Quarterly Journal of
Child Mental Health Vol. 9, No. 3, Fall 2022

Research Paper

The Effectiveness of Cognitive Rehabilitation in Improving Working Memory, Visual Processing, and Spatial Perception in Children with Math Learning Disorders

Morvarid Safari Vesal[1], Mohammad Ali Nazari[*2], Hassan Bafandeh Qaramaleki[3]

1. Ph.D. Student in Psychology and Education of Exceptional Children, Research and Science Brance, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Professor, Department of Neuroscience, Faculty of Advanced Technologies in Medicine, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. Associate Professor, Department of Psychology, Faculty of Psychology, Shahid Madani University of Azerbaijan, Tabriz, Iran

Citation: Safari Vesal M, Nazari MA, Bafandeh Qaramaleki H. The effectiveness of cognitive rehabilitation in improving working memory, visual processing, and spatial perception in children with math learning disorders. J Child Ment Health. 2022; 9 (3):78-92.

URL: http://childmentalhealth.ir/article-1-1258-en.html

10.52547/jcmh.9.3.7
20.1001.1.24233552.1401.9.3.5.5

ARTICLEINFO

Keywords:
Learning disorder, visual perception, working memory, spatial perception, math problems

Received: 28 Apr 2022
Accepted: 17 Jul 2022
Available: 24 Jan 2023

ABSTRACT

Background and Purpose: Cognitive rehabilitation consists of a set of targeted programs to remediate or improve cognitive functions. Cognitive skills are considered the main predictors of mathematical ability and related deficits are associated with mathematical disorders. The present study sought to investigate the effectiveness of cognitive rehabilitation in improving working memory performance, visual processing, and spatial perception in children with mathematical learning disorders.

Method: This research utilized a semi-experimental approach with a pre-test-post-test design. The population of the study consisted of students with math problems in Tehran province. 30 participants were selected by purposive sampling and randomly assigned into two experimental (n=15) and control groups (n=15). KeyMath diagnostic test (Connelly, 1988) was used to evaluate their mathematical learning disorder. A researcher-made device called Morva was used for the intervention program. The experimental group participated in eight intervention sessions of 50 to 60 minutes for four weeks. However, the control group did not receive any intervention. The children's' performance before and after the intervention was evaluated by the Children's fourth Wechsler test (Wechsler, 2003). Analysis of covariance for the data was conducted in SPSS 22 software.

Results: The findings revealed a significant difference between the two groups (P<0.001). Therefore, our results suggest that the cognitive intervention had a significant effect on working memory performance, visual perception, and spatial perception.

Conclusion: These results reveal that cognitive interventions might have been effective on the mathematical competency of children with math learning disorders.

*** Corresponding author:** Mohammad Ali Nazari, Professor, Department of Neuroscience, Faculty of Advanced Technologies in Medicine, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
E-mail: Nazari.moa@iums.ac.ir
Tel: (+98) 2186704579

2476-5740/ © 2022 The Authors. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Extended Abstract

Introduction

A mathematical learning disorder is a specific learning disability associated with difficulties in understanding numerical and computational representations. Children with such disorders experience severe and continuous problems (2-4). Researchers and clinicians have sought to investigate the underlying cognitive factors and their interaction with a mathematical learning disorder. The general cognitive domain including working memory, language comprehension, attention, and visuospatial learning is among the influencing factors in mathematical problems (6, 7). Working memory is a cognitive process with a limited capacity that supports manipulating information in short periods of time (11). On the other hand, visual perception is a complex neural process that according to the Gestalt theory goes beyond object identification and includes the process of organizing and interpreting visual information (19, 22). Furthermore, learning mathematics requires spatial processing. It is suggested that special processing shall be considered a multifaced domain consisting of spatial perception, mental rotation, and spatial visualization (17, 18, 28).

Previous evidence shows that cognitive and educational rehabilitation interventions might be effective in restoring and improving the mentioned cognitive functions (14-16, 21, 25-26, 30-35). In this regard, different types of tools have been presented in the form of computer software, pencil and paper, or toys, each of which has advantages and disadvantages. Investigating cognitive rehabilitation and designing devices with diverse and simple enjoyable games that are accessible to the public gained interest in this field of research. The aim of the present work was to evaluate the effectiveness of a cognitive rehabilitation package, also known as Marva, on working memory, visual perception, and special processing of children with a math learning disorder.

Method

The current work is a quasi -experimental research with a pre-test/post-test design with the control group. Thirty participants were selected by purposeful sampling from the population of students with a math learning disorder in Tehran. The participants were randomly assigned into two experimental (n=15) and control (n=15) groups. The inclusion criteria of the participants were: obtaining a higher-than-average score in the KeyMath diagnostic test, age between 6 to 12 years, primary school education, cooperation with the researchers, and informed consent to participate in the research. Comorbid disorders (including attention deficit and hyperactivity disorder, sensory-motor problems), drug use based on information from the counseling file at school, family problems such as addiction and parents' divorce, and unwillingness to participate in the research were considered as exclusion criteria.

The standardized version of the KeyMath diagnostic test (37, 38) was used for math learning disorder diagnosis. A standardized version of the Wechsler-4 was used for the evaluation of children's performance in the pre-and post-test phases. Cognitive rehabilitation was conducted with a researcher-made package also known as Marva for the improvement of cognitive functions involved in mathematical competency. Content validity of the package was obtained by asking the opinions of experts in the field of cognitive sciences and learning disorders as well as child education instructors and receiving guidance from them. Then, the criteria of innovation, application, coherence, comprehensibility, and comprehensiveness were evaluated using content validity measures (acceptable value of .81 and content validity of .83). Each game of the Marva package was designed based on several theoretical frameworks (such as Fletcher's Educational Program, Sweller's Cognitive Load Theory, Luria's Cognitive Processing (PASS), Vygotsky's Concepts of Scaffolding and Zone of Proximal Development, as well as valid tests such as Shepard and Metzler's Mental Rotation Test, Color Trails Test of Di Elia et al., Delis- Kaplan Executive Function System, Wisconsin Card Sorting Test of Grant and Berg, Conners Continuous Performance Test, Corsi block Tests, and Andre Ray's Complex Figure Test.)

This research was conducted for each individual separately after receiving the necessary permits from the General and Exceptional Department of Education in Tehran, in 2 sessions of 50 to 60 minutes for 4 weeks. Covariance analysis was conducted for the data in SPSS ver. 22.

Results

Descriptive statistics including mean values, standard deviation (SD), Shapiro-Wilk's test, and levels of significance, in the pre-test and post-test phases, are reported in Table 1. According to the Shapiro-Wilk test and the significance level (P>0.05) the assumption of normality in the pre-test and post-test has been met.

Table 1. Descriptive statistics of research variables in pre- and post-test phases

Variable	Group	Mean	SD	Shapiro-Wilk	p
Working memory (pre-test)	Experimental	36.40	8.55	.972	.893
	Control	35.66	5.71		
Visual Perception (pre-test)	Experimental	93.80	8.64	.984	.989
	Control	92	8.86		
Spatial Processing (pre-test)	Experimental	45.40	17.37	0.976	.931
	Control	46.73	12.89		
Working memory (post-test)	Experimental	47.40	7.18	.933	.305
	Control	38.20	6.01		

Visual Perception (post-test)	Experimental Control	106.66 93.6	8.30 8.83	.954	.582
Spatial Processing (post-test)	Experimental Control	55.86 50.60	16.33 11.03	.935	.319

According to Table 1, the mean values in the experimental and control groups are close to each other in the pre-test phase, no significant difference is obtained. However, the mean difference in working memory, visual perception, and spatial processing is significant between the groups in the post-test phase. The results of covariance analysis of the effect of cognitive rehabilitation on the variables of working memory (F = 36.49, p= 0.001), visual perception (F = 66.87, p = 0.001), and spatial processing (F = 4.25, p=0.043) were significant. Comparing the post-test means after removing the pre-test effect showed that the adjusted means of the experimental group for the variables of working memory, visual perception, and spatial processing (47.050, 550.026, 652.123, respectively) were increased as compared to controls (38.550, 51.441, 111.615), showing the effectiveness of cognitive rehabilitation package on dependent variables.

Conclusion

In line with previous reports (14-16), our results showed that cognitive rehabilitation was effective in improving the working memory of children with math learning disorders. Evidence shows cognitive rehabilitation programs are effective due to the fact that participants form their strategies by repeatedly performing working memory tasks (15). The working memory program might have improved the efficiency of neural responses and cognitive processes related to working memory capacity (21).

On the other hand, cognitive rehabilitation had a significant effect on improving visual perception. This finding is consistent with previous reports (25, 26, 31) that showed the influences of such rehabilitation programs on visual processing. One might conclude that visual perception is significantly affected by the cognitive development and successful learning of children through experience (7).

