Quarterly Journal of
Child Mental Health
Vol. 10, No. 4, Winter 2024

Research Paper

The Effectiveness of Direct Current Transcranial Brain Stimulation and Cognitive Rehabilitation on Working Memory and Reading Efficacy of Students with Dyslexia

Hamed Sarhangpour[1], Fereshteh Baezzat[*2], Vahid Nejati[3], Soheila Hashemi[4]

1. Ph.D. Student of Educational Psychology, Faculty of Humanities and Social Studies, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
2. Associate Professor, Department of Psychology, Faculty of Humanities and Social Studies, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
3. Professor, Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
4. Professor, Department of Psychology, Faculty of Humanities and Social Studies, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

Citation: Sarhangpour H, Baezzat F, Nejati V, Hashemi S. The effectiveness of direct current transcranial brain stimulation and cognitive rehabilitation on working memory and reading efficacy of students with dyslexia. J Child Ment Health. 2024; 10 (4):126-140.

URL: http://childmentalhealth.ir/article-1-1236-en.html

10.61186/jcmh.10.4.10

ARTICLEINFO

Keywords:
Transcranial electrical stimulation of the brain, cognitive rehabilitation, working memory, reading efficiency, dyslexia

Received: 1 Feb 2022
Accepted: 24 Apr 2024
Available: 24 Apr 2024

ABSTRACT

Background and Purpose: Dyslexia as the most common specific learning disorder is related to working memory deficiency. In this research, the effectiveness of transcranial electrical stimulation of the brain (real and sham) combined with Attentive Rehabilitation of Attention and memory (ARAM) on working memory and reading efficiency in students with dyslexia was investigated.

Method: This research was a quasi-experimental study with a pre-test and post-test design and the study population includes all students with dyslexia aged 8-12 years old in north of Iran (Babol). Among them, 22 students were selected and randomly placed in two experimental groups (11 students in each group). After performing the pre-tests, the first experimental group was exposed to real electrical stimulation combined with ARAM and the second group was exposed to sham electrical stimulation combined with ARAM (for 12 sessions of 60 minutes). Working Memory Test for Children (WMTC) (Arjamandinia, 2016) was used to evaluate the working memory of students with dyslexia, and NEMA reading and dyslexia test (Moradi et al., 2016) was used to measure reading efficiency. The analysis of covariance was used to analyze the data.

Results: Statistical analysis showed that the increase in working memory scores and reading efficiency in the first experimental group was significantly higher than the second experimental group ($P<0.05$).

Conclusion: Based on the findings, it can be concluded that the method of real electrical stimulation combined with ARAM was more effective compared to sham electrical stimulation method combined with ARAM. Therefore, based on the results of this research, it can be suggested to specialists of learning disorders to use the mentioned method in order to improve working memory and reading efficiency of students with dyslexia.

* **Corresponding author:** Fereshteh Baezzat, Associate Professor, Department of Psychology, Faculty of Humanities and Social Studies, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
E-mail: Baezzat12@gmail.com
Tel: (+98) 1135303000

2476-5740/ © 2024 The Authors. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Extended Abstract

Introduction

Dyslexia is one of the most common categories of specific learning disorders, characterized by neurodevelopmental origins, and its existence cannot solely be attributed to a lack of learning opportunities or inadequate education (1). Dyslexia is a defined learning difficulty that affects precise and fluent reading skills, manifesting as difficulties in accurate word recognition, phonological abilities, and weak decoding skills (2).

Based on research, one of the fundamental challenges in students with dyslexia is the deficiencies in working memory (4). Working memory is a cognitive system that temporarily stores and processes data (5). This study adopts Baddeley's perspective on working memory (6). Research findings indicate that efforts to reduce working memory deficits can reduce symptoms of dyslexia (7, 8).

Among the effective methods for students with dyslexia are cognitive rehabilitation and brain electrical stimulation, both utilized in this study (10). Electrical brain stimulation is a non-invasive technique for modulating brain excitability thresholds by introducing weak electrical currents into the cerebral cortex, thereby facilitating or inhibiting neural activities to modify brain function (11, 12). Another effective intervention for students with dyslexia is using cognitive rehabilitation programs (29). Cognitive rehabilitation is a systematic cognitive-behavioral therapy based on assessing and understanding cognitive-behavioral impairments (29-32). This study employed the Attentive Rehabilitation of Attention and Memory (ARAM) package to enhance working memory functions. Previous research has highlighted the effectiveness of combining brain electrical stimulation and cognitive rehabilitation in various groups (10, 13, 36-38).

This study investigates the effectiveness of the combined brain electrical stimulation and cognitive rehabilitation approach in enhancing working memory and reading efficiency in students with dyslexia.

Method

The current research adopts a pretest-posttest design regarding its applied objectives and quasi-experimental approach. The study's statistical population consisted of all students with dyslexia aged 8 to 12 in one of Iran's northern cities in 2020. A total of 22 students with dyslexia were purposively selected by visiting public schools and were randomly assigned to the first experimental group (real electrical stimulation with cognitive rehabilitation) and the second experimental group (sham electrical stimulation with cognitive rehabilitation). To assess cognitive abilities as an entry variable into the research, Raven's Colored Progressive Matrices test for children was utilized (40). Reading abilities were assessed using the Reading and Dyslexia Test (NEMA) (42), and working memory in students with dyslexia was examined using the Working Memory Test for Children (WMTC) (43). These tests were developed in Iran and normalized for the Iranian population.

The selected current intensity for electrical stimulation was one milliampere, with a duration of fifteen minutes, targeting the dorsolateral prefrontal cortex area (DLPFC), and the cathode electrode was placed on the right arm (17). The second intervention method involved using ARAM. This software was designed based on the principles of cognitive rehabilitation (33). In the first group, students received real brain electrical stimulation concurrently with ARAM. This was achieved by applying electrical stimulation to the brain for a specified period (15 minutes) while simultaneously engaging in cognitive rehabilitation (lasting 45 minutes). In the second group, students received sham electrical stimulation alongside ARAM with a scheduling pattern similar to the first group. Ultimately, the data obtained were analyzed through covariance analysis using SPSS 26.

Results

The mean age of students with dyslexia in the ARAM-only group (1.61 ± 9.00 years) and the combined ARAM and electrical stimulation group (1.19 ± 9.27 years) was calculated. In terms of working memory scores, the average scores of phonological loop, visuospatial sketchpad, and central executive in the first experimental group in the pre-test phase were equal to 81.00, 73.72, and 75.81 respectively, and in the post-test phase, respectively was 82/63, 81/83 and 80/81. These averages for the second experimental group were 78.18, 71.00 and 79.27 in the pre-test stage and 99.81, 86.63 and 95.81 in the post-test stage, respectively.

In the reading efficiency scores, the average scores of the components of reading words, word chaining, sound deletion, non-word reading and category ques in the first experimental group in the pre-test stage were 53.00, 5.36, 18.63 and 15.45, respectively and in the post-test stage they were equal to 59.09, 5.90, 6.72, 23.00 and 19.54 respectively. These averages for the second experimental group were equal to 75.09, 5.00, 6.09, 21.90 and 19.90 in the pre-test stage and in the post-test stage they were 88.63, 9.72, 10.00, 23.18 and 28.36, respectively. In other components of reading efficiency, no significant difference was observed between the two groups.

A one-way covariance (ANCOVA) analysis was employed while adhering to the assumptions to compare the two groups at the inferential level. Statistical results indicated a significant group effect on the composite components of reading efficiency for students with dyslexia in the post-test phase ($\Delta\eta^2 = 0.026$, $p = 0.955$, $F(1, 10) = 1.10$). Therefore, it can be stated that there was a significant difference in the adjusted mean scores of reading efficiency components in the post-test phase between the first and second groups, with 33.2% of the observed difference in the mean reading efficiency components attributed to the effect of the intervention. Considering the pre-test scores, the utilization of two intervention methods led to a significant difference between the experimental groups in reading components such as word reading, word chaining, sound deletion, non-word reading, and phoneme awareness (*p*

< 0.05, effect sizes for word reading 40.6%, word chaining 44.2%, sound deletion 43%, non-word reading 46.3%, and phoneme awareness 58.8%). Therefore, the first experimental group (real electrical stimulation with the ARAM package) was more effective than the second experimental group in improving the reading components of words, word chaining, sound deletion, non-word reading, and phoneme awareness in students with dyslexia. However, a significant difference in the effectiveness of the experimental groups in the post-test phase was not observed in the components of rhyme, picture naming, text comprehension, word comprehension, and symbol concept at the 0.05 significance level ($p > 0.05$).

Conclusion

This research was aimed to compare the effectiveness of two intervention methods, real electrical stimulation with cognitive rehabilitation and sham electrical stimulation with rehabilitation, on working memory and reading efficiency in students with dyslexia. The results of the covariance analysis indicated that the first experimental method was more effective than the second.

The results of the study showed that real electrical stimulation with cognitive rehabilitation was more effective than sham electrical stimulation with cognitive rehabilitation in the working memory variables. These findings can be explained by the fact that real electrical stimulation in the dorsolateral prefrontal cortex region stimulates the areas of the brain related to the phonological loop-cognitive and central executive, which is consistent with the research of Richmond et al. (11) and Seo et al. (12).

Furthermore, the results showed that real electrical stimulation with cognitive rehabilitation was more effective than sham electrical stimulation with cognitive rehabilitation in participants' reading efficacy in some aspects. Explaining the differences between the sub-scales in the two experimental groups, it can be said that as cognitive effort in reading increases, the activity of the left hemisphere also increases significantly. Therefore, reading-related activities that specifically involve the left hemisphere received a more significant effect from the intervention process, while sub-tests that required more activity from both hemispheres received a lesser effect from the intervention. This finding aligns with Yang et al.'s research (16).

