

The Effect of Neuropsychological Intervention with and without Electrical Stimulation of the Brain on Executive Functions and Solving Mathematical Problems in Students with Mathematical Learning Disorders

Helen Serajian
Maralan 

Ph.D. Student in Educational Psychology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

Shahram Vahedi  *

Professor, Department of Educational Sciences and Psychology, Tabriz University, Tabriz, Iran

Gholamreza
Chalabianloo 

Associate Professor, Department of Educational Sciences and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

Abstract

Mathematical disorder is one of the common learning disabilities among students, where, despite having normal intelligence and physical health, students do not perform well in mathematical calculations. The aim of the present study was to compare the effectiveness of neuropsychological intervention with and without electrical brain stimulation on the executive functions and problem-solving abilities of students with mathematical learning disabilities. The research design was a factorial experimental design of the pretest-posttest type with a control group. The statistical population of the study included all male students aged 9 to 12 in the city of Tabriz during the academic year 2021-2022. The sample consisted of 60 students with mathematical learning disabilities (15 in each group), selected through convenience sampling based on entry criteria and diagnostic interviews for learning disabilities based on DSM-5. The

* Corresponding Author: vahedi117@yahoo.com

How to Cite: Serajian Maralan, H., Vahedi, S., & Chalabianloo, G. (2024). The Effect of Neuropsychological Intervention with and without Electrical Stimulation of the Brain on Executive Functions and Solving Mathematical Problems in Students with Mathematical Learning Disorders, *Journal of Psychology of Exceptional Individuals*, 14(56), 69-105. DOI: 10.22054/jpe.2023.70629.2505

research tools included the Kimmat Mathematical Test, Mathematical Problem Solving Test, and Barkley Executive Function Deficits Questionnaire. Data were analyzed using SPSS-24 software and multivariate covariance analysis, univariate analysis, and Bonferroni pairwise comparison tests. The results showed that there was a significant difference between the mean scores of the experimental groups (neuropsychological intervention with and without electrical brain stimulation) and the control group ($p < 0.001$). Bonferroni pairwise comparisons indicated that the scores of the interactive group were significantly higher than those of the other groups ($p < 0.001$). Mathematics plays an important role in the education and daily lives of individuals, and neuropsychological interventions with electrical brain stimulation are one of the essential tools for enhancing mathematical problem-solving skills and executive functions.

Keywords: mathematical learning disorder, electrical brain stimulation, problem solving, executive functions, neuropsychological Intervention

Extended Abstract

1. Introduction

Specific learning disorder is a neurodevelopmental condition characterized by an individual's performance being lower than expected for their age. This disorder disrupts the proper development and evolution of the brain or central nervous system during childhood, negatively impacting the individual's emotions, learning ability, and memory as they grow (Abedi, 2017). Experts classify learning disorders into three main categories: Dyslexia, Dysgraphia, and Dyscalculia (Hall, Hughes, Charles & Filbert, 2015). In British Columbia, students with mathematical learning disorders exhibit deficits in information processing, which includes language processing, visual-spatial processing, processing speed, memory, attention, and executive functions (American Psychiatric Association, 2017; Ahadi & Kakavand, 2019). Additionally, these students face challenges with number perception, understanding numerical facts, calculation, and problem-solving (Aghaei Sabet et al., 2018). Problem-solving is a cognitive-behavioral process that involves taking logical steps to find and implement solutions (Demayr et al., 2015).

The primary goal of assessing learning disabilities is to identify strengths and weaknesses to provide an appropriate educational program. Mathematical learning disabilities often have a neurological origin. Neuropsychological tests can help study the characteristics of students with learning disabilities, and addressing these through intervention, treatment, and education can improve their symptoms. Given the numerous deficits in executive functions and problem-solving abilities among students with math disorders, focusing on the development and enhancement of neuropsychological skills can reduce the occurrence of these problems and aid in improving the disorder. Therefore, recognizing these challenges and providing solutions to mitigate them is essential.

In addition to neuropsychological interventions, a treatment gaining traction among researchers in neurology is Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS), which uses direct electrical current (San-Juan et al., 2015). The present study aims to investigate the effectiveness of neuropsychological interventions on executive functions and problem-solving in students with mathematical learning disorders. Despite various studies on the effectiveness of neuropsychological interventions for different student disorders,

limited research has explored the combined effects of neuropsychological intervention and electrical brain stimulation on learning disorders. Thus, comparing the effectiveness of these interventions in improving mathematical learning disorders, which have multiple neuropsychological bases and neurological symptoms, is crucial.

Research Question

What is the effect of neuropsychological interventions with and without Transcranial direct current stimulation (tDCS) on executive functions and mathematical problem solving in students with mathematical learning disorders?

Literature Review

Cherrier et al. (2020) conducted a study investigating the impact of educational neuroscience on the academic performance of students through a self-awareness and autonomy approach using metacognitive strategies. While the study did not find a significant difference in academic performance, it highlighted that educational neuroscience enhances students' understanding of brain function, leading to greater autonomy and improved self-awareness. Fernanda et al. (2018) examined the effects of neuropsychological intervention in children with functional deficits in planning and control, finding significant improvements in planning, control, and academic performance. This underscores the necessity of child correction approaches in neuropsychology to foster psychological and neuropsychological development.

Rashidi et al. (2020) conducted a meta-analysis on the effectiveness of neuropsychological interventions in improving academic performance among students with specific learning disabilities, demonstrating a significant positive impact. Dehghani and Hekmatianfard (2019) found that executive function training improved attention and response inhibition in students with math disorders, with effects remaining stable over a two-month follow-up. Zemestani et al. (2019) showed that tDCS improved attention and motor performance in students with learning disabilities. Abdollahi, Hassanabadi, and Samiie Sanjani (2015) found that transcranial brain stimulation using direct electric current positively affected executive functions. Similarly, Arjomandnia et al. (2018) reported that electrical

brain stimulation interventions effectively improved working memory in students with math disorders.

Methodology

This research employed a quasi-experimental pre-test-post-test design with a control group. The statistical population consisted of male students aged 9 to 12 years during the second half of the 2021-2022 academic year. A total of 60 students were selected through convenience sampling based on inclusion criteria and randomly assigned to three experimental groups (neuropsychological intervention group, electrical brain stimulation group, and a combined intervention group) and a control group. The experimental groups underwent the designed interventions, while the control group continued their regular routine.

Data collection tools included the Barkley Student and Adolescent Executive Function Deficits Questionnaire, which consists of 70 items across five subscales (time self-regulation, organization and problem-solving, self-control and inhibition, self-motivation, and emotion self-regulation), which measures executive function deficits. Another tool was the Mathematical Problem Solving Questions for Students with Mathematical Learning Disorder, adapted from the fifth grade mathematics textbook, consisting of 19 questions. Cronbach's alpha coefficient was used to confirm the validity from the experts' point of view and for reliability. Neuropsychological intervention was implemented in 10 sessions using the educational programs of Korkman (1998), Bley & Thornton (2001), and Geary (2010). Direct electrical brain stimulation was performed in accordance with the research of Feesera, Prehn, Kazzer, Mungee & Bajbouj (2014). In this method, the black electrode in the middle of the forehead and the red electrode on the left side of the skull were stimulated with a current intensity of two amperes. Descriptive and inferential statistics were used to analyze the data in the present study. Thus, the data obtained from completing the questionnaires after the intervention were analyzed by the SPSS-24 software version, and the statistical methods of analysis of covariance and Bonferroni paired comparison test were used.

Results

In order to conduct the analysis of covariance, all necessary assumptions were first made, including the test of data normality

(non-significance of the Shapiro-Wilk statistic), the assumption of homogeneity of variance (Leven's test), and the examination of the homogeneity of regression slopes. Multivariate analysis of covariance to examine the effect of neurological interventions with and without electrical brain stimulation in the post-test stage on all variables showed that the mean scores of the subscales of parental executive functions, students' executive function deficits, and problem solving in the post-test stage were significantly different in the experimental and control groups ($P < 0.001$). The results indicate that the interventions had a significant effect on each of the variables separately. In terms of the effectiveness of the interventions, the effect size shows that the interventions had the greatest effect on self-regulation of time, self-motivation, problem-solving and organizational, and problem solving, respectively. The results of the Bonferroni test for pairwise comparison of students' executive functions and problem solving among groups show that there is a significant difference in the variables of students' executive functions deficit and problem solving in the post-test stage between the methods studied ($P < 0.001$). According to the results, it can be seen that the greatest difference is observed in the combined intervention method, which indicates the better effectiveness of this method.

Discussion and Conclusion

The results showed that combined neuropsychological intervention along with electrical brain stimulation has a significant effect on improving students' executive function deficits and problem solving. In explaining the findings, neuropsychological interventions allow individuals to better manage and regulate in different situations and increase their planning and organizing abilities. Teaching effective memorization techniques and strategies allows students to use the information and problem-solving methods they have stored efficiently. The type of action of electrical brain stimulation on executive functions is such that the dorsolateral prefrontal cortex, which has a high capacity in specific cognitive functions in working memory, planning, goal-oriented behavior, concentration, and inhibitory control, is targeted and leads to increased cortical excitability in the left dorsolateral prefrontal cortex.

تأثیر مداخله عصب روان‌شناختی با و بدون تحریک الکتریکی مغز بر کارکردهای اجرایی و حل مسئله ریاضی در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی

دانشجوی دکتری روان‌شناسی تربیتی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی،
تبریز، ایران

ه‌لن سراجیان مارالان 

استاد گروه علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه تبریز، ایران

شهرام واحدی  *

دانشیار گروه علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان،
تبریز، ایران

غلامرضا چلبیانلو 

چکیده

اختلال ریاضی از جمله اختلالات یادگیری شایع در بین دانش‌آموزان است که علی‌رغم سطح هوشی و سلامتی جسمی نرمال، دانش‌آموزان عملکرد خوبی در محاسبات ریاضی ندارند. هدف پژوهش حاضر مقایسه اثربخشی مداخله عصب روان‌شناختی با و بدون تحریک الکتریکی مغز بر کارکردهای اجرایی و حل مسئله دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی بود. طرح پژوهش آزمایشی عاملی از نوع پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه گواه بود. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه دانش‌آموزان پسر در بازه سنی ۹ تا ۱۲ ساله شهر تبریز در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ بود. نمونه پژوهش شامل ۶۰ دانش‌آموز با اختلال یادگیری ریاضی (۱۵ نفر در هر گروه) بود که به روش نمونه‌گیری در دسترس و بر اساس معیارهای ورود و مصاحبه تشخیصی برای اختلال یادگیری مبتنی بر DSM-5 انتخاب شدند. ابزار پژوهش شامل آزمون‌های ریاضی کی‌مت، حل مسئله ریاضی، پرسشنامه نقایص کارکردهای اجرایی بارکلی بود. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS-24 و آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره، تک‌متغیره و آزمون مقایسه زوجی بنفرونی تحلیل شدند. نتایج نشان داد که بین میانگین نمرات گروه‌های آزمایشی (مداخله عصب روان‌شناختی با و بدون تحریک الکتریکی مغز) با گروه گواه تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.001$). نتایج مقایسه‌های زوجی بنفرونی

نشان داد که نمرات گروه تعاملی به طور معناداری بیشتر از سایر گروه‌ها بود ($P < ۰.۰۰۱$). ریاضی نقش مهمی در زمینه تحصیل و زندگی روزمره افراد دارد و مداخلات عصب روان‌شناختی با تحریک الکتریکی مغز یکی از ابزارهای اساسی برای ارتقای مهارت حل مسئله ریاضی و کارکردهای اجرایی است.

کلیدواژه‌ها: اختلال یادگیری ریاضی، تحریک الکتریکی مغز، حل مسئله، کارکردهای اجرایی، مداخله عصب‌شناختی.