Our findings also showed that cognitive rehabilitation might be effective in improving spatial processing which is consistent with previous findings (30-35). Therefore, training that focuses on spatial processing in the early years might lead to the improvement of mathematical competency (28). The improvement of the cognitive processes in this study may be due to the physicality of the package, manual accessibility, ease of use, and the possibility of creating different types of games by children or their parents based on children's interests.

One of the limitations of this research was the lack of follow-up due to the unavailability of the sample. Furthermore, it is suggested that the effectiveness of the developed package be investigated in other groups with learning disabilities to eliminate the shortcomings of the package and develop a more comprehensive rehabilitation program.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: This study was carried out with the necessary permits to conduct research in governmental and non-governmental learning disorder centers from the General Directorate of Education in Tehran. Permit No. 126889 was obtained from Tehran's Special Education Department dated 29/09/2020.

Funding: This study was conducted without the financial support of any particular institution or organization.

Authors' contribution: Conceptualization, formulation of the research design and supervision by the corresponding author, designing and developing of rehabilitation program (MARVA), and the implementation of the research by the first author. The second and third authors supervised the first author's thesis.

Conflict of interest: There is no conflict of interest for the authors in this study and the results are reported without any bias.

Acknowledgments: We hereby express our gratitude to all the people who accompanied us in conducting this research.

مقاله پژوهشی

اثربخشی توانبخشی شناختی در بهبود حافظه فعال، پردازش دیداری، و درک فضایی کودکان با اختلال یادگیری ریاضی

مروارید سفری وصال[۱]، محمد علی نظری[۲*]، حسن بافنده قراملکی[۳]

۱. دانشجوی دکترای روان‌شناسی و آموزش کودکان استثنایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. استاد، گروه علوم اعصاب، دانشکده فناوری نوین پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۳. دانشیار، گروه روان‌شناسی، دانشکده روان‌شناسی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

مشخصات مقاله

کلیدواژه‌ها:
اختلال یادگیری،
پردازش دیداری،
حافظه فعال،
درک فضایی،
مشکلات ریاضی

دریافت شده: ۱۴۰۱/۰۲/۰۸
پذیرفته شده: ۱۴۰۱/۰۴/۲۴
منتشر شده: ۱۴۰۱/۱۱/۰۴

چکیده

زمینه و هدف: توانبخشی شناختی متشکل از مجموعه برنامه‌هایی هدفمند است که به منظور ترمیم یا ارتقای کارکردهای شناختی احرا می‌شوند. از آنجا که مهارت‌های شناختی پیش‌بینی‌کننده اصلی توانایی ریاضی در نظر گرفته شده است و نارسایی در این مهارت ها با اختلال ریاضی ارتباط دارد، پژوهش حاضر با هدف اثربخشی توانبخشی شناختی در بهبود عملکرد حافظه فعال، پردازش دیداری، و درک فضایی کودکان با اختلال یادگیری ریاضی انجام شد.

روش: این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر شیوه گردآوری اطلاعات از نوع شبه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه گواه بود. از جامعهٔ آماری دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی شهر تهران، ۳۰ نفر گروه نمونه با روش نمونه‌گیری هدفمند، انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (۱۵ نفر) و گواه (۱۵ نفر) جایدهی شدند. به منظور تشخیص اختلال ریاضی از آزمون تشخیصی کی- مت (کانلی، ۱۹۸۸) استفاده شد. گروه آزمایش طی ۸ جلسه ۵۰ تا ۶۰ دقیقه‌ای به مدت چهار هفته در برنامه مداخله‌ای با وسیله محقق ساخته به نام مروا شرکت کردند، ولی گروه گواه هیچ مداخله‌ای را دریافت نکردند. عملکرد کودکان در پیش و پس از ارائه مداخله، به وسیله مجموعه آزمون وکسلر چهار کودکان (وکسلر، ۲۰۰۳) مورد ارزیابی قرار گرفت. داده‌ها با روش تحلیل کوواریانس در محیط نرم‌افزار spss 22 تحلیل شدند.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که بین گروه آزمایش و گواه تفاوت معناداری در عملکرد حافظه فعال، پردازش دیداری، و ادراک روابط فضایی وجود دارد ($P < ۰/۰۰۱$).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج می‌توان نتیجه گرفت که برنامه توانبخشی شناختی با تأثیر بر حافظه فعال، پردازش دیداری و درک فضایی توانسته است باعث بهبود در عملکرد کودکان دارای اختلال یادگیری ریاضی شود.

پرتال جامع علوم انسانی

* **نویسنده مسئول:** محمد علی نظری، استاد، گروه علوم اعصاب، دانشکده فناوری نوین پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

رایانامه: Nazari.moa@iums.ac.ir

تلفن: ۰۲۱-۸۶۷۰۴۵۷۹

مقدمه

اصطلاحاتی مانند «ناتوانی یادگیری ریاضی[1]»، «ناتوانی محاسباتی تحولی[2]»، «اختلال یادگیری ریاضی[3]» و «مشکل یادگیری ریاضی[4]» در حوزه روان شناسی شناختی به‌منظور بررسی پیشرفت پردازش اعداد پایه ایجاد شده‌اند (۱). اختلال یادگیری ریاضی یک نقص یادگیری خاص همراه با مشکلات در درک مفاهیم عددی و محاسباتی است. کودکان دارای این اختلال در عملکرد ریاضیات مشکلات شدید و مداومی را تجربه می‌کنند، به‌طوری که این کودکان در دستیابی به مفاهیم عددی با مشکلاتی روبرو هستند، ابهاماتی را نسبت به نمادهای ریاضی نشان داده، درک شهودی از اعداد نداشته و مشکلاتی در یادگیری و به یادآوردن مسائل ریاضیات را دارا هستند، اما توانایی‌های هوشی آنها در حد طبیعی است (۲-۴). برآوردهای اخیر نشان می‌دهد که نرخ شیوع مشکلات ریاضی بیش از ۶/۵ درصد یا بالاتر است (۴). بدکارکردی نواحی آهیانه و کاهش یافتن حجم ماده خاکستری به‌ویژه در قشر آهیانه (به ترتیب در لب آهیانه فوقانی خلفی و شیار داخلی آهیانه) و قشر پیشانی از جمله عواملی هستند که می‌توان به‌عنوان علل اختلالات یادگیری با مشکل ریاضی برشمرد (۵). مدل‌های بسیاری به دنبال کشف عوامل شناختی زمینه‌ای برای عدم موفقیت دانش‌آموزان در ریاضیات بوده‌اند که یا به یک حوزه شناختی خاص[5] (محاسبه، شمارش، پردازش مقدار، مهارت‌های اولیه اعداد و بازیابی اطلاعات)، یا به حوزه شناختی عمومی[6] (حافظه فعال، زبان، توجه، یادگیری دیداری- فضایی)، و یا تعامل این عوامل مربوط می‌باشند (۸-۶). همچنین اخیراً یک مدل نظری برای تعریف و مطالعه پروفایل‌های یادگیری ریاضی توسط مؤسسه علوم اعصاب شناختی و علوم اعصاب با رویکرد چهاربعدی مشکلات یادگیری ریاضی شامل حیطه‌های محاسبه، حافظه، استدلال و ادراک دیداری - فضایی مطرح شد (۹).

در این راستا گری[7] یکی از اولین کسانی بود که سعی کرد "اختلال ریاضی" را با نقایص عصب روان شناختی مرتبط کند. او در سال ۲۰۰۴ یک طبقه‌بندی مبتنی بر انواع نقص‌های زیربنایی احتمالی و جایگاه آن در مغز را فرض کرده که شامل موارد زیر است: ۱) زیرگروه معنایی[8]: دقت و سرعت کاهش‌یافته برای بازیابی اطلاعات ریاضی به دلیل ضعف حافظه بلند مدت و ۲) زیرگروه دیداری- فضایی[9]: مشکلات در مهارت‌های فضایی و نواقصی در نمایش فضایی عدد، و ۳) زیرگروه رویه‌ای[10] (نیمکره چپ)، که در آن کودکان در دستیابی به راهبردهای ساده حسابی تأخیر نشان می‌دهند، که ممکن است ناشی از نقص حافظه فعال کلامی و همچنین نقص در دانش مفهومی باشد (۷ و ۱۰).