In conclusion, this finding likely reflects synaptic plasticity changes in the brain's neural network underlying reading, indicating that electrical stimulation combined with cognitive intervention is more effective in improving reading. In other words, combining brain electrical stimulation with tasks to enhance working memory and reading likely associates the increased synaptic plasticity due to electrical stimulation with a specific activity (in this case, reading effort), which facilitates synaptic plasticity.

Among the critical limitations of this study were limited access to samples, the number of montages, and the type of stimulation. It is recommended that this combined method be implemented with different montages and different current delivery methods, and the data obtained at the end of the intervention should be examined for the stability of the intervention effect through 3- and 6-month follow-ups.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: This article is based on the doctoral thesis of the first author in educational psychology at Mazandaran University. The scientific license for this study was granted by Mazandaran University in a letter dated September 18, 2018, with reference number 1397062722, and the executive license for the study on sample individuals was issued by the Education and Training Department of Babol on May 13, 2019, with reference number 26.1398022322/S. This research has an ethics code of IR.UMZ.REC.1397.047 issued by Mazandaran University. In addition, ethical considerations as outlined in the American Psychological Association's publication guidelines and the ethical codes of the Iranian Psychological Association, such as confidentiality, data privacy, and obtaining written consent from sample individuals, were followed in this research.

Funding: Part of the necessary budget for conducting this study in the city of Babol was provided with the support of the Cognitive Sciences and Technologies Development Office.

Authors' contribution: This article is based on the first author's doctoral thesis. The second and third authors served as the first and second supervisors, and the fourth was the academic advisor in this research.

Conflict of Interest: The execution of this research did not result in any conflicts of interest for the authors, and the results were reported transparently and without bias.

Acknowledgments: The authors would like to express their gratitude and appreciation to all the sample individuals, their parents, school principals and teachers, and the officials of the Babol Education and Training Department, as well as the centers for learning disabilities, for their assistance in conducting this research.

مقاله پژوهشی

اثربخشی ترکیبی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز و توانبخشی شناختی بر ابعاد حافظه فعال و کارآمدی خواندن دانش‌آموزان نارساخوان

حامد سرهنگ‌پور[۱]، فرشته باعزت[۲*]، وحید نجاتی[۳]، سهیلا هاشمی[۴]

۱. دانشجوی دکترای تخصصی روان‌شناسی تربیتی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

۲. دانشیار، گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

۳. استاد، گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۴. استاد، گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

مشخصات مقاله

کلیدواژه‌ها:
تحریک الکتریکی فراجمجمه ای مغز، توانبخشی شناختی، حافظه فعال، کارآمدی خواندن، نارساخوانی

دریافت شده: ۱۴۰۰/۱۱/۱۲
پذیرفته شده: ۱۴۰۳/۰۲/۰۵
منتشر شده: ۱۴۰۳/۰۲/۰۵

چکیده

زمینه و هدف: نارساخوانی به‌عنوان شایع‌ترین اختلال یادگیری خاص با نارسایی حافظه فعال مرتبط است. این پژوهش با هدف تقویت حافظه فعال و کاهش علائم نارساخوانی در دانش‌آموزان نارساخوان از طریق تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز (به شکل واقعی و ساختگی) همراه با بسته توانبخشی هوشمند توجه و حافظه آرام انجام شده است.

روش: پژوهش از نوع شبه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود و جامعه آماری شامل تمامی دانش‌آموزان نارساخوان ۸ الی ۱۲ ساله شهرستان بابل در سال ۱۳۹۹ بود. از جامعه مذکور ۲۲ دانش‌آموز با روش نمونه‌گیری هدفمند، انتخاب و به شکل تصادفی در دو گروه آزمایشی (هر گروه ۱۱ نفر) جایدهی شدند. پس از اجرای پیش‌آزمون‌ها، گروه آزمایشی یکم در معرض تحریک الکتریکی واقعی همراه با بسته آرام و گروه دوم در معرض تحریک الکتریکی ساختگی همراه با بسته آرام قرار گرفتند (به مدت ۱۲ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای). برای ارزیابی حافظه فعال دانش‌آموزان نارساخوان از آزمون حاف‌بک (ارجمندی‌نیا، ۲۰۱۷) و برای سنجش کارآمدی خواندن از آزمون خواندن و نارساخوانی نما (مرادی و همکاران، ۲۰۱۶) استفاده شد و برای تحلیل داده‌ها از آزمون آماری تحلیل کوواریانس استفاده شد.

یافته‌ها: تحلیل‌های آماری نشان داد افزایش نمرات حافظه فعال ($P<۰/۰۵$) و کارآمدی خواندن ($P<۰/۰۵$) در گروه آزمایشی یکم به میزان معناداری بیشتر از گروه آزمایشی دوم بود.

نتیجه‌گیری: بر اساس یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت روش تحریک الکتریکی واقعی همراه با بسته‌آرام در مقایسه با روش تحریک الکتریکی ساختگی همراه با بسته آرام اثربخش‌تر بود. بنابراین بر مبنای نتایج این پژوهش می‌توان به متخصصان اختلالات یادگیری خاص پیشنهاد کرد که از روش مذکور در جهت بهبود حافظه فعال وتقویت کارآمدی خواندن دانش‌آموزان نارساخوان استفاده کنند.

* **نویسنده مسئول:** فرشته باعزت، دانشیار، گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

رایانامه: Baezzat12@gmail.com

تلفن: ۰۱۱-۳۵۳۰۳۰۰۰

مقدمه

نارساخوانی[1] یکی از شایع‌ترین طبقات اختلال‌های یادگیری خاص[2] است که منشأ عصب- تحولی دارد و وجود آن را نمی‌توان صرفاً پیامد نبود فرصت یادگیری یا آموزش نامناسب دانست (۱). مطابق با تعریف انجمن نارساخوانی انگلستان[3] نارساخوانی، یک مشکل یادگیری است که بر مهارت‌های مربوط به خواندن دقیق و روان کلمات تأثیر می‌گذارد و با مشکلات در بازشناسی روان و دقیق کلمه، توانایی‌های هجی‌کردن، و رمزگشایی ضعیف تعریف می‌شود؛ این مشکلات به شکل دامنه‌ای از رفتار یا نشانه‌های قابل مشاهده آشکار می‌شوند و مداوم هستند (۲). بر مبنای نسخه پنجم راهنمای ملاک‌های تشخیصی و آماری اختلال‌های روانی[4]، از جمله نشانه‌های نارساخوانی، نارسایی در آگاهی واج‌شناختی[5] (درک اینکه زبان گفتاری از واج‌ها تشکیل شده است)، مشکلات رمزگشایی[6] (عدم تشخیص جهت حرکت خواندن، رابطه صدا-علامت، ترکیب و خودکاری)، مشکلات روان‌خوانی[7] (عدم سرعت، دقت و بیان)، خطاهای واقعی (از قبیل خطاهای مربوط به حذف‌ها، وارونه سازی و جابجایی حروف و هجاها)، مشکلات درک مطلب[8] (نحو، معناشناسی) و انزجار از یادگیری خواندن[9] است (۳).

بر مبنای پژوهش‌ها یکی از مشکلات اساسی دانش‌آموزان نارساخوان نارسایی در حافظه فعال[10] است. (۴). حافظه فعال به سامانه‌ای ذهنی گفته می‌شود که همچون یک میز کار، وظیفه نگهداری و پردازش موقت داده‌ها را جهت اجرای عملکردهای پیچیده و تکالیف شناختی مانند فهمیدن، استدلال کردن، و یادگیری برعهده دارد (۵). این پژوهش از دیدگاه بادلی[11] استفاده کرده است و به اعتقاد وی حافظه فعال از چهار مؤلفه مجری مرکزی[12]، حلقه واج شناختی[13]، صفحه ثبت دیداری-فضایی[14]، و انباره رویدادی[15] تشکیل شده است (۶). نتایج پژوهش‌ها بیانگر این است که دانش‌آموزان نارساخوان، حافظه فعال ضعیف‌تری نسبت به سایر دانش‌آموزان دارند و تلاش برای کاهش نارسایی‌های حافظه فعال می‌تواند منجر به کاهش علائم نارساخوانی شود (۷، ۸). لازم به ذکر است مطابق با آخرین یافته‌ها از کارکرد مغز انسان، تفاوت‌های فردی در ظرفیت حافظه فعال به عملکرد قشر پیش‌پیشانی جانبی[16] نسبت داده شده است (۹).