مقدمه

یادگیری بنیادی‌ترین فرایندی است که در نتیجه‌ی آن، موجودی ناتوان و درمانده در طی تعامل با رشد جسمی به فرد تحول‌یافته‌ای تبدیل می‌شود که توانایی‌های شناختی و قدرت اندیشه‌ی وی حدود مرز نمی‌شناسد (صدری دمیرچی، غلامی و مجرد، ۱۳۹۹). یکی از مواردی که روی فرایند یادگیری اثر می‌گذارد و به تبع آن استعدادها، علایق، نگرش‌ها، آموزش، کارایی و به‌طور کلی شخصیت فرد تحت تأثیر آن قرار می‌گیرد، اختلالات یادگیری است (سعدی، ۱۳۹۶).

اختلال یادگیری خاص^۱، یک از اختلالات عصبی-رشدی است. در این اختلال کارایی فرد نسبت به سن و مواردی که از او انتظار می‌رود کمتر است و رشد و تحول صحیح مغز یا دستگاه عصبی مرکزی در دوران رشد (کودکی) مختل می‌شود، به‌طوری‌که هم‌زمان با رشد فرد بر هیجان، توانایی یادگیری و حافظه تأثیر منفی می‌گذارد. این اختلال پیش از دبستان شروع و تا بزرگ‌سالی ادامه پیدا می‌کند (عابدی، ۱۳۹۶) و دانش‌آموزان مبتلا به این ناتوانی‌ها بسیار کمتر از آنچه از سن و سطح هوشی آن‌ها انتظار می‌رود، موفق می‌شوند. افراد مبتلا به اختلالات یادگیری، در تنظیم اطلاعات، ادراک دیداری و شنیداری، حافظه و توجه نقص دارند. دانش‌آموزان مبتلا به این ناتوانی‌ها، بدون کمک‌های ویژه، معمولاً ضعیف عمل می‌کنند، دوستان و اعضای خانواده، آن‌ها را ناتوان می‌دانند و در نتیجه عزت‌نفس و انگیزه آن‌ها بسیار پایین است. همچنین، ترک تحصیل در کودکان مبتلا به اختلالات یادگیری بیشتر است و این افراد در عملکرد شغلی و اجتماعی خود نیز دچار مشکل می‌شوند. اغلب متخصصان، اختلالات یادگیری را به سه دسته‌ی اصلی طبقه‌بندی کرده‌اند «اختلال در خواندن^۲، اختلال در نوشتن^۳، اختلال در ریاضیات^۴» (هال، هوقز چارلز و فیلبرت^۵، ۲۰۱۵). در اختلال یادگیری ریاضی دانش‌آموز به‌طور کلی در سه مهارت

-
1. specific learning disorder
 2. Dyslexia
 3. Dysgraphia
 4. Dyscalculia
 5. Hall, Hughes, Charles & Filbert

عمده نقص دارد که عبارت‌اند از: ۱- مهارت‌های زبانی (مثل فهمیدن و نام بردن اصطلاحات ریاضی، فهمیدن و نام بردن اعمال و مفاهیم ریاضی و تبدیل آن به نمادها). ۲- مهارت‌های ادراکی (مثل شناخت و خواندن نمادهای عددی یا نشانه‌های حسابی و گروه‌بندی ارقام) (انجمن روان‌پزشکی آمریکا^۱، ۲۰۱۷). ۳- مهارت‌های ریاضی (مثل کپی کردن درست ارقام و به خاطر سپردن ارقام) (احدی و کاکاوند، ۱۳۹۸). بر اساس یافته‌های لرنر^۲ (۱۹۹۳) شش درصد کودکان در سنین مدرسه دارای مشکل در فرایند ریاضی مرتبط با کنش مغز هستند که اغلب این مشکلات نارسایی در حساب، ناتوانی عمیق در فراگیری مفاهیم ریاضی و محاسبات است (شکوهی یکتا و پرند، ۱۳۹۹).

در سبب‌شناسی اختلال یادگیری از دیدگاه دانش پزشکی، علت آن به منشأ زیستی و زمینه‌هایی از قبیل آسیب مغزی^۳، ضایعه مغزی^۴، آپراکسیا^۵ و اگنوزیا^۶ نسبت داده می‌شود (احمدپناه و پاکا، ۱۳۹۶). روان‌شناسان در این زمینه به جستجوی مواردی از قبیل اختلالات ادراکی، رفتار تکانشی^۷، رفتار بی‌وقفه^۸، تکرار غیرارادی^۹ و بیش‌فعالی^{۱۰} پرداخته‌اند (کرک و چالفنت، ۱۳۹۱). به گزارش آموزش و پرورش بریتیش کلمبیا^{۱۱}، دانش‌آموزان با اختلال‌های یادگیری ریاضی نقایصی در فرآیندهای مربوط به پردازش اطلاعات^{۱۲} دارند. این فرآیندها به ادراک^{۱۳}، تفکر^{۱۴} و یادگیری^{۱۵} مربوط‌اند که پردازش زبانی^{۱۶}، پردازش

-
1. American psychiatric Association
 2. Geary, Hoard, Nugent & Bailey
 3. cerebral impairment
 4. brain injury
 5. apraxia
 6. anoxia
 7. impulsivity
 8. disinhibited behavior
 9. perseveration
 10. hyperactivity
 11. Education of British Columbia province
 12. information processing
 13. perceiving
 14. thinking
 15. learning
 16. language processing

فضایی-دیداری^۱، سرعت پردازش، حافظه، توجه و کارکردهای اجرایی^۲ را شامل می‌شوند؛ زیرا اختلال در کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان به مقدار زیادی پیش‌بینی‌کننده عملکرد ریاضی آن‌ها در مدرسه است، حافظه‌ی کاری، برنامه‌ریزی و مهارت‌های فراشناخت، فرآیندهای درونی هستند که دانش‌آموزان برای یادگیری، کنترل و نظارت در هنگام تکالیف یادگیری از آن‌ها استفاده می‌کنند (مقدم و ضرابی مقدم، ۱۳۹۶).

کارکردهای اجرایی اصطلاحی است که همه فرایندهای شناختی که برای انجام تکالیف هدفمند یا جدید لازم هستند را در برمی‌گیرد و کنش‌های شناختی سطح بالا و مهم در جهت‌دهی به رفتار هستند که در آمادگی تحصیلی بیشترین نقش را بر عهده دارند (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۵). کارکردهای اجرایی شامل ابعاد مختلفی است که از آن جمله می‌توان به بازداری و کنترل محرک‌ها، حافظه کاری، انعطاف‌پذیری، شناخت، برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی است (ارغوانی پیرسلامی، موسوی نسب و خضری مقدم، ۱۳۹۶). مطالعات نشان دادند که هرگونه نقضی در رشد کارکردهای اجرایی می‌تواند منجر به اختلال در برنامه‌ریزی، به یادسپاری تکالیف و حافظه شود (یعقوبی و همکاران، ۱۳۹۵).

ابعاد موردبررسی برای کارکردهای اجرایی در این پژوهش شامل توجه، سرعت پردازش، توانایی دیداری-فضایی، حافظه و یادگیری است. توجه-سرعت پردازش، عملیات ذهنی پیچیده است که شامل تمرکز یا درگیر شدن بر هدف، نگه‌داشتن یا تحمل کردن، گوش‌به‌زنگ بودن در زمان طولانی، رمزگردانی^۳ ویژگی‌های محرک و تغییر تمرکز از یک هدف به هدف دیگر است (سیدمن^۴، ۲۰۱۳). تمرکز، کانون و هسته‌ی اصلی روان‌شناسی شناختی است و شامل تغییراتی از خواب‌آلودگی و هوشیاری بالا، آگاهی و هوشیاری غیرمتمرکز از یک شیء، پدیده یا واقعه تا جهت‌گیری متمرکز آن می‌باشد (استریده^۵ و همکاران، ۲۰۱۰). اجزای توجه شامل تنظیم برانگیختگی و مراقبت، توجه

1. visual spatial processing
2. executive functions
3. encoding
4. Seidman
5. Strid, Heimann & Tjus

انتخابی، توجه پایدار، فراخنای توجه یا توجه تقسیم‌شده، بازدارندگی و کنترل رفتار است (سیدمن، ۲۰۱۳؛ ملتزر^۱، ۲۰۱۷). توانایی دیداری-فضایی مربوط به نگهداری تصاویر، عکس‌ها و اطلاعات مربوط به مکان‌ها نقش دارد. رادکین، پیرسون و لوجی^۲ (۲۰۰۷) بر این باور است که طرح دیداری-فضایی یکی از مؤثرترین عامل در یادگیری ریاضی و خواندن می‌باشد. پژوهش کورکمن و هاکنین-ریهو^۳ (۲۰۱۰) نشان داده‌اند که دانش آموزان با ناتوانی در ریاضی در حافظه‌ی دیداری-فضایی عملکرد پایین‌تری نسبت به دانش‌آموزان عادی دارند. دی‌امیکو و گوارنرا^۴ (۲۰۱۵) حافظه‌ی کاری دیداری-فضایی را به مثابه‌ی یک تخته‌سیاه در تکالیف ریاضی و خواندن می‌دانند (پوشنه و همکاران، ۱۳۹۴) و بر رابطه نزدیک با توانایی‌های ریاضی و خواندن تأکید دارند. مشکل اصلی دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی در درک فضایی مفاهیم بالا، پایین، چپ، راست، زیر، عقب و جلو و غیره است که این مشکلات در تصویر ذهنی از نظام اعداد اختلال ایجاد می‌کند (خاکسار بلداجی و همکاران، ۱۳۹۷) و سبب می‌شود این کودکان نتوانند فاصله بین اعداد و مکان مربوط به آن‌ها را تشخیص دهند (زهی و همکاران، ۱۳۹۸). بروز این مشکلات ناشی از آسیب لب آهیانه‌ای (پاریتال) است؛ اما آسیب این منطقه، با مهارت‌های زبان شفاهی مشکلی ندارند (حیدری صوفیانی و همکاران، ۱۳۹۹). همچنین آسیب در قطعه آهیانه‌ای علاوه بر توانایی دیداری-فضایی، حافظه کوتاه‌مدت و حافظه کاری را نیز مختل می‌کند و آسیب‌های گیجگاهی-آهیانه‌ای چپ به‌طورجدی توانایی یادآوری توالی اعداد را مختل می‌کند و این نواحی عمدتاً در نگهداری مواد کلامی و نواحی گیجگاهی-آهیانه‌ای راست در نگهداری مواد غیرکلامی مثل وضعیت فضایی نقش دارد. پژوهش‌هایی نیز برای قطعه گیجگاهی و آهیانه‌ای نقش مکملی در حافظه قائل شده‌اند. عده‌ای نقش قطعه پیشانی را در کاربرد حافظه مهم می‌دانند (احدی و کاکاوند، ۱۳۹۸).