حافظه فعال[11] سیستمی با ظرفیت محدود است که از نمایش و دستکاری اطلاعات در یک بازه زمانی کوتاه پشتیبانی می‌کند (۱۱) و توانایی نگهداری یک ایده یا بخشی از اطلاعات را در ذهن دارد، در حالی‌که به‌طور همزمان درگیر فرایندهای ذهنی دیگر می‌شود (۱۲ و ۱۳). با توجه به محدودیت ظرفیت حافظه فعال، تعاملی بین فرآیندهای بالا به پایین و پایین به بالا رخ می‌دهد که در آن افراد به‌طور انتخابی به محرک‌های مرتبط با هدف می‌پردازند، در حالی‌که اطلاعات نامربوط با تکلیف را مهار می‌کنند (۱۱). پژوهش های مختلفی به دنبال تقویت حافظه فعال و تأثیر آن بر عملکرد ریاضی بوده‌اند (۱۶-۱۴). اساس این مطالعات و بسیاری از برنامه‌های آموزشی شناختی فعلی مبتنی بر این فرض است که عملکرد شرکت‌کنندگان با انجام مکرر تکالیف حافظه فعال، با تغییر شکل استراتژی می‌تواند بهبود یابد. اگرچه حافظه فعال در گذشته به‌عنوان یک ویژگی ثابت تلقی می‌شد که نمی‌تواند تحت تأثیر آموزش قرار گیرد، در این برنامه‌های آموزشی تطبیقی پس از عملکردهای موفقیت‌آمیز، به‌تدریج دشواری تکالیف افزایش می‌یابد. این برنامه‌ها به‌عنوان "برنامه‌های حافظه فعال ضمنی" معروف هستند. با توجه به اینکه توانایی ریاضی اساس بسیاری از جنبه‌های رشد تحصیلی بعدی را شامل می‌شود، مداخلاتی که برای بهبود حافظه فعال در کودکان دارای مشکلات ریاضی طراحی شده‌اند، دارای مزایایی است. از یک سو ممکن است موجب تسهیل مستقیم عملکرد شود. برای مثال،

1. Mathematical Learning Disability
2. Developmental Dyscalculia (DD)
3. Mathematical Learning Disorder
4. Mathematical Learning Difficulty
5. Domain - specific
6. Domain - general
7. Geary
8. Semantic subtype
9 .Visuospatial subtype
10. Procedural subtype
11. Working memory

باعث بهبود نگهداری مراحل میانی در حین حل محاسبات گردد. از سوی دیگر، مزایای تحصیلی آموزش حافظه فعال ممکن است با بهبود توانایی کودک در به خاطر سپردن و پیروی از دستورالعمل‌های تکلیف در کلاس درس، حفظ و ادغام منابع مختلف اطلاعات در تکالیف پیچیده، به شیوه‌ای غیرمستقیم‌تر رخ دهد (۱۵). به‌طوری که در پژوهش پائول و آرچیبالد (۱۴) هفت کودک (۸ تا ۱۱ ساله) با مشکل حافظه فعال طی ۲۰ جلسه مداخله، تکالیف حافظه فعال کامپیوتری را انجام دادند. نتایج همه شرکت‌کنندگان نشانگر تأثیر مداخله بود و شواهدی از انتقال دور در پیشرفت زبان، خواندن، یا ریاضی برای تقریباً نیمی از شرکت‌کنندگان مشاهده شد. پیجنبورگ و همکاران (۱۵) در مطالعه نظام‌دار و فراتحلیل خود ۱۳ مطالعه را یافتند که بر آموزش تقویت حافظه فعال شامل سه برنامه مختلف آموزشی در طی یک دوره ۴ تا ۵ هفته‌ای برای کودکان و نوجوانان دارای اختلال یادگیری متمرکز بود. این کودکان در تکالیف آموزش‌دیده (حافظه فعال کلامی و دیداری-فضایی) عملکرد بهتری نشان دادند. به‌طور کلی شواهد قوی وجود دارد که نشان می‌دهند بین مؤلفه‌های حافظه فعال، ادراک دیداری، مهارت‌های فضایی و موفقیت نسبی و عدم موفقیت در ریاضیات و علوم ارتباط وجود دارد (۱۷-۲۱).

این در حالی است که مهارت ادراکی دیداری پایه و اساس همه یادگیری‌ها و به‌طور خاص، ریاضیات را تشکیل می‌دهد (۲۲). پردازش دیداری یک فرایند عصبی پیچیده است. طبق نظریه گشتالت، چیزی فراتر از شناسایی شیء و شامل فرآیند سازمان‌دهی و تفسیر اطلاعات دیداری است که توانایی توجه و تمایز ویژگی‌ها و جزئیات یک طرح را نشان می‌دهد. برای مثال جستجوی تفاوت‌های کوچک (مانند تفاوت بین ۶ و ۹) برای شکل‌گیری یک بازنمایی ذهنی از مفاهیم اعداد مورد نیاز است (۲۳ و ۱۹). شواهد نشان داده است که عملکرد ضعیف در پردازش دیداری ممکن است مشکلات یادگیری در ریاضیات را توضیح دهد. برای مثال کودکانی که در ادراک دیداری دچار نقص هستند، اغلب نمی‌توانند کلمات چاپ شده در اندازه‌ها یا رنگ‌های مختلف را به‌طور مؤثر تشخیص دهند (۱۹). ادراک، کدگذاری، تجزیه‌وتحلیل، شناخت، شناسایی و ارزیابی اهمیت اطلاعات، همگی فرایندهای ادراک دیداری هستند. بنابراین پردازش دیداری توانایی شناسایی صحیح و تلفیق محرک‌های بینایی را به‌درستی توصیف می‌کند (۱۹ و ۲۴). فرآیندهای اخیر شامل مکانیسم‌های حسی پیچیده‌تری مانند هماهنگی، دقت و تلفیق عملکردهای دیداری و حرکتی است. مدل دهانه[1]، سیستم دیداری را یکی از مهم‌ترین سیستم‌های نمایش اعداد می‌داند. زیرا مهارت‌های دیداری می‌توانند حل مسائل ریاضی را با تشکیل «تخته سیاه ذهنی» دقیق برای سازمان‌دهی روابط متقابل بین کمیت‌های عددی تسهیل کنند (۱۹). بر این اساس در پژوهشی کودکان با مهارت‌های دیداری- فضایی بالا تمایل داشتند مسائل ریاضی بیشتری را به توصیف‌های تصویری و فضایی تبدیل کنند و انعطاف‌پذیری بهتری در تبدیل مسئله کلمه‌ای به مسئله ریاضی، انتزاع فرمول‌های ریاضی از مسائل کاربردی کلمه و پردازش ذهنی روابط اعداد نشان دهند (۱۹). بهبود ساختارهای ادراکی دیداری معمولاً از طریق مداخلات ادراکی دیداری مورد استفاده در موقعیت بالینی همچون برنامه‌های آموزشی ادراکی دیداری مرسوم[2] یا برنامه‌های آموزش ادراکی دیداری کامپیوتری[3] انجام شده است. نمونه‌هایی از فعالیت‌های مورد استفاده در برنامه‌های آموزشی ادراکی دیداری مرسوم شامل کپی کردن شکل‌ها، شکل‌های تطبیق، تا کردن کاغذ و فعالیت‌های مختلف مداد-کاغذی است (۲۵). مداخلات متفاوتی با تأثیر از دو شیوه صورت گرفته مانند ووانگ و همکارانش (۲۵) از طریق آموزش کمکی مبتنی بر بازی توانستند بهبود قابل توجهی در عملکرد ادراکی دیداری و عملکردهای مدرسه‌ای کودکان دارای کم‌توانی تحولی ایجاد کنند. همین‌طور وُو به همراه همکارانش (۲۶) با بازی دیجیتالی تعاملی توانستند ادراک دیداری را بهبود بخشند.

همچنین لازمه پرداختن به ریاضیات مستلزم تفکر فضایی است. قضیه فیثاغورث، سیستم مختصات دکارتی، اعداد مثلثی و اصل کاوالیری تنها چند نمونه از مرکزیت فضا در ریاضیات است. در واقع، ادراک و تفکر فضایی در قلب یادگیری ریاضیات نهفته است (۲۷) و مطالعات گذشته همبستگی بین مهارت‌های فضایی و پیشرفت ریاضی را شناسایی کرده‌اند (۱۷-۱۹). بیشتر پژوهشگران معتقدند که ادراک فضایی یک ساختار