نتایج پژوهش‌ها همچنین نشان می‌دهد که روش‌های توانبخشی متعددی برای بهبود حافظه فعال و کارآمدی خواندن دانش‌آموزان نارساخوان وجود دارد. از جمله روش‌هایی که اخیراً به نظر می‌رسد برای دانش‌آموزان نارساخوان مؤثر بوده است توانبخشی شناختی[17] و تحریک الکتریکی مغز[18] است که در این پژوهش استفاده شد (۱۰). تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز[19] به عنوان روشی کم‌هزینه و سهل‌الوصول برای تقویت حافظه فعال استفاده می‌شود که به سرعت در حال رشد است (۱۱-۱۶). این روش، یک روش غیرتهاجمی[20] برای ایجاد تغییرات در آستانه تحریک‌پذیری مغزی است که به وسیله دو یا چند الکترود و از طریق پوست سر جریان الکتریکی ضعیفی را به قشر مغز وارد می‌کند و موجب تسهیل یا بازداری فعالیت‌های عصبی مغز می‌شود تا عملکرد مغز را تغییر دهد (۱۷، ۱۸) در طی دو دهه گذشته این روش به طور تصاعدی در انسان برای مطالعه و اصلاح فیزیولوژی مغز و برای بهبود علائم در جمعیت‌های بالینی به کار گرفته شده است (۱۹-۲۲). تعداد مطالعات موجود در جامعه کودکان و نوجوانان در مقایسه با بزرگسالان تا سال ۲۰۱۶ محدود بود (۲۳)؛ اما پس از آن با اطمینان بیشتر از نبود عوارض جانبی جدی، مطالعات بیشتری در این گروه انجام شده است (۲۴). در اختلالات روانپز شکی کودکان، تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز بیشتر در زمینه اختلالات عصبی تحولی مانند اختلال نارسایی توجه/فزون‌کنشی[21] کاربرد داشته است (۲۵). هرچند مطالعات بر روی کاربرد این روش در نارساخوانی هنوز محدود هستند، اما در مجموع شواهد

1. Dyslexia
2. Special learning disorders
3. British Dyslexia Association
4. Diagnostical and statistical manual for mental disorders – the fifth edition
5. Phonological awareness
6. Decoding
7. Fluency
8. Reading comprehension
9. Aversion to learning to read
10. Working memory
11. Baddeley
12. Central executive
13. Phonological loop
14. Visuospatial sketchpad
15. Episodic buffer
16. Dorsolateral Prefrontal Cortex (DLPFC)
17. Cognitive rehabilitation
18. Electric brain stimulation
19. Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS)
20. Non-invasive
21. Attention deficit hyperactivity disorder

پژوهشی و بالینی در مطالعات مختلف نشان می‌دهد که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز پتانسیل درمانی لازم را در نارساخوانی دوران کودکی و نوجوانی دارد (۲۶-۲۸).

از دیگر درمان‌های مؤثر برای دانش‌آموزان نارساخوان استفاده از روی‌آورد بازتوانی نارسایی‌های شناختی با استفاده از برنامه‌های توانبخشی شناختی است (۲۹). توانبخشی شناختی را درمان شناختی نظام‌مند مبتنی بر عملکرد تعریف کرده‌اند که بر پایه ارزیابی و فهم نقایص رفتاری-مغزی استوار است. این نوع درمان در جهت دستیابی به تغییرات عملکردی از روش‌هایی مانند استحکام، تقویت و بازسازی الگوهای رفتاری آموخته شده، تثبیت الگوهای جدید، فعالیت شناختی و جبران فعالیت سیستم عصبی آسیب دیده، استفاده می‌کنند (۲۹-۳۲). در این پژوهش از *برنامه توان‌بخشی شناختی توجه و حافظه*[1] *(آرام)* که با هدف تقویت عملکرد حافظه فعال طراحی شد، استفاده شده است. این بسته، برنامه‌ای نرم‌افزاری با هدف ارتقای پردازش کارکردهای اجرایی[2] در افراد دارای مشکلات عصب شناختی است و اثربخشی آن در طیف وسیعی از اختلال‌های شناختی بررسی شده است. این برنامه شامل گروهی از تکالیف سلسله‌مراتبی سازمان‌دهی شده است که ابعاد مختلف حافظه فعال را تقویت می‌کند (۳۳). مطالعات پیشین انجام شده بر روی بسته نرم‌افزاری آرام حاکی از اثربخش بودن آن در تقویت حافظه فعال در گروه مطالعه شده است (۲۹-۳۱، ۳۳-۳۵). از سوی دیگر پیشینه پژوهش‌ها به اثربخشی ترکیب تحریک الکتریکی مغز و توانبخشی شناختی در گروه‌های مختلف اشاره کرده‌اند (۱۰، ۱۳، ۳۶-۳۸). بر مبنای پیشینه پژوهشی اشاره شده، آنچه در این پژوهش بررسی شده است بررسی اثر ترکیبی تحریک الکتریکی مغز با مونتاژ بهینه شناخته شده برای تقویت حافظه فعال (تحریک آندی[3] در ناحیه قشر پیش پیشانی جانبی چپ) با توانبخشی شناختی است. به بیان دیگر، هدف این پژوهش مقایسه اثربخشی دو روش توانبخشی شناختی با و بدون تحریک الکتریکی مغز برای تقویت حافظه فعال و کارآمدی خواندن دانش‌آموزان نارساخوان است.

روش

(الف) طرح پژوهش و شرکت کنندگان: پژوهش حاضر، از نظر هدف کاربردی و از لحاظ روش شبه‌تجربی از نوع طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون است. طرح این پژوهش از نوع مقایسه روش مداخله‌ای جدید با گروه کنترل از نوع روش مداخله‌ای مورد پذیرش است (۳۹). جامعه آماری پژوهش را تمامی دانش‌آموزان ۸ الی ۱۲ سال نارساخوان شهرستان بابل در سال ۱۳۹۹ تشکیل می‌دهند. ۲۲ دانش‌آموز نارساخوان پس از مراجعه به مدارس دولتی شهرستان بابل و اجرای آزمون‌های تشخیصی اختلال خواندن و هوشی به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند و به شکل تصادفی در گروه‌آزمایشی یکم (تحریک الکتریکی واقعی و بسته آرام) و گروه آزمایشی دوم (تحریک الکتریکی ساختگی و بسته آرام) قرار گرفتند. ملاک‌های ورود به پژوهش شامل داشتن هوشبهر بهنجار، راست دست بودن، و رضایت آزمودنی و والدین بودند. ملاک‌های خروج از مطالعه نیز شامل ابتلا به اختلال‌های سلوک، نارسایی توجه/فزون‌کنشی، وجود سابقه بیماری‌های خاص مغزی مانند صرع در کودک یا والدین بود.

(ب) ابزار

۱. آزمون ماتریس‌های پیشرونده رنگی ریون کودکان[4]*: این نسخه از آزمون* ریون در سال ۱۹۴۹ برای اولین بار در اسکاتلند معرفی و استاندارد شد (۴۰). این آزمون یک آزمون هوش غیرکلامی عمومی است که برای گروه‌های مختلف فرهنگی و اجتماعی- اقتصادی به‌طور گسترده‌ای در سطح جهان قابل استفاده است. نسخه مورد استفاده از آزمون شامل ۳۶ گویه است که به سه قسمت تقسیم شده و هر یک شامل دوازده مسئله است و به هر پاسخ صحیح یک نمره داده می‌شود. سپس نمره به‌دست آمده (حداقل ۰ و حداکثر ۳۶) از طریق جداول هنجار به نمره هوشبهر تبدیل می شوند (۴۰). در پژوهش حاضر از این آزمون جهت سنجش بهره هوشی استفاده شد و حدنصاب ورود به پژوهش کسب حداقل نمره هوشبهر ۸۵ بود. این آزمون از نظر شاخص‌های روان‌سنجی به‌طور گسترده مطالعه و تأیید شد. در بررسی اعتبار این آزمون توسط رسولی فشتمی و همکاران (۴۰)، ضریب آلفای کرونباخ و بازآزمایی در کل و به مقیاس جنسیت محاسبه شد که طی آن همسانی درونی کل مقیاس و به تفکیک جنسیت بیش از ۰/۷ به دست آمد. مقدار ضریب همبستگی

1. Attentive Rehabilitation of Attention and Memory (ARAM)
2. Executive functions
3. Anodal stimulation
4. Raven's Colored Progressive Matrices

درون‌گروهی[1] مقیاس حاصل از ضریب بازآزمایی با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای کل مقیاس ۰/۹۱ به دست آمد و روایی[2] آن از طریق محاسبه همبستگی آن با نتایج آزمون استنفورد بینه ۰/۷۵ گزارش شد.

۲. *آزمون خواندن و نارساخوانی (نما)[3]:* این آزمون را مرادی و همکاران در سال ۱۳۸۴ برای دانش‌آموزان تک‌زبانه (فارسی) و دوزبانه (تبریزی و سنندجی) پایه‌های یکم تا پنجم دبستان هنجاریابی کردند. هدف این آزمون بررسی میزان توانایی خواندن در دانش‌آموزان دوره ابتدایی است و ضریب آلفای کل آن ۰/۸۲ گزارش شده است. این مجموعه شامل ده خرده‌آزمون است: آزمون خواندن واژه‌ها شامل سه فهرست با تکرار زیاد (آلفای کرونباخ ۰/۹۸)، تکرار متوسط (آلفای کرونباخ ۰/۹۱) و تکرار کم (با آلفای کرونباخ ۰/۹۹) و آزمون خواندن واژه های بدون معنا یا ناکلمات (با آلفای کرونباخ ۰/۸۵)، درک واژه ها (با آلفای کرونباخ ۰/۷۳)، زنجیره واژه ها (با آلفای کرونباخ ۰/۶۵)، درک متن (با آلفای کرونباخ ۰/۶۲)، نامیدن تصاویر (با آلفای کرونباخ ۰/۷۵)، حذف هجا (با آلفای کرونباخ ۰/۷۸)، نشانه حروف (با آلفای کرونباخ ۰/۶۶)، نشانه مقوله (با آلفای کرونباخ ۰/۷۵) و آزمون قافیه‌ها (با آلفای کرونباخ ۰/۸۸) گزارش شده است (۴۱). در پژوهش حاضر نمرات آزمودنی در خرده‌آزمون‌ها به صورت مجزا مورد بررسی قرار گرفت. اعتبار[4] آن با روش بازآزمایی با فاصله زمانی دو هفته ۰/۷۶ گزارش شده که قابل قبول است. روایی محتوایی[5] خرده‌آزمون‌های این آزمون از طریق شاخص روایی محتوای لاوشه[6] و بر مبنای نظر کارشناسان بالاتر از ۰/۸۰ گزارش شده است (۸).

