بود که با طرح پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری با گروه گواه انجام شد. جامعه آماری پژوهش، مشتمل بر تمامی کودکان پایه اول در معرض خطر

تأثیر برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر مهارتهای عددی اولیه ...؛ عظیمی و همکاران | ۲۴۹

مشکلات یادگیری ریاضی شهر کوهدشت در سال ۱۴۰۲-۱۴۰۱ بودند. ۳۰ نفر دانش آموز بر اساس انتظار برای تشخیص اندازه اثر متوسط با توان کافی (Jylanki et al., 2024; Mononen & Aunio, 2014) و با استفاده از روش نمونه گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای انتخاب شد. به این ترتیب که از بین دبستان‌های شهر کوهدشت، دوازده دبستان به صورت تصادفی برگزیده شد. سپس، از بین این دبستان‌ها، دوازده کلاس پایه اول به طور تصادفی انتخاب و بعد از تهیه فهرست افراد کلاس‌های منتخب، از هر کلاس ۲۰ کودک به صورت تصادفی تعیین (روی هم رفته ۲۴۰ کودک) و با کسب رضایت والدین، در اواخر پاییز سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲، مورد غربالگری مقدماتی جهت واجد شرایط بودن برای ورود به ادامه مطالعه، قرار گرفتند. فرآیند غربالگری، شامل دو ابزار استاندارد، یعنی فرم کوتاه غربالگری حس عدد^۱ (Jordan et al., 2010) و آزمون دانش عددی^۲ (Griffin, 2009) بود. افرادی به عنوان کودکان در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی و واجد شرایط برای مداخله برگزیده شدند که در فرم کوتاه غربالگری حس عدد، نمره ۲۰ یا کمتر کسب کردند و نیز در آزمون دانش عددی، نمره آن‌ها در محدوده یک یا دو سطح پایین تر از سطح سنی خود قرار گرفتند. نمره کل حاصل از ترکیب نمره‌های دو آزمون، معتبرترین شاخص برای استفاده در هدف‌های تشخیصی است. در نهایت، با توجه به ملاک‌های ورود (قرار گرفتن در دامنه سنی ۶ تا ۷ سال، داشتن هوش بهر متوسط به بالا، نداشتن اختلال‌های ارتباطی، حرکتی و جسمانی شدید بر پایه پرونده سلامت کودکان، مبتلا نبودن به اختلال‌های همایند عصبی-تحوالی و عدم دریافت هیچ برنامه مداخله‌ای/آموزشی ریاضی تکمیلی) و خروج (عدم تمایل به شرکت در فرآیند تشخیص و مداخله و نیز غیبت بیش از سه جلسه در فرآیند مداخله) به پژوهش، تعداد ۴۷ نفر از شرکت کنندگان، شرایط انتخاب به عنوان نمونه هدف را کسب کردند. با وجود این، ۱ نفر از شرکت کنندگان تمایل به ادامه همکاری نداشت و کنار گذاشته شد. مطالعه با ۴۶ نفر از کودکان دارای شرایط مداخله ادامه یافت. پس از تهیه فهرستی از ۴۶ نفر شرکت کننده حائز شرایط مداخله و قبل از

1. Number Sense Brief Screener

2. Number Knowledge Test

گمارش تصادفی آنها در شرایط گروه‌های آزمایشی و گواه، به صورت جداگانه نمره‌های خام فرم کوتاه غربالگری حس عدد و آزمون دانش عددی آنها به نمره‌های استاندارد تبدیل و سپس این نمره‌های استاندارد باهم ترکیب شد تا برای هر کودک واجد شرایط یک نمره کل ایجاد شود. به نمره کل شرکت‌کنندگان به ترتیب رتبه داده شد و ۳۰ نفر از کودکانی که دارای پایین‌ترین نمره کل بودند، به شیوه تصادفی در یکی از دو شرایط گروه آزمایشی (۱۵ نفر) و گروه گواه (۱۵ نفر) گمارده شدند. برای گردآوری داده‌ها از ابزارهای زیر استفاده شد:

فرم کوتاه غربالگری حس عدد: فرم کوتاه غربالگری حس عدد یک ابزار زمان‌بندی نشده با ۳۳ ماده است که اصول و مهارت‌های شمارش، بازشناسی عدد، مقایسه عدد، محاسبه غیر کلامی، مسائل داستانی و ترکیبات عددی جمع/تفریق را ارزیابی می‌کند (Jordan et al., 2010). این ابزار برای غربالگری کودکان در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی سنین پیش‌دبستان و پایه اول دبستان طراحی شده است که به صورت فردی اجرا می‌شود. ماده‌ها به صورت درست (۱) یا نادرست (۰) نمره‌گذاری می‌شوند؛ به طوری که نمره خام کل در دامنه صفر تا ۳۳ متغیر است. تحقیقات نشان داده‌اند که فرم کوتاه غربالگری حس عدد از روایی، دقت تشخیصی (روایی بالینی) و پایایی (۰/۸۷) مطلوبی برای کودکان پایه اول دبستان برخوردار است (Marcelino et al., 2017). به طور مشابه، قاسمی و همکاران (۱۳۹۶) ضریب پایایی فرم کوتاه غربالگری حس عدد را با روش آلفای کرونباخ ۰/۸۸ گزارش کردند. در مطالعه حاضر، روایی این ابزار با استفاده از روش تحلیل عاملی تأییدی ارزیابی و نتایج بیانگر برازش رضایت‌بخش مدل با داده‌ها بود ($RMSEA = ۰/۰۷۱$, $GFI = ۰/۹۶۷$, $TLI = ۰/۹۴۴$, $CFI = ۰/۹۵۱$, $\chi^2/df = ۲/۵۷۹$). افزون بر این، پایایی همسانی درونی کل فرم کوتاه غربالگری حس عدد با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ ۰/۹۰ و برای اصول و مهارت‌های شمارش، بازشناسی عدد، مقایسه عدد، محاسبه غیر کلامی، مسائل داستانی و ترکیبات عددی جمع/تفریق به ترتیب برابر ۰/۷۹، ۰/۷۸، ۰/۸۷، ۰/۷۵، ۰/۹۰ و ۰/۷۷ به دست آمد.

تأثیر برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر مهارتهای عددی اولیه...؛ عظیمی و همکاران | ۲۵۱

آزمون دانش عددی: آزمون دانش عددی، یک ابزار شفاهی ۳۶ ماده‌ای می‌باشد که باهدف مستندسازی درک شهودی کودکان از اعداد، در چهار سطح پیچیدگی مفهومی (سطح ۰، ۱، ۲ و ۳) مرتبط با سن (۴، ۶، ۸ و ۱۰ سال) سامان‌دهی شده است (Griffin, 2009). این آزمون به صورت فردی اجرا می‌شود و به مثابه ابزاری برای شناسایی کودکان در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی به رسمیت شناخته شده است (Garon-Carrier et al., 2018). با توجه به نمونه مطالعه حاضر، آزمون در سطح مقدماتی انجام شد که در آن کودک شروع به شمارش از ۱ تا ۱۰ کرد. سپس اجرای آزمون با ماده‌های سطح (۰) و سطح (۱) ادامه می‌یابد. برای گذر از سطح (۰) به سطح (۱) حداقل سه پاسخ صحیح و جهت گذر از سطح (۱) به سطح (۲) پنج پاسخ صحیح لازم است. در صورت عدم پاسخ‌دهی کودک به تعداد ماده‌های معین برای هر سطح، آزمون به پایان می‌رسد. هر ماده آزمون به شکل درست (۱) یا نادرست (۰) نمره‌گذاری می‌شود. تعدادی از ماده‌های این آزمون دارای دو بخش (الف و ب) هستند که هر دو آن‌ها باید جهت گرفتن نمره ۱ به درستی پاسخ داده شوند. اگر یک یا هر دو بخش یک ماده به نادرست پاسخ داده شود، هیچ نمره‌ای به آن اختصاص داده نمی‌شود. مجموع نمره خام آزمون برای هر دو سطح (۰ و ۱) می‌تواند از صفر تا ۱۴ متغیر باشد. اگر نمره کل کودک یکی یا دو سطح پایین‌تر از محدوده تعیین شده سنی او باشد، به عنوان در معرض خطر مشکلات یادگیری تشخیص داده می‌شود. روایی آزمون دانش عددی مطلوب نشان داده شده است (Vignoles et al., 2015). گارون-کریر و همکاران (Garon-Carrier et al., 2018) ضریب پایایی این ابزار را به روش آلفای کرونباخ ۰/۹۲ و به شیوه بازآزمایی ۰/۸۲ گزارش کردند. در ایران، ضریب پایایی این آزمون به روش آلفای کرونباخ ۰/۹۳ به دست آمد (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۶). در مطالعه کنونی، نتایج نشان داد روایی سازه آزمون دانش عددی بر اساس تحلیل عاملی تأییدی مورد تأیید است ($\chi^2/df = 2/495$, $CFI = 0/947$, $TLI = 0/939$, $GFI = 0/699$, $RMSEA = 0/069$). افزون بر این، پایایی همسانی درونی کل این آزمون با روش ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۷ و برای ماده‌های سطح صفر و سطح ۱ به ترتیب برابر ۰/۸۵ و

۰/۷۵ احراز گردید.