1. Meltzer

2. Rudkin, Pearson & Logie

3. Korkman & Hakkinen-Rihu

4. D'Amico & Guarnera

حافظه و یادگیری شامل فرایندهای کسب، ضبط، رمزگردانی، ذخیره و بازیابی اطلاعات هستند که قابلیت ذخیره و پردازش اطلاعات و تجارب موقت و دائمی در تعاملات بعدی با محیط را دارند (آلووی و آلووی^۱، ۲۰۱۴). همچنین حافظه و یادگیری توانایی شناختی سطح بالا با طیف وسیعی از فعالیت‌های شناختی از جمله حل مسئله، زبان، استدلال و درک مطلب در ارتباط است و نقش بسیار مهم و انکارناپذیری در یادگیری و کسب موفقیت‌های تحصیلی ایفا می‌کند. بر اساس مدل بدلی^۲ (۲۰۱۳) و مدل‌های دیگر، حافظه و یادگیری یک سیستم سه‌بخشی شامل مجری مرکزی (هماهنگی محرک‌های حسی) حلقه واج‌شناختی یا صدای درون، صفحه دیداری-فضایی یا چشم درون است. در سال‌های اخیر نقص در حافظه و یادگیری به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار در اختلال یادگیری به‌ویژه توجه پژوهشگران را در حوزه‌های عصب روان‌شناختی و آموزش به خود اختصاص داده است (آلووی و لدوون^۳، ۲۰۱۴). به‌طوری‌که بیرامی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی دیگر در این زمینه نشان دادند که از روش بازتوانی شناختی می‌توان به‌عنوان یک روش مؤثر جهت بهبود توجه و حافظه در افراد با اختلال ریاضی استفاده کرد. نتایج پژوهشی دیگر نشان داد که دانش آموزان با اختلال ریاضی در کارکردهای اجرایی استدلال، برنامه‌ریزی، ساماندهی و حافظه کاری تفاوت معنی‌داری با دانش‌آموزان عادی دارند (احمدپناه و پاکا، ۱۳۹۶).

علاوه بر کارکردهای اجرایی، دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی، دارای مشکلاتی در درک عدد، فهم حقایق عددی، محاسبه و حل مسئله هستند (آقایی ثابت و همکاران، ۱۳۹۷). حل مسئله فرایندی شناختی-رفتاری است که طی آن به‌منظور پیدا کردن راه‌حل مسئله و رفع مشکل، گام‌های منطقی برداشته می‌شود (دمایرل^۴ و همکاران، ۲۰۱۵). تفکر، محور اصلی شناخت و ارائه راه‌حل‌های ممکن در هنگام مواجهه

1. Alloway & Alloway

2. Baddeley

3. Alloway & Ledwon

4. Demirel, Derman & Karagedik

با مسائل است (امان‌زاده، ۱۳۹۶). کرولیک و رادنیچ (۱۹۹۶) معتقدند حل موفقیت‌آمیز مسئله در سازگاری اجتماعی و عملکرد تحصیلی عامل مهمی به شمار می‌رود و می‌تواند از مشکلات جدی یادگیری جلوگیری کند و عامل مقابله مؤثر با مشکلات و چالش‌های زندگی است (تعویقی و همکاران، ۱۳۹۲). (نانگ^۱ و همکاران (۲۰۱۴) نیز معتقدند مهارت‌های تفکر به فرد کمک می‌کند تا راهبرد ایده‌آل را برای حل مشکل گریبان‌گیر خود انتخاب کند. نتایج مطالعه طولی پنج‌ساله باهدف بررسی نقایص شناختی دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی توسط گری و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که این دانش‌آموزان از مشکلات توجه در کلاسی، حافظه کاری و بازیابی اطلاعات از حافظه رنج می‌برند که این ویژگی‌ها مانع یادگیری ریاضی و به‌ویژه حل مسئله ریاضی به‌طور مؤثر می‌شوند.

بر اساس آنچه بیان شد هدف عمده سنجش نارسایی در یادگیری شناسایی نقاط قوت و ضعف جهت ارائه برنامه آموزشی است و اختلال یادگیری ریاضی معمولاً خاستگاه عصب‌شناختی دارد و از طریق آزمون‌های عصب روان‌شناختی می‌توان ویژگی‌های عصب روان‌شناختی را در دانش‌آموزان دارای ناتوانی‌های یادگیری مورد مطالعه قرار داد و از طریق توجه به مداخله، درمان و آموزش به دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی، عوارض و علائم را بهبود بخشید. در علوم اعصاب تربیتی مکانیسم‌های عصبی خواندن، ریاضی، توجه و مشکلات همراه آن چون نارساخوانی، اختلال ریاضی، اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی را در ارتباط با آموزش بررسی می‌کنند (زارع و همکاران، ۱۳۹۹). فولبریت^۲ و همکاران (۲۰۱۷) با پرداختن به حوزه گسترده‌تر «ذهن، مغز و آموزش» اظهار می‌دارد که «مدل سنتی آموزش دیگر کارایی نخواهد داشت». برای پژوهشگران کافی نیست که داده‌ها را در مدارس جمع‌آوری کنند و این داده‌ها و مقالات پژوهشی حاصل را در دسترس معلمان قرار دهند؛ زیرا این روش معلمان و فراگیران را از مشارکت در شکل‌گیری

1. Ngang, Nair & Prachak

2. Fulbright

تأثیر مداخله عصب روان‌شناختی با و بدون تحریک الکتریکی مغز...؛ سراجیان مارالان و همکاران | ۸۳

روش‌ها و سؤالات پژوهش مناسب محروم می‌کند. چرییر^۱ و همکاران (۲۰۲۰) پژوهشی باهدف بررسی تأثیر علوم اعصاب تربیتی بر عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان با رویکرد خودشناسی و استقلال از طریق یک رویکرد فراشناختی انجام دادند. نتایج تحقیق وجود تفاوت معنی‌دار در عملکرد تحصیلی نشان نداد. بااین‌حال، این مطالعه نشان داد که علوم اعصاب تربیتی سبب می‌شود دانش‌آموزان در مورد عملکرد مغز دانش کسب کنند و شواهدی مبنی بر استقلال بیشتر و خودشناسی بهتر را برجسته می‌کند. فرناندا^۲ و همکاران (۲۰۱۸) پژوهشی باهدف اثرات مداخله عصب روان‌شناختی در کودکان با نقص عملکرد در برنامه‌ریزی و کنترل انجام دادند. بر اساس نتایج، بهبود قابل‌توجهی در وضعیت عملکردی برنامه‌ریزی، کنترل و بهبود عملکرد تحصیلی مشاهده شد. نتایج حاکی از آن است که رویکردهای اصلاح کودک در زمینه عصب روان‌شناختی برای تولید روش‌هایی که رشد روان‌شناختی و عصب روان‌شناختی را تضمین می‌کنند، ضروری است. رشیدی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی باهدف فراتحلیل اثربخشی مداخلات عصب روان‌شناختی بر بهبود عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان با اختلالات یادگیری ویژه نشان دادند که مداخلات عصب روان‌شناختی بر بهبود عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان با اختلالات یادگیری ویژه تأثیر بسیار زیادی داشته است. دهقانی و حکمتیان فرد (۱۳۹۸) در بررسی اثربخشی آموزش کارکردهای اجرایی بر عملکرد توجه و بازداری پاسخ در دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی، نشان دادند آموزش کارکردهای اجرایی در گروه آزمایش موجب بهبود عملکرد توجه و بازداری پاسخ شده است و این تأثیر در مرحله پیگیری دو ماهه پایدار ماند. اهمیت بررسی اثربخشی مداخله عصب‌شناختی از آن‌جهت است که از علوم اعصاب تربیتی می‌توان در آموزش جهت بررسی درک کارکردهای مغز، راه‌های تغذیه، پرورش و رشد آن، درک ریشه‌های رشد ناهنجار، غربالگری، آسیب‌شناسی و طراحی مداخلات درمانی و توان‌بخشی، درک فرآیندهای بیولوژیکی و شناختی پایه در یادگیری، پیش‌بینی نتایج

1. Cherrier, Le-Roux & Marie Gerard

2. Fernanda Ochoa Cardona & Quintanar Rojas

آموزشی، طراحی برنامه‌های درسی منطبق با اصول آموزش و پرورش شناختی استفاده کرد (اسکندری، کاکابرای، امیری و حسینی، ۱۳۹۸). نمونه‌های عینی این کاربردها در زمینه بین‌رشته‌ای نوظهور ذهن، مغز و آموزش یا علوم اعصاب آموزشی در حال افزایش است. حال با توجه به نقایص زیاد دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی در کارکردهای اجرایی و حل مسئله و ارتباط این نقایص با مهارت‌ها و توانمندی عصب‌شناختی می‌توان گفت که تمرکز بر رشد و بهبود مهارت عصب روان‌شناختی از یک سو می‌تواند از ایجاد مشکلات اختلال ریاضی بکاهد و از سوی دیگر به بهبود این نوع اختلال کمک کند؛ لذا شناخت این مشکلات و ارائه راه کار جهت از میان بردن و یا به حداقل رساندن آن ضروری به نظر می‌رسد.

علاوه بر مداخلات عصب روان‌شناختی یکی دیگر از درمان‌هایی که اخیراً در حوزه عصب‌شناختی مورد استفاده و اقبال پژوهشگران قرار گرفته است تحریک فراجمجه‌ای مغز با استفاده از (جریان مستقیم الکتریکی)^۱ است (سن جوان^۲ و همکاران، ۲۰۱۵). اثربخشی تحریک فراجمجه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی یک روش تحریک مغز بدون درد انتخابی است که اجازه می‌دهد تا تحریک الکتریکی مناطق قشر خاصی انجام شود (تایر^۳ و همکاران، ۲۰۱۷). شواهد پژوهشی حاکی از اثرگذاری بالای این درمان بر سازه‌های مختلف روان‌شناختی و روانی است به‌عنوان نمونه آکسلورد، ریس، لاویدور و بار^۴ (۲۰۱۵) بیان می‌دارند که تحریک فراجمجه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی به‌عنوان روش غیرتهاجمی، کم‌هزینه، قابل حمل و با قابلیت درمانی می‌تواند برای طیف گسترده‌ای از جنبه‌های اساسی علوم اعصاب و همچنین درمان اختلالات عصبی به کار رود. فیلمر، داکس و متینگلی^۵ (۲۰۱۸) بیان می‌دارند که مداخله جریان مستقیم الکتریکی می‌تواند در شرایط مختلف، خلق و خو را بهبود و قابلیت‌های

1. Transcranial direct current stimulation (tDCS)

2. San-juan

3. Thair, Holloway, Newport & Smith

4. Axelrod, Rees, Lavidor & Bar

5. Filmer, Dux & Mattingley

تأثیر مداخله عصب روان‌شناختی با و بدون تحریک الکتریکی مغز...؛ سراجیان مارالان و همکاران | ۸۵

شناختی را افزایش دهد. در بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مغز در اختلالات یادگیری، زمستانی، ایزدپناه و سلیمانی (۱۳۹۸) در پژوهش خود نشان دادند که روش TDCS باعث ارتقای توجه و افزایش عملکرد حرکتی در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری شده است. عبداللهی، حسن‌آبادی و سمیعی سنجانی (۱۳۹۴) نشان دادند که تحریک مغز از روی مجسمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر کارکردهای اجرایی تأثیر دارد. ارجمندیا، اسبقی، افروز و رحمانیان (۱۳۹۷) نیز نشان دادند که مداخله تحریک الکتریکی مغز در بهبود حافظه‌ی کاری دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی مؤثر است. ازاین‌رو، هدف پژوهشگر این است که اثربخشی مداخله عصب روان‌شناختی را بر کارکردهای اجرایی و حل مسئله دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی را مورد مطالعه قرار دهد. همچنین با وجود اینکه در پژوهش‌های مختلف تأثیر هر کدام از مداخلات عصب روان‌شناختی به‌طور مجزا بر اختلالات مختلف دانش‌آموزان مورد بررسی قرار گرفته است، اما تاکنون پژوهش‌های محدودی به بررسی مداخله عصب روان‌شناختی همراه با تحریک الکتریکی مغز بر اختلالات یادگیری به‌طور ترکیبی مورد مطالعه قرار نگرفته است؛ لذا به نظر می‌رسد مقایسه اثربخشی مداخلات عصب روان‌شناختی با و بدون تحریک الکتریکی مغز در بهبود اختلال یادگیری ریاضی که دارای پایه‌های عصب روان‌شناختی چندگانه و دارای علائم نورولوژیکی است، مؤثر باشند.