۳. *آزمون حافظ بک (حافظه فعال برای کودکان[7]):* این آزمون برای کودکان بر اساس مدل نظری حافظه فعال بدلی تدوین شده است. در این آزمون نه خرده‌آزمون برای سنجش سه مؤلفه مجری مرکزی، حلقه واج‌شناختی و صفحه ثبت دیداری فضایی وجود دارد که در کنار هم می‌توانند نیمرخی جامع از وضعیت حافظه فعال هر آزمودنی ارائه کند. نسخه استفاده شده در این پژوهش نسخه فارسی آزمون حافظه فعال کودکان است که توسط پیکرینگ و گدرکول[8] منتشر شده و توسط ارجمندنیا برای جامعه ایرانی تنظیم شده است (۴۴-۴۲). اعتبار آزمون از نوع پایایی بر مبنای بازآزمایی برای خرده‌مقیاس های مختلف عددی مابین ۰/۳۸ و ۰/۸۳ به دست آمده است. ضریب آلفای کرونباخ کل این آزمون برابر با ۰/۹۵ گزارش شده است. ساختار عاملی حاف بک در بررسی ۶۶۰ کودک دبستانی نشان داد که همه ضرایب همبستگی ۹ خرده‌آزمون در سطح معناداری ۵ درصد معنادار هستند. تحلیل‌های به‌کار رفته برای گروه‌های سنی مختلف اجرا شد و ساختار عاملی نمرات آزمون حاف بک ارتباط نزدیکی با ساختار سه‌گانه مدل حافظه فعال داشت. در زمینه شاخص روایی معیار[9] نیز این آزمون با طیفی از آزمون‌های پیشرفت تحصیلی استاندارد اجرا شد و همبستگی بالا و معناداری بین دو شاخص حلقه واج‌شناختی و کارکرد مجری مرکزی و شاخص‌هایی چون واژگان، خواندن و ریاضیات گزارش شده است (۴۳).

(ج) برنامه‌های مداخله

(۱) تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز[10]: این روش یک نوع فناوری مورد توجه روز دنیا است که کاربرد آن در طیف گسترده‌ای از بیماری‌های مغزی و از جمله نارساخوانی بررسی شد (۱۸). این روش با دستگاهی انجام می‌شود که از طریق اتصال‌های الکترودهای با قطبیت متفاوت (آند و کاتد) که روی پوست سر یا بازو نصب می شوند جریان الکتریکی ثابت ضعیفی را از روی جمجمه به مغز منتقل می‌کند. تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای یک روش غیرتهاجمی برای ایجاد تغییرات در آستانه تحریک‌پذیری مغزی است که به وسیله دو یا چند الکترود و از طریق پوست سر جریان الکتریکی ضعیفی را به قشر مغز وارد می‌کند و موجب تسهیل یا بازداری فعالیت‌های عصبی مغز می شود تا عملکرد مغز را تغییر دهد (۱۷). الکترودهای نصب شده بروی سر، رسانا بوده و برای جلوگیری از واکنش شیمیایی نقطه تماس بین الکترود و پوست درون اسفنج‌های آغشته به آب نمک قرار داده می شوند. دستگاه استفاده شده در این پژوهش دستگاه اکتیوادوز[11] ساخت شرکت اکتیواتک[12] بود.

1. Interclass Correlation Coefficient (ICC)
2. Validity
3. Reading and Dyslexia Test (NEMA)
4. Reliability
5. Content validity
6. Lawshe Content Validity Index
7. Working Memory Test for Children
8. Pickering & Gathercole
9. Criterion Validity
10. Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS)
11. ActiveDose
12. ActivaTek

منبع جریان این دستگاه یک باطری ۹ ولت آلکالین است. ابعاد الکترودها در این پژوهش ۲۵ سانتی‌متر مربع (پنج در پنج سانتی متر)، شدت جریان انتخابی یک میلی‌آمپر، مدت زمان پانزده دقیقه و ناحیه تحریک قشر پیش‌پیشانی جانبی چپ بوده و الکترود کاتد به‌روی بازوی راست آزمودنی نصب شد. نصب مونتاژ به‌روی هردو گروه انجام شد اما در گروه یکم تحریک واقعی و در گروه دوم تحریک ساختگی ارائه شد.

(۲) برنامه توان‌بخشی شناختی توجه و حافظه[1] (آرام): این نرم‌افزار توسط نجاتی (۳۴) بر اساس دیدگاه اصول توانبخشی شناختی طراحی شده است. این برنامه برای بهبود کارکردهای اجرایی از جمله توجه و حافظه فعال در افراد دارای مشکلات عصب تحولی به‌کار بسته شده است و اثربخشی آن در طیف وسیعی از اختلال‌های یادگیری خاص از جمله نارساخوانی بررسی شده است (۳۳-۳۵). این برنامه شامل گروهی از تکالیف سلسله‌مراتبی سازماندهی شده است که ابعاد مختلف توجه (انتخابی، پایدار، انتقالی، و تقسیم شده) و حافظه فعال را تقویت می‌کند. اصول اولیه این برنامه شامل این موارد است: تکالیف به شکل سلسله‌مراتبی سازمان‌دهی شده‌اند و مبتنی بر پاسخ کاربر طی جلسات سخت‌تر می‌شوند. انجام تکلیف صحیح پاداش فوری دارد؛ تکالیف بر اساس ابعاد مختلف توجه طراحی شده‌اند؛ تکالیف مفرح هستند و انگیزه فرد را برای اجرا تقویت می‌کنند؛ تکالیف می‌توانند تا رسیدن فرد به سطح مطلوب تکرار شوند؛ تصمیم پیشرفت برنامه مبتنی بر کارایی فرد است و حضور درمانگر برای ارتقای سطح تکلیف نیاز است. در این پژوهش آزمودنی‌های گروه آزمایشی یکم و دوم به مدت ۱۲ جلسه (هفته‌ای دو جلسه ۴۵ دقیقه‌ای) تحت آموزش برنامه آرام قرار گرفتند.

(د) روش اجرا: پس از اخذ مجوزهای لازم از دانشگاه مازندران و آموزش و پرورش شهرستان بابل، با مراجعه به مدارس ابتدایی دولتی شهرستان بابل، ابتدا اطلاعات دانش‌آموزان مشکوک به نارساخوانی از طریق معلمان پایه های دوم الی چهارم معرفی شد. سپس پس از اجرای آزمون‌های تشخیصی هوشی و اختلال خواندن، ۲۲ آزمودنی نارساخوان به شکل هدفمند انتخاب و در دو گروه آزمایشی یکم و دوم به‌طور تصادفی جایدهی شدند. سپس هر دو گروه پس از اجرای پیش‌آزمون‌های نارساخوانی و حافظه فعال، به مدت دوازده جلسه تحت مداخله قرار گرفتند. در گروه یکم، دانش‌آموزان تحت تحریک الکتریکی مغز واقعی همراه با برنامه توانبخشی شناختی آرام قرار گرفتند. بدین شکل که در جلسات درمانی الکترود آندی بروی ناحیه قشر پیش پیشانی جانبی چپ و الکترود کاتدی بروی بازوی راست دانش‌آموز نصب می‌شد و با شروع فرآیند توانبخشی شناختی (به مدت ۴۵ دقیقه) به شکل همزمان تحریک الکتریکی مغز برای مدت معین (به مدت ۱۵ دقیقه) اتفاق می‌افتاد. در گروه دوم، دانش‌آموزان تحت تحریک الکتریکی ساختگی به همراه توانبخشی شناختی آرام با برنامه زمان‌بندی مشابه گروه یکم قرار گرفتند. بدین شکل که مونتاژ یکسان برای تحریک الکتریکی اجرا می شد اما دستگاه پس از ارائه جریان اولیه بدون اطلاع آزمودنی خاموش می‌شد. به این روش اصطلاحاً تحریک ساختگی یا شم[2] گفته می‌شود. پس از اتمام جلسات مداخله‌ای، پس‌آزمون‌های اختلال خواندن و حافظه فعال برای هردو گروه در شرایط یکسان اجرا شد. در پایان داده‌های به دست آمده از طریق روش آماری تحلیل کووار یانس و توسط نرم‌افزار SPSS[3] نسخه ۲۶ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها

یافته‌های توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار مؤلفه‌های حافظه فعال و کارآمدی خواندن دانش‌آموزان نارساخوان در گروه‌های یکم و دوم، به تفکیک مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون است که در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین در این جدول نتایج آزمون شاپیرو-ویلکز برای بررسی نرمال بودن توزیع متغیرها در گروه گزارش شده است. با توجه به این جدول نتایج آزمون شاپیرو-ویلکز برای تمامی متغیرهای معنادار نیست، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که توزیع این متغیرها نرمال است.