آزمون ماتریس‌های پیش‌رونده ریون رنگی کودکان: در این مطالعه، توانایی هوشی شرکت‌کنندگان با آزمون ماتریس‌های پیش‌رونده ریون رنگی^۱ کودکان (Raven et al., 1998) ارزیابی شد. این آزمون برای اندازه‌گیری فرایندهای شناختی مستقل از زبان و تحصیلات رسمی (تحصیلات مدرسه‌ای) کودکان ۵ تا ۱۱ سال طراحی شده است که به صورت فردی و بدون محدودیت زمانی اجرا می‌شود. ماتریس‌های پیش‌رونده ریون رنگی کودکان از یک آزمون ۳۶ ماده‌ای غیر کلامی تشکیل شده است که به صورت سه مجموعه ۱۲ ماده‌ای (مجموعه A، مجموعه Ab و مجموعه B) ارائه می‌شود (Bildiren et al., 2017). نمره‌گذاری این آزمون به صورت ۱ و صفر است؛ بدین ترتیب که به پاسخ‌های درست (۱) و پاسخ‌های نادرست (۰) تعلق می‌گیرد. حداقل و حداکثر نمره‌ای که کودک می‌تواند در این آزمون کسب کند، از صفر تا ۳۶ متغیر است. روایی این آزمون در مطالعات متعددی تأیید شده است (برای مثال، رجبی، ۱۳۸۷). بیلدایرن و همکاران (Bildiren et al., 2017) نشان داد که آزمون ماتریس‌های پیش‌رونده ریون رنگی کودکان، ضریب همسانی درونی بالایی، به روش آلفای کرونباخ (۰/۸۳) دارد. همچنین، رجبی (۱۳۸۷) ضریب پایایی این آزمون را به روش بازآزمایی ۰/۸۷ گزارش کرد. در مطالعه حاضر، روایی سازه این آزمون با استفاده از روش تحلیل عاملی تأییدی مناسب احراز گردید ($\chi^2/df = 2/698$, $CFI = 0/911$, $0/927 = TLI$, $0/922 = TLI$, $0/15 = GFI$). به علاوه، ضرایب پایایی همسانی درونی کل آزمون ماتریس‌های پیش‌رونده ریون رنگی کودکان با روش آلفای کرونباخ ۰/۸۴ و برای مجموعه A، مجموعه Ab و مجموعه B به ترتیب ۰/۷۹، ۰/۸۲ و ۰/۷۴ به دست آمد.

سیاهه علائم مرضی کودک، ویرایش چهارم: در مطالعه حاضر، از سیاهه علائم مرضی کودک، ویرایش چهارم^۲ (CSI-4)، برای ارزیابی اختلال‌های کاستی توجه/بیش‌فعالی (۱۸ گویه)، اضطراب فراگیر (۹ گویه) و افسردگی اساسی (۸ گویه)

1. Raven's Colored Progressive Matrices Test

2. Child Symptom Inventory-4

تأثیر برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر مهارتهای عددی اولیه ...؛ عظیمی و همکاران | ۲۵۳

استفاده شد. این سیاهه توسط گادو و اسپرافکین (Gadow & Sprafkin, 1994) و بر اساس طبقه‌بندی چهارم ویراست راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی^۱ برای کودکان ۵ تا ۱۲ سال طراحی و تنظیم شده است (محمداسماعیل، ۱۳۸۶). سیاهه علائم مرضی کودک، ویرایش چهارم (CSI-4)، مانند نسخه‌های پیشین حاوی دو فرم والد (۹۷ ماده) و معلم (۷۷ ماده) است و زمان اجرای آن ۱۰ تا ۱۵ دقیقه به طول می‌انجامد. در مطالعه حاضر، از فرم والد و روش نمره برش غربال‌کننده^۲ برای نمره‌گذاری استفاده شد؛ بدین صورت که به گزینه‌های «هرگز» و «گاهی» نمره (۰) و به پاسخ‌های «اغلب» و «بیشتر اوقات» نمره (۱) اختصاص داده می‌شود. سپس، نمره کسب‌شده هر اختلال با نمره معیار اختلال که منبع آن همان ملاک‌های راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی، ویراست چهارم است، مقایسه می‌شود. اگر نمره حاصل جمع به‌دست آمده مساوی یا بیشتر از نمره معیار اختلال باشد، نمره برش غربال‌کننده «بلی» خواهد بود که نشان‌دهنده وجود اختلال در کودک است؛ در صورتی که نمره کسب‌شده پایین‌تر از نمره معیار اختلال باشد، نمره برش غربال‌کننده «خیر» خواهد بود که حکایت از فقدان اختلال در کودک دارد. روایی همگرا، واگرا و سودمندی بالینی سیاهه علائم مرضی کودک، ویرایش چهارم (CSI-4) در پژوهش‌های فراوانی تأیید شده است (برای مثال، محمداسماعیل، ۱۳۸۶). گادو و اسپرافکین (Gadow & Sprafkin, 2022) ضرایب پایایی همسانی درونی برای اختلال‌های کاستی توجه/بیش‌فعالی ۰/۸۷ تا ۰/۹۱، اضطراب فراگیر ۰/۶۹ تا ۰/۷۵ و افسردگی اساسی ۰/۶۳ تا ۰/۶۹ گزارش کردند. محمداسماعیل و علی‌پور (۱۳۸۱) نیز پایایی این ابزار را به روش بازآزمایی برای اختلال‌های کاستی توجه/بیش‌فعالی، اختلال اضطراب فراگیر و اختلال افسردگی اساسی به ترتیب برابر ۰/۶۰، ۰/۶۲ و ۰/۵۶ به‌دست آوردند. در این مطالعه، نتایج تحلیل عاملی تأییدی، حکایت از برازش مطلوب مدل با داده‌ها دارد ($\chi^2/df = 2/331$ ، $\chi^2/df = 0.922$ ، $CFI = 0.949$ ، $TLI = 0.953$ ، $GFI = 0.953$ ، $RMSEA$). افزون بر این، ضرایب پایایی کل این ابزار با روش آلفای کرونباخ ۰/۸۹ و

1. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder, *DSM-IV*

2. screening cut-off score

برای اختلال‌های کاستی توجه/بیش‌فعالی، اختلال اضطراب فراگیر و اختلال افسردگی اساسی به ترتیب برابر ۰/۸۲، ۰/۷۲ و ۰/۸۸ به‌دست آمد.

آزمون‌های سواد عددی اولیه: آزمون‌های سواد عددی اولیه^۱ یک ابزار مبتنی بر برنامه درسی، زمان‌بندی شده (محدودیت ۱ دقیقه) و معتبر است که به‌صورت فردی مهارت‌های عددی اولیه را با چهار سنجه شمارش شفاهی، شناسایی عدد، تمیز کمیت و عدد گمشده در کودکان پیش‌دبستانی و کلاس اول می‌سنجد (Clarke & Shinn, 2004). سنجه شمارش شفاهی، توانایی کودک را برای شمارش با صدای بلند و به ترتیب از عدد ۱ تا حداکثر ۱۰۰ اندازه‌گیری می‌کند. سنجه شمارش شفاهی ضرایب پایایی (از ۰/۷۸ تا ۰/۸۰) و روایی ملاکی (از ۰/۳۱ تا ۰/۳۹) قابل‌قبولی را با مقیاس‌های پیشرفت ریاضی گزارش کرده است (Clarke & Shinn, 2004). سنجه شناسایی عدد، توانایی کودک را در تشخیص شفاهی اعداد تصادفی فهرست شده (صفر تا ۲۰) روی یک برگه کاغذی حاوی ۵۶ نماد عددی ارزیابی می‌کند. شواهد تجربی مبنی بر پایایی (از ۰/۷۱ تا ۰/۸۴) و روایی (از ۰/۲۶ تا ۰/۵۷) مناسب این سنجه نشان داده شده است (Baglici et al., 2010). سنجه تمیز کمیت، توانایی کودک را برای مقایسه و انتخاب بزرگ‌ترین عدد از یک جفت عدد ارائه‌شده روی یک برگه کاغذی می‌سنجد (برای مثال، ۳ یا ۹). شواهدی از پایایی (از ۰/۸۹ تا ۰/۹۱) و روایی ملاکی (از ۰/۲۰ تا ۰/۵۱) رضایت‌بخش این سنجه گزارش شده است (Baglici et al., 2010). سنجه عدد گمشده، توانایی کودک را برای نشان دادن صحیح عدد درستی که باید در جای خالی (ابتدا، وسط یا انتها) یک مجموعه سه عددی متوالی قرار بگیرد، اندازه‌گیری می‌کند (مانند، ۷ _ ۹). با گلیچی و همکاران (Baglici et al., 2010) ضرایب پایایی (از ۰/۸۱ تا ۰/۸۶) و روایی ملاکی (از ۰/۲۹ تا ۰/۵۸) این سنجه را مطلوب گزارش کرده‌اند. حداکثر نمره برای سنجه‌های شمارش شفاهی، شناسایی عدد، تمیز کمیت و عدد گمشده در پایه اول دبستان به ترتیب برابر ۱۰۰، ۸۰، ۴۰ و ۳۰ است. در مجموع، نمره‌های صحیح به‌دست آمده از هر سنجه، ترکیب و یک نمره کلی برای