مواد و روش‌ها

طرح تحقیق از نوع طرح‌های نیمه‌آزمایشی از نوع پیش‌آزمون پس‌آزمون با گروه گواه بود. جامعه آماری این مطالعه را کلیه دانش‌آموزان پسر در بازه سنی ۹ تا ۱۲ سال در نیمه دوم سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ تشکیل داد که از میان آنان به تعداد ۶۰ نفر از دانش‌آموزان با استفاده از نمونه‌گیری در دسترس و بر اساس معیارهای ورود شامل (۱) داشتن اختلال یادگیری ریاضی بر اساس آزمون کی‌مت و مصاحبه تشخیصی برای اختلال یادگیری مبتنی بر DSM-5؛ (۲) مراجعه به مراکز نارسایی‌های ویژه یادگیری ایشار و کلینیک رویش

تبریز ۳) تمایل کودک و خانواده برای شرکت در مطالعه، اخذ مجوز اجرای طرح پژوهشی از کمیته اخلاقی دانشگاه و تکمیل فرم رضایت‌نامه کتبی توسط والدین؛ ۴) نداشتن معلولیت یا بیماری جسمی و روانی ذهنی بارز؛ عدم شرکت کودک در دوره آموزشی خاص انتخاب شدند. انتساب اعضا در سه گروه آزمایش (گروه مداخله عصب‌شناختی، گروه تحریک الکتریکی مغز، گروه هم‌زمان مداخله عصب روان‌شناختی و تحریک الکتریکی مغز) و یک گروه گواه به‌صورت تصادفی انجام گرفت. سپس گروه‌های آزمایشی تحت مداخلات طراحی شده قرار گرفتند و گروه گواه برنامه عادی روزانه خود را سپری نمودند. برای جمع‌آوری داده‌ها از ابزارهای ذیل استفاده گردید:

پرسشنامه نقایص کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان و نوجوانان بارکلی: مقیاس مذکور شامل ۷۰ گویه است که نمره‌گذاری پرسشنامه بر اساس طیف لیکرت ۴ درجه‌ای و از هرگز تا همیشه درجه‌بندی شده است. همچنین شامل پنج خرده مقیاس است که این خرده مقیاس‌ها ۵ کارکردهای اجرایی خودتنظیمی زمان (۱۳ سؤال)، سازمان‌دهی و حل مسئله (۱۴ سؤال)، خودکنترلی و بازداری (۱۲ سؤال)، خودانگیزی (۱۴ سؤال) و خودنظم جویی هیجان (۱۶ سؤال) را اندازه‌گیری می‌کنند. نمرات بین ۷۰ تا ۱۴۰، مقیاس نقص کارکردهای اجرایی پایین، نمرات بین ۱۴۰ تا ۱۷۵، مقیاس نقص کارکردهای اجرایی متوسط و نمرات بالاتر از ۱۷۵، مقیاس نقص کارکردهای اجرایی قوی را مشخص می‌نمایند (بارکلی، ۲۰۱۲). اعتبار کل مقیاس با آلفای کرونباخ ۰/۹۹ و زیرنوع‌ها ۰/۷۴ تا ۰/۳۳ توسط بارکلی گزارش شده است. سلطانی و همکاران (۱۳۹۷) پژوهشی باهدف تعیین اعتبار، پایایی پرسشنامه کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان و نوجوانان بارکلی انجام دادند. نتایج نشان داد پرسشنامه در جامعه ایرانی نیز از پایایی و اعتبار خوبی برخوردار و قابل کاربرد در حیطه‌های مختلف پژوهش در ایران است. ضرایب آلفا برای کل مقیاس کارکردهای اجرایی و خرده مؤلفه‌های خودمدیریتی زمان، خودسازمان‌دهی/ حل مسئله، خودکنترلی/بازداری، خودانگیزی و خودنظم‌جویی هیجانی به ترتیب برابر ۰/۹۰، ۰/۸۵، ۰/۸۲، ۰/۷۸، ۰/۷۶ و ۰/۷۲ می‌باشند که بیانگر پایا بودن پرسشنامه کارکردهای اجرایی

می‌باشند. نتایج روایی آزمون در تمام خرده مقیاس‌ها ۰/۷۹ می‌باشد.

آزمون حل مسئله ریاضی: سؤالات حل مسئله ریاضی برای دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی از کتاب درس ریاضی پایه پنجم ابتدایی اقتباس گرفته شد. سؤالات حل مسئله مشتمل بر ۱۹ سؤال تهیه شدند. برای تأیید روایی از نظر متخصصان بهره گرفته شد؛ و روایی صوری و محتوایی آزمون از معلمان با سابقه پایه پنجم بهره گرفته شد و سؤالات به تأیید آن‌ها رسید. برای بررسی میزان پایایی میان دو گروه سؤالات پیش‌آزمون و پس‌آزمون حل مسئله ریاضی، آن‌ها را در یک اجرای آزمایشی روی ۳۰ نفر که مستقل از گروه نمونه هستند، اجرا و ضریب پایایی این آزمون بر اساس همبستگی میان نمرات فرم‌های هم‌ارز به دست آمد.

بسته آموزشی مداخله عصب روان‌شناختی: این مداخله ترکیبی از برنامه‌های آموزشی کورکمن^۱ (۱۹۹۸)، بلی و تورنتون^۲ (۲۰۰۱) و گری^۳ (۲۰۱۰) بود که در قالب ۱۰ جلسه اجرا شد. خلاصه فعالیت‌های موردنظر در مداخله عصب‌شناختی دانش‌آموزان در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱. بسته آموزشی مداخله عصب روان‌شناختی

جلسه	هدف	محتوا
اول	کاهش اضطراب و نگرانی تقویت حافظه کوتاه‌مدت	معارفه و آشنایی با آزمودنی و جلسات درمانی، آموزش تن آرامی و تمرین با کارت‌های حافظه
دوم	تقویت توجه شنیداری و بینایی، تقویت و نگهداری توجه و تمرکز	تمرین با کارت‌های توجه آموزش رنگ‌ها و جهت‌ها با تصاویر، جابجایی اشیاء، خیره شدن به اجسام، معرفی اسباب‌بازی جهت تقویت توجه به والدین (مانند بولینگ)

1. Korkman
2. Bley & Thornton
3. Geary

جلسه	هدف	محتوا
سوم	تقویت کارکردهای اجرایی در سطح برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی	مروری بر جلسه قبل، استفاده از مازهای ساده جهت آموزش و سپس تمرین با مازهای پیچیده، تعریف داستان، طرح سؤال و بحث در موردان، طبقه‌بندی اشکال مقوایی هندسی مشابه (از نظر اندزه، شکل، رنگ)، رد شدن از موانع کف کلاس، طرح مسئله و درخواست راهکار از کودک
چهارم	تقویت حافظه کاری، حافظه شنیداری و بینایی. حافظه باز شناسی	مروری بر جلسه قبل، تمرین با کارت‌های حافظه و آموزش طبقه‌بندی، چیدن اشیاء روی میز و سپس پرسیدن نام آن‌ها بدون نگاه کردن و تکرار کلمات گفته‌شده
پنجم	تقویت مهارت‌های زبانی	مروری بر جلسه قبل، آموزش جمله‌سازی (ابتدا کوتاه و تبدیل آن به داستان با متن معنی‌دار)، تشخیص اشکال مشابه شکل داده‌شده، بیان داستان از تصاویر مرتبط به هم
ششم	مانند حساسیت شنوایی تقویت مهارت‌های فضایی، تقویت توجه و تمیز شنیداری	مروری بر جلسه قبل، تمرین دسته‌بندی اشکال مشابه بدون در نظر گرفتن شکل، اندازه و رنگ، تمرین مسیریابی در مازهای مختلف، آموزش پر کردن اشکال خالی با نمونه داده‌شده
هفتم	تقویت حافظه کاری حافظه شنوایی و بینایی، تقویت توجه پایدار	مروری بر جلسه قبل، مشاهده و لمس عروسک و سپس گرفتن آن و پرسیدن مشخصات عروسک و کشیدن نقاشی عروسک توسط دانش‌آموز، تمرین گرفتن دست‌ها جلوی صورت و به آرامی و در حال توجه به هر انگشت، یکی‌یکی خم و دوباره به همین روش صاف شود، کشیدن اشکال مختلف با چشم‌پسته
هشتم	تقویت توجه، تقویت انجام برنامه‌ریزی برای هدف کوتاه‌مدت	مروری بر جلسه قبل، ارائه تفاوت‌های دو تصویر توسط دانش‌آموز، استراحت و پذیرایی، نشان دادن یک‌شکل و سپس پوشاندن آن و پرسیدن جزئیات آن، انتخاب بهترین مسیر در مازها
نهم	تقویت حافظه کاری، حافظه باز شناسی، تقویت هماهنگی چشم و دست	مروری بر جلسه قبل، تهیه کارت‌های جفتی از یک تصویر و چیدن به صورت پشت‌ورو پیدا کردن کارت‌های مشابه توسط دانش‌آموز، نشان دادن یک کلمه به دانش‌آموز و نگاه کردن دانش‌آموز و گفتن با صدای بلند و نوشتن کلمه با انگشت اشاره در هوا، استراحت و پذیرایی، نشان دادن کارتی که در آن حروف یک کلمه نوشته‌شده و فقط یکی از حروف حذف‌شده که دانش‌آموز باید به آن اشاره کند، نمایش فیلم و پرسیدن سؤال در مورد محتوای فیلم.
دهم	تقویت توجه. توجه پایدار، تقویت حافظه شنیداری	مروری بر جلسه قبل، تمرین با کارت‌های حافظه، خیره شدن به اشیاء، نفس کشیدن در ده شماره و فقط فکر کردن به صدای آن و بیرون دادن نفس دوباره با همان ده شماره، پخش صداهای محیطی با نوار ضبط‌شده و هم‌زمان خواندن داستان و سپس پرسیدن سؤال از محتوای داستان

تحریک الکتریکی مغز: اساس تحریک الکتریکی مغز به روش مستقیم مطابق با پژوهش فیسرا، پرهن، کازر، مانگه و بجبور،^۱ (۲۰۱۴) است که در این روش الکترود مشکی وسط پیشانی و الکترود قرمز سمت چپ جمجمه را با شدت جریان دو آمپر تحریک می‌کردند. جلسات درمانی تحریک الکتریکی مغز به روش مستقیم روشی غیرتهاجمی است که طی آن جریان مستقیم ضعیفی (۱ تا ۴ میلی آمپر) بر پوست سر وارد شده و با استفاده از آن تغییرات بلندمدت در قطبیت قشر مغز در پی دپلاریزاسیون^۲ و هیپرپلاریزاسیون^۳ نورون‌ها و تأثیر بر گیرنده‌های عصبی ایجاد می‌شود. شیوه مداخله به گونه‌ای است که در صورت تحریک با قطب آند (قطب منفی یا الکترود مشکی وسط پیشانی) منجر به دپلاریزاسیون و افزایش فعالیت نورونی می‌شود و با قطب کاتد (قطب مثبت یا الکترود قرمز سمت چپ جمجمه) منجر به هیپرپلاریزاسیون و کاهش فعالیت نورونی می‌شود، تحریک الکتریکی کاتدی قشر میانی در کارهای آزمایشی، نگهداری در حافظه را از بین برده و تحریک آندی، تحکیم حافظه را سرعت می‌بخشد. تغییرات صورت پذیرفته از مداخله جریان مستقیم الکتریکی در جهت ساختار و عملکرد نورون‌ها در جهت مطلوب و مدنظر هدایت می‌گردد، به عبارتی در این نوع تحریک الکتریکی نقاطی از سر با استفاده از جریان‌های ضعیف الکتریکی هدف قرار می‌گیرند. این جریان در نقطه موردنظر میدان الکتریکی ایجاد کرده و به این وسیله فعالیت نورون‌ها را تنظیم می‌کند. این شیوه به دلیل توانایی بالا در تحریک انتخابی سیستم اعصاب مرکزی بسیار شناخته شده است.