1. Attentive Rehabilitation of Attention and Memory (ARAM)
2. Sham
3. Statistical Package for the Social Sciences

جدول ۱: آماره‌های توصیفی متغیرهای پژوهش در پیش و پس‌آزمون

متغیر			گروه تحریک الکتریکی واقعی همراه با آرام				گروه تحریک الکتریکی ساختگی همراه با آرام			
			میانگین	انحراف معیار	شاپیرو-ویلکز	P	میانگین	انحراف معیار	شاپیرو-ویلکز	P
حافظه فعال	حلقه واج	پیش‌آزمون	۷۸/۱۸	۱۳/۶۰	۰/۸۵	۰/۰۴	۸۱/۰۰	۱۲/۲۸	۰/۸۳	۰/۰۳
	شناختی	پس‌آزمون	۹۹/۸۱	۱۳/۲۶	۰/۹۳	۰/۳۹	۸۲/۶۳	۹/۳۹	۰/۹۴	۰/۵۵
	صفحه ثبت	پیش‌آزمون	۷۱/۰۰	۶/۶۰	۰/۸۴	۰/۰۳	۷۳/۷۲	۱۳/۱۰	۰/۷۶	۰/۰۱
	دیداری	پس‌آزمون	۸۶/۶۳	۱۱/۳۲	۰/۸۷	۰/۰۸	۸۳/۸۱	۱۱/۵۸	۰/۹۴	۰/۴۸
	مجری مرکزی	پیش‌آزمون	۷۹/۲۷	۸/۱۴	۰/۸۹	۰/۱۲	۷۵/۸۱	۱۳/۴۳	۰/۷۴	۰/۰۱
		پس‌آزمون	۹۵/۸۱	۱۲/۵۰	۰/۸۶	۰/۰۶	۸۱/۸۰	۱۳/۴۵	۰/۷۳	۰/۰۱
	خواندن کلمات	پیش‌آزمون	۷۵/۰۹	۲۸/۵۹	۰/۸۰	۰/۰۱	۵۳/۰۰	۳۶/۱۱	۰/۹۲	۰/۲۶
		پس‌آزمون	۸۸/۶۳	۲۳/۶۵	۰/۸۹	۰/۱۵	۵۹/۰۹	۳۱/۹۸	۰/۸۸	۰/۱۲
	زنجیره کلمات	پیش‌آزمون	۵/۰۰	۲/۸۲	۰/۹۶	۰/۷۸	۵/۳۶	۴/۶۱	۰/۸۴	۰/۰۳
		پس‌آزمون	۹/۷۲	۳/۲۸	۰/۹۱	۰/۲۳	۵/۹۰	۳/۲۰	۰/۹۱	۰/۲۱
	قافیه	پیش‌آزمون	۱۰/۰۰	۳/۷۶	۰/۹۲	۰/۲۸	۱۰/۱۸	۳/۵۷	۰/۸۳	۰/۰۲
		پس‌آزمون	۱۱/۶۳	۲/۰۶	۰/۹۵	۰/۶۸	۱۱/۲۷	۳/۷۷	۰/۹۲	۰/۳۰
کارآمدی خواندن	نامیدن تصویر	پیش‌آزمون	۱۹/۶۳	۰/۹۲	۰/۹۷	۰/۶۹	۱۹/۸۱	۰/۴۰	۰/۹۸	۰/۷۰
		پس‌آزمون	۱۹/۹۰	۰/۳۰	۰/۹۰	۰/۱۷	۲۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۸۴	۰/۰۵
	درک متن	پیش‌آزمون	۵/۲۷	۱/۴۲	۰/۸۰	۰/۰۱	۵/۸۱	۰/۹۸	۰/۹۱	۰/۲۰
		پس‌آزمون	۶/۶۳	۰/۶۷	۰/۹۵	۰/۷۲	۶/۷۲	۰/۶۴	۰/۸۱	۰/۰۱
	درک کلمات	پیش‌آزمون	۱۷/۸۱	۳/۳۷	۰/۹۳	۰/۳۶	۱۴/۹۰	۵/۰۶	۰/۹۴	۰/۴۵
		پس‌آزمون	۲۰/۲۷	۳/۸۲	۰/۷۵	۰/۰۱	۱۸/۲۷	۴/۲۶	۰/۹۸	۰/۹۷
	حذف هجا	پیش‌آزمون	۶/۰۹	۲/۷۰	۰/۹۵	۰/۵۹	۶/۱۸	۳/۰۲	۰/۸۸	۰/۱۱
		پس‌آزمون	۱۰/۰۰	۳/۰۰	۰/۸۷	۰/۰۶	۶/۷۲	۳/۷۴	۰/۸۷	۰/۰۷
	خواندن ناکلمات	پیش‌آزمون	۲۱/۹۰	۱۳/۵۸	۰/۹۴	۰/۵۴	۱۸/۶۳	۱۲/۷۲	۰/۹۴	۰/۵۱
		پس‌آزمون	۳۳/۱۸	۹/۱۰	۰/۹۳	۰/۳۸	۲۳/۰۰	۱۱/۲۱	۰/۸۹	۰/۱۴
	نشانه حرف	پیش‌آزمون	۱۹/۹۰	۶/۳۹	۰/۷۷	۰/۰۱	۱۵/۴۵	۸/۲۷	۰/۹۲	۰/۲۸
		پس‌آزمون	۲۸/۳۶	۶/۷۵	۰/۹۴	۰/۵۰	۱۹/۵۴	۶/۴۷	۰/۹۶	۰/۶۸
	نشانه مقوله	پیش‌آزمون	۶۰/۰۹	۱۸/۲۰	۰/۹۵	۰/۶۹	۵۹/۷۲	۱۵/۲۳	۰/۹۲	۰/۲۷
		پس‌آزمون	۶۵/۰۰	۲۲/۵۶	۰/۹۱	۰/۲۵	۶۰/۳۶	۱۴/۶۱	۰/۹۱	۰/۲۵

آزمون همگنی شیب رگرسیون از طریق تعامل پیش‌آزمون با متغیر گروه‌بندی بر متغیر وابسته بررسی شد. نتایج نشان داد آماره چندمتغیری لامبدای ویلکز[1] برای حافظه فعال (p=۰/۰۱۲ ، F=۵/۱۰۲ ، Wilks' Lambda=۰/۴۹۵) و کارآمدی خواندن (p=۰/۰۲۶ ، F=۵/۹۵۵ ، Wilks' Lambda=۰/۲۶۸) در مرحله پس‌آزمون در سطح ۰/۰۵ معنادار نبود. بنابراین مفروضه همگنی ضرایب رگرسیون برقرار است. جهت بررسی همگنی واریانس از آزمون لوین استفاده شد. نتایج نشان داد که آزمون لوین برای حافظه فعال (F= ۱/۴۱۰، P=۰/۷۶۶) و کارآمدی خواندن (F= ۰/۸۹۵، P=۰/۸۶۰) در مرحله پس‌آزمون در سطح ۰/۰۵ معنادار نبود (P>۰/۰۵)؛ درنتیجه فرض همگنی واریانس ها تأیید می‌شود. نتایج آزمون باکس، همگن بودن ماتریس کوواریانس مؤلفه های حافظه فعال (Box's M= ۶/۳۳۵ ، P=۰/۵۰۷) و مؤلفه های کارآمدی خواندن (Box's M= ۱۳۸/۴۰۶ ، P=۰/۲۹۰) در تمام سطوح متغیر مستقل (گروه‌ها) تأیید شد (P>۰/۰۵). همچنین عدم وجود داده های پرت چندمتغیری با استفاده از فاصله ماهالانوبیس بررسی قرار شد که داده پرت شناسایی نشد و صحت این

1. Wilks' Lambda

فرضیه بررسی شد. علاوه براین هم‌خطی بین متغیرهای وابسته با ضریب همبستگی بین جفت متغیرها بررسی شد و با توجه به اینکه تمامی ضرایب همبستگی بین جفت متغیرها در حد متوسط (۰/۳ تا ۰/۵) بود این فرضیه تأیید شد. با توجه به حد متوسط ضرایب همبستگی می‌توان نتیجه گرفت که بین متغیرها همبستگی خطی چندگانه وجود ندارد. با برقراری پیش‌فرض‌های کوواریانس چندمتغیری استفاده از این آزمون بلامانع است.

برای بررسی تفاوت اثربخشی میان گروه‌ها برمؤلفه‌های حافظه فعال دانش‌آموزان نارساخوان، نتایج تحلیل کوواریانس یکراهه این فرضیه، در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول۲: نتایج تحلیل کوواریانس یکراهه فرضیه یکم پژوهش

مؤلفه	منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور اتا
حلقه واج آرایی	بین گروهی	۱۴۸۸/۷۰۶	۱	۱۴۸۸/۷۰۶	۱۰/۱۱۷	۰/۰۰۵	۰/۳۷۳
	خطا	۲۵۰۱/۵۰۰	۱۷	۱۴۷/۱۴۷			
صفحه ثبت دیداری	بین گروهی	۲/۰۸۵	۱	۲/۰۸۵	۰/۰۱۷	۰/۸۹۷	۰/۰۰۱
	خطا	۲۰۶۹/۶۹۸	۱۷	۱۲۱/۷۴۷			
مجری مرکزی	بین گروهی	۷۴۰/۰۱۹	۱	۷۴۰/۰۱۹	۱۰/۸۱۳	۰/۰۰۴	۰/۳۸۹
	خطا	۱۱۶۳/۴۶۶	۱۷	۶۸/۴۳۹			

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن نمرات پیش‌آزمون به عنوان متغیر همپراش (کمکی)، تفاوت معنادار بین گروه یکم و دوم در مؤلفه‌های حافظه فعال به غیر از صفحه ثبت دیداری مشاهده می شود ($P<۰/۰۵$). میزان تأثیر برای حلقه واج‌شناختی ۳۷/۳ درصد و مجری مرکزی ۳۸/۹ درصد بود. بنابراین تحریک الکتریکی واقعی همراه با بسته آرام در مقایسه با تحریک الکتریکی ساختگی همراه با بسته آرام بر بهبود مؤلفه‌های حلقه واج‌شناختی و مجری مرکزی در دانش‌آموزان نارساخوان مؤثرتر بود.