تأثیر برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر مهارتهای عددی اولیه ...؛ عظیمی و همکاران | ۲۵۵

ارزیابی نهایی ایجاد می‌شود. در مطالعه حاضر، برای هر یک از سنج‌های شمارش شفاهی، شناسایی عدد، تمیز کمیت و عدد گمشده، به ترتیب ضرایب پایایی $0/82$ ، $0/77$ ، $0/80$ و $0/78$ و ضرایب روایی ملاکی با آزمون دانش عددی $0/48$ ؛ $0/37$ ؛ $0/49$ و $0/44$ رضایت‌بخش احراز گردید.

آزمون مجموعه‌های عددی: عملکرد ریاضی با آزمون مجموعه‌های عددی^۱ (Geary et al., 2009) سنجیده شد. این آزمون، یک ابزار زمان‌بندی‌شده مداد و کاغذی است که توانایی ارزیابی پردازش سریع و دقیق کمیت‌های به تصویر کشیده شده را با دو نوع محرک اعداد عربی^۲ و مجموعه اشیاء^۳ دارد. در این ابزار، ۳۶ محرک به صورت دو مینوهای دو یا سه مربعی به هم چسبیده از اعداد عربی، اشیاء یا ترکیبی از این دو به کودکان ارائه و از آنها خواسته می‌شود بدون پرسش از هر خط صفحه، از چپ به راست حرکت کند و هر چه سریع‌تر و دقیق‌تر دور ماده‌هایی که با یک شماره هدف (۵ یا ۹) مطابقت دارد، بدون اشتباه خط بکشند. آزمونگر با توضیح دو ماده که با شماره هدف «۴» مطابقت دارند، شروع می‌کند. سپس، از شماره هدف «۳» برای تمرین استفاده می‌کند. بعد از آن، فعالیت‌های اصلی اجرا می‌شود. در هر صفحه برای کامل کردن شماره‌های هدف «۵» و «۹» به کودکان، به ترتیب ۶۰ و ۹۰ ثانیه زمان داده می‌شود. این آزمون می‌تواند به صورت فردی یا گروهی انجام شود و برای تکمیل آن ۱۰ دقیقه زمان نیاز است. پاسخ‌ها به صورت درست (۱) و نادرست (۰) با دامنه بین صفر تا ۳۶ نمره گذاری می‌شود. با پیروی از گیری و همکاران (Geary et al., 2009)، نمره گذاری این آزمون در مطالعه حاضر با روش اندازه‌گیری حساسیت پاسخ (d-prime) انجام گرفت که به صورت تفاوت بین نمره‌های استاندارد Z برای پاسخ‌های درست به هدف (اصابت) و نمره‌های استاندارد Z برای پاسخ‌های نادرست به هدف (هشدارهای کاذب) محاسبه می‌شود. طراحان این آزمون روایی ملاکی آن را از مهدکودک تا پایه سوم دبستان مطلوب نشان داده‌اند (Geary et al.,).

-
1. Number Sets Test
 2. Arabic numerals
 3. objects

تأثیر برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر مهارتهای عددی اولیه ...؛ عظیمی و همکاران | ۲۵۷

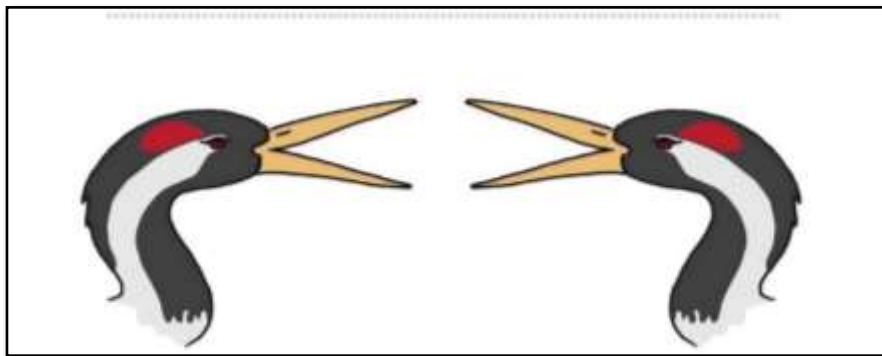
الگوسازی مفاهیم و راهبردهای جدید بود را با ارائه و توضیحات آزمونگر دنبال کردند. پس از آن، کودکان به صورت دوفنری، با فعالیتهای عملی (برای مثال، بازیهای کاردستی و ابزارهای دست ورزی، مانند شکل ۱) که توسط آزمونگر هدایت می شدند، کار کردند. در پایان هر جلسه، کودکان یک فعالیت فردی مداد و کاغذی کوتاه را تکمیل کردند (نظیر، شکل ۲).

جدول ۱. خلاصه‌ای از محتوای آموزشی برنامه مداخله به ریاضی فکر کن

جلسات	محتوای آموزشی	هدف
جلسه اول	دامنه اعداد ۰ تا ۵ (مفاهیم شمارش و مقایسه کمیت‌ها)	شمارش کمیت‌های ۱ تا ۳ (بیشتر از، کمتر/کمتر از، مساوی)
جلسه دوم	دامنه اعداد ۰ تا ۵ (مفهوم تناظر عددی کلمه-کمیت)	تقویت تناظر عددی کلمه-کمیت و شمارش شفاهی
جلسه سوم	دامنه اعداد ۰ تا ۵ (مفهوم عدد اصلی یک مجموعه)	تقویت تناظر یک‌به‌یک و شمارش کوتاه شده
جلسه چهارم	دامنه اعداد ۰ تا ۵ (معرفی علامت‌های مقایسه)	تقویت مفاهیم بیشتر از، کمتر/کمتر از، یکی بیشتر، یکی کمتر
جلسه پنجم	دامنه اعداد ۰ تا ۵ (مفهوم مقایسه اعداد)	تقویت مفاهیم بزرگ‌تر از، کوچک‌تر از، مساوی
جلسه ششم	دامنه اعداد ۰ تا ۱۰ (مفهوم توالی اعداد ۱ تا ۱۰)	شمارش شفاهی و ترتیبی اعداد ۱ تا ۱۰
جلسه هفتم	دامنه اعداد ۰ تا ۱۰ (مفاهیم تناظر نماد کمیت-عدد)	تقویت طبقه‌بندی اشیاء و تناظر یک‌به‌یک
جلسه هشتم	دامنه اعداد ۰ تا ۱۰ (شمارش اعداد به صورت توالی دوتایی)	تقویت شمارش شفاهی روبه‌جلو و روبه عقب
جلسه نهم	دامنه اعداد ۰ تا ۱۰ (ترتیب اعداد ۱ تا ۱۰)	شمارش کمیت‌ها و معرفی دسته‌های ده‌تایی
جلسه دهم	دامنه اعداد ۰ تا ۱۰ (بازشناسی سریع کمیت‌ها)	تقویت بازشناسی سریع کمیت‌ها با دسته‌های ده‌تایی
جلسه یازدهم	دامنه اعداد ۱ تا ۱۰ (مفهوم مقایسه اعداد)	تعریف کمیت‌ها با مقایسه اعداد و بازشناسی نمادهای عددی
جلسه	دامنه اعداد ۱۰ تا ۲۰ (شمارش اعداد به)	شمارش و ثبت کمیت‌ها در دسته‌های ده‌تایی