1. Dehaene
2. Conventional visual perceptual training programs (CVPTP)
3. Game-Based Auxiliary Training System (GBATS)

واحد نبوده شامل درک فضایی، چرخش ذهنی و تجسم فضایی است (۱۷-۱۸ و ۲۸). چندین مطالعه بین فرآیندهای دیداری و فضایی در بازنمایی‌های ذهنی، تمایز قائل شده‌اند. این مطالعات موفق شدند پردازش دیداری (مانند رنگ، شکل و بافت) را از ویژگی‌های فضایی (مانند فاصله نسبی یا مطلق، موقعیت‌ها و روابط متریک) در بازنمایی‌های ذهنی جدا کنند. به‌طوری که داده‌های برش‌نگاری با گسیل پوزیترون و نیز داده‌های به‌دست‌آمده از رزونانس مغناطیسی مربوط به حافظه فضایی هم‌زمان و کوتاه‌مدت نشان داد که تکالیف دیداری- فضایی ناحیه قشر پیش‌پیشانی نیمکره راست (ناحیه ۱ برودمن) را فعال می‌کند (۲۸). با این وجود مطالعات تصویربرداری عصبی، عصب‌روان شناختی و عملکردی در مورد غفلت فضایی، به نقش حیاتی شبکه پیشانی- آهیانه برای درک فضایی، خواندن و مهارت‌های عددی اشاره کرده‌اند (۵). شناخت فضایی جنبه‌های مختلفی دارد و به طرق مختلف مورد توجه قرار گرفته است. برای مثال قابلیت فضایی معمولاً با درک ویژگی‌های هندسی مانند فاصله و اندازه و همچنین ویژگی‌های فیزیکی مانند سرعت و جرم مرتبط است (۲۹). این مهارت‌های فضایی به‌عنوان اجزای کلیدی برای گستره‌ای از تکالیف فضایی عمل می‌کنند که در آن کودک باید مجموعه‌ای از مسائل چندمرحله‌ای را حل کند و مؤلفه‌های فضایی را برای حل این کار بچر خاند (ازجمله پازل، طراحی بلوک، تکالیف چرخش‌ذهنی) (۱۷ و ۱۸). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که با مداخلات توانبخشی شناختی و آموزشی که متشکل از مجموعه برنامه‌های هدفمند به‌منظور ترمیم یا ارتقای کارکردهای شناختی است، ادراک فضایی و عملکرد ریاضی در کودکان بهبود می‌یابد (۳۰-۳۵)، به طوری که مدل‌های رشد خطی پژوهش طولی گیر، کوین و گانلی (۳۰) ارتقاء مهارت های تجسم فضایی، چرخش ذهنی و ادراک فضایی در اثر آموزش به ۳۱۲ کودک دبستانی را نشان دادند. همچنین نتایج نشان داد که با آموزش مهارت‌ها، تفاوت معناداری در عملکرد ریاضی آنان بسته به پایه در مدرسه به وجود آمد (۳۰ و ۳۴). با این وجود، پژوهشگران دیگری نیز ادعا کرده‌اند که اثرات آموزشی بسیار ناچیز یا غیرقابل توجه بوده است (۳۵).

با مرور پیشنه پژوهش و مطالعه اهمیت عوامل شناختی زمینه‌ای در موفقیت ریاضیات و نیز کارآمدی توانبخشی شناختی در بهبود این کارکردهای شناختی، و لزوم ساخت وسایل توانبخشی شناختی، پژوهش‌های چندانی در خصوص ساخت و سایل توانبخشی متناسب با سطوح مختلف کارکردی کودکان، سطح اقتصادی، فرهنگی جامعه و در نهایت بررسی اثربخشی آن انجام شده است. انواع متفاوتی از وسایل به صورت نرم‌افزاری تخصصی، مداد و کاغذی یا اسباب‌بازی ارائه شده است که هرکدام دارای مزایا و معایبی است. نرم‌افزارهای متعدد با قیمت‌های بالایی مانند رهاکام، کاپیتان لاگ[1] و غیره طراحی شده‌اند که گاهی تنها در اختیار کلینیک‌ها بوده و نیاز به تخصص دارد. همچنین مواد آموزشی به صورت مداد و کاغذی به علت تکراری و غیر انگیزشی بودن که کتاب و درس را برای کودک تداعی می‌کند گاهی چندان مورد علاقه دانش‌آموزان نیست. اسباب‌بازی‌های آموزشی نیز در بازار وجود دارد که با وجود زیبایی، تنوع و انگیزشی بودن کارکرد زیادی نداشته، به یک یا چند بازی محدود بوده به‌طوری که کودکان بعد از مدتی استفاده اشتیاق خود را به آن از دست می‌دهند. به نظر می‌رسد پرداختن به توانبخشی شناختی و طراحی وسایل با بازی‌های لذت‌بخش متنوع، ساده، دارای ماهیت ایجاد انواع بازی‌ها بر اساس اهداف آموزشی و قابل دسترس برای عموم، ضروری است. بنابراین، پژوهش حاضر به بررسی اثربخشی توانبخشی شناختی در بهبود عملکرد حافظه فعال، پردازش دیداری و ادراک فضایی کودکان با اختلال یادگیری ریاضی در قالب بسته توانبخشی محقق ساخته مروا پرداخت.

روش

الف) طرح پژوهش و شرکت‌کنندگان: پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و به لحاظ روش از نوع نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون چندگروهی بوده است. جامعه آماری این مطالعه شامل دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری مراجعه‌کننده به مراکز اختلال یادگیری و کلینیک‌های روان شناسی و توانبخشی‌های شناختی در سال ۱۳۹۹- ۱۴۰۰ در شهر تهران بودند. ملاک‌های ورود به پژوهش شامل: گرفتن نمره بالاتر از میانگین در آزمون تشخیصی کی-مت[2]، سن بین ۶ تا ۱۲ سال، تحصیل در مقطع ابتدایی، و همکاری و رضایت آگاهانه برای شرکت در پژوهش بود. داشتن اختلالات همبود (از جمله اختلال

1. Captain's Log

2. Keymath

بیش‌فعالی و نارسایی توجه، مشکلات حسی- حرکتی) و مصرف دارو بر اساس اطلاعات پرونده مشاوره در مدرسه، داشتن مشکلات خانوادگی مانند اعتیاد و طلاق والدین، و عدم تمایل به شرکت در پژوهش نیز به‌عنوان ملاک‌های خروج از پژوهش برای هر یک از دو گروه بود.

در این روش پژوهش با در نظر گرفتن عامل‌هایی چون مراجعه پایین افراد به مراکز به علت شیوع کرونا و تعداد کم کودکان شناسایی شده دارای اختلال یادگیری ریاضی در این دوره و برگزاری کلاس‌ها به‌صورت آنلاین، محدودیت مالی و نیروی انسانی ماهر و با توجه به دیدگاه دلاور (۳۶) در خصوص حداقل اندازه نمونه ۱۰ نفر در روش آزمایشی، جهت اطمینان بیشتر و جلوگیری از افت حجم نمونه، تعداد افراد به ۳۰ نفر افزایش یافت و به مراجعان اطمینان داده شد که تمامی فرایند توانبخشی شناختی به‌صورت رایگان و در زمان‌های آزاد آنان انجام می‌شود. کودکان واجد شرایط، به روش هدفمند و به‌طور تصادفی در گروه‌های آزمایش (۱۵) و گروه گواه (۱۵ نفر) قرار گرفتند. از جمله اصول رعایت شده اخلاقی، گرفتن اجازه انجام پژوهش از والدین کودکان دارای اختلال یادگیری و رعایت حقوق انسانی افراد شرکت‌کننده در پژوهش بود. مشارکت‌کنندگان آگاهانه و داوطلبانه در پژوهش مشارکت نمودند و در هر زمان اجازه خروج از پژوهش را داشتند. جلسات آموزشی گروه گواه بعد از پس‌آزمون و اتمام جلسات گروه آزمایش اجرا شد.

ب) ابزار

۱. *آزمون کی مت*[1]: آزمون کی مت برای تشخیص دانش آموزان با ناتوانی‌های یادگیری ریاضی طراحی و در سال ۱۹۷۱ منتشر شد، کانُلی[2] نسخه اصلی را در سال ۱۹۸۸ به‌روز کرد (۳۷). این آزمون از لحاظ موضوع و توالی شامل سه بخش مفاهیم اساسی (شمارش، اعداد گویا و هندسه)، حوزه عملیات (جمع، تفریق، ضرب، تقسیم و محاسبه ذهنی) و حوزه کاربرد (خرده آزمون‌های اندازه‌گیری، زمان، پول و تخمین و تفسیر داده‌ها و حل مسئله) است. اعتبار[3] کل این آزمون ۰/۹۰ تا ۰/۹۸ و روایی[4] آن ۰/۹۷ در پایه‌های مختلف برآورد شده است (۳۸).

این آزمون توسط محمد اسماعیل (۳۸) برای دانش‌آموزان ایرانی شش و نیم ساله تا یازده سال و هشت‌ماهه هنجاریابی شد. اعتبار آزمون با روش همسانی درونی[5] و روش مبتنی بر تئوری سوال – پاسخ برآورد شد و ضرایب آن برای پنج پایه تحصیلی بین ۰/۸۰ تا ۰/۸۴ به دست آمد. روایی آزمون نیز به روش روایی همگرا[6] با آزمون دامنه پیشرفت[7] مورد آزمون قرار گرفت و همبستگی نمره‌های دانش آموزان در این آزمون برای پایه های یکم تا پنجم به ترتیب ۰/۵۷، ۰/۶۲، ۰/۶۷، ۰/۵۶، ۰/۵۵ گزارش شده است. در روایی پیش‌بین[8] بالاترین ضریب مربوط به درس ریاضی ۰/۵۹ و پایین‌ترین ضریب مربوط به درس فارسی ۰/۳۱ به دست آمد.