جدول۳: نتایج تحلیل کوواریانس یکراهه فرضیه دوم پژوهش

متغیر	مؤلفه	منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور اتا
کارآمدی خواندن	خواندن کلمات	بین گروهی	۹۹۶/۵۸۵	۱	۹۹۶/۵۸۵	۶/۸۴۱	۰/۰۲۶	۰/۴۰۶
		خطا	۱۴۵۶/۸۸۴	۱۰	۱۴۵/۶۸۸			
	زنجیره کلمات	بین گروهی	۸۰/۱۴۱	۱	۸۰/۱۴۱	۷/۹۲۲	۰/۰۱۸	۰/۴۴۲
		خطا	۱۰۱/۱۵۹	۱۰	۱۰/۱۱۶			
	قافیه	بین گروهی	۹/۰۵۶	۱	۹/۰۵۶	۰/۸۷۸	۰/۳۷۱	۰/۰۸۱
		خطا	۱۰۳/۱۳۹	۱۰	۱۰/۳۱۴			
	نامیدن تصویر	بین گروهی	۰/۰۰۵	۱	۰/۰۰۵	۰/۰۲۳	۰/۸۸۲	۰/۰۰۲
		خطا	۲/۲۶۷	۱۰	۰/۲۲۷			
	درک متن	بین گروهی	۰/۱۴۹	۱	۰/۱۴۹	۰/۴۸۸	۰/۵۰۱	۰/۰۴۶
		خطا	۳/۰۶۰	۱۰	۰/۳۰۶			
	درک کلمات	بین گروهی	۱۸/۳۳۰	۱	۱۸/۳۳۰	۲/۶۹۷	۰/۱۳۲	۰/۲۱۲
		خطا	۶۷/۹۷۵	۱۰	۶/۷۹۷			
	حذف هجا	بین گروهی	۳۶/۷۳۸	۱	۳۶/۷۳۸	۷/۵۵۹	۰/۰۲۰	۰/۴۳۰
		خطا	۴۸/۶۰۰	۱۰	۴/۸۶۰			
	خواندن ناکلمات	بین گروهی	۴۶۲/۵۰۷	۱	۴۶۲/۵۰۷	۸/۶۲۱	۰/۰۱۵	۰/۴۶۳
		خطا	۵۳۶/۴۸۲	۱۰	۵۳/۶۴۸			
	نشانه حرف	بین گروهی	۲۹۱/۵۹۰	۱	۲۹۱/۵۹۰	۱۴/۲۵۱	۰/۰۰۴	۰/۵۸۸
		خطا	۲۰۴/۶۱۴	۱۰	۲۰/۴۶۱			
	نشانه مقوله	بین گروهی	۱۸۹/۳۷۲	۱	۱۸۹/۳۷۲	۱/۴۵۴	۰/۲۵۶	۰/۱۲۷
		خطا	۱۳۰۲/۰۹۰	۱۰	۱۳۰/۲۰۹			

خواندن کلمات	بین گروهی	۹۹۶/۵۸۵	۱	۹۹۶/۵۸۵	۶/۸۴۱	۰/۰۲۶	۰/۴۰۶
	خطا	۱۴۵۶/۸۸۴	۱۰	۱۴۵/۶۸۸			

برای بررسی تفاوت اثربخشی روش یکم و روش دوم در مؤلفه‌های کارآمدی خواندن، نتایج تحلیل کوواریانس یکراهه این فرضیه، در جدول ۳ گزارش شده است. نتایج نشان داد که اثر گروه بر ترکیب مؤلفه های کارآمدی خواندن دانش‌آموزان نارساخوان در مرحله پس‌آزمون براساس اثر لامبدای ویلکز معنادار بود (η^2=۰/۳۳۲، P=۰/۰۲۶، F(۱۰ ،۱) =۵/۹۵۵)؛ بنابراین می‌توان بیان کرد بین گروه‌های یکم و دوم از لحاظ نمرات تعدیل یافته مؤلفه‌های کارآمدی خواندن در مرحله پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت و نشانگر آن است که ۳۳/۲ درصد از تفاوت مشاهده شده در میانگین مؤلفه‌های کارآمدی خواندن مربوط به تأثیر مداخلات انجام شده است. با در نظر گرفتن نمرات پیش‌آزمون به عنوان متغیر همپراش (کمکی)، به‌کارگیری دو روش مداخله منجر به تفاوت معنادار بین گروه‌های آزمایش در مؤلفه‌های خواندن کلمات، زنجیره کلمات، حذف هجا، خواندن ناکلمات و نشانه حرف شده است (P<۰/۰۵). میزان تأثیر برای خواندن کلمات ۴۰/۶ درصد، زنجیره کلمات ۴۴/۲ درصد، حذف هجا ۴۳ درصد، خواندن ناکلمات ۴۶/۳ درصد و نشانه حرف ۵۸/۸ درصد بود. بنابراین گروه آزمایشی یکم (تحریک الکتریکی واقعی همراه با بسته آرام) در مقایسه با گروه آزمایشی دوم (تحریک الکتریکی ساختگی همراه با بسته آرام) بر بهبود مؤلفه‌های خواندن کلمات، زنجیره کلمات، حذف هجا، خواندن ناکلمات و نشانه حرف در دانش‌آموزان نارساخوان مؤثرتر بود. اما تفاوت معناداری بین اثربخشی گروه‌های آزمایشی یکم و دوم در مرحله پس‌آزمون در مؤلفه‌های قافیه، نامیدن تصویر، درک متن، درک کلمات و نشانه مقوله در سطح ۰/۰۵ مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش مقایسه اثربخشی دو روش مداخله‌ای تحریک الکتریکی واقعی با توانبخشی شناختی و تحریک الکتریکی ساختگی با توانبخشی بر ابعاد حافظه فعال و کارآمدی خواندن دانش‌آموزان نارساخوان بود. نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد روش آزمایشی یکم در مقایسه با روش آزمایشی دوم، اثربخشی بیشتری در متغیرهای بررسی شده داشته است.

در مورد مقایسه تاثیر میان این دو روش مداخله و ابعاد حافظه فعال، پژوهش حاضر نشان داد که روش تحریک الکتریکی واقعی با توانبخشی شناختی در مقایسه با روش تحریک الکتریکی ساختگی با توانبخشی شناختی در متغیرهای حافظه فعال اثربخشی بیشتری داشته است. اثربخشی تحریک الکتریکی مغز بر تقویت حافظه فعال با بیشتر یافته‌های مطالعات مشابه پیشین همسو است (۱۰-۱۶).

بر اساس مبانی نظری و پیشینه پژوهش‌ها، اثربخش‌تر بودن روش دوم را بدین شکل می‌توان تبیین کرد که تحریک الکتریکی آندی در ناحیه قشر پیش‌پیشانی جانبی چپ موجب تحریک فعالیت بخش‌هایی از مغز می‌شود که به حلقه واج‌شناختی و مجری مرکزی مربوط هستند و این یافته با پژوهش‌های پیشین (۱۱، ۱۲) همسو است. لازم به ذکر است برخی پژوهشگران (۷) معتقدند دانش‌آموزان نارساخوان در مجری مرکزی و حلقه واج‌شناختی دارای بیشترین نارسایی هستند و پیشنهاد کرده‌اند که فرآیندهای مداخله‌ای بر این دو بخش متمرکز شوند. به همین دلیل نیز منطقه مونتاژ در این مطالعه بطور اختصاصی با تمرکز بر تقویت حافظه فعال در ناحیه تحریک قشر پیش‌پیشانی جانبی چپ انتخاب شد (۹). بر این اساس هدف پژوهشگران در این مطالعه از تمرکز بر تقویت حافظه فعال با تحریک این ناحیه از مغز دستیابی به هدف ثانویه، یعنی بهبود کارآمدی خواندن بود که در ادامه بررسی خواهد شد.

نتایج بعدی پژوهش نشان داد که روش تحریک الکتریکی واقعی با توانبخشی شناختی در مقایسه با روش تحریک الکتریکی ساختگی با توانبخشی شناختی در برخی از متغیرهای خواندن آزمودنی‌ها مؤثرتر بود. به بیان دقیق‌تر، میزان اثربخشی روش گروه آزمایشی یکم در مؤلفه‌های خواندن کلمات، زنجیره کلمات، حذف هجا، خواندن ناکلمات و نشانه حرف در آزمودنی‌ها بیشتر از گروه آزمایشی دوم بود، ولی در مؤلفه‌های دیگر تفاوت معناداری مشاهده نشد. نتایج این یافته تا حدودی با پژوهش‌های پیشین از همسو است (۱۰،۱۶،۲۶، ۲۷). در تبیین تفاوت میان خرده‌مقیاس‌ها در دو گروه آزمایش می‌توان گفت از آنجا که با افزایش

تلاش شناختی آزمودنی برای خواندن فعالیت نیمکره چپ افزایش پیدا می‌کند، آن‌دسته از فعالیت‌های مربوط به خواندن که بطور غالب نیمکره چپ را درگیر می‌کنند مانند خواندن کلمات و ناکلمات، بطور معنادار تأثیر بیشتری از فرآیند مداخله دریافت کردند؛ اما خرده‌آزمون‌هایی که نیاز بیشتری به فعالیت هردونیمکره داشتند (مانند خرده‌آزمون قافیه یا نشانه مقوله) تأثیر کمتری از مداخله دریافت کردند. این یافته به‌طور خاص با پژوهش یانگر و همکاران (۱۶) همسو است. برخی پژوهشگران (۱۳) روش تحریک الکتریکی دوجانبه[1] را برهمین مبنا پیشنهاد کردند تا هردو نیمکره در ناحیه تحریک قشر پیش‌پیشانی جانبی تحریک شود. با این توضیح، همچنان برای روشن‌تر شدن ابعاد این موضوع نیاز به پژوهش بیشتری است.