برای رعایت نکات اخلاقی پژوهش، پس از اخذ مجوز به‌منظور اجرای طرح‌های پژوهشی توسط کمیته اخلاقی دانشگاه، کسب رضایت کتبی از والدین دانش‌آموزان شرکت‌کننده در پژوهش و جلب همکاری دانش‌آموزان، اجرای پژوهش صورت گرفت. همچنین در آغاز، هدف از اجرای پژوهش برای والدین دانش‌آموزان شرح داده شد و با تأکید به محرمانه بودن اطلاعات و حفظ رازداری، خاطرنشان گردید که شرکت در

1. Feesera, Prehn, Kazzer, Mungee & Bajbouj

2. Depolarization

3. Hyperpolarization

پژوهش اختیاری است و آزمودنی‌ها در حین اجرای آزمون نیز حق انصراف از ادامه مداخلات را داشتند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در پژوهش حاضر از روش آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. بدین ترتیب داده‌های حاصل از تکمیل پرسشنامه‌ها پس از انجام مداخله توسط نسخه نرم‌افزار SPSS-24 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و از روش‌های آماری تحلیل کواریانس و آزمون مقایسه زوجی بنفرونی استفاده شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار نمرات پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای کارکرد اجرایی دانش‌آموزان و حل مسئله در گروه‌های مداخله عصب‌شناختی (گروه آزمایش ۱)، تحریک الکتریکی مغز (گروه آزمایش ۲)، تحریک الکتریکی با مداخله عصب روان‌شناختی (گروه آزمایش ۳) و گروه گواه در جدول (۲) آمده است.

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش در مرحله پیش آزمون-پس آزمون چهار گروه

متغیر	گروه‌ها	پیش آزمون		پس آزمون		متغیر	گروه‌ها	پیش آزمون		پس آزمون	
		میانگین	SD	میانگین	SD			میانگین	SD	میانگین	SD
خودتنظیمی زمان	آزمایش ۱	۳۳/۱۵	۴/۶۱	۲۹/۱۵	۴/۰۴	خودنظم جویی هیجانی	آزمایش ۱	۵۱/۵	۴/۸۸	۴۵/۳	۴/۳۵
	آزمایش ۲	۳۳/۳۰	۲/۲۴	۲۷/۷	۳/۴۸		آزمایش ۲	۴۹/۲۵	۴/۳۶	۴۰/۹۰	۳/۶۱
	آزمایش ۳	۳۲/۸۰	۷/۵۶	۲۵/۰۵	۵/۸۸		آزمایش ۳	۵۰/۶	۴/۰۹	۳۹/۰۵	۳/۲۰
	گواه	۳۳/۸۵	۶/۳۷	۳۲/۹۵	۶/۱۱		گواه	۴۹/۲۵	۴/۷۲	۴۸/۲۵	۴/۷۲
سازمان‌دهی و حل مسئله	آزمایش ۱	۳۳/۹۵	۴/۷۱	۲۹/۸	۴/۱۲	نقص کارکردهای اجرایی دانش آموزان	آزمایش ۱	۱۹۰/۵	۱۱/۱۶	۱۶۷/۵۵	۹/۷۶
	آزمایش ۲	۳۴/۶۵	۴/۶۲	۲۸/۷۵	۳/۸۹		آزمایش ۲	۱۸۷/۱۵	۹/۵۶	۱۵۵/۵۵	۷/۸۸
	آزمایش ۳	۳۴/۳	۸/۸۹	۲۶/۴	۶/۸۰		آزمایش ۳	۱۸۴/۸۵	۲۶/۸۷	۱۴۲/۳۵	۲۰/۷۳
	گواه	۳۴/۰۵	۸/۱۰	۳۳/۲۵	۷/۷۵		گواه	۱۸۷/۹۵	۱۵/۳۴	۱۸۴/۱	۱۵/۰۷

تأثیر مداخله عصب روان‌شناختی با و بدون تحریک الکتریکی مغز...؛ سراجیان مارالان و همکاران | ۹۱

متغیر	گروه‌ها	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		متغیر	گروه‌ها	پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
		میانگین	SD	میانگین	SD			میانگین	SD	میانگین	SD
خودکنترلی و بازداری	آزمایش ۱	۳۳/۲	۳/۷۳	۲۹/۱۵	۳/۳۱	آزمون حل مسئله	آزمایش ۱	۱۲/۳۶	۲/۰۱	۱۴/۰۲	۲/۱۲
	آزمایش ۲	۳۳/۸۵	۲/۵۸	۲۸/۱۵	۲/۱۱		آزمایش ۲	۱۱/۴۲	۲/۲۷	۱۴/۰۱	۲/۷۳
	آزمایش ۳	۳۲/۸۵	۵/۷۳	۲۵/۳	۴/۴۲		آزمایش ۳	۱۲/۹۵	۲/۰۹	۱۶/۰۱	۲/۱۴
	گواه	۳۳/۴۰	۵/۴۸	۳۲/۲۵	۵/۲۱		گواه	۱۲/۹۸	۰/۴۹	۱۳/۲۲	۰/۴۸
خودانگیزشی	آزمایش ۱	۳۸/۷	۵/۳۳	۳۴/۱۵	۴/۶۹						
	آزمایش ۲	۳۶/۱۰	۵/۴۱	۳۰	۴/۴۵						
	آزمایش ۳	۳۴/۵	۶/۵۵	۲۶/۵۵	۶/۹۸						
	گواه	۳۷/۶۵	۶/۷۲	۳۶/۷	۶/۶۲						

برای بررسی نرمال بودن توزیع نمرات از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. آماره شاپیرو-ویلک برای مؤلفه‌های نقص کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان شامل خودتنظیمی زمان ($P=0/061$)، سازمان‌دهی و حل مسئله ($P=0/499$)، خودکنترلی و بازداری ($P=0/124$)، خودانگیزشی ($P=0/185$)، خودنظم‌جویی هیجانی ($P=0/257$) و نمره کل آزمون حل مسئله ($P=0/073$) در بین گروه‌ها معنی‌دار نمی‌باشد ($P>0/05$) و نشان‌دهنده این است که متغیرها در جامعه از توزیع نرمال برخوردارند. از دیگر پیش‌فرض‌های تحلیل کوواریانس چند متغیری و یک عاملی، بررسی همگنی واریانس است که برای بررسی آن از آزمون لوین استفاده شد. آماره لوین برای متغیرهای خودتنظیمی زمان، سازمان‌دهی و حل مسئله، خودکنترلی و بازداری، خودانگیزشی، خودنظم‌جویی هیجانی و حل مسئله به ترتیب ۱/۵۵۱، ۰/۴۴۲، ۲/۸۶۵، ۰/۸۱۳، ۰/۷۳۶ و ۰/۸۴۷ به دست آمد که در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نبودند ($P>0/05$)؛ لذا نتایج آزمون لوین نشان می‌دهد که برای خرده مقیاس‌های کارکرد

اجرائی دانش‌آموزان و حل مسئله مفروضه همسانی واریانس رعایت شده است. همچنین به‌عنوان پیش‌فرض تحلیل کوواریانس، بررسی همگنی شیب‌خط رگرسیون انجام شد که باید مقدار F تعامل بین متغیر هم‌پراش (پیش‌آزمون) و مستقل (گروه‌ها) را محاسبه نمود، اگر این شاخص معنادار نباشد، فرض همگنی مورد تأیید می‌باشد. نتایج تحلیل یکسان بودن شیب‌خط رگرسیونی، نشان می‌دهد که تعامل بین متغیر پیش‌آزمون و متغیرهای خودتنظیمی زمان ($F=0/95$)، سازمان‌دهی و حل مسئله ($F=1/06$)، خودکنترلی و بازداری ($F=0/43$)، خودانگیزشی ($F=0/301$)، خودنظم‌جویی هیجانی ($F=2/413$) و حل مسئله ($F=1/262$) در هر دو گروه از لحاظ آماری با $P>0/05$ معنادار نیست. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که داده‌ها از فرضیه همگنی شیب‌های رگرسیونی پشتیبانی می‌کند. در ادامه تحلیل کوواریانس چندمتغیری جهت بررسی تأثیر مداخلات عصب‌شناختی با و بدون تحریک الکتریکی مغز در مرحله پس‌آزمون بر روی همه متغیرها به‌صورت تجمیعی اجرا و نتایج در جدول (۳) ارائه گردید.

جدول ۳. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری برای مقایسه نمره‌های متغیرهای وابسته در مرحله

پس‌آزمون گروه‌ها

آزمون	ارزش	F	درجه آزادی فرضیه	درجه آزادی خطا	Sig
اثرپیلایی	۱/۳۵۵	۳/۲۹۶	۳۹	۱۵۶	۰/۰۰۰
لانداي ويلکز	۰/۰۹۱	۴/۷۵۵	۳۹	۱۴۸	۰/۰۰۰
اثر هتلینگ	۵/۵۵۰	۶/۹۲۶	۳۹	۱۴۶	۰/۰۰۰
بزرگ‌ترین ریشه‌روی	۴/۷۳۵	۱۸/۹۴	۱۳	۵۲	۰/۰۰۰

بر اساس نتایج جدول (۳) میانگین نمره‌های خرده‌مقیاس کارکردهای اجرایی والدین، نقص کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان و حل مسئله در مرحله پس‌آزمون در گروه‌های آزمایش و گواه تفاوت معنی‌دار داشتند ($P<0/001$). حال جهت بررسی اثربخشی مداخلات بر هر یک از متغیرها از تحلیل کوواریانس یک‌راهه استفاده شد. نتایج تحلیل کوواریانس برای مقایسه چهار گروه در مرحله پس‌آزمون با گواه نمرات پیش‌آزمون متغیرهای وابسته به تفکیک در جدول (۴) صورت می‌گیرد.

تأثیر مداخله عصب روان‌شناختی با و بدون تحریک الکتریکی مغز...؛ سراجیان مارالان و همکاران | ۹۳

جدول ۴: نتایج تحلیل کوواریانس برای مقایسه پس‌آزمون متغیرهای پژوهش

متغیر	خرده مقیاس	SS	df	MS	F	Sig	اندازه اثر
نقص کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان	خودتنظیمی زمان	۴۹۶/۰۹۸	۳	۱۶۵/۳۶	۶۱۳/۰۷	۰/۰۰۱	۰/۶۶
	سازمان‌دهی و حل مسئله	۵۳۴/۳۲	۳	۱۷۸/۱۱	۴۲۳/۷۱	۰/۰۰۱	۰/۶۴
	خودکنترلی و بازداری	۴۶۸/۱۷	۳	۱۵۶/۰۵	۱۳/۲۸۱	۰/۰۰۱	۰/۳۵
	خودانگیزشی	۵۷۴/۰۹	۳	۱۹۱/۳۶	۵۲۵/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۶۶
	خودنظم‌جویی هیجانی	۵۸۳/۴۹۵	۳	۱۹۴/۴۹۸	۱۹/۰۶	۰/۰۰۱	۰/۴۷
حل مسئله	-	۹۴/۶۷	۳	۳۱/۵۵	۲۳۲/۴۶	۰/۰۰۱	۰/۶۰

نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که مداخلات تأثیر معنی‌داری بر روی هر یک از متغیرها به تفکیک داشتند. در زمینه میزان اثربخشی مداخلات، اندازه اثر نشان می‌دهد که مداخلات بر روی خودتنظیمی زمان، خودانگیزشی، حل مسئله و سازمانی و حل مسئله به ترتیب بیشترین تأثیر را داشتند. در جدول (۵) مقایسه زوجی اثربخشی مداخلات بر روی نقص کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان و حل مسئله بر اساس آزمون بنفرونی ارائه شد.