جلسات	محتوای آموزشی	هدف
دوازدهم	روش‌های مختلف)	
جلسه سیزدهم	دامنه اعداد ۱۰ تا ۲۰ (مفهوم تناظر نماد کمیت- عدد)	ساختن اعداد با نمادهای عددی
جلسه چهاردهم	محدوده اعداد ۱۰ تا ۲۰ (مفهوم تناظر نماد کمیت- عدد)	بازشناسی و ساختن اعداد و شمارش کوتاه شده
جلسه پانزدهم	دامنه اعداد ۱۰ تا ۲۰ (شمارش کمیت‌های ۱۰ تا ۲۰)	بازشناسی اعداد جافتاده در توالی اعداد

شکل ۱. نمونه‌ای از فعالیت‌های آموزشی دونفری (مقایسه کمیت‌ها) در جلسه آموزشی چهارم



شکل ۲. نمونه‌ای از فعالیت‌های فردی مداد و کاغذی در پایان جلسه آموزشی سوم



روش اجرا و تحلیل داده‌ها: تأیید اخلاقی و مجوز اجرای پژوهش توسط کمیته اخلاق تحقیقات دانشگاه شهید چمران اهواز به شماره EE/1400.2.24.37358/Scu.ac.ir و معاونت آموزش ابتدایی اداره آموزش و پرورش شهر کوهدشت به شماره ۶۸۶۲/۹۰ دریافت

تأثیر برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر مهارتهای عددی اولیه ...؛ عظیمی و همکاران | ۲۵۹

شد. در آذرماه سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲، کودکانی که رضایت والدین آنها جهت شرکت در مداخله کسب شده بود، به منظور انتخاب نمونه‌ای معرف در طی ۲ جلسه مورد سنجش قرار گرفتند. بعد از شناسایی و انتخاب شرکت کنندگان، آنها به صورت تصادفی به دو وضعیت گروه آزمایشی و گروه گواه گمارده شدند. در هفته اول دی‌ماه سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲، کودکان در طول ۲ جلسه مورد ارزیابی‌های پیش‌آزمون در متغیرهای وابسته مهارت‌های عددی اولیه و عملکرد ریاضی قرار گرفتند. برنامه مداخله در بهمن‌ماه و اسفندماه سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ اجرا شد. کودکان گروه گواه، طبق معمول آموزش‌های رایج ریاضی خود در کلاس را دریافت کردند. بعد اتمام جلسات مداخله، از شرکت کنندگان در طی ۲ جلسه پس‌آزمون گرفته شد. ۶ هفته بعد، کودکان با ابزارهایی که در پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود داشت، در ۲ جلسه مورد ارزیابی پیگیری قرار گرفتند. در تمامی مراحل، کودکان به طور جداگانه ارزیابی شدند. هر جلسه ارزیابی در یک اتاق آرام داخل مدارس برگزار شد و حدود ۳۰ تا ۴۵ دقیقه به طول انجامید. تحلیل داده‌ها با استفاده از برنامه AMOS نسخه ۲۴ و بسته آماری SPSS نسخه ۲۶ انجام شد. در مرحله اول، تحلیل عاملی تأییدی با روش برآورد درست‌نمایی بیشینه، برای تعیین روایی سازه ابزارها استفاده شد (Kline, 2023). در مرحله دوم، آماره‌های توصیفی (میانگین، انحراف معیار و پیش‌فرض‌های تحلیل کوواریانس چندمتغیری) و استنباطی (پایایی، تحلیل کوواریانس چندمتغیری) در سطح معنی‌داری $p < 0/05$ محاسبه شد.

یافته‌ها

شاخص‌های آمار توصیفی مربوط به متغیرهای پژوهش به تفکیک شرایط مختلف گروه آزمایشی (برنامه مداخله به ریاضی فکر کن) و گروه گواه در مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری، در جدول ۲ نشان شده است. پیش از تجزیه و تحلیل استنباطی داده‌ها، مفروضه‌های آماری تحلیل کوواریانس چندمتغیری برای اطمینان از صحت نتایج مورد بررسی قرار گرفتند (Tabachnick & Fidell, 2019). ابتدا، داده‌های پرت

چندمتغیری با استفاده از شاخص فاصله مهالانوبیس^۱ بررسی شد. نتایج نشان داد که مقدار بیشترین فاصله مهالانوبیس برابر ۲/۶۹۶ است که کمتر از مقدار بحرانی (df=۶) ۲۲/۴۶ می‌باشد؛ لذا، از نبود داده‌های پرت چندمتغیری اطمینان حاصل شد. سپس، نتایج آزمون شاپیرو-ویلک^۲ (جدول ۲) حکایت از آن دارد که نمره‌ها به صورت نرمال توزیع شده‌اند ($p > ۰/۰۵$) همچنین، ضریب همبستگی بین متغیرهای هم‌پراش (مهارت‌های عددی اولیه-پیش‌آزمون و عملکرد ریاضی-پیش‌آزمون) نشان می‌دهد که مفروضه مربوط به هم‌خطی چندگانه و تکین بودن^۳ برآورده شده است ($r > ۰/۹۰$). برای واریانس همگنی ماتریس‌های واریانس-کوواریانس^۴ از آزمون ام‌باکس^۵ استفاده شد که به صورت آماری معنی‌دار نبود ($\text{Box's } M = ۱۳/۵۹۸F_{(۱۰,۳۷۴/۲۰۷)} = ۱/۱۴۷p, = ۰/۳۲$) و بیانگر عدم نقض مفروضه همگنی ماتریس‌های واریانس-کوواریانس است. علاوه بر این، نتایج نشان داد که از مفروضه همگنی شیب‌های رگرسیون^۶ تخطی نشده است، زیرا تعامل آماری معنی‌داری بین متغیرهای هم‌پراش و متغیرهای مستقل (گروه‌ها) برای هر یک از متغیرهای وابسته وجود نداشت ($p > ۰/۰۵$)؛ بنابراین، با توجه به برقراری مفروضه‌های اصلی آماری، می‌توان تحلیل کوواریانس چندمتغیری را انجام داد.

جدول ۲. میانگین، انحراف معیار و نرمال بودن متغیرهای مورد مطالعه به تفکیک گروه‌ها

متغیر	مرحله	گروه	میانگین	انحراف معیار	آماره شاپیرو-ویلک	سطح معنی‌داری
مهارت‌های عددی اولیه	پیش‌آزمون	آزمایشی	۸۴/۴۱	۷/۳۹	۰/۹۲	۰/۱۸
		گواه	۸۲/۷۳	۶/۸۶	۰/۹۵	۰/۵۴
	پس‌آزمون	آزمایشی	۱۰۱/۵۹	۷/۰۷	۰/۹۸	۰/۹۷
		گواه	۸۳/۳۴	۵/۴۰	۰/۹۴	۰/۳۸
	پیگیری	آزمایشی	۹۶/۵۵	۷/۲۲	۰/۹۶	۰/۷۵

1. mahalanobis distance
2. Shapiro-Wilk
3. absence of multicollinearity and singularity
4. homogeneity of variance-covariance matrices
5. Box's M test
6. homogeneity of regression

تأثیر برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر مهارت‌های عددی اولیه ...؛ عظیمی و همکاران | ۲۶۱

متغیر	مرحله	گروه	میانگین	انحراف معیار	آماره شاپیرو-ویلک	سطح معنی‌داری
عملکرد ریاضی	پیش‌آزمون	گواه	۸۲/۸۳	۴/۴۲	۰/۹۳	۰/۳۰
		آزمایشی	۳/۳۷	۱/۰۴	۰/۹۵	۰/۵۵
	پس‌آزمون	گواه	۳/۴۱	۰/۸۳	۰/۹۷	۰/۷۹
		آزمایشی	۵/۹۵	۰/۹۰	۰/۹۲	۰/۲۲
	پیگیری	گواه	۳/۶۲	۱/۲۱	۰/۹۴	۰/۳۸
		آزمایشی	۵/۶۶	۱/۱۷	۰/۹۷	۰/۸۲
		گواه	۳/۴۸	۰/۹۴	۰/۹۵	۰/۵۰

به‌منظور مقایسه گروه آزمایشی و گروه گواه و مطالعه تأثیر برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر مهارت‌های عددی اولیه و عملکرد ریاضی، بر مبنای نمره‌های پس‌آزمون، پس از کنترل اثر پیش‌آزمون‌ها، نخست یک تحلیل کوواریانس چندمتغیری روی داده‌ها انجام شد. نتایج در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج مانکووا برای نمره‌های پس‌آزمون و پیگیری مهارت‌های عددی اولیه و عملکرد ریاضی در گروه‌های آزمایشی و گواه