۲. *آزمون هوشی وکسلر کودکان*[9]: این آزمون به‌منظور بررسی حافظه فعال، پردازش دیداری و درک فضایی کودکان با ناتوانی یادگیری ریاضی و مقایسه آن با گروه پس‌آزمون مورد استفاده قرار گرفت. این آزمون فرم تجدیدنظر شده سومین ویرایش آزمون هوش وکسلر کودکان است که توسط وکسلر در سال ۲۰۰۳ برای کودکان ۶- ۱۶ تهیه شده است. چهارمین ویرایش آزمون هوش کودکان وکسلر از پانزده خرده‌آزمون شامل ده خرده‌آزمون اصلی (شباهت‌ها، واژگان، درک مطلب، طراحی با مکعب‌ها، مفاهیم تصویری، استدلال تصویری، فراخنای ارقام، توالی حروف و عدد، رمزنویسی و نماد یابی) و پنج خرده‌آزمون تکمیلی (اطلاعات عمومی، استدلال کلامی، تکمیل تصویرها، حساب و خط زنی) تشکیل شده است. خرده‌آزمون‌های اصلی و تکمیلی شامل چهار حوزه وسیع عملکرد فکری (درک کلامی، استدلال ادراکی، حافظه فعال و سرعت پردازش) هستند (۳۹). ضرایب پایایی برای مقیاس‌های ترکیبی از ۰/۸۸ تا ۰/۹۷ متغیر بوده است (۳۹). این آزمون توسط صادقی و همکاران (۴۰) بر روی نمونه‌ای از کودکان ایرانی انطباق و هنجاریابی شده است. پایایی خرده‌آزمون‌ها در بازآزمایی در محدوده ۰/۶۵ تا ۰/۹۵ و ضرایب پایایی تصنیف از ۰/۷۱ تا ۰/۸۶ گزارش شده است.

1. Keymath
2. Connolly
3. Reliability
4. Validity
5. Internal consistency
6. Convergent validity
7. Wide Range Achievement Test (WRAT)
8. Predictability validity
9. Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC-IV)

ج) برنامه مداخله‌ای: بسته توانبخشی شناختی مروا[1]: بسته محقق ساخته مروا[2] *برگرفته از نام پژوهشگر مروارید*[3] به جهت تقویت کارکردهای شناختی دخیل در پیشرفت ریاضی مانند مهارت فضایی، مهارت ادراکی-حرکتی، حافظه فعال که شامل (ادراک، توجه، حافظه کوتاه‌مدت، حافظه حسی، حافظه فعال، تصور، زبان و گفتار) توجه مستمر، و انعطاف‌پذیری ساخته شد. روایی محتوایی بسته از طریق پرسش نظرات متخصصان حوزه علوم شناختی و اختلالات یادگیری و همچنین مربیان آموزش کودکان به دست آمد، به‌طوری که پس از جمع‌آوری نظرات استادان و در نظر گرفتن معیارهای نوآوری، امکان کاربرد، انسجام، قابل فهم بودن، جامعیت و مقبولیت از طریق محاسبه شاخص‌های روایی محتوا[4] مقدار قابل قبول ۰/۸۱ و روایی محتوایی مقیاس[5] مقدار ۰/۸۳ به دست آمد.

هر یک از بازی‌های بسته توانبخشی مروا بر طبق چند چارچوب نظری همچون برنامه آموزشی فلچر[6]، بار شناختی سولر[7]، پردازش شناختی پاس[8] لوریا[9]، مفاهیم داربست سازی و منطقه تقریبی تحول ویگوتسکی[10] و نیز آزمون‌های معتبری مانند چرخش ذهنی[11] شپارد و متزلر[12]، ردیابی رنگی[13] دی الیا و همکاران[14]، کارکرد اجرایی دلیس-کاپلان[15]، دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین[16] گرانت و برگ[17]، آزمون عملکرد پیوسته کانرز[18]، آزمون بلوک‌های کرسی[19]، آزمون شکل هندسی پیچیده ی اندره‌ری[20] از آسان به مشکل و هماهنگ با سطوح علمی در مقاطع مختلف تحصیلی طراحی و تولید شد.

این برنامه طی ۴ هفته و هر هفته ۲ جلسه ۵۰ تا ۶۰ دقیقه‌ای توسط پژوهشگر به‌صورت انفرادی در مراکز اختلالات یادگیری اجرا شد (جدول ۲). قبل از هر جلسه، مرحله قبلی یادآوری و در خصوص نحوه اجرا مرحله جدید تو ضیح داده شد و در طی اجرا نیز جهت ایجاد انگیزه و تقویت عملکرد درست آزمودنی و تشویق به کامل کردن هریک از فعالیت‌ها جوایزی ارائه شد.

جدول ۲: محتوای ۸ جلسه تمرین

جلسات	حافظه فعال	پردازش دیداری	درک فضایی
یکم	به یادآوری دستورات شنیده شده	ردیابی اعداد رنگی ۱	تصاویر مشابه
دوم	تفاوت را پیدا کن	ردیابی اعداد رنگی ۲	کشیدن آدمک
سوم	به یادآوری جایگاه اعداد ۳ رقمی تصویری	ردیابی اعداد رنگی ۳	کشیدن طرح بی‌معنی
چهارم	به یادآوری جایگاه اعداد ۴ رقمی تصویری	ردیابی اعداد رنگی ۴	طرح پنج نقطه بریل
پنجم	شباهت را پیدا کن	جنگل اعداد	پیدا کردن اعداد گم شده
ششم	به یادآوری دستورات شنیده شده (جایگاه اعداد)	ببین و بگو	خطوط را به هم وصل کن
هفتم	دستورات رو دنبال کن	نقاط یک شکل را پیدا کن	جایگاه نقاط بریل را پیدا کن
هشتم	به یادآوری جهت	به یادآوری اشکال	چرخش نقاط بریل

د) روش اجرا: پس از دریافت مجوزهای لازم جهت ورود به مراکز اختلال یادگیری دولتی و غیردولتی از آموزش‌وپرورش اداره کل شهر تهران و سپس از آموزش‌وپرورش استثنایی شهر تهران، نمونه به صورت هدفمند انتخاب شده و سپس به صورت تصادفی به دو گروه آزمایش و گواه تقسیم شدند هر دو گروه به‌عنوان پیش‌آزمون با تست وکسلر ارزیابی شدند. سپس هر یک از اعضاء گروه آزمایش به صورت فردی، برنامه مداخله توانبخشی شناختی را دریافت کردند و سپس برای هر دو گروه تست وکسلر اجرا شد. در این پژوهش برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

1. MORVA
2. MORVA
3. Morvarid
4. Content Validity Index (CVI)
5. Scale Content Validity Index (S-CVI)
6. Fletcher
7. Sweller Cognitive Load Theory
8. PASS
9. Luria
10. Vygotsky
11. Mental Rotation Test
12. Shepard, Metzler
13. Color trails test
14. D'Elia, Satz, Uchiyama, White
15. Delis- Kaplan executive function system
16. Wisconsin Card Sorting Test
17. Grant, Berg
18. Conners Continuous Performance Test
19. Corsi blocks
20. André Rey

در سطح آمار توصیفی از میانگین و انحراف معیار و در سطح آمار استنباطی از آزمون همگنی شیب خط رگرسیون به‌منظور بررسی مفروضه آنکووا، آزمون لِوِن جهت بررسی یکسانی واریانس‌ها، همچنین از تحلیل کوواریانس برای بررسی فرضیه پژوهش استفاده شد. نتایج آماری با استفاده از نسخه ۲۲ نرم‌افزار آماری SPSS تحلیل شد.

یافته‌ها

یافته‌های توصیفی شامل مقادیر میانگین، انحراف معیار، آماره شاپیرو ویلک و سطح معنی‌داری در متغیرهای وابسته پژوهش به تفکیک گروه آزمایش و گواه در مرحله پیش‌آزمون و پیش‌آزمون در جدول ۳ گزارش شده است.

جدول ۳: آماره‌های توصیفی متغیرهای پژوهش در پیش و پس‌آزمون

متغیر	گروه	میانگین	انحراف معیار	آماره شاپیرو ویلک	سطح معنی‌داری
پیش‌آزمون حافظه فعال	آزمایش	۳۶/۴۰	۸/۵۵	۰/۹۷۲	۰/۸۹۳
	گواه	۳۵/۶۶	۵/۷۱		
پیش‌آزمون پردازش دیداری	آزمایش	۹۳/۸۰	۸/۶۴	۰/۹۸۴	۰/۹۸۹
	گواه	۹۲	۸/۸۶		
پیش‌آزمون درک فضایی	آزمایش	۴۵/۴۰	۱۷/۳۷	۰/۹۷۶	۰/۹۳۹
	گواه	۴۶/۷۳	۱۲/۸۹		
پس‌آزمون حافظه فعال	آزمایش	۴۷/۴۰	۷/۱۸	۰/۹۳۳	۰/۳۰۵
	گواه	۳۸/۲۰	۶/۰۱		
پس‌آزمون پردازش دیداری	آزمایش	۱۰۶/۶۶	۸/۳۰	۰/۹۴۵	۰/۵۸۲
	گواه	۹۳/۶	۸/۸۳		
پس‌آزمون درک فضایی	آزمایش	۵۵/۸۶	۱۶/۳۳	۰/۹۳۵	۰/۳۱۹
	گواه	۵۰/۶۰	۱۱/۰۳		

با توجه به داده های جدول ۳ بیشتر مقادیر میانگین ها در گروه آزمایش و گواه در مرحله پیش‌آزمون نزدیک به هم است و اختلاف چندانی دیده نمی شود؛ اما در مرحله پس‌آزمون، تفاوت چشمگیری بین بیشتر مقادیر میانگین های گروه گواه و آزمایش در متغیر های حافظه فعال، پردازش دیداری و درک فضایی دیده می‌شود. با توجه به مقادیر آماره شاپیرو ویلک و سطح معناداری که همه از ۰/۰۵ بزرگ‌تر است مفروضه نرمالیتی در پس‌آزمون رعایت شده است.