جدول ۵: نتایج مقایسه زوجی کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان و حل مسئله در بین گروه‌ها

خرده مقیاس	مقایسه در بین گروه‌ها	اختلاف میانگین	Sig	خرده مقیاس	مقایسه در بین گروه‌ها	اختلاف میانگین	Sig
خودتنظیمی زمان	گروه ۱ - گروه ۲	۱/۵۷	۰/۰۰۱	خودانگیزشی	گروه ۱ - گروه ۲	۱/۹۰	۰/۰۰۱
	گروه ۱ - گروه ۳	۳/۶۳	۰/۰۰۱		گروه ۱ - گروه ۳	۳/۹۷	۰/۰۰۱
	گروه ۱ - گواه	۳/۲۰	۰/۰۰۱		گروه ۱ - گواه	۳/۴۵	۰/۰۰۱
	گروه ۲ - گروه ۳	۲/۰۵	۰/۰۰۱		گروه ۲ - گروه ۳	۲/۰۷	۰/۰۰۱
	گروه ۲ - گواه	۴/۷۸	۰/۰۰۱		گروه ۲ - گواه	۵/۳۶	۰/۰۰۱
	گروه ۳ - گواه	۶/۸۳	۰/۰۰۱		گروه ۳ - گواه	۷/۴۲	۰/۰۰۱
سازمان‌دهی و حل مسئله	گروه ۱ - گروه ۲	۱/۶۴	۰/۰۰۱	خودنظم	گروه ۱ - گروه ۲	۲/۴۱	۰/۰۰۱
	گروه ۱ - گروه ۳	۳/۷۰	۰/۰۰۱	جویی هیجانی	گروه ۱ - گروه ۳	۵/۴۵	۰/۰۰۱

خرده مقیاس	مقایسه در بین گروه‌ها	اختلاف میانگین	Sig	خرده مقیاس	مقایسه در بین گروه‌ها	اختلاف میانگین	Sig
	گروه ۱- گواه	-۳/۳۶	۰/۰۰۱		گروه ۱- گواه	-۴/۹۳	۰/۰۰۱
	گروه ۲- گروه ۳	۲/۰۶	۰/۰۰۱		گروه ۲- گروه ۳	۳/۰۴	۰/۰۰۱
	گروه ۲- گواه	-۵/۰۱	۰/۰۰۱		گروه ۲- گواه	-۷/۳۵	۰/۰۰۱
	گروه ۳- گواه	-۷/۰۶	۰/۰۰۱		گروه ۳- گواه	-۱۰/۳۹	۰/۰۰۱
خود کنترلی و بازداری	گروه ۱- گروه ۲	۱/۲۸	۰/۰۰۱	حل مسئله	گروه ۱- گروه ۲	-۱/۰۰۳	۰/۰۰۱
	گروه ۱- گروه ۳	۳/۷۳	۰/۰۰۱		گروه ۱- گروه ۳	-۱/۳۵۱	۰/۰۰۱
	گروه ۱- گواه	-۳/۰۱	۰/۰۰۱		گروه ۱- گواه	۱/۴۷۷	۰/۰۰۱
	گروه ۲- گروه ۳	۲/۴۱	۰/۰۰۱		گروه ۲- گروه ۳	-۰/۳۴۸	۰/۰۰۱
	گروه ۲- گواه	-۴/۲۹	۰/۰۰۱		گروه ۲- گواه	۲/۴۸	۰/۰۰۱
	گروه ۳- گواه	-۶/۷۱	۰/۰۰۱		گروه ۳- گواه	۲/۸۳	۰/۰۰۱

نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد که در متغیرهای نقص کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان و حل مسئله در مرحله پس‌آزمون بین روش‌های موردبررسی تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < ۰/۰۰۱$). با توجه به نتایج می‌توان مشاهده نمود که در روش مداخله ترکیبی، بیشترین اختلاف مشاهده می‌شود که حاکی از اثربخشی بهتر این روش بود.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام پژوهش حاضر، تعیین تأثیر مداخله عصب روان‌شناختی با و بدون تحریک الکتریکی مغز بر نقص کارکردهای اجرایی و حل مسئله ریاضی در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی بود. نتایج به‌دست آمده نشان داد که مداخله ترکیبی عصب روان‌شناختی در کنار تحریک الکتریکی مغز تأثیر معناداری در بهبود نقص کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان و حل مسئله دارد. نتایج این یافته به‌نوعی با مطالعات دهقانی و حکمیان فرد (۱۳۹۸)، اسکندری و همکاران (۱۳۹۸)، رشیدی و همکاران (۱۳۹۸)، مؤمنی و همکاران (۱۳۹۷)، کواردو (۲۰۲۱)، چریسر و همکاران (۲۰۲۰) و فرناندا و همکاران (۲۰۱۸) همسویی داشت. نتایج مطالعه آقاجی و همکاران (۱۳۹۷) نشان داد که تحریک الکتریکی مستقیم مغز (TDCS) موجب افزایش میانگین نمرات عناصر کارکردهای شناختی و

تأثیر مداخله عصب روان‌شناختی با و بدون تحریک الکتریکی مغز...؛ سراجیان مارالان و همکاران | ۹۵

عملکرد حل مسئله دانش‌آموزان شده است که با یافته پژوهش حاضر همسو است. معتمد یگانه و همکاران (۱۳۹۸) بر تأثیر معنادار آموزش مداخلات عصب روان‌شناختی خانواده محور بر کارکردهای اجرایی کودکان با اختلال نارسایی توجه/بیش‌فعالی تأکید داشتند که با یافته پژوهش حاضر همسو بود. لازم به ذکر است که تامپسون و همکاران^۱ (۲۰۱۳) و احدی و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که مداخله عصب روان‌شناختی در افزایش حافظه کاری تأثیر معنادار ندارد، ازاین‌رو با یافته حاصل در بخش اثربخشی مداخله عصب روان‌شناختی به‌تنهایی بر کارکردهای اجرایی ناهمسو بود. هولمز و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی جلوه‌های تمرین حافظه کاری تحت پارادایم خاص، بر اجرای تمرینات ترکیبی تأکید کردند که با یافته اثربخشی مداخله ترکیبی بر کارکردهای اجرایی و حل مسئله همسو است.

در تبیین این موضوع می‌توان گفت که کارکردهای اجرایی مهارت‌هایی هستند که به فرد کمک می‌کنند تا تصمیم بگیرد و چه نوع فعالیت‌ها و یا اهدافی باید موردتوجه قرار گیرند، کدام‌یک انتخاب شوند و چگونه رفتارها سازمان‌دهی و برنامه‌ریزی شوند. وجود نقص در ادراک دیداری و حافظه کاری در کودکان دارای ناتوانی یادگیری به‌ویژه اختلال ریاضی، دلیل اساسی مشکلات آنان است؛ زیرا معمولاً چنین دانش‌آموزان دارای اختلال در مهارت پردازش هستند؛ اطلاعات بینایی، برای بررسی و درک شکل و نیز نمادهای بینایی نظیر حروف و اعداد استفاده می‌شود که اساس بازشناسی کلمات و عملیات ریاضی بر پایه همین مهارت‌ها است (باقرپور و همکاران، ۱۳۹۸). این مهارت‌ها به‌قدری اهمیت دارند که ضعف و به‌نوعی اختلال در آن‌ها موجب بروز مشکلاتی یادگیری می‌شود؛ لذا تقویت کارکردهای اجرایی و بهبود مهارت حل مسئله می‌تواند بخش عمده‌ای از مشکلات دانش‌آموزان را رفع کند.

نتایج به‌دست‌آمده را این‌چنین می‌توان تبیین کرد که کارایی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی در کارکردهای اجرایی شامل خودتنظیمی زمان، سازمان‌دهی و

1. Thompson et al.

حل مسئله، خودکنترلی و بازداری، خودانگیزی، خودنظم‌جویی هیجانی به‌طور چشمگیری پایین‌تر از نمره کودکان عادی است و نقایص کارکردهای اجرایی باعث می‌شوند که کودکان در به‌خاطر آوردن یا تکرار به‌صورت منظم دچار مشکل شوند. این مشکلات باعث بروز مشکل در حل مسائل ریاضی، انجام عملیات ریاضی و اجرای الگوهای ریاضی می‌شوند. همچنین نقص در حل مسئله سبب می‌شود دانش‌آموزان نتوانند بین عملیات، روش‌ها و تکنیک‌های خاص در آزمون ریاضی تناظر و تفاوت قائل شوند و در تحول‌بخشی به موضوعات و وقایع مختلف دچار مشکل شوند.

به‌عبارت دیگر، دانش‌آموزان برای تسلط بر انجام تکالیف ریاضی، باید بر مهارت‌هایی تسلط داشته باشند که از آن جمله می‌توان حافظه کاری، زمان‌بندی و برنامه‌ریزی را برشمرد. توانایی حافظه کاری یکی از عوامل اصلی در کسب موفقیت در درس ریاضی است. دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی بیشتر در حافظه کاری مشکل دارند. آموزش مداخلات عصب روان‌شناختی با تکیه بر توجه پایدار، تقویت حافظه کاری، حافظه بازشناسی، تقویت برنامه‌ریزی برای اهداف کوتاه و بلندمدت و تقویت هماهنگی نقش مهمی در شناخت افراد از مسائل و ارائه راه‌حل برای آن ایفا می‌کند؛ زیرا حل مسئله دارای پایه‌های عصب روان‌شناختی متعددی است و برخی مهارت‌های عصب روان‌شناختی مانند توجه، حافظه کاری و کارکردهای اجرایی پیش‌زمینه حل عملیات ریاضی هستند. مداخلات عصب روان‌شناختی و رشد این مهارت‌ها از طریق آموزش روش‌های یادگیری مبتنی بر حل مسئله و با تکیه بر تکنیک‌های تقویت حافظه دیداری باعث بهبود اختلال یادگیری ریاضی می‌شوند و مشکل حل تکالیف را حل می‌کند.

همچنین مداخلات عصب روان‌شناختی به افراد این امکان را می‌دهد که به مدیریت و تنظیم بهتر در موقعیت‌های مختلف بپردازند و توانایی برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی خود را افزایش دهند. برنامه‌ریزی و مدیریت زمان کمک می‌کند تا دانش‌آموزان مطالب را به شیوه مؤثرتر و سازمان‌دهی شده به‌خاطر بسپارند و دسته‌بندی کنند و از ادغام اطلاعات جلوگیری کنند و در مواقع موردنیاز به طرز مؤثری بازخوانی نمایند. همچنین در ارتباط با

توانایی برنامه‌ریزی و حل مسئله که مربوط به قشر پیشانی و به‌خصوص قشر پیش پیشانی است اهمیت این ناحیه در تنظیم کارکردهای اجرایی بیشتر آشکار می‌شود؛ به عبارت دیگر، آموزش تکنیک‌ها و راهبردهای مؤثر به یادسپاری موجب می‌شود که دانش‌آموزان به نحو احسن از اطلاعات و روش‌های حل مسئله که ذخیره کرده‌اند، استفاده کنند. درنهایت می‌توان طبق اعتقاد بیکر چنین اذعان داشت که مغز این آمادگی را دارد که از طریق تحریک‌های حاصل از محیط یادگیری تغییر یابد. به عبارت بهتر، مغز بر اساس محرک‌های آموزشی، اجتماعی و روان‌شناختی قادر به تغییر است و مداخلات عصب روان‌شناختی با تحریک نیمکره‌های مغز عملکرد درسی را بهبود می‌بخشد.