آزمون-گروه‌ها	مقدار لامبدای ویلکز	نسبت F	df فرضیه	df خطا	P	اندازه اثر
پس‌آزمون	۰/۱۷۶	۵۸/۴۵۹	۲	۲۵	< ۰/۰۰۰۱	۰/۸۲۴
پیگیری	۰/۱۲۲	۸۹/۹۹۱	۲	۲۵	< ۰/۰۰۰۱	۰/۸۷۸

آزمون لامبدای ویلکز^۱ برای تفسیر نتایج برآمده از تحلیل کوواریانس چندمتغیری (مانکووا) استفاده شد. مطابق با جدول ۳، نتایج به‌دست آمده از تحلیل کوواریانس چندمتغیری (مانکووا) در بین گروه‌های آزمایشی (برنامه مداخله به ریاضی فکر کن) و گواه با کنترل پیش‌آزمون‌ها، نشان داد که این گروه‌ها با توجه به نتایج آزمون لامبدای ویلکز در مرحله پس‌آزمون ($p = ۰/۰۰۰۱ F_{(۲,۲۵)} = ۵۸/۴۵۹, \Lambda = ۰/۱۷۶\eta^2, = ۰/۸۲۴$) و مرحله پیگیری ($p = ۰/۰۰۰۱ F_{(۲,۲۵)} = ۸۹/۹۹۱, \Lambda = ۰/۱۲۲\eta^2, = ۰/۸۷۸$)، حداقل در یکی

1. Wilks' Lambda

از متغیرهای وابسته (مهارت‌های عددی اولیه و عملکرد ریاضی) با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند. همچنین، نتایج حکایت از آن دارد که ۸۲/۴٪ و ۸۷/۸٪ از کل واریانس ترکیب متغیرهای وابسته توسط برنامه مداخله‌ای تبیین می‌شود. به‌منظور تعیین این تفاوت، یک تحلیل کوواریانس تک متغیری (آنکووا) در متن تحلیل کوواریانس چندمتغیری (مانکووا) روی نمره‌های پس‌آزمون و پیگیری متغیرهای وابسته انجام گرفت که نتایج کسب‌شده در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴: نتایج آنکووا در متن مانکووا روی نمره‌های پس‌آزمون و پیگیری مهارت‌های عددی اولیه

و عملکرد ریاضی

مرحله	متغیر	منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	نسبت F	P	اندازه اثر
پس‌آزمون	مهارت‌های عددی اولیه	گروه	۲۲۷۲/۸۲	۱	۲۲۷۲/۸۲	۷۱/۰۹۸	< ۰/۰۰۰۱	۰/۷۳۲
	عملکرد ریاضی	گروه	۳۰/۷۹	۱	۳۰/۷۹	۵۱/۰۷۴	< ۰/۰۰۰۱	۰/۶۶۳
پیگیری	مهارت‌های عددی اولیه	گروه	۱۱۱۸/۷۱۰	۱	۱۱۱۸/۷۱۰	۷۰/۴۶۷	< ۰/۰۰۰۱	۰/۷۳۰
	عملکرد ریاضی	گروه	۲۷/۴۲۶	۱	۲۷/۴۲۶	۴۲/۰۹۱	< ۰/۰۰۰۱	۰/۶۱۸

جدول ۴ نشان می‌دهد مقدار F های تحلیل کوواریانس تک متغیری (آنکووا) مرحله پس‌آزمون در مهارت‌های عددی اولیه ($F_{(1,26)} = 71.098, p < 0.0001$) و عملکرد ریاضی ($F_{(1,26)} = 51.074, p < 0.0001$) از نظر آماری معنی‌داری هستند. علاوه بر این، در جدول ۴ مشاهده می‌شود که اندازه F های تحلیل کوواریانس تک متغیری (آنکووا) مرحله پیگیری در مهارت‌های عددی اولیه ($F_{(1,26)} = 70.467, p < 0.0001$) و عملکرد ریاضی ($F_{(1,26)} = 42.091, p < 0.0001$) از نظر آماری معنی‌داری هستند. نتایج مذکور بیانگر آن است که در نمره متغیرهای وابسته (مهارت‌های عددی اولیه و عملکرد ریاضی) بین گروه آزمایشی (برنامه مداخله به ریاضی فکر کن) و گروه گواه، تفاوت معنی‌داری مشاهده می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر باهدف بررسی اثرات فوری و بلندمدت برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر مهارت‌های عددی اولیه و عملکرد ریاضی کودکان پایه اول در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی انجام شد. نتایج پس‌آزمون نشان داد در مقایسه با گروه گواه، کودکانی که در گروه آزمایش شرکت کرده بودند، مهارت‌های عددی اولیه خود را بهبود بخشیدند. همچنین، اندازه‌گیری‌های پیگیری (۶ هفته بعد) نشان داد کودکان گروه آزمایش، مهارت‌های عددی اولیه را که در طول برنامه مداخله آموخته بودند، حفظ کردند. این نتایج، ارزشمندی برنامه مداخله به ریاضی فکر کن را به‌عنوان یک رویکرد آینده‌نگر به‌هنگام برای افزایش مهارت‌های عددی اولیه کودکان پایه اول در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی نشان می‌دهد و با یافته‌های قبلی (زارع‌پور و همکاران، ۱۴۰۱؛ Lopez et al., 2023؛ Pedersen et al., 2021؛ Aunio et al., 2016؛ Mononen & Aunio, 2016) همسو است.

بر اساس نتایج فوق‌الذکر، چندین توضیح برای یافته‌های به‌دست‌آمده ارائه می‌شود. یک توضیح بالقوه برای اثربخشی برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر بهبود مهارت‌های عددی اولیه کودکان، امکان دارد تا حدودی به دلیل آموزش صریح و منظم باشد (Mononen et al., 2021). به‌طور دقیق‌تر، آموزش صریح و منظم دارای این ظرفیت بالقوه است که کودکان را عمیقاً در محتوای مهم دانش ریاضی، مانند درک روابط ریاضی و مهارت‌های شمارش درگیر کند و شدت مداخله را از طریق آموزش متمایز، متناسب با نیاز کودک سازگار کند (Aunio et al., 2021). بدین‌سان، کاربست راهبردهای آموزشی صریح و منظم برای آن دسته از کودکانی که در درک مهارت‌های عددی اولیه مشکل دارند، ضروری است (Mononen & Aunio, 2016).

افزون بر این، یک توضیح ممکن دیگر می‌تواند این باشد که برنامه مداخله به ریاضی فکر کن همراه با داربست^۱ است، بدین‌صورت که مداخله‌گر مهارت‌های عددی اولیه را با

1.scaffolding

استفاده از یک توالی بازنمایی عینی-نمادین-انتزاعی ارائه می‌کند (Mononen & Aunio, 2014)؛ بنابراین، کودکان می‌توانند یادگیری مهارت‌های عددی اولیه را به روشی معنادار از طریق بازنمایی‌های دیداری (مانند، چینه‌ها و کارت‌های نقطه‌دار) تجربه کنند. این موضوع به آن‌ها فرصتی می‌دهد تا مفاهیم انتزاعی مهارت‌های عددی اولیه را درک کرده و به کار گیرند (Charitaki et al., 2021).

علاوه بر این، آنچه ممکن است برنامه مداخله به ریاضی فکر کن را در این مطالعه برای بهبود مهارت‌های عددی اولیه گروه آزمایشی در مقایسه با گروه گواه مؤثرتر کند، با این توضیح همسو باشد که آموزش در گروه‌های کوچک (۴ تا ۸ نفر)، امکان خوبی را فراهم می‌کند تا با تشویق و ترغیب کودکان به مشارکت در انجام فعالیت‌های ریاضی و اولویت قرار دادن فرصت‌های متعدد برای پاسخ به درخواست‌های مداخله‌گر و بیان تفکر ریاضی با صدای بلند، مهارت‌های عددی اولیه‌ای که با آن‌ها مشکل دارند، تمرین کنند (Mononen & Aunio, 2016; Lopez-Pedersen et al., 2023).