در جمع‌بندی می‌توان گفت این یافته که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز همراه با یک مداخله شناختی در بهبود خواندن مؤثرتر است، احتمالاً منعکس‌کننده انعطاف‌پذیری سیناپسی تغییر یافته در شبکه عصبی زیربنایی خواندن در مغز است. به عبارت دیگر، ترکیب تحریک الکتریکی مغز با تکالیف تقویت حافظه فعال و خواندن احتمالاً انعطاف‌پذیری سیناپسی افزایش یافته در اثر تحریک الکتریکی را به یک فعالیت مشخص (در اینجا تلاش برای خواندن) مرتبط می‌کند که منجر به تسهیل شکل‌پذیری سیناپسی درون‌زا می شود. اگرچه مکانیسم‌های سلولی دقیق زیربنای اثرات فیزیولوژیکی تحریک الکتریکی مغز هنوز مشخص نیست، اما این تغییرات احتمالاً تحریک‌پذیری و انعطاف‌پذیری سیناپسی را تغییر می‌دهند و به دنبال این تغییرات ترکیب شدن با یک مداخله شناختی می‌تواند منجر به تغییرات مطلوب مرتبط با مداخله در مغز شود (۲۷). لازم به ذکر است بسیاری از مطالعات پیشین به بررسی تأثیر تحریک الکتریکی مغز به شکل غیرهمزمان[2] پرداختند، در مطالعه حاضر از این روش به شکل همزمان[3] با ارائه بسته توانبخشی شناختی استفاده شد. منطق این انتخاب به این دلیل بود که اگرچه در این روش از واژه «تحریک[4]» استفاده می کنیم اما در واقع این تکنیک الکتروفیزیولوژیک با انتقال جریان ضعیفی از الکتریسیته به تنهایی موجب راه‌اندازی نورون‌های خاموش نمی‌شود بلکه صرفاً سطح آستانه مورد نیاز برای شلیک نورون‌ها را پایین می‌آورد و به‌این طریق احتمال شلیک نورون ها را در زمان فعالیت مرتبط با شبکه نورونی مورد نظر بیشتر می‌کند. بر همین اساس همزمانی فرآیند توانبخشی شناختی و تحریک الکتریکی در مقایسه با استفاده از هریک از این مداخلات بطور مجزا، می‌تواند موجب دستیابی به نتایج عملکردی بهتری شود (۱۳).

نتایج مطالعه حاضر با به‌کار بستن روش‌های جدید درصدد بود با کمک تحریک فعالیت سیناپسی در سطح مغز (تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز) و ترکیب آن با توانبخشی شناختی (بسته آرام) به‌طور همزمان به تقویت عملکرد حافظه فعال و افزایش کارآمدی خواندن دانش‌آموزان نارساخوان کمک کند. بسیاری از این روش‌های نوین، پیشرفت خود را مدیون یافته‌های جدید در حیطه علوم اعصاب شناختی می‌دانند که منجر به فهم و درک دقیق‌تری از فرآیندهای دخیل در حافظه فعال و خواندن در مغز شدند (۱۹). بر مبنای نتایج این پژوهش می‌توان گفت برای تقویت حافظه فعال و کارآمدی خواندن دانش‌آموزان نارساخوان، این نوع از روش‌های مداخله‌ای ترکیبی اثربخشی بیشتر و نتیجه‌بخشی سریعتری دارند. از این رو با اتکا بر بینش فراهم شده از این پژوهش می‌توان استراتژی‌ها و برنامه‌های مناسب‌تری در راستای ایجاد پروتکل های بهینه مداخله در جهت کاهش مشکلات دانش‌آموزان نارساخوان پیشنهاد و تدوین کرد.

با توجه به این که هر پژوهشی با محدودیت‌هایی مواجه است این پژوهش نیز با محدودیت هایی مواجه بود. یکی از محدودیت ها افت آزمودنی و عدم ادامه آنها در فرآیند درمان بود. از دیگر محدودیت ها شروع همه‌گیری ویروس کرونا در پایان فرآیند اجرایی پژوهش بود که منجر به تعطیلی مدارس و مراکز اختلال یادگیری شد و جمع آوری اطلاعات، برگزاری جلسات و نمونه‌گیری جدید را برای پژوهشگران در مراحل پایانی دچار مشکلات جدی کرده و دسترسی به دانش‌آموزان برای مرحله پیگیری سه ماه پس از پایان مداخله را نامقدور ساخت. علاوه بر این، به دلیل دسترسی محدود به نمونه، تعداد مونتاژها و نوع تحریک الکتریکی هردو محدود به یک نوع شدند. هرچند این انتخاب بر مبنای پیشینه موجود در زمان شروع فرآیند مداخله اثربخش‌ترین انتخاب موجود

1. Bilateral
2. Offline Stimulation
3. Online Stimulation
4. Stimulation

بود، اما بررسی سایر موارد نیز جهت گسترش مرزهای دانش اقدامی ارزشمند تلقی می‌شود.

همچنین بر مبنای نتایج این پژوهش می‌توان به متخصصان اختلال‌های یادگیری خاص و مربیان پیشنهاد کرد که از روش مذکور در جهت بهبود حافظه فعال وتقویت کارآمدی خواندن دانش‌آموزان نارساخوان استفاده کنند. در زمینه پژوهشی نیز پیشنهاد می‌شود این روش ترکیبی با مونتاژها و با شیوه‌های متفاوت ارائه جریان (مانند جریان متناوب و یا استفاده از دستگاه‌های با دقت بالا[1]) اجرا شود و همچنین داده‌های به دست آمده در پایان مداخله جهت بررسی میزان پایداری اثر مداخله با پیگیری‌های ۳ و ۶ ماهه بررسی شود و نتایج به دست آمده با یافته‌های این پژوهش و نمونه‌های مشابه مقایسه شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش: این مقاله برگرفته از رساله دکترای نویسنده یکم، حامد سرهنگ پور در رشته روان‌شناسی تربیتی در دانشگاه مازندران است. مجوز علمی این مطالعه توسط دانشگاه مازندران طی نامه شماره ۱۳۹۷۰۶۲۷۲۲ در تاریخ ۱۳۹۷/۶/۲۷ و مجوز اجرایی مطالعه بر روی افراد نمونه توسط آموزش و پرورش بابل در تاریخ ۱۳۹۸/۲/۲۳ با شماره نامه ۲۶/۱۳۹۸۰۲۲۳۲۲/ص صادر شد. این پژوهش دارای کد اخلاق IR.UMZ.REC.1397.047 صادره از دانشگاه مازندران است. همچنین ملاحظات اخلاقی مندرج در راهنمای انتشار انجمن روان‌شناسی آمریکا و کدهای اخلاقی سازمان نظام روان شناسی ایران مانند اصل رازداری، محرمانه ماندن اطلاعات، دریافت رضایت کتبی از افراد نمونه در این پژوهش رعایت شده است.

حامی مالی: بخشی از بودجه لازم برای اجرای این مطالعه با حمایت ستاد توسعه علوم و فناوری‌های شناختی انجام شد.

نقش هر یک از نویسندگان: این مقاله برگرفته از رساله دکترای نویسنده نخست است. نویسندگان دوم و سوم به ترتیب استادان راهنمای یکم و دوم بوده و نویسنده چهارم به عنوان استاد مشاور در این پژوهش نقش داشتند.

تضاد منافع: انجام این پژوهش برای نویسندگان هیچ گونه تعارض منافعی را در پی نداشته و نتایج آن به شکل کاملا شفاف و بدون سوگیری گزارش شده است.

تشکر و قدردانی: بدینوسیله از تمام افراد نمونه، والدین آنها، مدیران و معلمان مدارس مربوطه، مسئولین اداره آموزش و پرورش بابل و همکاران مراکز اختلال یادگیری جهت همراهی در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