از سوی دیگر، پروتکل تحریک الکتریکی مغز که از طریق دو الکترود متصل شونده بر روی پوست تحت عنوان آنود بر روی قشر پیش پیشانی خلفی جانبی چپ (F3) و دیگری به عنوان کاتود بر روی قشر پیش پیشانی خلفی جانبی راست (F4)، دارای جریان الکتریکی یک تا دو میلی‌آمپر و سطح مقطعی برابر با ۳۵ سانتیمتر مربع دارند. در tDCS آندی با دپلاریزه کردن نورون‌ها اثری محرک بر روی سلول‌های عصبی دارند، درحالی‌که نوع کاتودی آن با هیپریلاریزه کردن نورون‌ها منجر به مهار و خاموشی بافت عصبی می‌شود (پولانیا و همکاران، ۲۰۲۲). نوع عملکرد تحریک الکتریکی مغز بر روی کارکردهای اجرایی به این ترتیب است که قشر پیش پیشانی پشتی - جانبی که در اعمال شناختی ویژه در حافظه کاری، برنامه‌ریزی، رفتار مبتنی بر هدف، تمرکز و کنترل مهارتی ظرفیت بالایی دارند، مورد هدف قرار می‌گیرد و منجر به افزایش تحریک‌پذیری کورتکسی در کورتکس پیش پیشانی خلفی جانبی چپ می‌شود؛ زیرا تحریک الکتریکی مغز به‌ویژه تحریک آندی با دپلاریزه کردن نورون موجب تغییر در سیستم استراحت نورونی شده و منجر به افزایش تحریک‌پذیری این ناحیه می‌گردد. همچنین افزایش تحریک‌پذیری سطح در کورتکس پیشانی به افزایش ره‌اشده دوامین منجر می‌شود که در بهبود مهارت حل مسئله نقش دارد. در نتیجه تحریک الکتریکی مغز با بهبود اثرات تحریکی از قبیل سطح گلو تامات، آمینواسیدهای مرتبط با حافظه کاری، بازیابی و بازشناسی حافظه در فرایند

یادگیری را افزایش می دهد. از طرفی، تحریک ناحیه کرتکس پیشانی خلفی جانبی، به علت عبور جریان الکتریکی و تغییرات غلظت یونی محلی و تغییر عبوری از غشا و تغییرات در یون هیدروژن مثبت، در بهبود حافظه کوتاه مدت، مهارت بینایی-فضایی، کارکرد اجرایی، توجه، دقت، حافظه کاری، آگاهی نسبت به زمان و مکان و توانایی حل مسئله مؤثر است.

با محدودیت های پژوهش حاضر استفاده در دسترس بودن نمونه و مراجعان به کلینیک نارسایی یادگیری و روان پزشکی انتخاب شدند. به دلیل نبود دوره پیگیری در ارزیابی های پس از مداخله، میزان اثربخشی اثرات درمان در بازه های زمانی معین مشخص نشده است؛ بنابراین پیشنهاد می شود در هنگام بررسی مسائل تحصیلی و آموزشی نقش کارکردهای عصب روان شناختی در جریان یادگیری بسیار حائز اهمیت است و این امر می تواند برخی از عوامل را که باعث بروز مشکلات یادگیری می گردند را آشکار سازد و برای پژوهشگرانی که در مورد شکست تحصیلی پژوهش می کنند، حداقل تأثیر نتایج پژوهش ها در عصب روان شناختی این است که نگاهی تازه به روش های تحقیق و آموزش به وجود می آورد. از نظر موضوعی نیز پژوهش هایی که امروز در دانشگاه های معتبر جهان انجام می شود، بیشتر حول کارکردهای مغز است، با این امید که دستاوردهای بشر در زمینه شناخت مغز بتواند در بهره برداری بیشتر و بهتر از مغز، رشد و پرورش ذهن و معالجه اختلالات روانی و تولید الگوهای ایجاد شده از روی مغز مفید واقع شود.

تعارض منافع

نویسندگان اذعان دارند که در این مقاله هیچ گونه تضاد منافی وجود ندارد.

ORCID

Helen Serajian Maralan		http://orcid.org/0000-0002-9721-937X
Shahram Vahedi		http://orcid.org/0000-0001-6573-2294
Gholamreza Chalabianloo		http://orcid.org/0000-0002-3397-4122

منابع

- آقاجانی، سیف‌الله؛ طاهری‌فرد، مینا و عزیزاده گورادل، جابر (۱۳۹۷). اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای (TDCS) بر بهبود کارکردهای شناختی و حل مسئله در دانش‌آموزان. *روان‌شناسی مدرسه و آموزشگاه*، ۷(۴)، ۲۰-۳۸.
- آقای ثابت، سیده سارا؛ بنی‌جمالی، شکوه‌السادات و دهشیری، غلامرضا (۱۳۹۷). اثربخشی دو روش توان‌بخشی شناختی حافظه کاری کلامی و دیداری-فضایی بر بهبود عملکرد ریاضی دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی. *فصلنامه کودکان/استثنایی*، ۱۸(۲)، ۵-۲۲.
- آموزش و پرورش ایالت بریتیش کلمبیا (۱۳۹۴). *اختلالات یادگیری، راهبردهایی برای معلمان*. ترجمه خسروی، معصومه و عبدالحسی نزاده، عباس. سمنان، انتشارات دانشگاه سمنان
- ابراهیمی، علی‌اکبر؛ عابدی، احمد؛ یارمحمدیان، احمد و فرامرز، سالار (۱۳۹۵). اثربخشی برنامه داوسون-گوایر بر کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان پیش‌دبستانی با ناتوانی یادگیری عصب روان‌شناختی/تحولی. *مجله مطالعات ناتوانی*، ۵۳، ۶.
- احمدی، احمد؛ ارجمندنیا، علی‌اکبر؛ عزیزی، محمدپارسا؛ مطیعی، سمیرا (۱۳۹۶). اثربخشی برنامه آموزش کارکردهای اجرایی رایانه محور بر ویژگی‌های شناختی و پیشرفت ریاضی کودکان دارای نارسایی توجه / بیش‌فعالی. *مجله پرستاری کودکان*، ۴(۱)، ۴۳-۵۰.
- احدی، حسن و کاکاوند، علیرضا (۱۳۹۸). *اختلال‌های یادگیری (از نظریه تا عمل)* به همراه راهکارهای عملی جهت رفع مشکلات رایج تحصیلی و یادگیری. نشر ارسباران.
- احمدپناه، محمد و پاکا، دایانا (۱۳۹۶). نارساخوانی؛ مروری بر پژوهش‌های اخیر. *نشریه پژوهش در حیطه‌ی دانش‌آموزان استثنایی*، ۷(۳)، ۳۴۴.
- ارجمندنیا علی‌اکبر، اسبقی مونا، افروز، غلامعلی؛ رحمانیان، مهدیه (۱۳۹۷). تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم از روی جمجمه (tDCS) بر افزایش حافظه‌ی فعال دانش‌آموزان مبتلا به اختلال ریاضی. *ناتوانی‌های یادگیری*. ۲۰(۷)، ۷-۲۵.
- ارغوانی پیرسلامی، مینا؛ موسوی‌نسب، سیدمحمدحسین و خضری‌مقدم، نوشیروان (۱۳۹۶). بررسی اثربخشی توانمندسازی شناختی بر کارکردهای اجرایی (تغییر، به‌روزرسانی و بازداری) دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری. *دوفصلنامه راهبردهای شناختی در یادگیری*، ۵(۸)، ۲۰۵-۲۲۲.

استکی، مهناز؛ عشایری، حسن؛ برجعلی، احمد؛ تبریزی، مصطفی و دلاور، علی (۱۳۸۶). مقایسه اثربخشی دو روش آموزش دو نیمکره مغز و آموزش موسیقی در بهبود عملکرد حساب نارسایی دانش‌آموزان دختر. *دانش‌آموزان استثنایی (پژوهش در حیطه دانش‌آموزان استثنایی)*، ۷(۴)، ۴۲۵-۴۴۸.

اسکندری، سجاد؛ کاکابرایی، کیوان؛ امیری، حسن و حسینی، سیده‌السادات (۱۳۹۸). اثربخشی آموزش حافظه فعال بر بهبود مهارت‌های خواندن، برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی دانش‌آموزان با ناتوانی‌های یادگیری خاص. *فصلنامه علمی، پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی*، ۷(۳)، ۹۹-۱۰۹.

امان‌زاده، آمنه (۱۳۹۴). بررسی اثربخشی آموزش مبتنی بر وب، رایانه و یادگیری سیار بر مهارت تفکر انتقادی و تفکر خلاق دانشجویان دانشگاه‌های استان مازندران. *پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی*، ۳(۹)، ۵۷-۶۷.

باقرپور، ناهیده؛ حبیبی کلیر، رامین و مصرآبادی، جواد (۱۳۹۸). اثربخشی آموزش کارکردهای اجرایی عصب-روان‌شناختی بر فراحافظه، برنامه‌ریزی و حل مسئله دانش‌آموزان با اختلال ریاضی. *فصلنامه روان‌شناسی شناختی*، ۷(۴)، ۷۹-۶۳.

بیرامی، منصور؛ موحدی، یزدان و احمدی، اسماعیل (۱۳۹۶). تأثیر بزاتوانی شناختی بر عملکرد توجه-متمرکز-پراکنده و حافظه کاری در دانش‌آموزان با ناتوانی یادگیری ریاضی و خواندن. *فصلنامه علمی پژوهشی عصب روان‌شناسی*، ۳(۸)، ۹.

پوشنه، کامبیز؛ شریفی، علی و معتمدیگانه، نگین (۱۳۹۴). اثربخشی مداخله بازتوانی شناختی رایانه محور بر کارکردهای اجرایی و عملکرد حافظه فعال دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی. *روانشناسی افراد استثنایی*، ۵(۲۰)، ۱۴۱-۱۵۹.

تعویقی، میترا؛ کاکاوند، علیرضا و حکمی، محمد (۱۳۹۲). اثربخشی آموزش گروهی مهارت حل مسئله بر افزایش تحمل ابهام در نوجوانان. *مجله علوم رفتاری*، ۷(۴)، ۳۶۳-۳۷۱.

حیدری صوفیانی، زهرا؛ عباسی، لیلا؛ انامی، فاطمه و موسوی، غزاله (۱۳۹۹). کارکردهای مغز و عملکرد آن در اختلالات یادگیری. *هشتمین کنفرانس ملی توسعه پایدار در علوم تربیتی و روانشناسی، مطالعات اجتماعی و فرهنگی، تهران*.

تأثیر مداخله عصب روان‌شناختی با و بدون تحریک الکتریکی مغز...؛ سراجیان مارالان و همکاران | ۱۰۱

خاکساربلداجی، محمدعلی؛ عبدالحی، محمدحسین؛ کدیور، پروین؛ حسن آبادی، حمیدرضا و ارجمندنیا، علی اکبر (۱۳۹۷). اثربخشی مداخلات آموزشی شناختی، رایانه‌ای حافظه فعال بر توجه، کنترل پاسخ و مؤلفه مجری مرکزی حافظه فعال در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری خاص. *شناخت اجتماعی*، ۷(۲)، ۱۷۳-۱۸۶.

دهقانی، یوسف و حکمتیان فرد، صادق (۱۳۹۸). اثربخشی آموزش کارکردهای اجرایی بر عملکرد توجه و بازداری پاسخ در دانش‌آموزان دارای اختلال ریاضی. *روان‌شناسی افراد استثنایی*، ۹(۳۴)، ۱۳۷-۱۵۸.