یکی دیگر از یافته‌های نویدبخش مطالعه حاضر این بود که عملکرد ریاضی کودکان گروه آزمایشی در طی یک دوره مداخله پنج‌هفته‌ای، در مقایسه با گروه گواه، به‌طور معنی‌داری بهبود پیدا کرد. افزون بر این، همچنان پس از گذشت ۶ هفته از اتمام جلسات آموزشی، اثرات آموزشی معنی‌داری در اندازه‌گیری پیگیری وجود داشت. بهبود عملکرد ریاضی گروه آزمایشی، علی‌رغم آموزش رایج کلاسی به شرکت‌کنندگان گروه گواه، ارزشمندی برنامه مداخله به ریاضی فکر کن به‌مثابه یک مداخله مکمل/اضافی را در افزایش نتایج فراتر از آموزش رایج کلاسی، برجسته می‌کند و با نتایج قبلی سازگار است که نشان داده‌اند مداخلات ریاضی به‌هنگام، تأثیرات مثبتی بر ارتقاء عملکرد ریاضی کودکان پایه اول در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی دارند (Doabler et al., 2019; Nozari, 2019).

با توجه به تأثیر برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر عملکرد ریاضی، لازم به ذکر است که عملکرد ریاضی به‌طور مستقیم در مداخله آموزش داده نشد؛ بنابراین، این نتایج

می تواند از نظریه های انتقال دانش، حداقل در یک حوزه (دانش حوزه-خاص) پشتیبانی کند (Taatgen, 2013). یک توضیح احتمالی این است که امکان دارد بهبود مهارت های عددی اولیه کودکان، توانسته باشد به آنها کمک کند تا عملکرد ریاضی خود را ارتقاء بخشند (De Leon et al., 2021). در واقع، محتوا و رویکرد برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر اساس مدل نظری رشد مهارت های عددی اصلی آنیو و راسانن (Aunio & Rasanen, 2016)، تهیه و گردآوری شده است. این برنامه با استفاده از طراحی آموزشی منظم در گروه های کوچک، ترکیب تکالیف از آسان به دشوار به همراه توضیحات صریح معلم از مفاهیم و راهبردها و نیز به کارگیری بازنمایی های دیداری مفاهیم ریاضی بر اساس توالی عینی-نمادین-انتزاعی (Aunio et al., 2025; Mononen et al., 2021)، به کودکان اجازه می دهد تا با انعطاف پذیری بیشتری با اعداد کار کنند و مبنایی برای مسیرهای جدیدی در یادگیری و کاوش مهارت های عددی اولیه ارائه دهد که به نوبه خود، منجر به ارتقاء عملکرد ریاضی بعدی و فرآیند یادگیری واقعی در کودکان در معرض خطر می شود (Hellstrand, 2021). مشخص شده است که این ویژگی ها، عناصر آموزشی مفید برای رشد و بهبود عملکرد ریاضی کودکان پایه اول در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی هستند (Nelson & McMaster, 2019; Clarke et al., 2023).

یافته های این پژوهش می تواند پیامدهای عملی مهمی برای روان شناسان مدرسه، معلمان و مربیان داشته باشد. یکی از پیامدهای مطالعه حاضر این است که معلمان دبستان، به ویژه پایه اول، باید تشویق شوند تا بر یادگیری صریح مفاهیم مهارت های عددی اولیه، مانند درک روابط عددی و شمارش، کار کنند و فراگیری این شایستگی های ریاضیاتی بنیادین به یادگیری اتفاقی یا ضمنی واگذار نشود (Lopez-Pedersen et al., 2023). دوم، تأکید می شود که برنامه مداخله به ریاضی فکر کن یک مداخله تکمیلی است که وقتی با آموزش معلمان و سایر فعالیتهای یادگیری مرتبط باشد، به کودکان در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی اجازه می دهد تا به پتانسیل کامل خود در کسب دانش مربوط به مهارت های عددی اولیه و به موجب آن، پیشرفت در عملکرد ریاضی دست یابند. سوم،

معلمان برای کمک به کودکان در معرض خطر مشکلات یادگیری باید آماده باشند. مطابق با گersten و همکاران (Gersten et al., 2015)، به نظر می‌رسد ارائه بازخورد به معلمان، با یا بدون رهنمود اضافی، برای موفقیت کودکان در معرض خطر مشکلات ریاضی مفید باشد.

به دانش موجود، این اولین کارآزمایی کنترل‌شده تصادفی است که بینش جدیدی از اثربخشی یک برنامه مداخله‌ای ریاضی به‌هنگام را در جمعیت کودکان پایه اول ایرانی در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی، ارائه می‌دهد. اگرچه نتایج کلی مطالعه امیدوارکننده است، اما مقدماتی هستند و باید حداقل در چارچوب چهار محدودیت زیر با احتیاط تفسیر شوند. نخست، حجم نمونه به‌اندازه کافی بزرگ نبود. این موضوع یک چالش رایج هنگام انجام مطالعات مداخله‌ای با دانش‌آموزان دارای مشکلات ریاضی هستند، زیرا تحقیقات همه‌گیرشناسی نشان می‌دهد تقریباً حدود ۵٪ تا ۱۴٪ از کودکان در سنین مدرسه به‌عنوان در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی شناسایی می‌شوند (Outhwaite et al., 2024). تکرار مطالعه در آینده با یک نمونه بزرگ‌تر و گروه‌های مداخله مقایسه‌ای بیشتر برای اعتبارسنجی نتایج و افزایش نیرومندی آماری مهم خواهد بود. دوم، با توجه به اجزاء، ساختار و شیوه اجرای برنامه مداخله به ریاضی فکر کن (مانند، مواد دست‌ورزی و تعامل با همسالان)، ارزیابی اینکه کدام جزء (ها)، سازوکار (های) اصلی تغییر هستند، دشوار است؛ زیرا هر یک از این اجزاء شواهدی برای پشتیبانی از آموزش مؤثر دارند و می‌توانند به‌طور بالقوه به توسعه مهارت‌های عددی اولیه و عملکرد ریاضی کمک کنند. انجام رویکرد تحلیل مؤلفه‌ای در تحقیقات آتی می‌تواند به شناسایی سازوکارهای اصلی مداخله مؤثر کمک کند. سوم، در این مطالعه باوجود کاربرد طرح آزمایشی میدانی، از یک گروه گواه غیرفعال استفاده شد که به دنبال آن نمی‌توان عواملی که به‌طور بالقوه ممکن است اثرات مداخله را مخدوش کنند، قاطعانه رد کرد. انجام تحقیقات بیشتر با یک گروه کنترل فعال، می‌تواند به حذف اثرات صوری و دستیابی به یافته‌های نیرومندتر کمک کند (Szucs & Myers, 2017). چهارم، این مطالعه از نظر

تأثیر برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر مهارتهای عددی اولیه ...؛ عظیمی و همکاران | ۲۶۷

داده‌هایی که برای کودکان، خانواده‌ها و مدارس مناطق تحصیلی یک شهر کوچک (کوه‌دشت) در دسترس بود، محدود است. انجام مطالعات بیشتر در دامنه جغرافیایی متنوع‌تر می‌تواند اطلاعات مفیدی ارائه دهد.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول در گروه روانشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز با کد اخلاق EE/1400.2.24.37358/Scu.ac.ir و حمایت موسسه ستاد راهبردی توسعه علوم و فناوری‌های شناختی است.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافع مرتبطی را برای این مطالعه اعلام نمی‌کنند.