جهت برر سی اثربخ شی توانبخ شی شناختی بر متغیرهای پژوهش از روش تحلیل کوواریانس استفاده شد که خود مستلزم پیش‌فرض‌هایی چون همگنی شیب خط رگرسیون، یکسانی واریانس‌ها است. نتایج مفروضه همگنی شیب خط رگرسیون برای مفروضه آنکووا جهت متغیر حافظه فعال (F = ۰/۰۱۶ و sig =۰/۹۰۱)، پردازش دیداری (F = ۰/۰۰۱ و sig = ۰/۹۴۴) و درک فضایی (F = ۰/۲۷۰ و sig =۰/۶۰۸) را نشان می‌دهد. بنابراین داده‌ها از مفروضه همگنی شیب خط رگرسیون حمایت می‌کند. جهت بررسی یکسانی واریانس دو گروه آزمایش و گواه از آزمون لوین استفاده شد. مقدار F برای متغیر حافظه فعال (F = ۰/۰۰۶ و sig = ۰/۹۳۸)، پردازش دیداری (F = ۰/۰۴۳ و sig = ۰/۸۳۷) و درک فضایی (F = ۱/۰۰۶ و sig = ۰/۳۲۴) در مرحله پس‌آزمون است. از آنجا که آماره لون معنی‌دار نیست، می‌توان از آنکووا برای برر سی فر ضیه‌ها ا ستفاده کرد. جهت برر سی تأثیر بازتوانی شناختی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری با مشکل ریاضی از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد (جدول ۴).

جدول ٤: آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی تأثیر بازتوانی شناختی

متغیر	منابع	مجموع مجذورات	dF	میانگین	F	Sig	مجذور اتای سهمی
	گروه	۵۶۰/۴۵	۱	۵۶۰/۴۵	۳۶/۴۹	۰/۰۰۱	۰/۵۷۵
حافظه فعال	خطا	۴۱۴/۶۴	۲۷	۱۵/۳۵			
	کل	۵۶۸۲۰/۰	۳۰				
	گروه	۹۷۷/۶۵	۱	۹۷۷/۶۵	۶۶/۸۷	۰/۰۰۱	۰/۷۱۲
پردازش دیداری	خطا	۳۹۴/۷۰	۲۷	۱۴/۶۲			
	کل	۳۰۴۱۴۰/۰	۳۰				
	گروه	۳۶۷/۰۵	۱	۳۶۷/۰۵	۴/۲۵	۰/۰۴۳	۰/۱۴۱
درک فضایی	خطا	۲۳۲۸/۶۳	۲۷	۸۶/۲۴			
	کل	۹۰۶۶۳/۰	۳۰				

با توجه به جدول ۴ و مقدار F و سطح معناداری می‌توان نتیجه گرفت که فرضیه‌های پژوهش تأیید می‌شود. بالاترین سهم میزان مجذور اتای سهمی هم ۰/۷۱۲ مرتبط با پردازش دیداری است، به‌طوری که اندازه اثر شرایط آزمایش نشان می‌دهد حدود ۷۰ در صد واریانس متغیر وابسته توسط شرایط آزمایش تبیین شده است.

جدول ٥: میانگین‌های تعدیل شده پس از حذف پیش‌آزمون

متغیر وابسته	گروه	میانگین
حافظه فعال	آزمایش	۴۷/۰۵۰
	گواه	۳۸/۵۵۰
پردازش دیداری	آزمایش	۵۵۰/۰۲۶
	گواه	۵۱/۴۴۱
درک فضایی	آزمایش	۱۲۳/۶۵۲
	گواه	۱۱۱/۶۱۵

مندرجات جدول ۵ تفاوت میانگین‌های تعدیل شده پس‌آزمون دو گروه آزمایش و کنترل را نشان می‌دهد. مقایسه میانگین‌های پس‌آزمون گروه‌ها، بعد از حذف اثر پیش‌آزمون نشان داد که میانگین متغیرهای وابسته گروه آزمایش بیشتر از گروه گواه بوده است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که توانبخشی شناختی بر متغیرهای وابسته تأثیر داشته است.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی توانبخشی شناختی در بهبود عملکرد حافظه فعال، پردازش دیداری، و درک فضایی کودکان با اختلال یادگیری ریاضی انجام گرفت. نتایج نشان داد که توانبخشی شناختی در تقویت حافظه فعال کودکان دارای اختلال یادگیری با مشکل ریاضی مؤثر بوده است. این نتایج با پژوهش‌های پائول و آرچیبالد (۱۴)، پیجنبورگ و همکاران (۱۵) و ملبی- لرواگ و هالم (۱۶) همسو بود. به طوری که ملبی- لرواگ و هالم (۱۶) با بررسی ۲۳ مطالعه نشان دادند که طی یک دوره چهار تا پنج هفته‌ای آموزش تقویت حافظه فعال، پیشرفت‌های کوتاه‌مدت قابل اعتمادی در مهارت‌های حافظه فعال ایجاد شده و شرکت‌کنندگان معمولاً در عملکرد خود در تکالیف حافظه فعال پیشرفت کردند. یافته‌های حاضر با این ایده همسو است که برنامه آموزشی با افزایش ظرفیت حافظه فعال به‌صورت مداوم، ممکن است به‌واسطه انعطاف‌پذیری طولانی‌مدت موجب بهبود کارایی پاسخ‌های عصبی و فرآیندهای شناختی شود (۲۱). این پژوهش با توجه به دو روی‌آورد توصیف شده برای کاهش مشکلات کودکان ناشی از حافظه فعال ضعیف (۱۵) و اتخاذ شیوه نخست با هدف تحریک مستقیم حافظه فعال از طریق بازی‌های دیداری، شنیداری و ایجاد تجربه، کودکان را تحت تأثیر آموزش قرار داد. از این طریق کودکان توانستند با انجام مکرر تکالیف حافظه فعال، استراتژی‌های خود را شکل داده و درونی‌سازی راهبردهای حافظه فعال را یاد بگیرند. مطالعات اخیر نیز نشان می‌دهند که شیوه مستقیم در واقع می‌تواند ظرفیت حافظه فعال را از طریق تمرین تطبیقی و مداوم ارتقاء دهد. اریکسون، چیس و فالون[1] در سال ۱۹۸۰ دریافتند که بازه رقمی یک فرد می‌تواند با چندین بار تکرار تکالیف حافظه فعال به‌طور قابل‌توجهی بهبود یابد (۱۵). در عین حال با استفاده از

1. Ericcson, Chase & Faloon

شیوه دوم که روشی غیرمستقیم، برای مدیریت مؤثر حافظه فعال با کمترین شکست در کلاس است و از طریق استراتژی میان‌بر که در آن دستورالعمل‌های ساده‌ای ارائه شده، حافظه فعال ارتقا یافته است (۱۵). در نتیجه، این پژوهش شواهد جدید برای اثربخشی آموزش حافظه فعال ارائه داده است.