رشیدی، اعظم؛ فرامرزی، سالار و شمسی، عبدالحسین (۱۳۹۸). فرا تحلیل اثربخشی مداخلات عصب روان‌شناختی بر بهبود عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان با اختلالات یادگیری ویژه. *مجله روان‌شناسی و روان‌پزشکی شناخت*، ۶(۶)، ۱۲۵-۱۴۰.

زارع، حسین؛ چرامی، فاطمه و شریفی، علی اکبر (۱۳۹۹). اثربخشی توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای بر حافظه کاری و انعطاف‌پذیری شناختی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری. *دوفصلنامه راهبردهای شناختی در یادگیری*، ۸(۱۵)، ۱-۱۸.

زمستانی، مهدی و سلیمانی، سروه (۱۳۹۸). مقایسه اثربخشی دو روش تحریک الکتریکی مستقیم فراقشری مغز (tDCS) و بازی‌درمانی بر بهبود توجه و عملکرد روانی-حرکتی دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری: مطالعه نیمه تجربی. *مجله مطالعات علوم پزشکی*، ۳۰(۳)، ۱۸۶-۱۷۴.

زهی، رحمت؛ زرگر، مطهره؛ خمر، محبوبه و قادری، الهام (۱۳۹۸). بررسی علت اختلال یادگیری دانش‌آموزان در درس ریاضی. *چهارمین کنفرانس بین‌المللی دستاوردهای نوین پژوهشی در علوم اجتماعی، علوم تربیتی و روانشناسی، اصفهان*
سعدی، زهرا (۱۳۹۶). *اختلالات یادگیری دانش‌آموزان (خواندن، نوشتن، ریاضی)*. تهران: انتشارات سیادت

سلطانی کوهبنانی، سکینه؛ زارع نژاد، سمیه؛ سلطانی کوهبنانی، محمدحسین و باذری، کبری (۱۳۹۷). بررسی ویژگی‌های روان‌سنجی پرسشنامه نقائص کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان و نوجوانان بارکلی. *روان‌شناسی افراد استثنایی*، ۸(۳۰)، ۱۹-۴۵.

شکوهی یکتا، محسن و پرند، اکرم (۱۳۹۹). *ناتوانی‌های یادگیری*. تهران: نشر تیمورزاده.

صدری دمیرچی، اسماعیل؛ غلامی، سمیرا و مجرد، آرزو. (۱۳۹۹). مقایسه سبک‌های اسنادی و اجتناب شناختی در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری خاص و دانش‌آموزان عادی.

ناتوانی‌های یادگیری، ۹(۴)، ۷۳-۸۸.

عابدی، احمد (۱۳۹۶). *هنجاریابی مقدماتی و اثربخشی مداخلات زود هنگام بر توانبخشی کودکان با ناتوانی‌های یادگیری عصب روان‌شناختی/تحوالی پیش از دبستان*. پایان‌نامه دکتری، دانشگاه اصفهان.

عابدی، احمد (۱۳۹۲). اثر مداخلات عصب روان‌شناختی بر بهبود عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دچار ناتوانی‌های یادگیری. *تازه‌های علوم شناختی*، ۱۲(۱)، ۱-۶.

عبداللهی، محمدحسین؛ حسن‌آبادی، حمیدرضا و سمیعی سنجانی، منا (۱۳۹۴). تأثیر تحریک مغز از روی مجموعه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (TDCS) بر کارکردهای مغزی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه خوارزمی.

کرک، ساموئل الگزاندر و چالفنت، جیمز (۱۳۹۱). *اختلالات یادگیری تحولی و تحصیلی*. ترجمه، رونقی، سیمین؛ خانجانی، زینب و وثوقی رهبری، مهین. تهران: نشر آموزش و پرورش استثنایی.

مارنات، گری گراث (۱۳۹۸). *راهنمای سنجش روانی*. ترجمه پاشا شریفی، حسن و نیکخو، محمدرضا، تهران: نشر سخن.

مقدم، مریم و ضرابی مقدم، زینب (۱۳۹۶). بررسی هوش غیر کلامی در دانش‌آموزان مبتلا به اختلالات یادگیری و دانش‌آموزان عادی سنین ۷ تا ۱۰ سال شهر مشهد. کنفرانس بین‌المللی روانشناسی، مشاوره، تعلیم و تربیت، مشهد.

میرزاخانی، نوید؛ پورجبار، نسیم؛ رضایی، مهدی؛ دیباج نیا، پروین و اکبرزاده باغبان، علیرضا (۱۳۹۵). بررسی تأثیر بازی ساختار یافته بر عملکرد اجرایی دانش‌آموزان اتیسم با عملکرد بالا ۵-۱۲ سال. *دوماهنامه علمی-پژوهشی طب توانبخشی*، ۵(۳)، ۳۵-۴۷.

یعقوبی، حسن؛ واقف، لادن و عبادی، معصومه (۱۳۹۵). بررسی کارکردهای اجرایی در دانش‌آموزان با اختلالات یادگیری، سومین همایش ملی راهکارهای توسعه و ترویج علوم تربیتی روانشناسی، مشاوره و آموزش در ایران.

References

- Alloway, T.P. & Ledwon, F. (2014). working memory and sentence veal in childre. *Internation Jornal of Educational research*, 65, 1-8
- Alloway, T. P., Alloway, R. G. (2014). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology* 106, 2–20
- American psychiatric Association. (2017). *Diagnostic and statistical Manual Disorders. DSM - Fifth Edition*.
- Axelrod, V.; Rees, G.; Lavidor, M.; Bar, M. (2015). Increasing propensity to mind-wander with transcranial direct current stimulation. *Proc. National Academy of Sciences*, 112, 3314–3319
- Baddeley, A. (2013). Exploring the central executive. *The quarterly journal of experimental psychology section*, 49(1), 5-28
- Barkley, R.A. (2012). *Barkley Deficits in Executive functioning scale children and adolescents (BDEFS-CA)*. NEW York: Guilford Press
- Barkley, R. A. (1997). *ADHD and the nature of self-control*. New York: Guilford.
- Bardi, L.; Kanai, R.; Mapelli, D.; Walsh, V. (2013). Direct current stimulation (tDCS) reveals parietal asymmetry in local/global and salience-based selection. *Cortex*, 49, 850–860.
- Cherrier, S. Le-Roux, P.Y. Marie Gerard, F. (2020). Impact of a neuroscience intervention (NeuroStratE) on the school performance of high school students: Academic achievement, self-knowledge and autonomy through a metacognitive approach. *Trends in Neuroscience and Education*, 18, 100-125
- D'Amico, A. Guarnera, M. (2015). Exploring working memory in children with low arithmetical achievement. *Learning & Individual Differences*, 15, 189-202.
- Demirel, M. Derman, I. & Karagedik, E. (2015). A Study on the Relationship between Reflective Thinking Skills towards Problem Solving and Attitudes towards Mathematics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 197, 2086-2096.
- Fernanda Ochoa Cardona, M. & Quintanar Rojas, L. (2018). *Effects of Neuropsychological Intervention in a Child with Functional Deficit in Programming and Control*. The Fifth International Luria Memorial Congress
- Feesera M, Prehn K, Kazzer P, Mungee A, Bajbouj M. (2014). Transcranial direct current stimulation enhances cognitive control during emotion regulation. *Brain Stimulation*, 7(1): 105-12
- Filmer, H.L.; Dux, P.E.; Mattingley, J.B. (2018). Applications of transcranial direct current stimulation for understanding brain function. *Trends Neurosci*. 37, 742–753

- Fulbright, R. K. Jenner, A. R. Mencl, W. E. Pugh, K. R. Shaywitz, B. A. Shaywitz, S. E. Jack, M. Fletcher. Lynn, S. Fuchs. and Marcia, A. Barnes. (2014). *Learning Disabilities From Identification to Intervention*. New York: A Division of Guilford
- Fletcher, J. M. & Grigorenko, E. L. (2017). Neuropsychology of Learning Disabilities: The Past and the Future. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 23(9-10), 930–940. <https://doi.org/10.1017/S1355617717001084>
- Flöel, A. (2014). tDCS-enhanced motor and cognitive function in neurological diseases. *Neuroimage*, 85, 934-947
- Geary, D.C. (2013). Early foundations for mathematics Learning and their relations to learning disabilities. *Current Directions in Psychological Science*, 22(1), 23-27.
- Geary, D.C. (2010). Mathematical disabilities: Reflections on cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 130-133
- Geary, D.C.; Hoard, M.K.; Nugent, L. & Bailey, D.H. (2012). Mathematical cognition deficits in children Learning disabilities and persistent Low achievement: A five – year prospective study. *Journal of Educational Psychology*. 104(1), 206- 223
- Hall, T. E. Hughes, C. A. Filbert, M. (2015). Computer assisted instruction in reading for student with learning disabilities: a research synthesis. *Education and Treatment Children*, 32, 173-193
- Holmes, J., Woolgar, F., Hampshire, A., & Gathercole, S. E. (2019). Are working memory training effects paradigm-specific?. *Frontiers in psychology*, 10, 1103.
- Korkman, M. & Hakkinen-Rihu, P. (2010). A new classification of diamond clinic-referred children. *Journal of Abnormal Children Psychology*, 11(18), 29-45.
- Korkman, M. (1988). NEPSY. *A proposed neuropsychological test battery for young developmentally disabled children: Theory and evaluation*. Academic dissertation. University of Helsinki
- Meltzer, L. (2017). *Executive function in education: From theory to practice*. New York: Guilford Press
- Ngang, T. K. Nair, S. & Prachak, B. (2014). Developing instruments to measure thinking skills and problem solving skills among Malaysian primary school pupils. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 3760-3764.
- Polania, R., Kuo, M. F., & Nitsche, M. A. (2021). *Physiology of Transcranial Direct and Alternating Current Stimulation*. In *Transcranial Direct Current Stimulation in Neuropsychiatric Disorders*, Springer, Cham.

- Rudkin, S. J., Pearson, D. G., Logie, R. H. (2007). Executive processes in visual and spatial working memory tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(1): 79-100
- San-juan D, Morales-Quezada L, Garduño AJ, Alonso-Vanegas M, Fernández MF, López DA, et al. (2015). Transcranial direct current stimulation in epilepsy. *Brain Stimul*, 8(3), 455-64
- Seidman, L.J. (2013). Neuropsychological functioning in people with ADHD across the lifespan. *Clinical Psychology Review*, 26, 466-485
- Strid, K., Heimann, M., Tjus, T. (2010). Attention in cognition. *Early learning international encyclopedia of education*, 165-71
- Thair, H.; Holloway, A.L.; Newport, R.; Smith, A.D. (2017). Transcranial direct current stimulation (tDCS): A beginner's guide for design and implementation. *Front. Neuroscience*. 11, 641
- Thompson, T. W., Waskom, M. L., Garel, K. L. A., Cardenas-Iniguez, C., Reynolds, G. O., Winter, R., ... & Gabrieli, J. D. (2013). Failure of working memory training to enhance cognition or intelligence. *PloS one*, 8(5), e63614.

استناد به این مقاله: سراجیان مارالان، هلن، واحدی، شهرام، چلیانلو، غلامرضا. (۱۴۰۳). تأثیر مداخله عصب روان‌شناختی با و بدون تحریک الکتریکی مغز بر کارکردهای اجرایی و حل مسئله ریاضی در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ریاضی، *روان‌شناسی افراد استثنایی*، ۱۴(۵۶)، ۶۹-۱۰۵. DOI: 10.22054/jpe.2023.70629.2505



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