Journal of Psychological Science
Print ISSN: 1735-7462 Online ISSN: 2676-6639
Homepage: http://www.psychologicalscience.ir

The efficacy of training on the four quadrant brain processes on cognitive functions of students with mathematical disorders

Zohreh Sadat Moeini[1], Farnaz Keshavarzi Arshadi[2], Masoud Gholamali Lavasani[3], Saeid Hassanzadeh[4]
1. Ph.D Candidate in sychology and Education of Exceptional Children, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: Iranzohrehmoeeni@yahoo.com
2. Associate Professor, Department of Clinical Psychology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: far.keshavarzi@gmail.com
3. Associate Professor, Department of Psychology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: lavasani@ut.ac.ir
4. ssociate Professor, Department of Psychology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: shasanz@ut.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received 19 January 2024
Received in revised form 14 February 2024
Accepted 19 March 2024
Published Online 21 November 2024

Keywords:
PASS quadruple brain processing skills,
cognitive functions,
learning disorder in mathematics

ABSTRACT

Background: A mathematical learning disorder is a disability that makes understanding, learning, and performing mathematical calculations difficult for children. Both boys and girls are equally affected by mathematical disorders, and they usually start displaying problematic behaviors as soon as they begin math classes in school. Studies have shown that strengthening the four quadrant brain processing skills effectively improves cognitive functions, but there has been limited research on processing these skills in children with mathematical disorders.

Aims: This research aims to investigate the effectiveness of training on the four quadrant brain processes on the cognitive functions of students with mathematical learning disorders.

Methods: This study falls into the category of semi-experimental research with a pre-test-post-test design and follow-up, using a matched group. The study population consisted of male students with learning disorders in mathematics in fourth, fifth, and sixth grades, referred by schools to the Learning Disorders Education and Training Center in Tehran. A sample of 50 students meeting the required criteria was selected purposively, and then 30 students were randomly assigned to experimental and control groups, with 15 students in each group. The training package based on the four quadrant PASS brain processing skills was provided to the experimental group twice a week for 10 sessions of 75 minutes each. During this period, the control group received no educational interventions. After 6 months, a follow-up test was conducted for the experimental group. Data were collected using 10 subtests of the Wechsler Intelligence Scale for Children - Fifth Edition (WISC-V). Data analysis was performed using a one-variable covariance analysis test.

Results: The results of the research showed that the training package on the four quadrant brain processing skills had a significant effect on cognitive functions and subscales of visual-spatial ability, fluid reasoning, active memory, and processing speed of students with mathematical learning disorders. However, it did not have a significant effect on verbal comprehension. The impact on active memory and processing speed was more significant than the other five factors ($p < 0.05$).

Conclusion: In conclusion, the four quadrant brain processing skills training package can be considered a practical and effective intervention for improving cognitive functions in students with mathematical learning disorders diagnosed with the Specifier for Mathematics.

Citation: Moeini, Z.S., Keshavarzi Arshadi, F., Gholamali Lavasani, M., & Hassanzadeh, S. (2024). The efficacy of training on the four quadrant brain processes on cognitive functions of students with mathematical disorders. *Journal of Psychological Science*, 23(141), 103-119. 10.52547/JPS.23.141.103

Journal of Psychological Science, Vol. 23, No. 141, 2024
© The Author(s). **DOI**: 10.52547/JPS.23.141.103

✉ **Corresponding Author:** Farnaz Keshavarzi Arshadi, Associate Professor, Department of Clinical Psychology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
E-mail: far.keshavarzi@gmail.com, Tel: (+98) 9126888900

Extended Abstract

Introduction

Mathematics is a fundamental skill set for academic and professional success, making it a crucial component of education worldwide. However, a subset of students faces considerable challenges in mastering mathematical concepts, experiencing what is known as mathematical disorders or difficulties. These difficulties extend beyond mere academic setbacks, influencing students' self-esteem and overall academic engagement (Maggio et al., 2019).

This article delves into a novel approach to addressing mathematical disorders by exploring the efficacy of training on the four quadrant brain processes. The four quadrant model, incorporating the brain's diverse processing areas, holds promise as a targeted intervention to enhance cognitive functions related to mathematical proficiency (Drigas et al., 2022). As we venture into understanding the complexities of mathematical disorders, it becomes imperative to explore innovative interventions that transcend conventional teaching methods.

The unique cognitive demands of mathematics involve various brain functions, including visual-spatial processing, fluid reasoning, active memory, and perceptual speed. Students grappling with mathematical disorders often exhibit challenges in these specific cognitive domains. Recognizing this, the article aims to investigate whether training on the four quadrant brain processes can serve as a catalyst for cognitive improvements in these critical areas (Gabriely et al., 2020).

The exploration of such interventions becomes paramount in the context of fostering inclusive educational practices. By seeking effective strategies to support students with mathematical disorders, educators can contribute to creating an environment that accommodates diverse learning needs. The potential success of the four quadrant brain process training could signify a breakthrough in tailored interventions for mathematical difficulties, offering a new avenue for educators, psychologists, and policymakers alike (Chu et al., 2919).

As we embark on this exploration, the article will unfold the rationale behind targeting the four quadrant brain processes and its potential impact on students with mathematical disorders. The inquiry into cognitive functions, such as visual-spatial ability, fluid reasoning, active memory, and perceptual speed, sets the stage for understanding the multifaceted nature of mathematical learning difficulties. The forthcoming sections will delve into the theoretical underpinnings, aiming to provide a comprehensive overview of the intervention's potential to revolutionize educational support for students facing mathematical challenges (Maddocks, 2020).

In recent years, educators and researchers alike have intensified their efforts to explore innovative interventions that go beyond traditional teaching methods. The focus has shifted towards understanding the neuroscientific aspects of learning, recognizing that individual differences in cognitive processing play a significant role in academic performance. This paradigm shift aligns with the acknowledgment that mathematical proficiency is not solely dependent on rote learning but encompasses a dynamic interplay of various cognitive functions (Banker et al., 2020).

The four quadrant brain processes, encompassing visual-spatial ability, fluid reasoning, active memory, and perceptual speed, offer a comprehensive framework to address the intricate cognitive demands of mathematics. By targeting these specific areas, educators hope to unlock latent cognitive potential in students with mathematical disorders, providing them with the tools needed to navigate the challenges associated with mathematical learning.

This article aspires to contribute to the growing body of literature on inclusive education by shedding light on the potential benefits of training on the four quadrant brain processes. As educational landscapes evolve, the necessity to tailor interventions for diverse learning needs becomes increasingly evident. Understanding the nuanced interconnections within the brain's processing capabilities can pave the way for more effective and personalized approaches to support students facing mathematical difficulties.

Moreover, the exploration of interventions like the four quadrant brain process training aligns with the broader vision of creating an inclusive and accessible educational environment. By identifying effective

strategies to enhance cognitive functions in students with mathematical disorders, educators and policymakers can foster a more equitable educational landscape where every student, regardless of their learning profile, has the opportunity to thrive.

As we delve deeper into this exploration, the subsequent sections will unravel the theoretical foundations supporting the efficacy of the four quadrant brain process training. Drawing on neuroscientific insights and educational psychology, the article aims to provide a robust rationale for considering this intervention as a transformative tool in addressing the cognitive challenges associated with mathematical disorders. Through this journey, we anticipate not only expanding the theoretical frameworks surrounding mathematical difficulties but also providing practical insights for educators and researchers seeking evidence-based strategies to enhance mathematical learning outcomes for all students.

Method

This study employed a quasi-experimental design with pre-test, post-test, and a control group. The statistical population consisted of all elementary school students in Tehran during the academic year 2019-2020. From among the students identified with learning disorders in the initial screening process at the beginning of the academic year, initially, 50 students were purposively selected, and eventually, 30 students from the fourth, fifth, and sixth grades were randomly assigned to two groups: experimental (15) and control (15). Parents were assured of the confidentiality of all student information. Data were collected through interviews with students' parents, reviewing students' academic records, and using a personal information questionnaire.

Inclusion criteria involved being male, attending fourth, fifth, or sixth grades in elementary school, calendar age of 9 to 12 years, parental consent for participation in the study, the absence of severe mental or physical disorders, and no medication use for psychological issues in the six months leading up to the research. Exit criteria included absence for more than two sessions, the participant's unwillingness to continue the research, parents' unwillingness or dissatisfaction, and unforeseen problems faced by parents that hindered the continued participation of the student in the research.

Results

The findings from the demographic data indicate that in the experimental group, 4 individuals (40%) were 10 years old, 3 individuals (30%) were 11 years old, and 3 individuals (30%) were 12 years old. In the control group, 3 individuals (30%) were 10 years old, 3 individuals (30%) were 11 years old, and 4 individuals (40%) were 12 years old. The age range of participants with learning disabilities in mathematics is between 10 and 12 years. The average age of the experimental group in the research is 10.90, with a standard deviation of 0.875. Similarly, the average age of the control group in the research is 10.11, with a standard deviation of 0.875. The average scores for all variables in students with learning disabilities in mathematics in the experimental group increased in the post-test and follow-up stages compared to the pre-test. The significance level of the Kolmogorov-Smirnov test for all variables was greater than 0.05, indicating that the distribution of variable scores does not significantly differ from a normal distribution. The results of the Levene's test indicated homogeneity of variances across all variables, as the significance level of the test was not significant. This non-significance suggests that the error variances are not significantly different between the control and experimental groups and are homogeneous.