ORCID

Kamyar Azimi



<http://orcid.org/0000-0002-4325-9472>

Manizheh Shehni Yailagh



<http://orcid.org/0000-0002-4068-7738>

Alireza Hajiyakhchali



<http://orcid.org/0000-0002-2672-3034>

منابع

- رجبی، غلامرضا. (۱۳۸۷). هنجاریابی آزمون ماتریس‌های پیش‌رونده ریون رنگی کودکان در دانش‌آموزان شهر اهواز. *روان‌شناسی معاصر*، ۳(۱)، ۱-۱۰. <https://bjcp.ir/article-1-344-fa.html>
- زارع‌پور، فاطمه، قاسمی، مسعود، شریعت باقری، محمد مهدی و درتاج، فریبرز. (۱۴۰۱). اثربخشی آموزش ریاضی بر حس عدد و حافظه فعال دیداری-فضایی کودکان دختر با مشکلات ریاضی. *مجله پرستاری کودکان*، ۹(۱)، ۴۲-۴۶. doi: 10.22034/JPEN.9.1.42
- غفوری، مبینا، رضایی، سعید، دستجردی کاظمی، مهدی و رحیمی، زهرا. (۱۴۰۳). اثربخشی برنامه توانمندسازی شناختی با رویکرد بدنمندی بر بهبود مهارت‌های پیشاریاضی و حافظه فعال دیداری-فضایی در کودکان پیش دبستانی. *روانشناسی افراد استثنایی*، ۱۴(۵۴)، ۱-۲۳. doi: 10.22054/jpe.2024.77699.2678
- قاسمی، مسعود، درتاج، فریبرز، سعیدی پور، اسماعیل، دلاور، علی و سرابی، صدیقه. (۱۳۹۶). اثربخشی آموزش حس عدد بر بهبود مهارت‌های عددی کودکان پیش از دبستان در معرض خطر مشکلات یادگیری. *فصلنامه روان‌شناسی افراد استثنایی*، ۷(۲۷)، ۱-۲۹. doi: 10.22054/jpe.2018.24136.1609
- محمد اسماعیل، الهه و علی پور، احمد. (۱۳۸۱). بررسی مقدماتی اعتبار و روایی و تعیین نقاط برش، اختلال‌های پرسشنامه علائم مرضی کودکان (CSI-4). *پژوهش در حیطه کودکان استثنایی*، ۲(۳)، ۲۳۹-۲۵۴. <https://joec.ir/article-1-484-fa.html>
- محمد اسماعیل، الهه. (۱۳۸۶). انطباق و هنجاریابی سیاهه نشانه‌های مرضی کودک و برایش چهارم (CSI-4). *پژوهش در حیطه کودکان استثنایی*، ۷(۱)، ۷۹-۹۶. <https://joec.ir/article-1-388-fa.html>
- میرزائی، حمزه، فرامرزی، سالار، جهانی فر، مجتبی و مثنوی، امیر. (۱۴۰۳). اثربخشی بسته آموزشی الگوی محیط یادگیری چندرسانه‌ای بر درگیری تحصیلی و هنجار‌گرایی تحصیلی در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص ریاضی. *روانشناسی افراد استثنایی*، ۱۴(۵۵)، ۱-۳۶. doi: 10.22054/jpe.2024.81352.2727
- یافتیان، نرگس و عباسی، فاطمه. (۱۴۰۳). انطباق مسائل ریاضی منتشر شده پایه چهارم مطالعه تیمز ۲۰۱۹ با محتوا و مسائل کتاب‌های درسی ریاضی ایران و ژاپن. *نوآوری‌های آموزشی*، ۲۳(۱)، ۳۱-۷. doi: 10.22054/jpe.2018.24136.1609

References

- Allen, K., Higgins, S., & Adams, J. (2019). The relationship between visuospatial working memory and mathematical performance in school-aged children: A systematic review. *Educational Psychology Review*, 31, 509-531. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09470-8>
- Aunio, P., & Rasanen, P. (2016). Core numerical skills for learning mathematics in children aged five to eight years - A working model for educators. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(5), 684-704. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2014.996424>
- Aunio, P., Korhonen, J., Ragpot, L., Tormanen, M., & Henning, E. (2021). An early numeracy intervention for first-graders at risk for mathematical learning difficulties. *Early Childhood Research Quarterly*, 55, 252-262. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2020.12.002>
- Aunio, P., Van Herwegen, J., & Baeyens, D. (2025). Early mathematics learning: Multifactorial nature of early mathematics skills, effectiveness of educational interventions and challenges with measurements. *Journal for the Study of Education and Development*, 48(2), 253-281. <https://doi.org/10.1177/02103702251325611>
- Baglici, S. P., Coddling, R., & Tryon, G. (2010). Extending the research on the tests of early numeracy: Longitudinal analyses over two school years. *Assessment for Effective Intervention*, 35, 89-102. <https://doi.org/10.1177/1534508409346053>
- Bildiren, A. (2017). Reliability and validity study for the coloured progressive matrices test between the ages of 3-9 for determining gifted children in the pre-school period. *Journal of Education and Training Studies*, 5(11), 13-20. <https://doi.org/10.11114/jets.v5i11.2599>
- Charitaki G., Tzivinikou S., Stefanou G., & Soulis S. G. (2021). A meta-analytic synthesis of early numeracy interventions for low-performing young children. *SN Social Sciences*, 1(5), 1-28. <https://doi.org/10.1007/s43545-021-00094-w>
- Clarke, B., & Shinn, M. R. (2004). A preliminary investigation into the identification and development of early mathematics curriculum-based measurement. *School Psychology Review*, 33(2), 234-248. <https://doi.org/10.1080/02796015.2004.12086245>
- Clarke, B., Doabler, C. T., Sutherland, M., Kosty, D., Turtura, J., & Smolkowski, K. (2023). Examining the impact of a first grade whole number intervention by group size. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 16(2), 326-349. <https://doi.org/10.1080/19345747.2022.2093299>

- Clements, D. H., & Sarama, J. (2020). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach* (3rd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003083528>
- Corso, L. V., Corso, H. V., & de Salles, J. F. (2024). Intervention in mathematical skills: number sense. In *Neuropsychological Interventions for Children-Volume 1: From Early-Preventive Stimulation to Rehabilitation* (pp. 169-180). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Cosso, J., Ellis, A., Salamanca, S. L. C., & Susperreguy, M. I. (2025). Variation in mathematics performance: A multilevel analysis with student and school's characteristics. *Journal of Numerical Cognition*, *11*, 1-15. <https://doi.org/10.5964/jnc.14087>
- de Chambrier, A., Baye, A., Tinnes-Vigne, M., Tazouti, Y., Vlassis, J., Poncelet, D., Giauque, N., Fagnant, A., Luxembourger, C., Auqui re, A., Kerger, S., & Dierendonck, C. (2021). Enhancing children's numerical skills through a play-based intervention at kindergarten and at home: A quasi experimental study. *Early Childhood Research Quarterly*, *54*, 164-178. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2020.09.003>
- De Leon, S. C., Jimenez, J. E., Gutierrez, N., & Hernandez-Cabrera, J. A. (2021). Assessing the efficacy of Tier 2 mathematics intervention for Spanish primary school students. *Early Childhood Research Quarterly*, *56*, 281-293. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2021.04.003>
- Doabler, C. T., Clarke, B., Kosty, D., Turtura, J. E., Firestone, A. R., Smolkowski, K., Jungjohann, K., Brafford, T. L., Nelson, N. J., Sutherland, M., Fien, H., & Maddox, S. A. (2019). Efficacy of a first-grade mathematics intervention on measurement and data analysis. *Exceptional Children*, *86*(1), 77-94. <https://doi.org/10.1177/0014402919857993>
- Gadow, K. D., & Sprafkin, J. (1994). *Child symptom inventories manual*. Stony Brook, NY: Checkmate Plus.
- Gadow, K., D., & Sprafkin, J. (2002). *Child symptom inventory 4: Screening and norms manual*. Stony Brook, NY: Checkmate Plus.
- Garon-Carrier, G., Boivin, M., Lemelin, J. P., Kovas, Y., Parent, S., Seguin, J., & Dionne, G. (2018). Early developmental trajectories of number knowledge and math achievement from 4 to 10 years: Low-persistent profile and early-life predictors. *Journal of School Psychology*, *68*(1), 84-98. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2018.02.004>
- Geary, D. C., Bailey, D. H., Littlefield, A., Wood, P., Hoard, M. K., & Nugent, L. (2009). First-grade predictors of mathematical learning disability: A latent class trajectory analysis. *Cognitive Development*, *24*(4), 411-429. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2009.10.001>
- Gersten, R. M., Rolfhus, E., Clarke, B., Decker, L. E., Wilkins, C., &

- Dimino, J. (2015). Intervention for first graders with limited number knowledge: Large-scale replication of a randomized controlled trial. *American Educational Research Journal*, 52, 516-546. <https://doi.org/10.3102/0002831214565787>
- Griffin, S. (2009). Learning sequences in the acquisition of mathematical knowledge: Using cognitive developmental theory to inform curriculum design for pre-k-6 mathematics education. *Mind, Brain, and Education*, 3(2), 96-107. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2009.01060.x>
- Harju, H., Van Hoof, J., Nanu, C. E., McMullen, J., & Hannula-Sormunen, M. (2024). Spontaneous focusing on numerical order and numerical skills of 3-to 4-year-old children. *Educational Studies in Mathematics*, 117(1), 43-65. <https://doi.org/10.1007/s10649-024-10327-3>
- Hellstrand, H. (2021). *Early numeracy development: Identifying and supporting children at risk for mathematical learning difficulties*. Vaasa: Abo Akademi University. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-12-4056-0>
- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 82-88. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.07.004>
- Jylanki, P., Saakslanti, A., & Aunio, P. (2024). Intervention effects on low performing preschoolers' early mathematical skills: Adding fundamental motor skill practice as a supporting method. *Trends in Neuroscience and Education*, 35, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2024.100227>
- Kline, R. B. (2023). *Principles and practice of structural equation modeling* (5th Ed). New York: The Guilford Press.
- Kreilinger, I. L., Moeller, K., & Pixner, S. (2022). A longitudinal study on basic numerical skills in early numerical development. *Cognitive Development*, 62, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2022.101182>
- Lindstrom-Sandahl, H., Samuelsson, J., Danielsson, H., Samuelsson, S., & Elwer, A. (2024). A randomized controlled study of a second grade numeracy intervention with Swedish students at risk of mathematics difficulties. *British Journal of Educational Psychology*, 94(4), 1052-1071. <https://doi.org/10.1111/bjep.12705>
- Lopez-Pedersen, A., Mononen, R., Aunio, P., Scherer, R., & Melby-Lervag, M. (2023). Improving numeracy skills in first graders with low performance in early numeracy: A randomized controlled trial. *Remedial and Special Education*, 44(2), 126-136. <https://doi.org/10.1177/07419325221102537>