1. HD-tDCS

References

1. Norton ES, Beach SD, Gabrieli JD. Neurobiology of dyslexia. Current opinion in neurobiology. 2015; 30:73-8. https://doi.org/10.1016/j.conb.2014.09.007 [Link]
2. Yunus H, Ahmad NA. Understanding The Definition and Characteristics of Dyslexia. Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH). 2022; 7(5):e001353-e. https://doi.org/10.47405/mjssh.v7i5.1353 [Link]
3. Tannock R. DSM-5 changes in diagnostic criteria for specific learning disabilities (SLD): What are the implications. International Dyslexia Association. 2014 . [Link]
4. Pickering SJ. Working memory in dyslexia. Working memory and neurodevelopmental disorders: Psychology Press; 2012. p. 7-10. [Link]
5. Holmes J, Gathercole SE. Taking working memory training from the laboratory into schools. Educ Psychol (Lond). 2014; 34(4):440-50. https://doi.org/10.1080/01443410.2013.797338 [Link]
6. Baddeley AD, Logie RH. Working Memory: The Multiple-Component Model. In: Miyake A, Shah P, editors. Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control. Cambridge: Cambridge University Press; 1999. p. 28-61. https://doi.org/10.1017/cbo9781139174909.005 [Link]
7. Maehler C, Schuchardt K. Working memory in children with specific learning disorders and/or attention deficits. Learning and Individual Differences. 2016; 49:341-7. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.05.007 [Link]
8. Derikvand M, Shahni Yilagh M, Hajiyakhchali A. The Comparison of Effects of Computer Cognitive Rehabilitation (ARAM) and Practical Rehabilitation Games (Attention Games) on Working Memory, Response Inhibition, and Reading Comprehention of Students with Dyslexia. J Child Ment Health 2023; 10 (1) :78-92. [Persian]. [Link]
9. Minamoto T, Tsubomi H, Osaka N. Neural Mechanisms of Individual Differences in Working Memory Capacity: Observations From Functional Neuroimaging Studies. Current Directions in Psychological Science. 2017; 26(4):335-45. https://doi.org/10.1177/0963721417698800 [Link]
10. Costanzo F, Rossi S, Varuzza C, Varvara P, Vicari S, Menghini D. Long-lasting improvement following tDCS treatment combined with a training for reading in children and adolescents with dyslexia. Neuropsychologia. 2019; 130:38-43. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.03.016 [Link]
11. Richmond LL, Wolk D, Chein J, Olson IR. Transcranial direct current stimulation enhances verbal working memory training performance over time and near transfer outcomes. Journal of cognitive neuroscience. 2014; 26(11):2443-54. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00657 [Link]
12. Seo MH, Park SH, Seo JH, Kim YH, Ko MH. Improvement of the working memory by transcranial direct current stimulation in healthy older adults. Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine. 2011; 35(2):201-206. [Link]
13. Park SH, Seo JH, Kim YH, Ko MH. Long-term effects of transcranial direct current stimulation combined with computer-assisted cognitive training in healthy older adults. Neuroreport. 2014; 25(2):122-6. https://doi.org/10.1097/WNR.0000000000000080 [Link]
14. Arkan A. Effect of transcranial direct current stimulation (tDCS) on working memory in healthy people. Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation. 2019; 12(2):385. https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.12.231 [Link]
15. Ke Y, Wang N, Du J, Kong L, Liu S, Xu M, et al. The Effects of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Working Memory Training in Healthy Young Adults. Front Hum Neurosci. 2019; 13:19. https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00019 [Link]
16. Younger JW, Randazzo Wagner M, Booth JR. Weighing the cost and benefit of transcranial direct current stimulation on different reading subskills. Frontiers in neuroscience. 2016; 10:262. https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00262 [Link]
17. Reed T, Cohen Kadosh R. Transcranial electrical stimulation (tES) mechanisms and its effects on cortical excitability and connectivity. Journal of inherited metabolic disease. 2018 ;41:1123-30. https://doi.org/10.1007/s10545-018-0181-4 [Link]
18. Salehinejad MA, Ghanavati E, Glinski B, Hallajian AH, Azarkolah A. A systematic review of randomized controlled trials on efficacy and safety of transcranial direct current stimulation in major neurodevelopmental disorders: ADHD, autism, and dyslexia. Brain Behav. 2022; 12(9):e2724. https://doi.org/10.1002/brb3.2724 [Link]
19. Vöröslakos M, Takeuchi Y, Brinyiczki K, Zombori T, Oliva A, Fernández-Ruiz A, et al. Direct effects of transcranial electric stimulation on brain circuits in rats and humans. Nature Communications. 2018; 9(1):483. https://doi.org/10.1038/s41467-018-02928-3 [Link]
20. Polanía R, Nitsche MA, Ruff CC. Studying and modifying brain function with non-invasive brain stimulation. Nature Neuroscience. 2018; 21(2):174-87. https://doi.org/10.1038/s41593-017-0054-4 [Link]
21. Brunoni A, Nitsche M, Loo C. Transcranial direct current stimulation in neuropsychiatric disorders. Cham, CH: Springer International Publishing. 2016. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76136-3_15 [Link]
22. Fregni F, El-Hagrassy MM, Pacheco-Barrios K, Carvalho S, Leite J, Simis M, et al. Evidence-Based Guidelines and Secondary Meta-Analysis for the Use of Transcranial Direct Current Stimulation in Neurological and Psychiatric Disorders. Int J Neuropsychopharmacol. 2021; 24(4):256-313. https://doi.org/10.1093/ijnp/pyaa051 [Link]
23. Bikson M, Grossman P, Thomas C, Zannou AL, Jiang J, Adnan T, et al. Safety of Transcranial Direct Current Stimulation: Evidence Based Update 2016. Brain Stimul.

2016; 9(5):641-61. https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.06.004 [Link]
24. Rivera-Urbina G, Nitsche M, Vicario C, Molero-Chamizo A. Applications of transcranial direct current stimulation in children and pediatrics. Reviews in the Neurosciences. 2017; 28(2): 173-184. https://doi.org/10.1515/revneuro-2016-0045 [Link]
25. Salehinejad MA, Wischnewski M, Nejati V, Vicario CM, Nitsche MA. Transcranial direct current stimulation in attention-deficit hyperactivity disorder: A meta-analysis of neuropsychological deficits. PLoS One. 2019; 14(4):e0215095. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215095 [Link]
26. Turker S, Hartwigsen G. The use of noninvasive brain stimulation techniques to improve reading difficulties in dyslexia: A systematic review. Hum Brain Mapp. 2022; 43(3):1157-73. https://doi.org/10.1002/hbm.25700 [Link]
27. Zhang Y, Song H, Chen Y, Zuo L, Xia X, Zhang X. Thinking on transcranial direct current stimulation (tDCS) in reading interventions: Recommendations for future research directions. Frontiers in Human Neuroscience. 2019 ;13:157. https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00157 [Link]
28. Rahmani A, Pirani Z, Heidari H, Davoodi H. The Effectiveness of Cognitive Rehabilitation Training on Work Memory and Selective Attention of Dyslexic Students in Elementary Schools. Journal of Learning Disabilities. 2019; 8(2):7-25. [Persian]. https://doi.org/10.32598/JLD.10.2.2 [Link]
29. Nazarzade Gigloo S, Fathabadi J, Nejati V, Nazarboland N, Sadeghi Firoozabadi V. The Impact of Computer- Based Cognitive Rehabilitation (ARAM software) on Executive Functions (Selective Attention, Working Memory, and Behavioral Inhibition) of Students with Specific Learning Disorders. Journal of Pouyesh in Education and Consultation (JPEC). 2022; 69-89. [Persian]. 20.1001.1. 2783154.1400.1400.15.4.7 [Link]
30. Safari Vesal M, Nazari M A, Bafandeh Qaramaleki H. The Effectiveness of Cognitive Rehabilitation in Improving Working Memory, Visual Processing, and Spatial Perception in Children with Math Learning Disorders. J Child Ment Health 2022; 9 (3) :78-92. [Persian]. https://doi.org/10.52547/jcmh.9.3.8 [Link]
31. Safari N, Baezzat F, Ghaffari M. Effectiveness of Cognitive Rehabilitation Program on Attention Dimensions and Reading Efficacy in Students with Dyslexia. J Child Ment Health 2020; 7 (3) :167-181. [Persian]. https://doi.org/10.52547/jcmh.7.3.14 [Link]
32. Motaghedifard M, Baezzat F, Nejati V, Naderi H. Designing COROOR Computer-Based Cognitive Rehabilitation Program and Investigating its Effect on Spelling Efficacy and Visual-Phonological Processing in Students with Dyslexia – Dysorthographia. J Child Ment Health 2021; 7 (4) :264-283. [Persian]. https://doi.org/10.52547/ jcmh.7.4.17 [Link]
33. Narimani M, Taghizadehhir S. Effectiveness of ARAM Cognitive Rehabilitation Package on Improvement of Working Memory and Attention in Children with Learning Disabilities. Journal of Learning Disabilities, 2022; 12(1): 85-97. [Persian]. https://doi: 10.22098/jld.2022.11688.2046 [Link]
34. Nejati V, Shahidi S, Helmi S. Enhancement of executive functions with cognitive rehabilitation in older adults. Journal of Modern Rehabilitation. 2016;10(3):120-7. [Link]
35. Radfar F, Nejati V, Fathababdi J, Layegh H. Effect of attention training on working memory function and reading components in pupils with dyslexia: a single-subject design study. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2016; 26(142):194-212. [Persian]. [Link]
36. Miniussi C, Vallar G. Brain stimulation and behavioural cognitive rehabilitation: a new tool for neurorehabilitation?. Neuropsychological Rehabilitation. 2011; 21(5):553-9. https://doi.org/10.1080/09602011.2011.622435 [Link]
37. Elmasry J, Loo C, Martin D. A systematic review of transcranial electrical stimulation combined with cognitive training. Restorative neurology and neuroscience. 2015; 33(3):263-78. https://doi.org/10.3233/RNN-140473 [Link]
38. Martin DM, Liu R, Alonzo A, Green M, Player MJ, Sachdev P, Loo CK. Can transcranial direct current stimulation enhance outcomes from cognitive training? A randomized controlled trial in healthy participants. International Journal of Neuropsychopharmacology. 2013; 16(9):1927-36. https://doi.org/10.1017/S1461145713000539 [Link]
39. Castro M. Placebo versus best-available-therapy control group in clinical trials for pharmacologic therapies: which is better?. Proceedings of the American Thoracic Society. 2007; 4(7):570-3. https://doi.org/10.1513/pats.200706-073jk [Link]
40. Rasouli Foshtami A, Hashemi T, Kiamarsi A, Ghaffari A. Determination of Psychometric Indicators and Standardization of Intelligence Test of Children's Raven Colored Progressive Matrices in Elementary School Students. J Child Ment Health 2022; 9 (1) :158-175. [Persian]. https://doi.org/ 10.52547/jcmh.9.1.11 [Link]
41. Moradi A, Hosaini M, Kormi Nouri R, Hassani J, Parhoon H. Reliability and Validity of Reading and Dyslexia Test (NEMA). Advances in Cognitive Sciences. 2016; 18(1):22-34. [Persian]. [Link]
42. Pickering SJ, Gathercole SE. The Working Memory Test Battery for Children. 2001. [Link]
43. Arjmandnia AA. Working memory test for children (HAFBAK). First edition. Tehran: Roshd; 2017. [Persian]. [Link]
44. Arjmandnia AA, Kakabaraee K, Afrooz GA. The effect of rehearsal strategy on the performance of dyslexic student's working memory. Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2012; 46:2620-4. https://doi.org/10.1016/j. sbspro.2012.05.535 [Link]