The F-value for the Levene's test was not statistically significant, indicating that the assumption of homogeneity of variances is met. The significance level for all variables was greater than 0.05, signifying the lack of significant interactive effects. This implies that the data support the assumption of homogeneity of regression slope gradients. Therefore, the assumptions for analysis of variance are considered valid.

Table 1. The results of the multivariate analysis test in evaluating the effect of the independent variable on the dependent variable

Variable	Wilks Lambda	F	p	η^2
verbal comprehension	0.784	3.17	0.017	0.115
visual-spatial ability	0.797	2.59	0.024	0.107
fluid reasoning	0.733	4.12	0.004	0.144
active memory	0.528	9.23	0.001	0.274
processing speed	0.428	12.59	0.001	0.346
cognitive functions	0.623	6.55	0.001	0.211

In accordance with the results presented in Table 1, the impact of implementing independent variables on the components of verbal comprehension (Lambda Wilks= 0.784, Chi-square= 115.0, df= 2, p-value: 0.017, F: 17.3), visual-spatial ability (Lambda Wilks= 0.797, Chi-square= 107.0, df= 2, p-value= 0.024, F= 15.2), fluid reasoning (Lambda Wilks= 0.733, Chi-square= 144.0, df= 2, p-value= 0.004, F= 12.4), active memory (Lambda Wilks= 0.528, Chi-square= 274.0, df= 2, p-value= 0.001, F= 23.9), processing speed (Lambda Wilks= 0.428, Chi-square= 346.0, df= 2, p-value= 0.001, F= 35.12), and cognitive functions (Lambda Wilks= 0.622, Chi-square= 211.0, df= 2, p-value= 0.001, F= 25.6) is statistically significant.

in addition to the group and time effects, the interactive group × time effect is significant for the components of verbal comprehension (Chi-square= 128.0, df= 2, p-value= 0.008, F= 65.3), visual-spatial ability (Chi-square= 151.0, df= 2, p-value= 0.004, F= 46.4), fluid reasoning (Chi-square= 211.0, df= 2, p-value= 0.001, F= 69.6), active memory (Chi-square= 305.0, df= 2, p-value= 0.001, F= 96.10), processing speed (Chi-square= 437.0, df= 2, p-value= 0.001, F= 41.19), and cognitive functions (Chi-square= 251.0, df= 2, p-value= 0.001, F= 38.8).

The results of the Bonferroni test in comparing the time effect indicate that the difference in the means of cognitive function components between the pre-test and post-test stages, as well as the pre-test and follow-up stages, is statistically significant. However, the difference in these means between the post-test and follow-up stages is not statistically significant. Additionally, the Bonferroni test results in comparing the group effects show that the difference in the means of cognitive function components between the experimental and control groups is statistically significant.

Conclusion

This study aimed to investigate the effectiveness of training on the four-quadrant brain processes on the cognitive functions of students with mathematical learning disorders. The results revealed a significant positive impact of the four-quadrant brain processes training on the cognitive functions of students with learning disorders in mathematics. The instructional intervention led to a meaningful improvement in cognitive function scores in the post-test compared to the pre-test in the experimental group when compared to the control group. Analysis of repeated measures variance indicated a significant change in cognitive functions across three measurement stages: pre-test, post-test, and follow-up in the experimental group.

The paired t-test demonstrated a significant increase in cognitive function scores for students with mathematical disorders in the post-test compared to the pre-test and follow-up compared to the pre-test ($p < 0.05$). However, there was no significant difference in cognitive function scores between follow-up and post-test. These findings align with previous studies, providing supportive evidence for the positive impact of the four-quadrant brain processes training on cognitive functions (Sadiqizadeh et al., 2019; Maggio et al., 2019).

It is essential to acknowledge that, according to the definition by Britton, cognitive functions are a comprehensive term encompassing all complex and necessary cognitive processes involved in performing targeted, challenging, or novel tasks. These processes include the ability to create delays or inhibit specific responses, followed by planning sequential actions and maintaining mental representations of tasks through active memory (Host & Enzor, 2017). Drawing upon Holmes' perspective, conscious practices in neuroscience can have positive effects on brain growth and learning. However, the potential and high capacity of mindfulness-based training exercises

in fostering brain flexibility towards comprehensive learning and general well-being have been supported (Lin et al., 2022). Therefore, employing cognitive functions as a suitable approach supports effective learning and should be considered in addressing the skills training of students with mathematical and reading disorders.

This study encountered several limitations. The simultaneous occurrence of the research with the COVID-19 pandemic introduced obstacles and challenges, leading to prolonged execution. The global health crisis disrupted the implementation of the study plan and posed difficulties. The lack of access to suitable tests for assessing the performance of students with learning disorders was another constraint, forcing the use of the WISC-V test, which proved lengthy and exhausting for children.

Furthermore, the study was conducted solely within the special education centers of Tehran's educational system, limiting the ability to sample from other cities and broaden the research's statistical population. Therefore, it is recommended that workshops and training courses on the four-quadrant brain processes be seriously incorporated into the educational system. Students should be taught the concept of "visualization" using mental imagery, and various spatial computer games should be introduced to them. Educational games should be employed in classrooms to actively engage students' minds and enhance their learning abilities.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: This article is taken from the doctoral dissertation of the first author in the field of psychology and education of exceptional children in the Faculty of Psychology, University of Tehran. In order to maintain the observance of ethical principles in this study, an attempt was made to collect information after obtaining the consent of the participants. Participants were also reassured about the confidentiality of the protection of personal information and the presentation of results without mentioning the names and details of the identity of individuals

Funding: This study was conducted as a PhD thesis with no financial support.

Authors' contribution: The first author was the senior author, the second were the supervisors and the third was the advisors.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest for this study.

Acknowledgments: I would like to appreciate the supervisor, the advisors, the parents in the study.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مجله علوم روانشناختی

شاپا چاپی: ۷۴۶۲-۱۷۳۵ شاپا الکترونیکی: ۶۶۳۹-۲۶۷۶

Homepage: http://www.psychologicalscience.ir

اثربخشی مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز بر کارکردهای شناختی دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی

زهره‌السادات معینی[۱]، فرناز کشاورزی ارشدی[۲]✉، مسعود غلامعلی لواسانی[۳]، سعید حسن‌زاده[۴]

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

۲. دانشیار، گروه روانشناسی بالینی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳. دانشیار، گروه روانشناسی، دانشکده روانشناسی و علوم‌تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۴. دانشیار، گروه روانشناسی، دانشکده روانشناسی و علوم‌تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۹
بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۲۵
پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۹
انتشار برخط: ۱۴۰۳/۰۹/۰۱

کلیدواژه‌ها:
مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز PASS، کارکردهای شناختی، اختلال یادگیری در ریاضی

چکیده

زمینه: اختلال ریاضی یک ناتوانی یادگیری است که درک، یادگیری و انجام محاسبات ریاضی را برای کودکان دشوار می‌کند. پسران و دختران به طور مساوی به اختلال ریاضی مبتلا هستند و معمولاً به محض شروع کلاس‌های ریاضی در مدرسه، شروع به نمایش رفتارهای مشکل‌دار می‌کنند. بررسی‌ها نشان داده تقویت مهارت‌های چهارگانه مغز بر کارکردهای شناختی موثر است ولی تاکنون مطالعه‌ای به پردازش مهارت‌های چهارگانه مغز در کودکان دارای اختلال ریاضی نپرداخته است.

هدف: پژوهش حاضر به‌منظور اثربخشی مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز بر کارکردهای شناختی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی انجام شد.

روش: این پژوهش، ازنظر هدف کاربردی و ازنظر روش در زمره پژوهش‌های نیمه آزمایش با طرح پیش‌آزمون – پس‌آزمون و پیگیری شش‌ماهه با گروه گواه بود. جامعه آماری شامل دانش‌آموزان پسر دارای اختلال‌های یادگیری ریاضی پایه چهارم، پنجم و ششم ابتدایی ارجاع داده شده از سوی مدارس به مرکز اختلال‌های یادگیری آموزش‌وپرورش در شهر تهران بود؛ که از بین آن‌ها به روش نمونه‌گیری در دسترس هدفمند، ۵۰ نفر که ویژگی‌های لازم ازنظر ملاک‌های ورود را داشتند فهرست شد و سپس ۳۰ دانش‌آموز پس از تشخیص اختلال یادگیری با اسپیسفایر ریاضی، انتخاب و به شکل تصادفی در دو گروه آزمایش و گواه در هر گروه ۱۵ نفر گمارش شدند. پکیج آموزشی مبتنی بر پردازش‌های چهارگانه PASS برای آزمودنی‌های گروه آزمایش ۱۰ جلسه ۷۵ دقیقه‌ای دو بار در هفته به آزمودنی‌های گروه آزمایش ارائه شد و در این مدت گروه گواه هیچ‌گونه آموزشی را دریافت نکرد؛ سپس بعد از ۶ ماه از گروه آزمایش آزمون پیگیری به عمل آمد. برای جمع‌آوری داده‌ها از ۱۰ زیر آزمون اصلی تست وکسلر کودکان-۵ (WISC-V) استفاده شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها برای تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیره استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد بسته آموزشی مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز بر کارکردهای شناختی و خرده مقیاس‌های توانایی بصری فضایی، استدلال سیال، حافظه فعال، سرعت پردازش دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری در ریاضی اثر معنادار داشت ولی بر درک کلامی اثر معنادار نداشت، تأثیر بر حافظه فعال و سرعت پردازش از ۵ عامل دیگر بیشتر بود ($P< ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: در مجموع می‌توان بیان کرد که از بسته مهارت‌آموزی پردازش چهارگانه مغز می‌توان به‌عنوان مداخله‌ای کاربردی و مؤثر برای بهبود میزان کارکردهای شناختی دانش‌آموزان دارای اختلال‌های یادگیری با اسپیسفایر ریاضی استفاده کرد. بر همین اساس می‌توان پیشنهاد کرد در مسئولان و دست‌اندرکاران حوزه تعلیم و تربیت از این رویکرد در فرآیند آموزش استفاده نمایند.