- Marcelino, L., de Sousa, O., & Lopes, A. (2017). Predictive relation between early numerical competencies and mathematics achievement in first grade Portuguese children. *Frontiers in Psychology, 8*, 1-9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01103>
- Mononen, R., & Aunio, P. (2014). A mathematics intervention for low-performing Finnish second graders: Findings from a pilot study. *European Journal of Special Needs Education, 29*(4), 457-473. <https://doi.org/10.1080/08856257.2014.922794>
- Mononen, R., & Aunio, P. (2016). Counting skills intervention for low-performing first graders. *South African Journal of Childhood Education, 6*(1), 1-9. <https://doi.org/10.4102/sajce.v6i1.407>
- Mononen, R., & Niemivirta, M. (2023). Patterns of symbolic numerical magnitude processing and working memory as predictors of early mathematics performance. *European Journal of Psychology of Education, 38*, 311-332. <https://doi.org/10.1007/s10212-021-00596-4>
- Mononen, R., Aunio, P., & Leijo, S. (2021). Esiopetusikäisten lasten matemaattisten taitojen tukeminen ThinkMath-interventiolla (The effects of mathematical intervention on low performing children's performance in kindergarten). *NMI-Bulletin, 31*(3), 43-63. <https://bulletin.nmi.fi/2021/11/30/esiopetusikaisten-lasten-matemaattisten-taitojen-tukeminen-thinkmath-interventiolla/>
- My, N. H., Huong, N. T. C., Ngoc, T. T. B., Tham, N. T., Long, P. T., & Hai, D. T. (2025). Understanding mathematical learning difficulties in early primary grades in Vietnam: A contextualized contribution to global insights. *Multidisciplinary Science Journal, 7*(11), 1-11. <https://doi.org/10.31893/multiscience.2025608>
- National Center for Education Statistics, US Department of Education. (2022). U.S. Government Printing Office.
- Nelson, G., & McMaster, K. L. (2019). The effects of early numeracy interventions for students in preschool and early elementary: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology, 111*(6), 1001-1022. <https://doi.org/10.1037/edu0000334>
- Nozari, M. (2019). *Effects of early explicit strategic intervention on the mathematics performance of students at-risk for mathematics difficulties* (Doctoral Dissertation). The University of Texas at Austin. <http://dx.doi.org/10.26153/tsw/3275>
- Outhwaite, L. A., Aunio, P., Leung, J. K. Y., & Van Herwegen, J. (2024). Measuring mathematical skills in early childhood: A systematic review of the psychometric properties of early maths assessments and screeners. *Educational Psychology Review, 36*(4), 110-125. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09950-6>
- Parviainen, P., Eklund, K., Koivula, M., Liinamaa, T., & Rutanen, N.

- (2023). Teaching early mathematical skills to 3 - to 7 - year - old children: Differences related to mathematical skill category, children's age group and teachers' characteristics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21, 1961-1983. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10341-y>
- Purpura, D. J., & Lonigan, C. J. (2015). Early numeracy assessment: The development of the preschool early numeracy scales. *Early Education and Development*, 26(2), 286-313. <https://doi.org/10.1080/10409289.2015.991084>
- Raven, J., Raven, J. C., & Court, H. (1998). *Coloured progressive matrices*. 1998 Edition. USA: Harcourt Assessment.
- Szucs, D., & Myers, T. (2017). A critical analysis of design, facts, bias and inference in the approximate number system training literature: A systematic review. *Trends in Neuroscience and Education*, 6, 187-203. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2016.11.002>
- Taatgen, N. A. (2013). The nature and transfer of cognitive skills. *Psychological Review*, 102, 439-471. <https://doi.org/10.1037/a0033138>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics* (7th Ed). Boston, MA: Pearson.
- Vignoles, A., Jerrim, J., & Cowan, R. (2015). *Mathematics Mastery: Primary evaluation report*. Education Endowment Foundation. <https://dera.ioe.ac.uk/id/eprint/29369>
- Wei, W., Guo, L., Georgiou, G. K., Tavouktsoglou, A., & Deng, C. (2018). Different subcomponents of executive functioning predict different growth parameters in mathematics: Evidence from a 4 year longitudinal study with Chinese children. *Frontiers in Psychology*, 9, 1-10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01037>
- Westerholm, A., & Aunio, P. (2018). Maahanmuuttajataustaisten lasten varhaisten matemaattisten taitojen interventiotutkimus. *NMI-bulletin*, 28(3), 32-48. <https://bulletin.nmi.fi/2018/11/23/maahanmuuttajataustaisten-lasten-varhaisten-matemaattisten-taitojen-interventiotutkimus/>

References [In Persian]

- Ghafouri, M., Rezayi, S., Dastjerdikazemi, M. & Rahimi, Z. (2024). Efficacy of cognitive empowerment program: Embodiment approach for enhancing pre-mathematical skills and visual-spatial working memory in preschool children. *Psychology of Exceptional Individuals*, 14(54), 1-23. [In Persian] <https://doi.org/10.22054/jpe.2024.77699.2678>
- Ghassemi, M., Dortaj, F., Saadipoor, E., Delavar, A., & Sarabi, S. (2018). Effectiveness of number sense instruction on improvement of preschoolers at risk of math difficulties. *Psychology of Exceptional*

- Individuals*, 7(27), 1-29. [In Persian] <https://doi.org/10.22054/jpe.2018.24136.1609>
- Mirzai, H., Faramarzi, S., Jahanifar, M. & Masnavi, A. (2024). The effectiveness of the educational package of the multimedia learning environment model on academic engagement and academic incivility in students with specific learning disorders. *Psychology of Exceptional Individuals*, 14(55), 1-36. [In Persian] <https://doi.org/10.22054/jpe.2024.81352.2727>
- Mohamad Esmail, E. (2007). Adaptation and standardization of Child Symptom Inventory-4 (CSI-4). *Journal of Exceptional Children*, 7(1), 79-96. [In Persian] <https://joec.ir/article-1-388-fa.html>
- Mohamad Esmail, E., & Alipour, A. (2002). A preliminary study on the reliability, validity and cut of points of the disorders of Children Symptom Inventory-4 (CSI-4). *Journal of Exceptional Children*, 2(3), 239-254. [In Persian] <https://joec.ir/article-1-484-fa.html>
- Rajabi, Gh. (2008). Normalizing the raven colour progressive matrices test on students of city Ahvaz. *Contemporary Psychology*, 3(1), 23-32. [In Persian] <https://bjcp.ir/article-1-344-fa.html>
- Yaftiyan, N., & Abbasi, F. (2024). Adaptation of released fourth grade mathematical problems of TIMSS 2019 with content and problems of Iranian and Japanese mathematics textbooks. *Journal of Educational Innovations*, 23(1), 7-31. [In Persian] <https://doi.org/10.22054/jpe.2018.24136.1609>
- Zarehpour, F., Ghasemi, M., Shariat Bagheri, M. M., & Dortaj, F. (2022). The effectiveness of mathematics education on numerical sense and visual-spatial working memory of girls with mathematical problems. *Journal of Pediatric Nursing*, 9(1), 42-46. [In Persian] <https://doi.org/10.22034/JPEN.9.1.42>

استناد به این مقاله: عظیمی، کامیار، شهنی ییلاق، منیجه، حاجی یخچالی، علیرضا. (۱۴۰۴). تأثیر برنامه مداخله به ریاضی فکر کن بر مهارت‌های عددی اولیه و عملکرد ریاضی کودکان ایرانی پایه اول دبستان در معرض خطر مشکلات یادگیری ریاضی: یک مداخله بهنگام، *روان‌شناسی افراد استثنایی*، ۱۵(۵۹)، ۲۳۷-۲۷۴. DOI: 10.22054/jpe.2026.86778.2834



Psychology of Exceptional Individuals is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.