از سویی دیگر توانبخشی شناختی اثر معنی‌داری در ارتقای پردازش دیداری کودکان دارای اختلال یادگیری ریاضی دارد. این یافته با پژوهش‌های ووانگ و همکاران (۲۵)، وُو به همراه همکاران (۲۶)، و لیو و همکاران (۳۱) همسو است. به‌طوری که برنامه‌های آموزشی ادراکی دیداری مبتنی بر بازی، به بهبود عملکرد در کودکان دارای ناتوانی‌های یادگیری منجر شد (۲۵). لیو و همکارانش (۳۱) در پژوهش خود به دنبال تعیین چگونگی تأثیر توانایی دیداری- فضایی بر پیشرفت تحصیلی دریافتند که مهارت دیداری- فضایی به‌طور غیرمستقیم بر پیشرفت تحصیلی از طریق توانایی ریاضی تأثیر می‌گذارد (توانایی دیداری- فضایی ← توانایی ریاضی ← پیشرفت تحصیلی) (۳۱). بنابراین ادراک دیداری به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر تحول شناختی و یادگیری موفقیت‌آمیز کودکان از طریق تجربه قرار می‌گیرد (۷)، و سازه‌های متنوع ادراکی- دیداری، کارآمدی ملموسی در یادگیری موضوعات ویژه مدرسه و اصولاً در بهتر شدن کارکرد یادگیری دارند (۲۴). بنابراین پژوهش حاضر طبق نظریه گشتالت و با توجه به مؤلفه‌های ادراک دیداری همچون سازمان‌دهی و تفسیر اطلاعات دیداری به انجام تمرین‌های متنوع جهت تشخیص تمایز، تشابهات، ویژگی‌ها و جزئیات طرح‌هایی مانند شکل، جهت، رنگ و اندازه پرداخت؛ به‌طوری که کودکان کلمات عددی را به‌صورت دیداری تشخیص داده و نمادهای اعداد را به کمیت تبدیل کردند. بدین ترتیب به نظر می‌رسد کودکان به مرحله ایجاد تخته سیاه ذهنی در مدل دهانه رسیده باشند. در ضمن با فراهم ساختن ساختار دیداری، بار شناختی مورد نیاز جهت انجام فعالیت‌ها، کاهش می‌یابد (۷). از طرفی با به‌کارگیری دو روش متفاوت آموزشی مرسوم (سنتی) و کامپیوتری در مداخلات ادراکی دیداری، مطالعات نشان می‌دهد که گرچه برنامه‌های آموزشی ادراکی دیداری مرسوم مداد و کاغذی ممکن است اختلال عملکرد ادراکی دیداری را ارتقا دهد، اما شرکت‌کنندگان اغلب آنها را تکراری دانسته و به‌تدریج اشتیاق خود را از دست می‌دهند (۲۵). بنابراین مطالعه حاضر متمرکز به ساخت ابزاری بوده که از حالت مداد و کاغذی و همین‌طور پیچیدگی کار با نرم‌افزار کامپیوتری به دور باشد. در نهایت به نظر می‌رسد تمامی این عوامل باعث تقویت پردازش دیداری شده است.

نتایج پژوهش نشان داد که توانبخشی شناختی در ارتقاء درک فضایی کودکان مؤثر بوده است. این یافته با پژوهش‌های گیر، کوین و گانلی (۳۰)، اوتال و همکارانش (۳۵) همسو بوده که نشان می‌دهند درک فضایی تحت تأثیر توانبخشی و آموزش ارتقا می‌یابد. فراتحلیل‌ها نیز شواهد قوی ارائه می‌دهند که آموزش مهارت‌های فضایی به پیشرفت‌های قابل توجه و انتقال به سایر مهارت‌های فضایی منجر می‌شود (۲۸). به‌طوری که اوتال و همکارانش (۳۵) در مطالعه فراتحلیل با تجزیه‌وتحلیل ۲۰۶ مطالعه آموزشی در دوره‌ای ۲۵ ساله گزارش کردند که مداخلات فضایی به میانگین اندازه اثر ۰,۴۷ (نیم انحراف استاندارد) برای گروه‌های آموزشی نسبت به گروه کنترل منجر شد. به‌طور همزمان، تعداد زیادی از مطالعات، ارتباط طولی و مقطعی ریاضی و درک فضایی را در میان تعداد بی‌شماری از زیرمجموعه‌های فضایی و ریاضی، در کودکان و بزرگسالان گزارش کردند (۲۷ و ۲۸). در پژوهشی مجموعه‌ای از تکالیف به‌منظور شناسایی متغیرهای زمینه‌ای که بیشترین احتمال را برای نشان دادن ارتباطات فضایی- ریاضی داشتند، از جمله ارتباط بین تجسم فضایی و روابط پیچیده ریاضی، ادراک شکل و استدلال نمادین، مقیاس فضایی و تخمین عددی اجرا شد. نتایج نشان داد اگرچه حوزه فضایی و ریاضی متمایز هستند، اما رابطه معناداری بین این حوزه‌ها وجود دارد. در مهدکودک‌ها، چرخش ذهنی و در کلاس ششم حافظه فعال دیداری- فضایی و کپی شکل به‌طور معناداری با ریاضی مرتبط بود. تفکر ریاضی ابتدا بر فرآیندهای فضایی پویا و متمرکز بر شیء (چرخش ذهنی) و بعداً بر فرآیندهای فضایی ایستا و مرتبط با حافظه (حافظه فعال دیداری-فضایی و یکپارچگی دیداری- حرکتی) متکی بود (۲۸).

بنابراین، مطالعه حاضر بر اساس حمایت از تفکر فضایی و یادگیری در اوایل زندگی به‌عنوان اصل کلی آموزش ادراک فضایی، طراحی و استفاده از ابزارهای آموزشی (۲۸) انجام شد. پشتوانه پژوهش حاضر، وجود شواهد گسترده‌ای از همبستگی مهارت فضایی با عملکرد ریاضی

(۸ و ۲۸) و نیز تغییر تفکر فضایی از طریق آموزش (۲۷ – ۲۸، ۳۰، ۳۵) با وجود تنوع زیاد در تأثیرات روش های آموزشی مختلف (بازی های ویدئویی، تمرین تست‌های فضایی) در مطالعات فردی (۲۸) و رسیدن به حداقل آستانه در مهارت فضایی حتی با دریافت کوتاه‌مدت مداخله فضایی (۲۷) بود. در بسته توانبخشی شناختی حاضر، با گنجاندن تمریناتی چون درک فضایی (شناسایی روابط فضایی بین اجزای تکالیف باوجود اطلاعات منحرف‌کننده، مانند شناسایی شیئی که جهت آن با بقیه متفاوت است)، چرخش ذهنی (توانایی برای نگاه کردن به یک شیء یا تصویر یک شیء و تجسم آن به هنگام چرخش در فضای دوبعدی یا سه‌بعدی)، تجسم فضایی (پردازش چندمرحله‌ای اطلاعات فضایی، مانند توانایی بررسی گروهی از اشکال و نیز ترکیب ذهنی آن‌ها برای ایجاد یک طرح جدید) و طراحی بازی‌هایی همخوان با این موارد، موجب بهبود درک فضایی شده است.

بهبود در فرایندهای شناختی در این مطالعه ممکن است به دلیل فیزیکی بودن وسیله بازی، قابلیت دست‌ورزی، استفاده آسان و قدرت خلق انواع بازی توسط کودکان یا والدینشان بر اساس علائق کودکان، و همین‌طور به علت نوع برنامه مداخله و آموزش کودکان از طریق بازی و تنوع بازی‌ها با در نظر گرفتن متغیرهای شناختی و تمرین باشد. آموزش پیوسته و مداخلات روان‌شناختی در هر یک از مؤلفه‌های شناختی به تقویت کارکردهای اجرایی ضعیف و در نهایت بهبود عملکرد تحصیلی در کودکان دارای اختلال یادگیری منجر شده و می‌تواند به ایجاد راه‌های بالقوه مداخلات در اختلالات منجر شود. از محدودیت های این مطالعه می‌توان به عدم پیگیری نتایج به علت دسترسی نداشتن بلندمدت به افراد نمونه اشاره کرد. همچنین بر اساس نتایج مطالعه حاضر پیشنهاد می‌شود که اثربخشی این برنامه ساخته‌شده روی سایر گروه‌های اختلالات یادگیری بررسی شود تا نقایص این برنامه برطرف شده و در جهت تدوین پروتکل جامع‌تر اقدام شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش: این مقاله برگرفته از رساله دکترای رشته روان‌شناسی و آموزش کودکان استثنایی از دانشگاه علوم و تحقیقات تهران با تاریخ تصویب ۹۷/۱۲/۰۶ است. مجوزهای لازم جهت انجام پژوهش و ورود به مراکز اختلال یادگیری دولتی و غیردولتی از طرف آموزش‌وپرورش اداره کل شهر تهران و سپس از آموزش‌وپرورش استثنایی شهر تهران با شماره نامه ۱۲۶۸۸۹ در تاریخ ۹۹/۷/۸ صادر شد. جهت رعایت اخلاق در پژوهش، رضایت دانش آموزان و والدین آنان مبنی بر اطمینان جهت محرمانه ماندن اطلاعات برای شرکت در برنامه مداخله و نیز آزادی خروج از پژوهش در هر مرحله از انجام پژوهش کسب شد و طی یک جلسه توجیهی از تمامی مراحل مداخله آگاه شدند و به افراد گروه گواه اطمینان داده شد که آنها نیز پس از اتمام فرایند پژوهشی، این مداخلات را دریافت خواهند کرد.

حامی مالی: این مطالعه بدون حمایت مالی مؤسسه و سازمان خاصی انجام شده است.

نقش هر یک از نویسندگان: ایده‌پردازی، تدوین طرح پژوهش، و نظارت بر اجرای طرح توسط نویسنده مسئول و ساخت و طراحی بازی‌های آموزشی محقق‌ساخته مروا و نیز اجرای پژوهش توسط نویسنده نخست بوده است. همچنین نویسنده مسئول به‌عنوان استاد راهنما و نویسنده سوم به‌عنوان استاد مشاور در این مطالعه نقش داشته‌اند.