استناد: معینی، زهره‌السادات؛ کشاورزی ارشدی، فرناز؛ غلامعلی لواسانی، مسعود؛ و حسن‌زاده، سعید (۱۴۰۳). اثربخشی مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز بر کارکردهای شناختی دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی. مجله علوم روانشناختی، دوره ۲۳، شماره ۱۴۱، ۱۰۳-۱۱۹.

مجله علوم روانشناختی، دوره ۲۳، شماره ۱۴۱، ۱۴۰۳. **DOI:** 10.52547/JPS.23.141.103

© نویسندگان.

✉ **نویسنده مسئول:** فرناز کشاورزی ارشدی، دانشیار، گروه روانشناسی بالینی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: Far.keshavarzi@ut.ac.com

تلفن: ۰۹۱۲۶۸۸۸۹۰۰

مقدمه

ناتوانی در یادگیری موضوعی است که می‌تواند مشکلات توجه، حافظه، اختلال در فکر کردن و استفاده از زبان را به وجود آورده و در واقع، سبب ایجاد مشکلاتی در زمینه‌های اجتماعی، هیجانی و تحصیلی برای دانش‌آموزان شود (سه شادری و همکاران، ۲۰۲۳). بیشتر متخصصان و روانشناسان، اختلال یادگیری[1] را در سه اختلال خواندن، نوشتن و ریاضیات دسته‌بندی نموده‌اند. اختلال یادگیری در پنجمین ویرایش کتاب راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی/ DSM-5 در زیرگروه اختلال‌های عصبی رشدی و با نام ناتوانی‌های یادگیری خاص طبقه‌بندی شده‌اند. اختلال فوق، سه حیطه ناتوانی‌های یادگیری عصب روانشناختی/تحولی، یادگیری تحصیلی و ناتوانی‌های اجتماعی را در برمی‌گیرد (هال میلز و مارانته، ۲۰۲۳). کودکان با اختلال یادگیری ریاضی نه‌تنها با مشکلات ویژه در زمینه یادگیری ریاضیات روبه‌رو هستند، بلکه بیشتر آن‌ها در فرآیندهای شناختی، ذخیره‌سازی اطلاعات، برنامه‌ریزی، سرعت پردازش، حافظه و روابط فضایی دچار نقایص جدی هستند. محققان یادآور شده‌اند در صورتی که اختلال ریاضی در کودکان درمان نشود، می‌تواند تا بزرگسالی ادامه یابد، درعین‌حال کودکانی که تشخیص اختلال در ریاضی دریافت می‌کنند، احتمالاً مشکلاتی نظیر اضطراب ریاضی را تجربه می‌نمایند و به‌طورکلی این کودکان، مشکلاتی در حوزه‌های دیگر نیز دریافت خواهند کرد (بشارا، ۲۰۲۳). از دید برخی از پژوهشگران، نارسایی در کارکردهای شناختی و به‌ویژه در حافظه فعال، دلیل اولیه برای عملکرد تحصیلی ضعیف دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی (ویلیامز، ۲۰۲۱) و از متغیرهای تعیین‌کننده ناتوانی‌های یادگیری تحصیلی در سال‌های آتی و به‌طورکلی عملکرد فرد در مدرسه است (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۹) بر این اساس، پژوهش‌های جدید به نقش تعیین‌کننده کارکردهای شناختی بر بهبود اختلال یادگیری تأکید دارند (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۹).

ازجمله مدل‌های کارآمد در این زمینه، پردازش‌های چهارگانه مغز[2] است که مطابق با تئوری PASS (به‌عنوان نوعی نظریه پردازش شناختی که ریشه در مفهوم‌سازی عصب روانشناختی لور یا از فرآیندهای شناختی دارد (صدیقی زاده و همکاران، ۱۳۹۹؛ داباس و همکاران، ۲۰۲۳)، دارای چهار عملکرد شناختی اساسی یعنی برنامه‌ریزی، توجه، پردازش‌های موازی، پردازش‌های زنجیره‌ای است، ارتباط نزدیکی با عملکرد فرد در فرآیندها یا کارکردهای شناختی دارد (بری و دیل، ۲۰۲۳؛ پاپادوپولوس و همکاران، ۲۰۲۱). زیرا یک فرآیند چندبعدی است که بازتاب کارکردهای به‌هم‌پیوسته از کنش نواحی مختلف مغز است و بنا به اعتقاد لور یا ادغام پردازش شناختی برای درک عملکرد مغز حیاتی است (مارگولیس و همکاران، ۲۰۱۹). به‌خصوص اینکه مطالعات اخیر نیز کاربرد تئوری PASS و کارکردهای شناختی را پیشنهادهای مفیدی درزمینه اختلال یادگیری در خواندن فراهم آورده‌اند (مامرلا و همکاران، ۲۰۲۱). اساساً، لوریا، نظریه PASS را با سه واحد عملکردی مغز مرتبط دانسته است. توجه به اولین واحد ساختاری، یعنی ساقه مغز و مغزمیانی مرتبط است. پردازش موازی و زنجیره‌ای به واحد ساختاری دوم، یعنی لوب‌های پس‌سری، گیجگاهی و جداری پیوند خورده است. برنامه‌ریزی با واحد ساختاری سوم، یعنی لوب فرونتال و به‌ویژه لوب پیش پیشانی در همان جهت پیوند خورده است (بانکدار و همکاران، ۱۳۹۹؛ فلوس و لیدزبا، ۲۰۲۰). فرآیندهای شناختی یکی از سرمایه‌های روانشناختی است که به‌منظور انجام تکالیف زندگی در هر مرحله از رشد به افراد کمک می‌کند. اساساً، نظریه PASS راهی برای تعریف و ارزیابی اختلال در فرآیندهای اساسی روانشناختی ارائه می‌دهد که می‌تواند عملکرد تحصیلی و سایر اطلاعات وابسته را برای کمک به تشخیص در برگیرد و همان‌طورکه پیش‌تر نیز مطرح شد، انجام مطالعات متعدد در مورد کارکردهای شناختی افراد با اختلال یادگیری ریاضی برحسب تئوری PASS پیشنهادهای مهمی را برای درک این اختلال ارائه کرده‌اند (چو و همکاران، ۲۰۱۹؛ مادوکس، ۲۰۲۰؛ گابریلی و همکاران، ۲۰۲۰). در مطالعات ایرانی نیز مشخص‌شده است که باز توانی شناختی می‌تواند به‌عنوان یک روش اثربخش برای بهبود توجه و حافظه در افرادی که اختلال یادگیری ریاضی دارند مورد استفاده قرار بگیرد. درعین‌حال، مطالعات رشدی با استفاده از تکنیک عصب روانشناختی استاندارد، نشان داده‌اند که کارکردهای شناختی دوره رشد طولانی‌مدتی دارد که از اوایل کودکی آغاز شده و تا نوجوانی تداوم می‌یابد. کارکردها یا چرایی در خلال مهروموم‌های پیش از دبستان رشد و با افزایش سن کودک تحول

[1]. Learning disability

[2]. Planning, Attention, Successive & Simultaneous

می‌یابند و به‌تدریج به فرد کمک می‌کنند تا رفتارهای پیچیده‌تر، انعطاف‌پذیرتر و خود نظم‌دهنده‌تری را نشان دهند (ویلیامسون، ۲۰۲۱). در مطالعه‌ای با توجه به کاربرد تئوری PASS چنین گزارش داده‌شده است که توجه و دقت و به‌ویژه پردازش‌های موازی، متناسب با حل مسئله هستند (مانتووانی، ۲۰۲۰). پژوهشگران نیز برنامه‌ریزی را در انجام تکالیف عددی و حفظ حقایق ریاضی پایه مهم برشمرده است (فرناندز و همکاران، ۲۰۱۹). ضمن آنکه برخی پژوهشگران نیز برنامه‌ریزی را با موفقیت عمومی ریاضی مرتبط دانسته‌اند (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۹؛ عباسی فشمی و همکاران، ۱۳۹۹). نتایج مطالعات دیگری نیز از نقش حافظه فعال، توجه و آگاهی واج‌شناختی در یادگیری مهارت‌های ریاضیات پشتیبانی می‌کنند (شاهمحمدی و همکاران، ۱۳۹۸). دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی با اسپیسفایر ریاضی علاوه بر مشکلاتی که در خواندن و در نتیجه در محاسبات دارند مشکلاتی را نیز در پردازش مهارت‌های پردازش مغز نیز دارند و در صورت پیاده‌سازی برنامه ایی که مهارت‌های پردازش چهارگانه مغز این کودکان تقویت کند سبب بهبود و عملکرد تحصیلی بهتر این دانش آموزان می‌شود. از سوی دیگر پژوهش‌های گذشته کمتر به پردازش مهارت‌های چهارگانه مغز در کودکان دارای اختلال ریاضی پرداخته‌اند که این پژوهش درصدد پرکردن این خلل پژوهشی می‌باشد. لذا سؤال اصلی که پژوهش حاضر در صدد پاسخگویی به آن است این است که اثربخشی مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز بر کارکردهای شناختی در دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی به چه میزان است؟

روش

الف) طرح پژوهش و شرکت‌کنندگان: این پژوهش نیمه آزمایشی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه گواه قرار داشت. جامعه آماری شامل تمامی دانش‌آموزان مقطع ابتدایی شهر تهران در سال تحصیلی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ بود. از بین دانش‌آموزانی که در فرآیند غربال‌گری ابتدای سال تحصیلی دارای اختلال‌های یادگیری شناخته شده بودند، ابتدا ۵۰ دانش‌آموز به صورت در دسترس وارد فهرست شدند و در نهایت تعداد ۳۰ دانش‌آموز از کلاس‌های چهارم، پنجم و ششم انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در دو گروه آزمایش (۱۵) و کنترل (۱۵) گمارده شدند. همچنین به والدین در مورد محرمانه بودن تمام اطلاعات آزمودنی‌ها اطمینان داده شد. اطلاعات از طریق مصاحبه با والدین دانش‌آموز، بررسی پرونده تحصیلی دانش‌آموز، پرسشنامه اطلاعات فردی جمع‌آوری شد. معیارهای ورود به پژوهش شامل پسر بودن، شاغل به تحصیل در پایه‌های چهارم، پنجم و ششم ابتدایی، سن تقویمی ۹ تا ۱۲ سال، رضایت والدین برای شرکت در پژوهش، نبود اختلالات روانی و جسمی حاد، عدم مصرف دارو در شش ماه منتهی به زمان اجرای پژوهش به‌قصد درمان مشکلات روانی. معیارهای خروج، غیبت بیش از دو جلسه، عدم تمایل آزمودنی به ادامه پژوهش، عدم تمایل و رضایت والدین و مشکلات پیش‌آمده برای والدین که ادامه حضور آزمودنی برای اجرای پژوهش با چالش‌هایی مواجهه می‌کرد.

ب) ابزار

تست وکسلر کودکان[1]-۵ (WISC-V): برای ارزیابی توانایی‌های شناختی و هوش کودکان ۶ تا ۱۶ سال و ۱۱ ماه است که در سال ۲۰۱۴ ارائه و توسط مجموعه روان‌سنجی انطباق و هنجاریابی شده است استفاده شد. این تست از ۱۶ خرده آزمون تشکیل شده است. خرده‌آزمون‌های اصلی (برای اندازه‌گیری توانایی‌های اصلی شناختی و هوشبهر) شامل طراحی مکعب‌ها، شباهت‌ها، استدلال ماتریس، فراخنای ارقام، رمزنویسی، خزانه لغات، تشخیص وزن‌ها، معماهای بصری، فراخنای تصویر، نمادیابی.

خرده‌آزمون‌های ثانوی (برای به دست آوردن اطلاعات جامع‌تری از توانایی‌های شناختی کودک) شامل اطلاعات، محاسبه، توالی حرف - عدد، درک مطلب، مفاهیم تصویری و خطزنی. از ترکیب ۱۶ خرده آزمون وکسلر ۵ علاوه بر ثبت نمره مقیاس کل هوشبهر، ۱۳ نمره شاخص نیز حاصل می‌شود که عبارتند از:

- ۵ شاخص اصلی (استدلال سیال، درک کلامی، بصری - فضایی، سرعت پردازش، حافظه فعال)،
- ۵ شاخص جانبی (استدلال کمی، حافظه فعال شنیداری، توانایی کلی، غیرکلامی، مهارت شناختی)، تفسیر نتایج و تبدیل نمرات خام به نمرات

[1]. Wechsler Intelligence Scale for Children - Fifth Edition (WISC-V).

تراز و استاندارد حاصل از اجرای نسخه هوشی وکسلر، توسط نرم‌افزار صورت می‌پذیرد.

کرمی و همکاران (۱۳۹۹) در بررسی ویژگی‌های روانسنجی مقیاس هوشی وکسلر کودکان ویرایش پنجم، پایایی خرده آزمون‌ها، هوشبهر و شاخص‌ها را با استفاده از سه روش دو نیمه کردن، آلفای کرونباخ و بازآزمایی انجام دادند. برای محاسبه روایی آزمون از روش ملاکی همزمان با همبسته کردن شاخص‌ها و هوشبهر وکسلر پنج با اجرای وکسلر چهار و تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی برای برای بررسی روایی سازه روی ۴۰۰ نفر استفاده کردند.. ضرایب پایایی خرده آزمون‌ها بین ۰/۷۵ تا ۰/۹۰ و در روش دو نیمه کردن بین ۰/۵۷ تا ۰/۸۲ بود. در راهنمای فنی و تفسیری وکسلر کودکان ویرایش پنجم در کشور آمریکا پایایی ۱۶ خرده آزمون اصلی و دومی بین ۰/۸۲ تا ۰/۹۴ گزارش شده است. در کشورهای کانادا، فرانسه، اسپانیا و انگلیس نیز پایایی خرده آزمون‌ها مشابه امریکا اعلام شده است. روایی آزمون ازروش ملاکی همزمان، از طریق همبسته کردن نمره‌های حاصل از شاخص‌های اصلی وکسلر کودکان ویرایش پنجم با وکسلر کودکان ویرایش چهارم بین ۰/۶۳ تا ۰/۸۵ و همگی دارای رابطه معنادار مثبت بود. نتایج تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی نیز نشانگر آن است که الگوی اندازه گیری متغیر هوشبهر در ابعاد مختلف از برازندگی روایی خوبی برخوردار است.

در پژوهش حاضر از ده خرده آزمون اصلی آن‌که ۵ عامل اصلی را می‌سنجد، استفاده شد. تست وکسلر بر روی دو گروه آزمایش و گواه در پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری اجرا شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، پس از انجام تحلیل توصیفی و بررسی مفروضه‌های آماری الزامی (مانند توزیع نرمال متغیرها، همگنی واریانس و...) برای بررسی فرضیه‌های پژوهش، از تحلیل کوواریانس (ANCOVA) و برای گروه پیگیری از آزمون t وابسته استفاده شد.

جدول ۱. خلاصه جلسات بسته آموزشی مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز

جلسه	هدف	محتوا
۱	خودگردانی	جلسه معارفه و آشنایی بادانش آموزان و مادران، اجرای پیش‌آزمون، توضیح روش‌های موثردر توانایی ایجاد بازداری، برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری و سازمان‌دهی به زبان ساده برای دانش آموزان و مادران و توجیه آن‌ها در اهمیت استفاده از این راهکارها در زندگی. پیش آزمون؛ ارائه تکلیف برای جلسه آینده
	برنامه‌ریزی	وصل کردن اعداد و حروف به ترتیب و به‌طور متوالی با خط، دور اعداد مشابه خط کشیدن، کدگذاری جعبه‌های خالی، پیدا کردن کلمات معنادار از بین حروف به‌هم‌ریخته جدول و دورشان خط بکش
۲	پردازش هم‌زمان	عملیات جمع با ۱، نشان دادن گزینه درست در ماتریس‌ها، تصویری را که در هر سؤال از او پرسیده می‌شود را از بین اشکال آمده شده انتخاب می‌کند. از ۱۱۲ تا ۲۱۲ را در جدول به ترتیب بنویسد.
	توجه	پیداکرده حیوانات کوچک‌تر و بزرگ‌تر در هر ردیف، پیدا کردن دومین جفت رنگ مشابه (مغز رنگ و شکل را به‌طور سازمان‌یافته‌ای باهم رمزگذاری می‌کند). پیدا کردن اعداد با یکان‌های مساوی، پیدا کردن اعداد با یکان و دهگان مشخص، در هر ردیف حروف فارسی مشابه را پیداکرده و دور آن خط بکشد.
	پردازش زنجیره‌ایی	دانش‌آموز کلمات و جملات را پشت سر آزمونگر تکرار می‌کند. ارائه تکلیف برای جلسه آینده
	برنامه‌ریزی	بررسی نتایج تکلیف جلسه قبل- ادامه تمرینات مربوط به برنامه‌ریزی با درجه سختی بیشتر
۳	پردازش هم‌زمان	عملیات جمع با درجه سختی بیشتر، نشان دادن گزینه درست در ماتریس‌ها، تصویری را که در هر سؤال از او پرسیده می‌شود را از بین اشکال آمده شده انتخاب می‌کند. از ۲۲۶ تا ۳۲۶۲۱۲ را در جدول به ترتیب بنویسد.
	توجه	پیدا کردن حیوانات کوچک‌تر و بزرگ‌تر در هر ردیف، پیدا کردن دومین جفت رنگ مشابه. از عدد ۱ تا ۵۰ هر ۲ عدد (مثال؛ ۱، ۲، X، ۴، ۵، X)، از عدد ۱۰ تا ۶۰ هر سه عدد، از عدد ۱۵ تا ۶۰ هر چهار عدد، از عدد ۲۰ تا ۷۰ هر شش عدد یک X بگذارد. در هر ردیف حروف فارسی مشابه را پیداکرده و دور آن خط بکشد.
	پردازش زنجیره‌ایی	دانش‌آموز کلمات و جملات را پشت سر آزمونگر تکرار می‌کند. ارائه تکلیف برای جلسه آینده
۴	چهار کارکرد اجرایی	بررسی نتایج تکلیف جلسه قبل- ادامه تمرینات مربوط به برنامه‌ریزی، پردازش هم‌زمان و توجه و پردازش زنجیره‌ای با درجه سختی بیشتر، آموزش پیروی از دستورالعمل، در توجه از ۱۲۰ تا ۱ را به‌صورت معکوس و رو به عقب بشمارد و بنویسد. ارائه تکلیف برای جلسه آینده
۵	چهار کارکرد اجرایی	بررسی نتایج تکلیف جلسه قبل- ادامه تمرینات مربوط به برنامه‌ریزی، پردازش هم‌زمان و توجه و پردازش زنجیرهایی با درجه سختی بیشتر. آموزش دقت دیداری و تمیز دیداری، در توجه شمردن و نوشتن اعداد روبه‌جلو «دوتادوتا» و «سه تا سه تا»، ارائه تکلیف برای جلسه آینده
۶	چهار کارکرد اجرایی	بررسی نتایج تکلیف جلسه قبل- ادامه تمرینات مربوط به برنامه‌ریزی، پردازش هم‌زمان و توجه و پردازش زنجیره ایی با درجه سختی بیشتر. در توجه شمردن و نوشتن اعداد روبه‌جلو «از ۱ تا ۱۰۰ دو تا دو تا با تکرار عدد اول» و «از ۱۰۰ تا ۱ دوتادوتا رو به عقب با تکرار عدد اول»، ارائه تکلیف برای جلسه آینده

جلسه	هدف	محتوا
۷	چهار کارکرد اجرایی	بررسی نتایج تکلیف جلسه قبل- ادامه تمرینات مربوط به برنامه‌ریزی، پردازش هم‌زمان و توجه و پردازش زنجیرهایی با درجه سختی بیشتر. آموزش تقویت توجه و دقت ادراکی، ارائه تکلیف برای جلسه آینده
۸	چهار کارکرد اجرایی	بررسی نتایج تکلیف جلسه قبل- ادامه تمرینات مربوط به برنامه‌ریزی، پردازش هم‌زمان و توجه و پردازش زنجیره‌ایی با درجه سختی بیشتر. ارائه تکلیف برای جلسه آینده
۹	چهار کارکرد اجرایی	بررسی نتایج تکلیف جلسه قبل- ادامه تمرینات مربوط به برنامه‌ریزی، پردازش هم‌زمان و توجه و پردازش زنجیرهایی با درجه سختی بیشتر. در توجه، اعداد زوج نوشته‌شده در ماتریس را که رقم دهگان آن‌ها فرد باشد (مانند ۳۲)، بیابید و بدون آنکه دورشان خط بکشید، تعدادشان را بشمارد» و «اعدادی که تنها یک رقم زوج دارند، بیابد و تعدادشان را بنویسد.»، ارائه تکلیف برای جلسه آینده
۱۰	چهار کارکرد اجرایی	بررسی نتایج تکلیف جلسه قبل- ادامه تمرینات مربوط به برنامه‌ریزی، پردازش هم‌زمان و توجه و پردازش زنجیره‌ایی با درجه سختی بیشتر. ارائه تکلیف برای جلسه آینده
۱۱	چهار کارکرد اجرایی	بررسی نتایج تکلیف جلسه قبل- ادامه تمرینات مربوط به برنامه‌ریزی، پردازش هم‌زمان و توجه و پردازش زنجیره ایی با درجه سختی بیشتر. ارائه تکلیف برای جلسه آینده
۱۲		بررسی نتایج تکلیف جلسه قبل، اجرای پس‌آزمون

یافته‌ها

یافته‌های حاصل از داده‌های دموگرافی نشان داد در گروه آزمایش ۴ نفر (۴۰ درصد) از دانش‌آموزان ۱۰ ساله؛ ۳ نفر (۳۰ درصد) ۱۱ ساله و ۳ نفر (۳۰ درصد) ۱۲ ساله بودند. همچنین در گروه گواه ۳ نفر (۳۰ درصد) ۱۰ ساله، ۳ نفر (۳۰ درصد) ۱۱ ساله و ۴ نفر (۴۰ درصد) ۱۲ ساله بودند. رنج سنی شرکت‌کنندگان دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری در ریاضی بین ۱۰ تا ۱۲ سال بوده و میانگین سنی افراد گروه آزمایش در پژوهش ۱۰/۹۰ و انحراف استاندارد آن ۰/۸۷۵ و میانگین سنی افراد گروه آزمایش در پژوهش ۱۰/۱۱ و انحراف استاندارد آن ۰/۸۷۵ است.

جدول ۲. شاخص‌ها توصیفی متغیرهای پژوهش در بین سه گروه و در سه زمان قبل، بعد از مداخله و پیگیری

متغیرها	گروه‌ها	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		پیگیری		کجی	کشیدگی
		M	SD	M	SD	M	SD		
درک کلامی	آزمایشی	۶۲/۹۰	۶/۳۵	۶۵/۰	۶/۸۱	۶۵/۹۰	۶/۴۰	۰/۱۲۵	۰/۹۵۶
	گواه	۶۵/۷۰	۴/۱۶	۶۵/۹۰	۴/۵۲	–	–	۰/۴۰۹	۱/۲۲۵
توانایی بصری فضایی	آزمایشی	۴۳/۱۰	۷/۴۰	۴۹/۸۰	۷/۵۱	۵۰/۴۰	۵/۳۲	۰/۱۲۵	۰/۱۳۵
	گواه	۴۹/۳۰	۷/۳۱	۵۲/۵۰	۶/۴۳	–	–	۰/۹۵۶	۰/۲۱۴
استدلال سیال	آزمایشی	۳۵/۳۰	۷/۸	۳۹/۰	۶/۶۸	۲۹/۳۰	۶/۴۰	۰/۱۲۵	۰/۴۰۹
	گواه	۴۱/۳۰	۵/۷۳	۴۲/۷۰	۶/۳۲	–	–	۰/۴۰۹	۰/۲۴۸
حافظه فعال	آزمایشی	۴۶/۲۰	۱۱/۷۸	۵۱/۹۰	۱۰/۶۶	۵۲/۰	۸/۹۸	۰/۱۲۵	۰/۲۴۸
	گواه	۵۲/۰	۱۰/۶۰	۵۴/۳۰	۱۰/۲۸	–	–	۰/۹۵۶	۰/۲۱۴
سرعت پردازش	آزمایشی	۵۴/۱۰	۱۰/۷۴	۶۱/۹۰	۱۰/۶۰	۶۳/۲۰	۹/۹۹	۱/۲۲۵	۰/۴۰۹
	گواه	۶۲/۷۰	۱۱/۳۰	۶۵/۴۰	۱۰/۲۹	–	–	۰/۱۳۵	۰/۱۳۵
نمره کل کارکردهای شناختی	آزمایشی	۲۴۱/۶۰	۳۹/۹۳	۲۶۷/۶۰	۳۸/۸۸	۲۷۰/۸۰	۳۳/۲۱	۰/۲۱۴	۰/۱۲۵
	گواه	۲۷۶/۰	۳۰/۴۰	۲۸۸/۲۰	۲۸/۷۶	–	–	۰/۲۱۴	۰/۱۲۵

همان‌طور که در جدول ۲. ملاحظه می‌شود نمره میانگین تمام متغیرها در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری در ریاضی در گروه آزمایش، در مرحله پس‌آزمون و پیگیری نسبت به‌پیش آزمون دارای افزایش بود. سطح معناداری آمارهٔ کالموگروف – اسمیرنف برای همه متغیرها بزرگ‌تر از ۰/۵ بود این یافته دلالت بر این دارد که توزیع نمره متغیرهای فوق با توزیع نرمال تفاوت معناداری ندارد. نتایج آزمون لوین نشان داد بین متغیرهای پژوهش در همه مؤلفه‌ها همگنی واریانس‌ها برقرار است. مقدار F مربوط به آزمون لوین معنی‌دار نبود. این عدم معنی‌داری آزمون لوین نشانگر این

است که واریانس خطا بین گروه‌های گواه و آزمایش تفاوت خاصی با یکدیگر ندارند و همگن هستند. سطح معناداری برای تمامی متغیرها بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است، معنی‌دار نبودن اثرات متقابل نشان می‌دهد که داده ها از فرضیه همگنی شیب خطوط رگرسیونی پشتیبانی می‌کنند؛ بنابراین مفروضه‌های تحلیل واریانس برقرار است.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل چند متغیری در ارزیابی اثر متغیر مستقل بر وابسته

متغیر وابسته	لامبدای ویلکز	F	df	p	η^2	توان آزمون
درک کلامی	۰/۷۸۴	۳/۱۷	۹۸ و ۴	۰/۰۱۷	۰/۱۱۵	۰/۸۰۶
توانایی بصری فضایی	۰/۷۹۷	۲/۹۵	۹۸ و ۴	۰/۰۲۴	۰/۱۰۷	۰/۷۷۲
استدلال سیال	۰/۷۳۳	۴/۱۲	۹۸ و ۴	۰/۰۰۴	۰/۱۴۴	۰/۹۰۶
حافظه فعال	۰/۵۲۸	۹/۲۳	۹۸ و ۴	۰/۰۰۱	۰/۲۷۴	۰/۹۹۹
سرعت پردازش	۰/۴۲۸	۱۲/۹۵	۹۸ و ۴	۰/۰۰۱	۰/۳۴۶	۱/۰۰
نمره کل کارکردهای شناختی	۰/۶۲۲	۶/۵۵	۹۸ و ۴	۰/۰۰۱	۰/۲۱۱	۰/۹۸۹

منطبق بر نتایج جدول ۳ اثر اجرای متغیرهای مستقل بر مؤلفه‌های درک کلامی (۰/۷۸۴ =لامبدای ویلکز، κ^2= ۰/۱۱۵، P= ۰/۰۱۷، F= ۳/۱۷)، توانایی بصری فضایی (۰/۷۹۷ =لامبدای ویلکز، κ^2= ۰/۱۰۷، P= ۰/۰۲۴، F= ۲/۹۵)، استدلال سیال (۰/۷۳۳ =لامبدای ویلکز، κ^2= ۰/۱۴۴، P= ۰/۰۰۴، F= ۴/۱۲)، حافظه فعال (۰/۵۲۸ =لامبدای ویلکز، κ^2= ۰/۲۷۴، P= ۰/۰۰۱، F= ۹/۲۳)، سرعت پذیرش (۰/۴۲۸ =لامبدای ویلکز، ۰/۳۴۶ =κ^2، P= ۰/۰۰۱، F= ۱۲/۹۵)، کارکردهای شناختی (۰/۶۲۲ =لامبدای ویلکز، κ^2=۰/۲۱۱، P= ۰/۰۰۱، F= ۶/۵۵)، معنادار است. در ادامه جدول ۴ نتایج تحلیل طرح آمیخته در تبیین اثر اجرای بسته مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز بر کارکردهای شناختی را نشان می‌دهد.

جدول ٤. نتایج تحلیل طرح آمیخته در تبیین اثر متغیر مستقل بر کارکردهای شناختی

متغیر	اثرات	مجموع مجذورات	مجموع مجذورات خطا	F	P	η^2
	اثر گروه	۱۱۵/۹۳	۲۴۸/۶۸	۱۱/۶۶	۰/۰۰۱	۰/۳۱۸
درک کلامی	اثر زمان	۲۵/۰۰	۱۸۱/۵۲	۶/۸۹	۰/۰۱۱	۰/۱۲۱
	اثر تعاملی گروه×زمان	۵۰/۴۹	۳۴۵/۴۷	۳/۶۵	۰/۰۰۸	۰/۱۲۸
	اثر گروه	۴۵۴/۵۲	۱۰۹۲/۴۰	۱۰/۴۰	۰/۰۰۱	۰/۲۹۴
توانایی بصری فضایی	اثر زمان	۴۱۸/۸۰	۱۰۸۷/۷۲	۱۹/۲۵	۰/۰۰۱	۰/۲۷۸
	اثر تعاملی گروه×زمان	۳۱۶/۳۰	۱۷۷۳/۹۵	۴/۴۶	۰/۰۰۴	۰/۱۵۱
	اثر گروه	۷۱۰/۴۵	۶۳۲/۸۵	۲۸/۰۷	۰/۰۰۱	۰/۵۲۹
استدلال سیال	اثر زمان	۱۸۰/۱۸	۱۱۹۴/۰۸	۷/۵۵	۰/۰۰۸	۰/۱۳۱
	اثر تعاملی گروه×زمان	۴۴۹/۹۹	۱۶۸۱/۷۸	۶/۶۹	۰/۰۰۱	۰/۲۱۱
	اثر گروه	۶۹۱/۶۹	۱۰۹۰/۲۱	۱۵/۸۶	۰/۰۰۱	۰/۳۸۸
حافظه فعال	اثر زمان	۶۲۶/۳۴	۸۲۷/۹۲	۳۷/۸۳	۰/۰۰۱	۰/۴۳۱
	اثر تعاملی گروه×زمان	۷۵۱/۰۳	۱۷۱۲/۷۷	۱۰/۹۶	۰/۰۰۱	۰/۳۰۵
	اثر گروه	۲۰۸/۴۴	۶۰۹/۴۶	۸/۵۵	۰/۰۰۱	۰/۲۵۵
سرعت پذیرش	اثر زمان	۴۹۹/۴۱	۱۹۶/۸۷	۱۲۶/۸۴	۰/۰۰۱	۰/۷۱۷
	اثر تعاملی گروه×زمان	۲۸۲/۶۹	۳۶۴/۱۳	۱۹/۴۱	۰/۰۰۱	۰/۴۳۷
	اثر گروه	۳۸۹/۳۵	۴۹۳/۰۵	۱۹/۷۴	۰/۰۰۱	۰/۴۴۱
کارکردهای شناختی	اثر زمان	۴۲۷/۴۵	۶۶۷/۸۲	۳۲/۰۰	۰/۰۰۱	۰/۳۹۰
	اثر تعاملی گروه×زمان	۳۷۹/۱۹	۱۱۳۱/۱۳	۸/۳۸	۰/۰۰۱	۰/۲۵۱

جدول ۴ نشان می‌دهد که علاوه بر اثر گروه و اثر زمان، اثر تعاملی گروه× زمان برای مؤلفه درک کلامی (F= ۳/۶۵ ،P= ۰/۰۰۸ ،κ^2= ۰/۱۲۸)، توانایی بصری فضایی (F= ۴/۴۶ ،P= ۰/۰۰۴ ،κ^2= ۰/۱۵۱)، استدلال سیال (F= ۶/۶۹ ،P= ۰/۰۰۱ ،κ^2= ۰/۲۱۱)، حافظه سیال (F= ۱۰/۹۶ ،P= ۰/۰۰۱ ،κ^2= ۰/۳۰۵)، سرعت پذیرش (F= ۱۹/۴۱ ،P= ۰/۰۰۱ ،κ^2= ۰/۴۳۷)، کارکردهای شناختی (F= ۸/۳۸ ،P= ۰/۰۰۱ ،κ^2= ۰/۲۵۱)، معنادار است. در ادامه جدول ۵ نتایج آزمون بنفرونی نمرات مربوط به مؤلفه‌های کارکرد شناختی در سه گروه و در سه مرحله اجرا را نشان می‌دهد.

جدول ۵. نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی برای مؤلفه‌های کارکردهای شناختی

متغیر	زمان‌ها		تفاوت میانگین	خطای معیار	مقدار احتمال
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۱/۷۳	۰/۳۷	۰/۰۰۱
درک کلامی	پیش‌آزمون	پیگیری	۰/۹۷	۰/۳۷	۰/۰۳۴
	پس‌آزمون	پیگیری	-۰/۷۶	۰/۳۴	۰/۰۹۸
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۴/۲۳	۰/۸۹	۰/۰۰۱
توانایی بصری فضایی	پیش‌آزمون	پیگیری	۳/۹۹	۰/۹۱	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	پیگیری	-۰/۲۴	۰/۶۳	۱/۰۰
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۳/۰۳	۰/۸۹	۰/۰۰۴
استدلال سیال	پیش‌آزمون	پیگیری	۲/۶۱	۰/۹۵	۰/۰۲۵
	پس‌آزمون	پیگیری	-۰/۴۱	۰/۴۷	۱/۰۰
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۵/۲۸	۰/۸۳	۰/۰۰۱
حافظه فعال	پیش‌آزمون	پیگیری	۴/۸۷	۰/۷۹	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	پیگیری	-۰/۴۱	۰/۷۹	۱/۰۰
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۴/۳۳	۰/۴۱	۰/۰۰۱
سرعت پذیرش	پیش‌آزمون	پیگیری	۴/۳۵	۰/۳۹	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	پیگیری	۰/۰۲	۰/۳۲	۱/۰۰
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۴/۲۱	۰/۶۷	۰/۰۰۱
کارکردهای شناختی	پیش‌آزمون	پیگیری	۴/۰۳	۰/۷۱	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	پیگیری	-۰/۱۹	۰/۵۷	۱/۰۰

نتایج آزمون بنفرونی در مقایسه اثر زمان در جدول ۵ نشان می‌دهد که تفاوت میانگین مؤلفه‌های کارکردهای شناختی در مراحل پیش‌آزمون – پس‌آزمون و پیش‌آزمون – پیگیری به لحاظ آماری معنادار اما تفاوت آن میانگین‌ها در مراحل پس‌آزمون پیگیری غیر معنادار است. همچنین نتایج آزمون بنفرونی در مقایسه اثرات گروه نشان می‌دهد که تفاوت میانگین مؤلفه‌های کارکردهای شناختی در دو گروه آزمایش و گواه به لحاظ آماری معنادار است.

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه باهدف بررسی اثربخشی مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز بر کارکردهای شناختی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری در ریاضی انجام شد. نتایج بررسی نشان داد که مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز بر کارکردهای شناختی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری در ریاضی اثر معنادار دارد. آموزش مهارت‌های چهارگانه مغز در گروه آزمایش باعث افزایش معنادار نمره آن‌ها در پس‌آزمون کارکردهای شناختی نسبت به گروه کنترل شده بود. تحلیل واریانس اندازه‌گیری مکرر دلالت بر این داشت که تغییر کارکردهای شناختی در سه مرحله اندازه‌گیری پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری در گروه آزمایش معنادار است. آزمون بنفرونی نشان داد نمرات کارکردهای شناختی در گروه دانش‌آموزان اختلال در ریاضی در «پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون» و «پیگیری نسبت به پیش‌آزمون» افزایش معنادار داشت) p< ۰/۰۵. ولی

نمرات کارکردهای شناختی در «پیگیری نسبت به پس‌آزمون» تفاوت معناداری نداشت. نتیجه به‌دست‌آمده در این پژوهش با مطالعات پیشین همسویی وجود داشت و یافته‌های به‌دست‌آمده مورد حمایت قرار می‌گیرد (صدیقی زاده و همکاران، ۲۰۱۹؛ ماگیو و همکاران، ۲۰۱۹).

در تبیین یافته‌ها باید اذعان داشت طبق تعریف بریتانی کارکردهای شناختی اصطلاحی است کلی که تمامی فرآیندهای شناختی پیچیده و ضروری در انجام تکالیف هدف‌دار دشوار یا جدید را در خود جای می‌دهند و شامل توانایی ایجاد درنگ (تأخیر) یا بازداری پاسخی خاص و به دنبال آن برنامه‌ریزی توالی‌های عمل و حفظ بازنمایی ذهنی تکالیف به‌وسیله حافظه فعال است (هاست و انزور، ۲۰۱۷). با استناد به دیدگاه هولمز شیوه‌های آگاهانه در علوم عصبی می‌توانند تأثیرات مثبتی بر رشد و یادگیری مغز داشته باشند. درعین‌حال، از پتانسیل و ظرفیت بالای تمرینات آموزشی مبتنی بر ذهن آگاهی بر انعطاف‌پذیری مغز به سمت یادگیری جامع و سلامت عمومی پشتیبانی شده است (لین و همکاران، ۲۰۲۲)؛ بنابراین، به‌کارگیری کارکردهای شناختی شیوه مناسبی است که بر مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز بر دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری در ریاضی و خواندن مؤثر است و باید موردتوجه قرار گیرد.

نتایج بررسی نشان داد که مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز بر خرده مقیاس‌های توانایی بصری فضایی، استدلال سیال، حافظه فعال، سرعت پردازش دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری در ریاضی اثر معنادار داشت ولی بر درک کلامی اثر معنادار نداشت. در تبیین یافته‌ها باید اذعان داشت استدلال سیال که یک کارکرد شناختی پیچیده است در نظریه کتل، به معنای توانایی فهم روابط پیچیده و حل مسائل جدید است (بهرامان و همکاران، ۲۰۱۶). در نظریه کارول، هورن و کتل نیز عنوان شده است که استدلال سیال به توانایی قیاس، استقرا و همچنین حل مسائل نوین اشاره دارد. برای افزایش سطح استدلال سیال در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری و مهارت یافتن آن‌ها در قیاس، استقرا و حل مسائل نیاز به مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز است که نیازمند توجه جدی نظام آموزشی کشور به این مقوله احساس می‌شود (آنجلوتی و کارامازا، ۲۰۱۷). حافظه فعال، موتور جستجوی ذهن آدمی است و حاوی ظرفیت و توانایی انسان در به یادآوردن و مدیریت نمودن صحیح اطلاعات است. با استناد به دیدگاه نظری واتسون موفقیت و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموز تا حد زیادی به مهارت و توانایی او در دست‌کاری اطلاعات در حافظه فعال و نظارت بر پیشرفت خود، وابسته است؛ بنابراین با توجه به اینکه مواردی همچون درک مطلب، خواندن، درک ریاضی و محاسبات تماماً از طریق حافظه فعال مدیریت می‌شوند، تقویت مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز در دانش‌آموزان می‌تواند بر حافظه فعال آن‌ها بسیار مؤثر و تأثیرگذار باشد و اختلالاتی که در ریاضی و خواندن دارند را پوشش دهد (براون، ۲۰۱۷).

مطابق نظریه «سرعت ذهنی» سرعت پردازش به‌عنوان مهم‌ترین زیربنای توانمندی‌های شناختی در نظر گرفته‌شده است (اعتصامی و همکاران، ۲۰۲۲). ساختار مغز، دارای ظرفیت سازگاری و انعطاف‌پذیری است و مطابق با آن می‌توان انتظار داشت دانش‌آموزان دارای اختلال‌های یادگیری بتوانند بر مشکلات یادگیری خود غلبه نموده و مهارت‌های خود را در این زمینه تقویت نمایند (دریگاس و همکاران، ۲۰۲۲). اساساً، با استناد به دیدگاه سوزا باید توجه داشت که همه فعالیت‌هایی که در مدرسه می‌شود، بامغز درگیر بوده و بنابراین لازم است تا نظام آموزشی توجه ویژه‌ای به اثربخشی مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز داشته باشد (شادپور و همکاران، ۲۰۲۳). مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز در این پژوهش بر درک کلامی اثر معنادار نداشت. شاید باید تعداد جلسات بیشتر می‌بود یا اینکه در دوران کرونا تعامل و گفتگو در جمع‌های خانوادگی یا دوستانه و با سایر افراد صورت نمی‌گیر دوکم پیش می‌آید که، درباره موضوعات مختلف باهم حرف بزنیم و مهارت و توانمندی افراد در تحلیل اطلاعات و حل مسائل به کمک استدلال‌های مبتنی بر زبان و به‌صورت حضوری خیلی کم شده است.

این مطالعه دارای محدودیت‌هایی نیز بوده است. همزمان شدن پژوهش با شیوع ویروس کرونا (کووید ۱۹) اجرای طرح را با موانع و مشکلاتی همراه نمود و همین امر سبب طولانی شدن فرآیند اجرا شد. عدم دسترسی به آزمون‌های مناسب برای سنجش عملکرد دانش‌آموزان با اختلال یادگیری از دیگر محدودیت‌های مطالعه حاضر بود و به ناچار از آزمون وکسلر استفاده شد که طولانی بودن آن برای کودکان خسته کننده بود. این مطالعه تنها در بین مراکز ویژه اختلال یادگیری آموزش‌وپرورش شهر تهران انجام شد و امکان نمونه‌گیری از سایر شهرها و گسترده‌تر کردن جامعه آماری پژوهش نبود؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود کارگاه‌ها و دوره‌های آموزش

مهارت‌آموزی پردازش‌های چهارگانه مغز موردتوجه جدی نظام آموزشی قرار گیرد. به دانش‌آموزان نحوه «تجسم» با استفاده از چشم ذهن آموزش داده شود. انواع بازی‌های رایانه‌ای فضایی به دانش‌آموزان معرفی شوند. در کلاس درس، از بازی‌های آموزشی استفاده شود تا از این طریق، دانش‌آموزان ذهنشان را فعال نگه‌دارند و قدرت یادگیری خود را افزایش دهند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش: این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول در رشته روانشناسی و آموزش کودکان استثنایی در دانشکده روانشناسی و علوم‌تربیتی دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات است. به جهت حفظ رعایت اصول اخلاقی در این پژوهش سعی شد تا جمع‌آوری اطلاعات پس از جلب رضایت شرکت‌کنندگان انجام شود.

حامی مالی: این پژوهش در قالب رساله دکتری و بدون حمایت مالی می‌باشد.

نقش هر یک از نویسندگان: این مقاله از رساله دکتری نویسنده اول و به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم استخراج شده است.

تضاد منافع: نویسندگان همچنین اعلام می‌دارند که در نتایج این پژوهش هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

تشکر و قدردانی: بدین‌وسیله از اساتید راهنما و مشاوران این تحقیق و والدینی که در این پژوهش شرکت کردند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

References

Abbasi Fashami, N., Akbari, B., & Hosseinkhanzadeh, A. A. (2020). Comparison of the effectiveness of cognitive rehabilitation and neurofeedback on improving the executive functions in children with dyslexia. *Quarterly Journal of Child Mental Health*, *7*(2), 294-311. https://childmentalhealth.ir

Anzellotti, S., & Caramazza, A. (2017). Multimodal representations of person identity individuated with fMRI. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, *89*, 85–97. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.01.013

Azizi, A., Mir Drikvand, F., & Sepahvandi, M. A. (2020). Comparison of the effect of the cognitive rehabilitation, neurofeedback and cognitive-behavioral play therapy on working memory in elementary school students with specific learning disability. *Knowledge & Research in Applied Psychology*, *21*(1), 31-41. doi.org/10.30486/jsrp.2019.578548.1541

Banker, S. M., Ramphal, B., Pagliaccio, D., Thomas, L., Rosen, E., Sigel, A. N., ... & Margolis, A. E. (2020). Spatial network connectivity and spatial reasoning ability in children with nonverbal learning disability. *Scientific reports*, *10*(1), 561. https://doi.org/10.1038/s41598-019-56003-y

Behrmann, M., Scherf, K. S., & Avidan, G. (2016). Neural mechanisms of face perception, their emergence over development, and their breakdown. *Wiley interdisciplinary reviews. Cognitive science*, *7*(4), 247–263. https://doi.org/10.1002/wcs.1388

Bishara, S. (2023). Humor, motivation and achievements in mathematics in students with learning disabilities. *Cogent Education*, *10*(1), 2162694.doi.org/10.1080/2331186X.2022.2162694

Bray, M. A., & Dale, B. A. (2023). Integrating evaluation data to enhance treatment planning for students with ASD. *Psychology in the Schools*, *60*(2), 279-281. doi.org/10.1002/pits.22813

Brown T. T. (2017). Individual differences in human brain development. *Wiley interdisciplinary reviews. Cognitive science*, *8*(1-2), e1389. https://doi.org/10.1002/wcs.1389

Chu, F. W., Hoard, M. K., Nugent, L., Scofield, J. E., & Geary, D. C. (2019). Preschool deficits in cardinal knowledge and executive function contribute to longer-term mathematical learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, *188*, 104668. doi.org/10.1016/j.jecp.2019.104668

منابع

غفاری، علی (۱۳۹۹). اثربخشی آموزش گروهی راهبردهای مقابله‌ای مبتنی بر آموزه‌های اسلامی بر شادکامی و رضایت از زندگی والدین کودکان مبتلا به ناتوانیهای یادگیری. *فصلنامه ناتوانی‌های یادگیری*، ۹، ۳، ۱۵۳-۱۲۸.

https://jld.uma.ac.ir/article_924.html

احمدی ندا، قنادزادگان حسین علی، حیدری شعبان. (۱۴۰۲). مقایسه اثربخشی تحریک الکتریکی مغز و توان‌بخشی شناختی بر هماهنگی چشم و دست کودکان با ناتوانی‌های یادگیری خاص ۷ تا ۱۳ ساله، *مجله علوم روانشناختی*، ۲۲ (۱۲۸)، ۱۶۰۰-۱۵۸۷.

۱۰,۵۲۵۴۷/JPS.۲۲.۱۲۸.۱۵۸۷

شاه محمدی، مهدی؛ انتصارفونی، غلام حسین؛ حجازی، مسعود و اسدزاده، حسن. (۱۳۹۸). تأثیر برنامه آموزشی توانبخشی شناختی بر هوش غیرکلامی، توجه و تمرکز، و عملکرد تحصیلی دانش آموزان با اختلال یادگیری ریاضی. *فصلنامه سلامت روان کودک*. ۶ (۲)، ۹۳-۱۰۶.

http://childmentalhealth.ir/article-۵۹۱-۱-fa.html

عزیزی، امیر؛ میر دریکوند، فضل اله و سپهوندی، محمدعلی. (۱۳۹۹). مقایسه تأثیر توانبخشی شناختی، نوروفیدبک و بازی‌درمانی شناختی - رفتاری بر حافظهٔ فعال در دانش‌آموزان ابتدایی مبتلا به اختلال یادگیری خاص. *دانش و پژوهش در روان شناسی کاربردی. ۲۱(۱)، ۳۱-۴۱.*

https://doi:10.30486/jsrp.2019.578548.1541

عباسی فشمی، نازنین؛ اکبری، بهمن و حسین خانزاده، عباسعلی. (۱۳۹۹). مقایسه اثربخشی توانبخشی شناختی و نوروفیدبک بر بهبود کنش های اجرایی کودکان مبتلا به نارساخوانی. *فصلنامه سلامت روان کودک*. ۷ (۲)، ۳۱۱-۲۹۴.

http://childmentalhealth.ir/article-۱۰۷۰-۱-fa.html

زمانی، محبوبه؛ خیراللهی، مهران؛ اصغری ابراهیم آباد، محمدجواد؛ رضایی حسن، وفائی، فرزانه. (۱۴۰۲). تحلیل سطوح مختلف اثرات شناختی فضای معماری بر فعالیت‌های مغز در بازه‌های زمانی متفاوت: با بهره‌گیری از علوم اعصاب. *مجله علوم روانشناختی*، ۲۲ (۱۲۹): ۱۸۶۸-۱۸۴۱.

۱۰,۵۲۵۴۷/JPS.۲۲.۱۲۹.۱۸۴۱

Dabass, M., Dabass, J., Vashisth, S., & Vig, R. (2023). A hybrid U-Net model with attention and advanced convolutional learning modules for simultaneous gland segmentation and cancer grade prediction in colorectal histopathological images. *Intelligence-Based Medicine*, *7*, 100094. doi.org/10.1016/j.ibmed.2023.100094

Drigas, A., Mitsea, E., & Skianis, C. (2022). Virtual reality and metacognition training techniques for learning disabilities. *Sustainability*, *14*(16), 10170. doi.org/10.3390/su141610170

Etesami, M. S., Saboury, N., Mohraz, M., SeyedAlinaghi, S., Jones, D. L., Vance, D. E., & Asgarabad, M. H. (2022). Immediate and long-term effects of a computerized cognitive rehabilitation therapy on cognitive function in people living with HIV in Iran: a single-blind two-arm parallel randomized controlled trial. *Journal of the Association of Nurses in AIDS Care*, *33*(5), 505-522. *https://*DOI:10.1097/JNC.0000000000000339

Fernandes, H. A., Richard, N. M., & Edelstein, K. (2019). Cognitive rehabilitation for cancer-related cognitive dysfunction: a systematic review. *Supportive Care in Cancer*, *27*, 3253-3279. https://doi.org/10.1007/s00520-019-04866-2

Fluss, J., & Lidzba, K. (2020). Cognitive and academic profiles in children with cerebral palsy: A narrative review. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, *63*(5), 447-456. doi.org/10.1016/j.rehab.2020.01.005

Gabriely, R., Tarrasch, R., Velicki, M., & Ovadia-Blechman, Z. (2020). The influence of mindfulness meditation on inattention and physiological markers of stress on students with learning disabilities and/or attention deficit hyperactivity disorder. *Research in developmental disabilities*, *100*, 103630. doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103630

Haist, F., & Anzures, G. (2017). Functional development of the brain's face-processing system. *Wiley interdisciplinary reviews. Cognitive science*, *8*(1-2), 10.1002/wcs.1423. https://doi.org/10.1002/wcs.1423

Hall-Mills, S. S., & Marante, L. M. (2023). Teaching Expository Text Management and Proficiency Skills for Comprehension for Students With Language/Learning Disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 07319487221145689. doi.org/10.1177/07319487221145689

Lynn, A., Wilkey, E. D., & Price, G. R. (2022). Predicting children's math skills from task-based and resting-state functional brain connectivity. *Cerebral cortex (New York, N.Y.: 1991)*, *32*(19), 4204–4214. https://doi.org/10.1093/cercor/bhab476

Maddocks, D. L. (2020). Cognitive and achievement characteristics of students from a national sample identified as potentially twice exceptional (gifted with a learning disability). *Gifted Child Quarterly*, *64*(1), 3-18. doi.org/10.1177/0016986219886668

Maggio, M. G., Maresca, G., De Luca, R., Stagnitti, M. C., Porcari, B., Ferrera, M. C., ... & Calabrò, R. S. (2019). The growing use of virtual reality in cognitive rehabilitation: fact, fake or vision? A scoping review. *Journal of the National Medical Association*, *111*(4), 457-463. doi.org/10.1016/j.jnma.2019.01.003

Mammarella, I. C., Toffalini, E., Caviola, S., Colling, L., & Szűcs, D. (2021). No evidence for a core deficit in developmental dyscalculia or mathematical learning disabilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *62*(6), 704-714. doi.org/10.1111/jcpp.13397

Mantovani, E., Zucchella, C., Bottiroli, S., Federico, A., Giugno, R., Sandrini, G., ... & Tamburin, S. (2020). Telemedicine and virtual reality for cognitive rehabilitation: a roadmap for the COVID-19 pandemic. *Frontiers in neurology*, *11*, 926. doi.org/10.3389/fneur.2020.00926

Margolis, A. E., Pagliaccio, D., Thomas, L., Banker, S., & Marsh, R. (2019). Salience network connectivity and social processing in children with nonverbal learning disability or autism spectrum disorder. *Neuropsychology*, *33*(1), 135. doi.org/10.1037/neu0000494

Papadopoulos, T. C., Spanoudis, G., Ktisti, C., & Fella, A. (2021). Precocious readers: a cognitive or a linguistic advantage?. *European Journal of Psychology of Education*, *36*, 63-90. https://doi.org/10.1007/s10212-020-00470-9

Rahmani, A., Pirani, Z., Heidari, H., & Davoodi, H. (2019). The effectiveness of cognitive rehabilitation training on work memory and selective attention of dyslexic students in elementary schools. *Journal of Learning Disabilities*, *8*(2), 7-25. https://doi10.22098/JLD.2019.754

Sedighizadeh, M., Doyran, R. V., & Rezazadeh, A. (2020). Optimal simultaneous allocation of passive filters and distributed generations as well as feeder reconfiguration to improve power quality and reliability in microgrids. *Journal of cleaner production*, *265*, 121629. doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121629

Sedighizadeh, M., Doyran, R. V., & Rezazadeh, A. (2020). Optimal simultaneous allocation of passive filters and distributed generations as well as feeder reconfiguration to improve power quality and reliability in microgrids. *Journal of cleaner production*, *265*, 121629. doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121629

Seshadri, N. P. G., Singh, B. K., & Pachori, R. B. (2023). EEG Based Functional Brain Network Analysis and Classification of Dyslexic Children During Sustained Attention Task. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, *31*, 4672–4682. https://doi.org/10.1109/TNSRE.2023.3335806

Shadpour, S., Shafqat, A., Toy, S., Jing, Z., Attwood, K., Moussavi, Z., & Shafiei, S. B. (2023). Developing cognitive workload and performance evaluation models using functional brain network analysis. *npj Aging*, *9*(1), 22. https://doi.org/10.1038/s41514-023-00119-z

Shahmohamadi, M., Entesarfooni, G., Hejazi, M., & Asadzadeh, H. (2019). The impact of cognitive rehabilitation training program on non-verbal intelligence, attention and concentration, and academic performance of students with dyscalculia. *Quarterly Journal of Child Mental Health*, *6*(2), 93-106. (Persian). https://doi.org/10.29252/jcmh.6.2.9

Williamson, E. J., McDonald, H. I., Bhaskaran, K., Walker, A. J., Bacon, S., Davy, S., Schultze, A., Tomlinson, L., Bates, C., Ramsay, M., Curtis, H. J., Forbes, H., Wing, K., Minassian, C., Tazare, J., Morton, C. E., Nightingale, E., Mehrkar, A., Evans, D., Inglesby, P., … Kuper, H. (2021). Risks of covid-19 hospital admission and death for people with learning disability: population based cohort study using the OpenSAFELY platform. *BMJ (Clinical research ed.)*, *374*, n1592. https://doi.org/10.1136/bmj.n1592

Williamson, E. J., McDonald, H. I., Bhaskaran, K., Walker, A. J., Bacon, S., Davy, S., ... & Kuper, H. (2021). Risks of covid-19 hospital admission and death for people with learning disability: population based cohort study using the OpenSAFELY platform. *bmj*, *374*. doi.org/10.1136/bmj.n1592