تضاد منافع: هیچ گونه تضاد منافع برای نویسندگان در این مطالعه وجود ندارد و نتایج بدون سوگیری، گزارش شده است.

تشکر و قدردانی: بدین وسیله از تمامی افرادی که در اجرای این پژوهش ما را همراهی کردند، کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

1. Baccaglini-Frank A, Di Martino P. Mathematical Learning Difficulties and Dyscalculia. Encyclopedia of Mathematics Education. 2019; 1–5. [Link]
2. Pham AV, Riviere A. Specific Learning Disorders and ADHD: Current Issues in Diagnosis across Clinical and Educational Settings. Curr Psychiatry Rep. 2015; 17(6): 38. [Link]
3. Huijsmans MDE, Kleemans T, van der Ven SHG, Kroesbergen EH. The relevance of subtyping children with mathematical learning disabilities. Res Dev Disabil. 2020; 104: 103704. [Link]
4. Reigosa-Crespo V. Beyond the "Third Method" for the Assessment of Developmental Dyscalculia: Implications for Research and Practice. International Handbook of Mathematical Learning Difficulties. Springer, Cham. 2019; 104:746-757. [Link]
5. Schwartz F, Epinat-Duclos J, Léone J, Poisson A, Prado J. Impaired neural processing of transitive relations in children with math learning difficulty. Neuroimage Clin. 2018; 20: 1255-1265. [Link]
6. Desoete A, Warreyn P. Introduction to the Special Issue: Mathematical abilities in developmental disabilities. Res Dev Disabil. 2020; 107: 103805. [Link]
7. Karagiannakis G, Baccaglini-Frank A, Roussos P. Detecting strengths and weaknesses in learning mathematics through a model classifying mathematical skills. Aust J Learn Difficulties. 2017; 21(2): 115–141. [Link]
8. Agostini F, Zoccolotti P, Casagrande M. Domain-General Cognitive Skills in Children with Mathematical Difficulties and Dyscalculia: A Systematic Review of the Literature. Brain Sci. 2022; 12(2): 239. [Link]
9. Baccaglini-Frank A, Di Martino P. Mathematical Learning Difficulties and Dyscalculia. Encyclopedia of Mathematics Education. Springer, Cham. 2020: 543–548. [Link]
10. Karagiannakis G, Baccaglini-Frank A, Papadatos Y. Mathematical learning difficulties subtypes classification. Front Hum Neurosci. 2014; 8: 57. [Link]
11. Ward RT, Lotfi S, Stout DM, Mattson S, Lee H-J, Larson CL. Working Memory Performance for Differentially Conditioned Stimuli. Front Psychol. 2022; 12: 811233. [Link]
12. Geary DC, Hoard M K, Byrd-Craven J, Nugent L, Numtee C. Cognitive Mechanisms Underlying Achievement Deficits in Children With Mathematical Learning Disability. Child Dev. 2007; 78(4): 1343–1359. [Link]
13. Geary DC, Hoard MK, Nugent L, Bailey DH. Mathematical Cognition Deficits in Children with Learning Disabilities and Persistent Low Achievement: A Five Year Prospective Study. Journal of Educ Psychol. 2012; 104(1): 206-223. [Link]
14. Pauls LJ, Archibald LMD. Cognitive and Linguistic Effects of Working Memory Training in Children with Corresponding Deficits. Front. Educ. 2022; 6: 812760. [Link]
15. Peijnenborgh JCAW, Hurks PM, Aldenkamp AP, Vles JSH, Hendriksen JGM. Efficacy of working memory training in children and adolescents with learning disabilities: A review study and meta-analysis. Neuropsycho Rehabil. 2016; 26(5-6): 645–672. [Link]
16. Melby-Lervåg M, Hulme C. Is working memory training effective? A meta-analytic review. Dev Psychol. 2013; 49(2): 270–91. [Link]
17. Zhang X, Lin D. Does growth rate in spatial ability matter in predicting early arithmetic competence? Learn Instr. 2017; 49: 232–241. [Link]
18. Casey BM, Pezaris E, Fineman B, Pollock A, Demers L, Dearing E. A longitudinal analysis of early spatial skills compared to arithmetic and verbal skills as predictors of fifth-grade girls' math reasoning. Learn Individ Differ. 2015; 40: 90–100. [Link]
19. Yang X, Meng X. Visual Processing Matters in Chinese Reading Acquisition and Early Mathematics. Front Psychol. 2020; 11: 462. [Link]
20. Critten V, Campbell E, Farran E, Messer D. Visual perception, visual-spatial cognition and mathematics: Associations and predictions in children with cerebral palsy. Res Dev Disabil. 2018; 80: 180–191. [Link]
21. Karbach J, Strobach T, Schubert T. Adaptive working-memory training benefits reading, but not mathematics in middle childhood. Child Neuropsychol. 2015; 21(3):285-301. [Link]
22. Freeguard LS. Relationship between visual perceptual skill and mathematic ability (Doctoral dissertation, University of South Africa). 2014. [Link]
23. Pieters S, Desoete A, Roeyers H, Vanderswalmen R, Van Waelvelde H. Behind mathematical learning disabilities: What about visual perception and motor skills? Learn Individ Differ. 2012; 22(4): 498–504. [Link]
24. De Waal E, Pienaar AE, Coetzee D. Influence of Different Visual Perceptual Constructs on Academic Achievement Among Learners in the NW-CHILD Study. Percept Mot Skills. 2018; 125(5): 966–988. [Link]
25. Wuang YP, Chiu YH, Chen YJ, Chen CP, Wang CC, Huang CL, … Ho WH. Game-Based Auxiliary Training System for improving visual perceptual dysfunction in children with developmental disabilities: A proposed design and evaluation. Comput Educ. 2018; 124, 27–36. [Link]
26. Wu Wl, Huang Yl, Liang JM, Chen C, Wang C, Ho W. Interactive Digital Game for Improving Visual–Perceptual Defects in Children with a Developmental Disability: Randomized Controlled Trial. JMIR Serious Games. 2022; 10(2): e34756. [Link]
27. Gilligan-Lee KA, Hawes ZCK, Mix KS. Spatial thinking as the missing piece in mathematics curricula. NPJ Sci. Learn. 2022; 7(10). [Link]

28. Young CJ, Levine SC, Mix KS. The Connection Between Spatial and Mathematical Ability Across Development. Front Psychol. 2018; 9: 755. [Link]
29. Cornoldi C, Vecchi T. Visuo- spatial Working Memory and Individual Differences. Psychology Press. 2003. [Link]
30. Geer EA, Quinn JM, Ganley CM. Relations between spatial skills and math performance in elementary school children: A longitudinal investigation. Dev Psychol. 2019; 55(3): 637-652. [Link]
31. Liu S, Wei W, Chen Y, Hugo P, Zhao J. Visual–Spatial Ability Predicts Academic Achievement Through Arithmetic and Reading Abilities. Front Psychol. 2021; 11: 591308. [Link]
32. Gilligan KA, Flouri E, Farran EK. The contribution of spatial ability to mathematics achievement in middle childhood. J Exp Child Psychol. 2017; 163(11):107-125. [Link]
33. Atit K, Power JR, Veurink N. et al. Examining the role of spatial skills and mathematics motivation on middle school mathematics achievement. Int J STEM Educ. 2020; 7: 38. [Link]
34. Rutherford T, Karamarkovich SM, Lee DS. Is the spatial/math connection unique? Associations between mental rotation and elementary mathematics and English achievement. Learn Individ Differ. 2018; 62: 180–199. [Link]
35. Uttal DH, Miller DI, Newcombe NS. Exploring and enhancing spatial thinking: Links to achievement in science, technology, engineering, and mathematics?. Curr Dir Psychol Sci. 2013; 22(5), 367–373. [Link]
36. Vali Zadeh S, Sadi Pour E, Dortaj F, Delavar A, Sheivandi Cholicheh K. Developing a psychosocial empowerment educational package based on the choice theory and investigating its effectiveness in reducing agression in adolescents. J Child Ment Health. 2022; 9 (1):53-66. [Persian] [Link]
37. Rosli R. Test Review: A. J. Connolly KeyMath-3 Diagnostic Assessment: Manual Forms A and B. Minneapolis, MN: Pearson, 2007. J Psychoeduc Assess. 2011; 29(1), 94–97. [Link]
38. Mohammadesmaeil A, Hooman HA. Adaptation and Standardization of the IRAN KEY-MATH Test of Mathematics. Journal of Exceptional Children. 2003; 2(4): 323-332. [Persian]. [Link]
39. Wechsler D. Wechsler intelligence scale for children – Fourth edition (WISC-IV). San Antonio, TX: The Psychological Corporation. 2003a. [Link]
40. Sadeghi, A, Rabiei, M, and Abedi M. Validation and Reliability of the Wechsler Intelligence Scale for Children-IV. Developmental Psychology: Iranian Psychologist. 2011; 7(28): 377-375. [Persian]. [Link]

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی