Cognitive Strategies in Learning
Bu-Ali Sina University
Print ISSN: 2423-7906
Online ISSN: 2423-7620

Article type: Research Article

Comparison of the Effectiveness of Transcranial Direct Current Brain Stimulation (tDCS) and Computer-based Cognitive Rehabilitation on Improving Cognitive Emotion Regulation in Children with Attention deficit/hyperactivity Disorder

Sara Taghizadeh Hir[1], Mohammad Narimani[2]✉, Seyfollah Aghajani[3], Mehriar NaderMohammadi[4], Sajjad Basharpoor[5]

1. PhD Student of Psychology, Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. E-mail: s.taghizadeh@uma.ac.ir
2. Professor, Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. E-mail: narimanii@uma.ac.ir
3. Professor, Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. E-mail: sf_aghajani@yahoo.com
4. Assistant Professor, Department of Psychiatry, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran. E-mail: m.nadermohammadi@arums.ac.ir
5. Professor, Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. E-mail: basharpoor_sajjad@uma.ac.ir

Article Info

Article history:

Received 21 October 2023

Revised form 25 November 2023

Accepted 6 December 2023

Keywords:

Transcranial Direct Current Brain Stimulation (tDCS),
Computer-based Cognitive Rehabilitation,
Cognitive Emotion Regulation,
Attention Deficit/Hyperactivity Disorder.

ABSTRACT

Objective: Attention deficit/ hyperactivity disorder is one of the most common neurodevelopmental disorders. The purpose of this study was to compare the effectiveness of Transcranial Direct Current Brain Stimulation (tDCS) and computer-based cognitive rehabilitation on improving cognitive emotion regulation in children with attention deficit/ hyperactivity disorder.

Methods: The current research design was experiment with pre-test-post-test and control group. The statistical population included children with attention deficit/ hyperactivity disorder in Ardabil city who referred to the psychiatric center of Fatemi Hospital in Ardabil city in 2023. From this population, 60 children with attention deficit/ hyperactivity disorder were selected by purposeful sampling and randomly replaced in three groups: experiment 1, experiment 2, and control (20 people in each group). Data were collected using Connors Parent Rating Scale (1978), Raven's Progressive Matrices Test (2000) and cognitive emotion regulation scale (2002). The subjects of the first experimental group received Transcranial Direct Current Brain Stimulation (tDCS) for 10 sessions and twice a week for 20 minutes. The second experimental group also received Captain Log's computerized cognitive rehabilitation intervention for 10 sessions and twice a week for 45 minutes. The control group did not receive any intervention. Data analysis was done with SPSS version 25 software and with covariance analysis and Bonferroni's post hoc test.

Results: The results showed that there is a significant difference between the groups in emotion regulation ($P<0.05$). The experimental groups of transcranial direct current brain stimulation (tDCS) and computer-based cognitive rehabilitation had higher emotion regulation compared to the control group. Also, by controlling the effect of the pre-test in the two experimental groups, there is no significant difference between the two methods of transcranial direct current brain stimulation (tDCS) and computer-based cognitive rehabilitation ($P<0.05$).

Conclusions: According to the results, it can be said that the intervention of transcranial direct current brain stimulation (tDCS) and computer-based cognitive rehabilitation were effective in improving the cognitive regulation of emotion in children with

attention deficit/ hyperactivity disorder. Therefore, both interventions can be used to improve the cognitive regulation of emotions in children with attention deficit/ hyperactivity disorder.

Cite this article: Taghizadeh Hir, S., Narimani, M., Aghajani, S., Nader Mohammadi, M. & Basharpoor, S. (2024). Comparison of the Effectiveness of Transcranial Direct Current Brain Stimulation (tDCS) and Computer-based Cognitive Rehabilitation on Improving Cognitive Emotion Regulation in Children with Attention deficit/ hyperactivity Disorder. *Cognit Strateg Learn*, 12(22), 87-106. https://doi.org/10.22084/J.PSYCHOGY.2023.28448.2631

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.
Copyright © 2024 The Authors. Publisher: Bu-Ali Sina University.

Extended Abstract

1. Introduction

Attention-deficit/ hyperactivity disorder is a biologically based disorder that begins in childhood (Don Francisco, Nativio et al., 2020) and affects children with symptoms including attention deficit, hyperactivity and impulsivity. (Liu, Hanna et al., 2020). So that research results show that 30-70% of people with hyperactivity Active people have major problems in emotion regulation (Shaw, Stringaris et al., 2014). These people have problems in regulating the intensity of emotions, emotional impulsivity and controlling negative emotional reactions and they have inefficient emotion regulation patterns (Moradi Siah Afshdi, Amiri et al., 2023).

There are several treatment approaches for this disorder. One of the neuropsychological tests that is used today to treat emotional disorders, especially problems with neurodevelopmental etiologies, is transcranial electrical stimulation of the brain (tDCS) (Thair, Holloway et al., 2017). .

Transcranial Direct Current Brain Stimulation (tDCS) is a non-invasive method that creates a weak electric current through the depolarization of the resting membrane potential (anodic stimulation) or the inhibition of the cortex (cathodic stimulation) which can stimulate the brain by increasing the polarization of the resting membrane potential (Filmer, Mattingley et al., 2020). The results of research by Arshahi, Asgari et al (2002), Ashrafi, Arab Shibani et al (2018) show that brain electrical stimulation is effective on the executive functions, attention, and high-risk decision-making of children with attention deficit disorder.

Also, among the non-pharmacological interventions for the group with attention deficit/hyperactivity disorder, cognitive rehabilitation is one of the methods that has attracted the attention of specialists and clinical therapists today. In the cognitive rehabilitation program, efforts are made to improve defective cognitive processes by using different methods such as software and computer games through providing exercises and doing homework (Fisher, Loewy et al., 2013). The findings of Nazarbland, Noha- Gari et al. (2018), Babapour, Hashemi et al (2014) show the effectiveness of Captain Log's rehabilitation program on improving the symptoms of children with attention deficit/hyperactivity disorder.

Transcranial electrical brain stimulation (tDCS) and computer-based cognitive rehabilitation are widely used by specialists and psychologists today. Therefore, the present study was conducted with the aim of comparing the effectiveness of Transcranial Direct Current Brain Stimulation (tDCS) and computer-based cognitive rehabilitation on improving emotion regulation in children with attention deficit/hyperactivity disorder.

2. Materials and Methods

The current research design was experimental with pre-test-post-test and control group. The statistical population included children with attention deficit/ hyperactivity disorder in Ardabil city who referred to the psychiatric center of Fatemi Hospital in Ardabil city in 2023. From this population, 60 children with attention deficit/ hyperactivity disorder were selected by purposeful sampling and randomly replaced in three groups: experiment 1, experiment 2, and control (20 people in each group). Data were collected using Connors Parent Rating Scale (1978), Raven's Progressive Matrices Test (2000) and cognitive emotion regulation scale (2002). The subjects of the first experimental group received Transcranial Direct Current Brain Stimulation (tDCS) for 10 sessions and twice a week for 20 minutes. The second experimental group also received Captain Log's computerized cognitive rehabilitation intervention for 10 sessions and twice a week for 45 minutes. The

control group did not receive any intervention. Data analysis was done with SPSS version 25 software and with covariance analysis and Bonferroni's post hoc test.

3. Results

Table 1. The results of Bonferroni's test to compare the difference between the mean scores of the cognitive regulation of emotion in the experimental and control groups

Variable	Comparison groups	Difference of means	Std Error	P
Positive emotion	Transcranial Direct Current Brain Stimulation & Cognitive rehabilitation	1.02	0.49	0.128
	Transcranial Direct Current Brain Stimulation & Control	3.93*	0.46	0.001
	Cognitive rehabilitation & Control	2.97*	0.45	0.001
Negative emotion	Transcranial Direct Current Brain Stimulation & cognitive rehabilitation	-0.28	0.62	0.98
	Transcranial Direct Current Brain Stimulation & Control	-2.74*	0.58	0.001
	Cognitive rehabilitation & Control	-2.46*	0.56	0.001

As can be seen in Table 1, the results of the Bonferroni test in the post-test stage indicated a significant difference between both intervention groups and the control group in positive and negative emotion regulation variables; However, no significant difference was found between the two intervention groups in any of the variables; Therefore, these two methods have the same effect on the cognitive regulation of emotion.

4. Discussion and Conclusion

The present study was conducted with the aim of comparing the effectiveness of Transcranial Direct Current Brain Stimulation (tDCS) and computer-based cognitive rehabilitation on improving emotion regulation in children with attention deficit/hyperactivity disorder. The results of covariance analysis showed that Transcranial Direct Current Brain Stimulation (tDCS) is effective in improving emotion regulation in children with attention deficit/hyperactivity disorder. This finding is in line with the results of Arshahi, Asgari et al (2023), Castellanos& Proal (2012).

In explaining this finding, it can be said that according to the position of the electrode, the dorso-lateral frontal region is a central region of the cognitive mechanism (Pina-Gomez, Vidal-Pinrier et al., 2011). As a result, less activity of this area is associated with emotional dysregulation. Electrical stimulation of this area by increasing cortical activity causes these children to have more control over their emotions, examine situations and increase the ability to cognitively regulate emotions. In other words, when people try to control their emotions, the activity of the frontal lobe areas involved in cognitive control, especially the dorsal-lateral prefrontal, increases and the activity of the subcortical areas that normally control that emotion decreases. (Buhle, Silvers et al., 2014).

Another finding of the research showed that computer-based cognitive rehabilitation is effective in improving the emotion regulation of children with attention deficit/hyperactivity disorder. The results are consistent with the research results of Samnia & Hassan Pashaei (2021), Chamberlain et al. (2010).

In explaining this finding, it can be said that cognitive rehabilitation is a structured set of therapeutic activities designed to teach skills based on memory, emotion and other cognitive functions, which pay special attention to cognitive and emotional problems (Perez-Martin, Gonzalez-Platas et al., 2017). The improvement of emotional performance after cognitive rehabilitation interventions indicates the creation of changes in the nervous

system, which can be explained based on the hypothesis of brain plasticity as a result of neuropsychological exercises. It is assumed that the same mechanism that underlies the experience-dependent plasticity processes leads to guided improvement through cognitive rehabilitation (Ghorbanian et al., 2018).

The third finding of the current research indicates that there is no significant difference between the effectiveness of two methods in improving the emotion regulation of children with attention deficit/hyperactivity disorder. Both treatment approaches have been effective in increasing the cognitive regulation of emotion compared to the control group. In explaining this finding, it can be said that electrical stimulation applied to the dorsal-lateral prefrontal cortex leads to an increase in the allocation of more cognitive resources for emotional processing when negative stimuli are presented (Eskandari et al., 2019). Also, the cognitive rehabilitation program to a large extent by increasing the activity of the prefrontal cortex (Kim, 2015) and changes in the flexibility of brain neurons (O'Connell et al., 2007) leads to the improvement of emotion regulation in children with attention deficit/hyperactivity disorder. It becomes active. Therefore, various researches show the targeted strengthening of different parts of the brain on cognitive and behavioral changes such as improvement in emotion regulation (Wout, Donnell et al., 2019).

5. Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: All ethical principles are considered in this article.

Funding: This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors. This article is extracted from the doctoral thesis of Mrs. Sara Taghizedeh Hir with ethics code IR.UMA.REC.1401, 044.

Authors' contributions: All authors have participated in the design, implementation and writing of all sections of the present study.

Conflicts of interest: The authors declared no conflict of interest.

راهبردهای شناختی در یادگیری
شاپا چاپی: ۷۹۰۶-۲۴۲۳
شاپا الکترونیکی: ۷۶۲۰-۲۴۲۳

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

مقایسه اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) و توانبخشی شناختی مبتنی بر رایانه بر بهبود تنظیم شناختی هیجان کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی

سارا تقی‌زاده هیر[۱]، محمد نریمانی[۲]✉، سیف‌اله آقاجانی[۳]، مهریار ندرمحمدی[۴]، سجاد بشرپور[۵]

۱. دانشجوی دکتری روانشناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: s.taghizadeh@uma.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، استاد، گروه روانشناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: narimanii@uma.ac.ir
۳. استاد، گروه روانشناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: sf_aghajani@yahoo.com
۴. استادیار، گروه روانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران. رایانامه: m.nadermohammadi@arums.ac.ir
۵. استاد، گروه روانشناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: basharpoor_sajjad@uma.ac.ir

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۹/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۵

کلیدواژه‌ها:
تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز (tDCS)، توانبخشی شناختی مبتنی بر رایانه، تنظیم شناختی هیجان، اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی.

چکیده

هدف: اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی یکی از شایع‌ترین اختلالات عصبی- رشدی است. پژوهش حاضر با هدف مقایسه اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) و توانبخشی شناختی مبتنی بر رایانه بر بهبود تنظیم شناختی هیجان کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی انجام شد.

روش: پژوهش حاضر آزمایشی با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون و گروه کنترل بود. جامعه آماری پژوهش، شامل کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی شهر اردبیل بود که به مرکز روانپزشکی بیمارستان فاطمی شهر اردبیل در سال ۱۴۰۱ مراجعه کردند. از میان این جامعه، به روش نمونه‌گیری هدفمند، ۶۰ کودک دارای اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در سه گروه آزمایش ۱، آزمایش ۲ و کنترل (هر گروه ۲۰ نفر) جایگزین شدند. داده‌ها با استفاده از مقیاس درجه‌بندی والدین کانرز (۱۹۷۸)، آزمون ماتریس‌های پیشرونده ریون (۲۰۰۰) و پرسشنامه تنظیم شناختی هیجان گرانفسکی (۲۰۰۲) جمع‌آوری شد. آزمودنی‌های گروه آزمایش اول تحریک الکتریکی مغز (tDCS) و گروه آزمایش دوم نیز مداخله توانبخشی شناختی را دریافت کردند. گروه کنترل مداخله‌ای را دریافت نکرد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS-25 و با تحلیل کواریانس چند متغیره (مانکوا) و آزمون تعقیبی بونفرونی انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه‌ها در تنظیم هیجان ($P<۰/۰۵$) وجود دارد. گروه‌های آزمایشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) و توانبخشی شناختی از تنظیم هیجان بالاتری در مقایسه با گروه کنترل برخوردار بودند. همچنین با کنترل اثر پیش‌آزمون در دو گروه آزمایشی، بین دو روش تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) و توانبخشی شناختی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج بدست آمده، می‌توان گفت مداخله تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) و توانبخشی شناختی مبتنی بر رایانه در بهبود تنظیم شناختی هیجان کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی اثربخش بودند. لذا از هر دو مداخله برای بهبود تنظیم شناختی هیجان کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش-فعالی می‌توان استفاده کرد.

استناد: تقی‌زاده هیر، سارا؛ نریمانی، محمد؛ آقاجانی، سیف‌اله؛ ندرمحمدی، مهریار و بشرپور، سجاد (۱۴۰۳). مقایسه اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) و توانبخشی شناختی مبتنی بر رایانه بر بهبود تنظیم شناختی هیجان کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی. *راهبردهای شناختی در یادگیری*، ۱۲(۲۲)، ۸۷-۱۰۶. https://doi.org/10.22084/J.PSYCHOGY.2023.28448.2631

ناشر: دانشگاه بوعلی سینا.
© نویسندگان.

۱. مقدمه

اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی[1] یک اختلال با پایه‌ی زیستی است که در دوران کودکی آغاز می‌شود (دونفرانسیسکو، ناتیویو و همکاران[2]، ۲۰۲۰) و کودکان را با علائمی ازجمله نقص توجه، بیش‌فعالی و تکانشگری تحت تأثیر قرار می‌دهد (لیو، هانا و همکاران[3]، ۲۰۲۰). میزان شیوع این اختلال در کودکان ۵/۹ درصد تخمین زده می‌شود (فاراوان، باناچووسکی و همکاران[4]، ۲۰۲۱). این کودکان در مخچه و قطعه پیشانی که در برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی، تصمیم‌گیری، ادراک زمان، حافظه، بازداری، یادگیری و ادراک فضایی و تفکر نقش دارند دچار ضعف‌هایی هستند (صالحی‌نژاد، غناوتی و همکاران، ۲۰۲۱). همچنین در زمینه آموزش و تعاملات اجتماعی و هیجانی نیز مشکلاتی دارند (جانگ، ناتاراجان و همکاران[5]، ۲۰۲۲).

یکی از مشکلات خاص این کودکان هیجان و تنظیم هیجان می‌باشد (یپ، سانکین و همکاران[6]، ۲۰۱۸). تنظیم هیجان آگاهی و ارزیابی از حالت هیجانی انسان را در برمی‌گیرد و همچنین شامل فرایندهایی است که در درک و تأثیرگذاری بر هیجانات نقش دارد (تواملر، انگل و همکاران[7]، ۲۰۲۲). در فرآیند تنظیم هیجان، ارزیابی مجدد شناختی شامل اصلاح معنای شناختی نسبت داده شده به یک موقعیت است، درحالی‌که سرکوب بیانی شامل مهار یا کاهش رفتار بیانگر هیجانی مداوم است (گولو، جلو و همکاران[8]، ۲۰۲۲). اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی باعث ایجاد اختلال در تنظیم هیجان نیز می‌شود (آتشی، قاسمی و همکاران، ۱۴۰۲). اخیراً پژوهش‌ها به هم‌پوشانی بدتنظیمی هیجانی و اختلال بیش‌فعالی معطوف شده است (بونفرد، داوسون و همکاران[9]، ۲۰۲۰). مشکلات مربوط به تنظیم هیجان به‌عنوان نقص عصبی- روانشناختی مهم در بیش‌فعالی مطرح شده است (شاو، سادره و همکاران[10]، ۲۰۱۵)، به‌گونه‌ای که نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد ۳۰- ۷۰ درصد افراد مبتلا به بیش‌فعالی در تنظیم هیجان دچار مشکلات اساسی هستند (شاو، استرینگاریس و همکاران[11]، ۲۰۱۴) و روابط اجتماعی نامطلوب (رز و گرازیانو[12]، ۲۰۱۸) را پیش-بینی می‌کند. علاوه بر این کریستین، مارتل و همکاران[13] (۲۰۲۰) بر اساس نظریهٔ ناکارآمدی بازداری مطرح می‌کنند که کودکان دارای اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی نمی‌توانند به‌طور مؤثر به محیط پاسخ تأخیری بدهند و هیجان‌های متفاوتی را در یک محیط اجتماعی نشان می‌دهند که متناسب با آن محیط نیست، زیرا نمی‌توانند به نشانه‌های ضروری اجتماعی و رفتارهایشان که غیرمتناسب هستند، توجه کنند. این افراد در تعدیل شدت هیجانات، تکانشگری هیجانی و کنترل واکنش‌های هیجانی منفی دارای مشکلاتی هستند و الگوهای تنظیم هیجان ناکارآمدی دارند (مرادی سیاه افشدی، امیری و همکاران، ۲۰۲۳). نتایج پژوهش بیدرمن، اسپنسر و همکاران[14] (۲۰۱۲) نشان می‌دهد که کودکان و نوجوانان مبتلا به این اختلال، ناتوانی عمده‌ای در خودتنظیمی هیجانی دارند؛ به‌گونه‌ای که در درک کردن و مهار هیجان‌ها و احساساتشان با مشکلات اساسی روبه‌رو هستند

با توجه به اینکه درصد قابل توجهی از کودکان دارای اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی از مشکلات تنظیم هیجان رنج می‌برند (شاو، استرینگاریس و همکاران[15]، ۲۰۱۴)، استفاده از مداخلات جدید و مؤثر در این زمینه بسیار ضروری به نظر می‌رسد. رویکردهای درمانی متعددی برای این اختلال مطرح است. یکی از آزمایشات عصب روانشناختی که امروزه برای درمان اختلالات هیجانی، به‌ویژه معضلات با سبب شناسی‌های عصبی-رشدی به‌کار می‌رود، تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز[16] (tDCS) می‌باشد (تایر، هالوی و همکاران[17]، ۲۰۱۷).

1. Attention Deficit Hyperactivity Disorder
2. Donfrancesco
3. Liu, Hanna
4. Faraone, Banaschewski
5. Jiang, Natarajan
6. Yep, Soncin
7. Thümmler, Engel, & Bartz
8. Gullo, Gelo
9. Bunford, Dawson
10. Shaw, Sudre
11. Shaw, Stringaris
12. Ros & Graziano
13. Christian, Martel
14. Biderman, Spencer
15. Shaw, Stringaris
16. Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS)
17. Thair, Holloway

تحریک الکتریکی مغز یک روش غیرتهاجمی است که از طریق دپولاریزاسیون پتانسیل استراحت غشا[1] (محرک آندی[2]) یا مهار قشر (محرک کاتدی[3]) جریان الکتریکی ضعیفی را ایجاد می‌کند که قادر است با افزایش قطبش پتانسیل استراحت غشاء باعث تحریک مغزی شود، یعنی افزایش یا کاهش سرعت شلیک خود به خودی سلول‌های عصبی تحت تأثیر جریان الکتریکی قرار می‌گیرد (فیلمر، متینگلی و همکاران[4]، ۲۰۲۰). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز موجب بهبود شدت علائم در اختلالات روانپزشکی و عصبی مانند افسردگی (کالو، سکتون و همکاران[5]، ۲۰۱۲)، سکتهٔ مغزی (چانگ، کیم و همکاران[6]، ۲۰۱۵) و نارساخوانی (هت و لاویدور[7]، ۲۰۱۵) می‌شود. به عقیده کاستینالوس و پرول[8] (۲۰۱۲) تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز می‌تواند در بهبود شدت علائم اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی به کار گرفته شود. به‌طوری که تحریک ناحیه پشتی- جانبی قشر پیش‌پیشانی چپ با ایجاد تغییرات در سطح انتقال‌دهنده عصبی دوپامین (ملتزوس، هوردر و همکاران[9]، ۲۰۱۴) و اختلال در سیگنال‌دهی گلوتامات (آدلر، کرون و همکاران[10]، ۲۰۱۲؛ ماتر، کلوت و همکاران[11]، ۲۰۱۶؛ گیوردانو، بیکسون و همکاران[12]، ۲۰۱۷) منجر به بهبود حافظه، توانایی برنامه‌ریزی، کنترل مهاری و کارایی عصبی در طول پردازش شناختی با حداقل عوارض جانبی می‌شود (مینزر[13] و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج پژوهش ارشدی، عسگری و همکاران (۱۴۰۲)، اشرفی، اعراب شیبانی و همکاران (۱۳۹۸) و کاشانی خطیب، رادفر و همکاران (۱۳۹۸) نشان می‌دهد تحریک الکتریکی مغز بر کارکردهای اجرایی، توجه و تصمیم‌گیری پرخطر کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه مؤثر می‌باشد.

همچنین در میان مداخله‌های غیردارویی برای گروه دارای نقص توجه/ بیش‌فعالی، توانبخشی شناختی[14] نیز یکی از متدهایی است که امروزه مورد توجه متخصصان و درمانگران بالینی قرار گرفته است. توانبخشی شناختی به‌وسیله آموزش‌هایی بر اساس یافته‌های علوم شناختی اما به شکل بازی (مانند بازی‌های رایانه‌ای) ارائه می‌شود و با تأکید بر اصل نوروپلاستیسیتی یا انعطاف‌پذیری مغز، عملکردهای شناختی را بهبود می‌بخشد. در برنامه توانبخشی‌شناختی، تلاش می‌شود تا فرایندهای شناختی معیوب، با بهره‌گیری از روش‌های مختلف مانند نرم‌افزارها و بازی‌های کامپیوتری از طریق ارائه تمرین و انجام تکالیف، بهبود یابند (فیشر، لویی و همکاران[15]، ۲۰۱۳). در واقع با استفاده از روش توانبخشی شناختی رایانه‌ای مناطقی از مغز که در ارتباط با کارکرد اجرایی هستند را می‌توان تحریک کرد. در میان برنامه‌های توانبخشی، برنامه توانبخشی کاپیتان لاگ[16]، یکی از برنامه های نرم‌افزاری است که به‌منظور بازتوانی و ارتقاء کارکردهای شناختی توسط شرکت Brain Train در آمریکا طراحی شده است (رویتوند غیاثوند و امیری مجد، ۱۳۹۸) که موجب تقویت حافظه کاری و دیگر مهارت‌های کارکردهای اجرایی نظیر توجه و حل مسئله می‌شود (دندرس و هانتر[17]، ۲۰۱۸). از این نرم‌افزار به‌منظور ارتقاء مهارت‌های شناختی از قبیل حافظه فعال، توجه انتخابی، توجه متناوب، توجه تقسیم‌شده، توجه متمرکز، توجه مداوم، تکانشگری، سرعت پردازش شنیداری، پردازش دیداری و غیره استفاده می‌شود (براتون و همکاران[18]، ۲۰۲۰). یافته‌های نظربلند، نوحه‌گری و همکاران (۱۳۹۸)، قاضی سعیدی، شاه‌مرادی و همکاران (۱۳۹۷)، باباپور، هاشمی و همکاران (۱۴۰۲) اثربخشی برنامه توانبخشی کاپیتان لاگ را بر بهبود علائم کودکان دارای اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی نشان می‌دهد.

1. Depolarization of resting membrane potential
2. Anode
3. Cathode
4. Filmer, Mattingley & Dux
5. Kalu, Sexton
6. Chang, Kim
7. Heth & Lavidor
8. Castellanos & Proal
9. Maltezos, Horder
10. Adler, Kroon
11. Mather, Clewett
12. Giordano, Bikson
13. Meinzer
14. cognitive rehabilitation
15. Fisher
16. Captain Log
17. Donders & Hunter
18. Braaten

بررسی پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی نشان می‌دهد پرداختن به موضوع تنظیم هیجان در این کودکان ضروری است. چرا که این گروه از جامعه در آینده نزدیک، می‌بایست به ایفای نقش اجتماعی و شغلی بپردازند و آسیب‌پذیری روانشناختی آنان سبب می‌شود آنها نتوانند کارکرد اجتماعی، روانشناختی و تحصیلی مناسب را از خود نشان دهند (جاویدی‌پور و دهقان، ۱۴۰۱). با این حال مطالعات بسیار کمی در رابطه با تنظیم هیجان کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی در داخل ایران انجام شده است. با توجه به اهمیت نقش تنظیم هیجان در این کودکان و لزوم دریافت مداخلات روانشناختی در این حوزه، استفاده از متدهای نوین درمانی می‌تواند بسیار مؤثر باشد. تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای مغز (tDCS) و توانبخشی شناختی مبتنی بر رایانه امروزه به‌صورت گسترده توسط متخصصان و روانشناسان استفاده می‌شود، با این حال تاکنون پژوهشی به بررسی مقایسه‌ای این دو روش و میزان اثربخشی آن‌ها در کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش فعالی نپرداخته است. لذا پژوهش حاضر با هدف مقایسه اثربخشی تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) و توانبخشی شناختی مبتنی بر رایانه بر بهبود تنظیم هیجان کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی انجام شد.

۲. روش پژوهش

پژوهش حاضر، آزمایشی با روش پیش‌آزمون- پس‌آزمون چندگروهی با گروه آزمایش و کنترل بود. جامعه آماری پژوهش شامل کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی شهر اردبیل که به مرکز روانپزشکی بیمارستان فاطمی شهر اردبیل در سال ۱۴۰۱ مراجعه کردند بود که به روش نمونه‌گیری هدفمند ۶۰ کودک دارای اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در سه گروه آزمایش ۱(تحریک الکتریکی مغز)، آزمایش ۲ (توانبخشی شناختی) و کنترل جایگزین شدند. در مورد انتخاب نمونه باید اشاره کرد که در روش آزمایشی باید هر زیر گروه حداقل شامل ۱۵ نفر باشد (دلاور، ۱۳۹۱). ابتدا پیش آزمون در هر سه گروه اجرا شد. سپس آزمودنی‌های گروه آزمایش اول تحریک الکتریکی مغز (tDCS) را به مدت ۱۰ جلسه و هر هفته دو بار به مدت ۲۰ دقیقه دریافت کردند. گروه آزمایش دوم نیز مداخله توانبخشی شناختی رایانه‌ای کاپیتان لاگ را به مدت ۱۰ جلسه و هر هفته دو بار به مدت ۴۵ دقیقه دریافت کرد. گروه کنترل مداخله‌ای را دریافت نکرد. بعد از اتمام جلسات آموزشی، در هر سه گروه آزمایش ۱ و ۲ و کنترل، پس‌آزمون اجرا شد. ملاک‌های ورود به پژوهش عبارت بودند از: داشتن اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی، دامنه سنی ۹ تا ۱۲ سال، عدم دریافت سایر مداخلات روانشناختی، کسب نمره ۹۰ یا بالاتر در آزمون ماتریس‌های پیش‌رونده ریون، نداشتن سایر اختلالات روانپزشکی. همچنین ملاک‌های خروج از پژوهش نیز عبارت بودند از: غیبت بیش از دو جلسه در جریان جلسات مداخله، تکمیل ناقص پرسشنامه پژوهش و عدم تمایل به ادامه جلسات مداخله. جهت رعایت اصول اخلاقی پژوهش، در ابتدای تحقیق، با توضیح صادقانهٔ اهداف پژوهش، رضایت آگاهانه از افراد برای شرکت در پژوهش اخذ گردید. همچنین رازداری و محرمانه ماندن اطلاعات هم از جانب پژوهش‌گر کاملاً حفظ شد.

۲-۱. ابزارهای جمع‌آوری اطلاعات

فرم کوتاه و تجدیدنظر شده مقیاس درجه‌بندی کانرز والدین[1]: این پرسشنامه توسط کانرز (۱۹۹۰) ساخته شده است و دارای ۲۷ سؤال می‌باشد که توسط مادران تکمیل شده است و دارای ۴ زیر مقیاس مخالفت جویی، مشکلات شناخت، بی‌توجهی، بیش‌فعالی و شاخص اختلال نارسایی توجه/ بیش‌فعالی می‌باشد. نمره خام آزمودنی در هر زیر مقیاس از مجموع درجه‌بندی‌های والدین (از ۳ تا ۰) در عبارات مربوط به آن زیر مقیاس محاسبه می‌شود و سپس بر اساس سن و جنس او به نمرات معیار t تبدیل می‌شود. نمره معیار مساوی یا بیشتر از ۶۵ معمولاً نشانگر مشکلات قابل‌توجه بالینی در آن زیر مقیاس است. محدوده سنی مورد استفاده در مقیاس‌های کانرز، ۳-۱۷ سال است که هنجارهای سنی جداگانه‌ای با فواصل ۳ سال برای دختران و پسران تهیه شده است. کانرز، سیتارنویس و همکاران[2] (۱۹۹۹) پایایی این مقیاس را ۰/۹۰ گزارش کرده‌اند. ضریب پایایی بازآزمایی برای نمره کل ۰/۵۸ و ضریب آلفای کرونباخ برای نمره کل ۰/۷۳ و روایی آن ۰/۸۴ است (شهائیان، شهیم و همکاران، ۱۳۸۶).

1. Conners' Parent Rating Scale (CPRSR)
2. Conners, Sitarenios

آزمون ماتریس‌های پیشرونده ریون[1]: آزمون ماتریس‌های پیشرونده ریون اولین بار در سال ۱۹۳۸ توسط ریون در انگلستان استاندارد شد (ریون، ۲۰۰۰). این آزمون دارای دو فرم برای کودکان ۵ تا ۹ سال و از ۹ سال به بالا برای بزرگسالان به‌کار می‌رود و متشکل از یک سری تصاویر انتزاعی است که یک توالی منطقی را به وجود می‌آورند و با درجه دشواری فزاینده‌ای چیده شده اند. آزمودنی باید از میان ۶ الی ۸ گزینه، تصویری را انتخاب کند که ماتریس بالایی را تکمیل نماید (باباپور، هاشمی و همکاران، ۱۴۰۲). پژوهش‌های اعتباریابی در کشور انگلستان نشان داده‌اند که اعتبار این آزمون در تشخیص عامل عمومی هوش بالاست. ریون و کورت[2] (۱۹۹۸) در مطالعه‌ای که روی گروه سنی ۴ تا ۱۱ سال کودکان اسلواکی انجام شد، ضریب پایایی ۰/۸۵ را به روش بازآزمایی مجدد به دست آورد. همچنین نتایج آزمایشی که ۱ سال بعد در سنگاپور تکرار شد، ضریب ۰/۷۱ گزارش شد. بیلدرن (۲۰۱۷) برای محاسبه همبستگی آزمون ماتریس‌های پیشرونده رنگی کودکین، میانگین نمرات خام ۶۵ نفر از کودکان ۳- ۹ سال را با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ برای کل مقیاس ۰/۸۳۲ تعیین کرد، درحالی‌که از طریق همبستگی اسپیرمن – براون با روش دونیمه‌کردن برابر با ۰/۸۰ تعیین شد. همچنین به روش بازآزمایی ضریب ۰/۸۳ را به دست آورد که نشان‌دهنده میزان بالای پایایی این آزمون است. در ایران نیز بررسی‌های اعتباریابی و هنجاریابی روی این آزمون نشان می‌دهند که از اعتبار و روایی کافی برخوردار است و برای بررسی هوش عمومی در کودکان ایرانی مناسب است (کرمی، ۱۳۹۴).

پرسشنامه تنظیم شناختی هیجان[3]: این پرسشنامه توسط گرانفسکی، کرایج و همکاران[4] (۲۰۰۲) ساخته شده است و یک پرسشنامه چندبعدی و ابزاری خود گزارشی است که ۳۶ ماده دارد و دو فرم بزرگسالان و کودکان را شامل می‌شود. این نسخه از روی نسخه اصلی پرسشنامه تنظیم شناختی هیجان به‌منظور استفاده در جامعه کودکان تدوین شده است. نمرات شامل ۱ تا ۵ (از همیشه یا هرگز) می‌باشد. این پرسشنامه راهبردهای سرزنش خود، سرزنش دیگران، نشخوارذهنی و فاجعه‌آمیزپنداری در مجموع، راهبردهای منفی و راهبردهای پذیرش، توجه مجدد به برنامه‌ریزی، توجه مجدد مثبت، باز ارزیابی مثبت و اتخاذ دیدگاه بر روی هم راهبردهای مثبت تنظیم هیجان را نشان می‌دهند. ضریب آلفای کرونباخ برای خرده مقیاس‌های این پرسشنامه به‌وسیله گرانفسکی و همکاران (۲۰۰۲) در دامنه ۰/۷۱ تا ۰/۸۱ گزارش شده است. برقی ایرانی، بگیان کوله‌مرز و تمیمی (۱۳۹۶) در پژوهش خود پایایی این پرسشنامه را با دامنه آلفای کرونباخ ۰/۷۶ تا ۰/۹۲ و روایی پرسشنامه بین خرده مقیاس‌ها را ۰/۳۲ تا ۰/۶۷ گزارش کرده‌اند.

فرم مصاحبه بالینی محقق‌ساخته: فرم مصاحبه جهت جمع‌آوری اطلاعات فردی، خانوادگی، میزان تحصیلات والدین و سنجش بیماری‌های روانی طی مصاحبه با مادر تکمیل شد و برای همتاسازی افراد نمونه در دو گروه (آزمایش ۱ و ۲ و کنترل) استفاده شد.

دستگاه تحریک الکتریکی مغز: از دستگاه tDCS مدل نورواستیم ۲، محصول شرکت مدینا جهت اعمال تحریک مغزی در این پژوهش استفاده شد. این دستگاه دو کانال مجزا دارد که عملکرد هر کانال به‌طور مستقل از دیگری است. این ابزار قابلیت تنظیم پارامترهای مختلف تحریک از قبیل شدت جریان، زمان و فرکانس را دارد. شدت جریان خروجی این دستگاه از ۱/۰ تا ۲ میلی‌آمپر و مدت زمان ارائه تحریک نیز تا ۴۵ دقیقه و فرکانس موج خروجی تا ۲۰ هرتز قابل تنظیم است. برای تحریک ناحیه مغزی از پد ابری با ابعاد ۳/۵ در ۳/۵ بر الکترودها استفاده می‌شود. همچنین محلول نمکی برای خیس کردن پدها استفاده می‌شود.

بسته توانبخشی شناختی کاپیتان لاگ: نرم‌افزار کاپیتان لاگ، یکی از پرکاربردترین نرم‌افزارهای توانبخشی شناختی است که به ارتقای توانمندی‌های ذهنی افراد می‌پردازد. این نرم‌افزار بیش از ۲۰۰۰ تمرین را با هدف بهبود ۲۰ مهارت شناختی در خود جای داده است و برای افرادی با اختلالات بیش‌فعالی- نقص توجه، ناتوانی‌های یادگیری، کم‌توانی ذهنی، آسیب‌های مغزی، دمانس و آلزایمر، تاخیر در مراحل رشد و تحول و همچنین، اختلالات خلقی و اسکیزوفرنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نرم‌افزار که اولین بار در سال ۲۰۰۰ و توسط شرکت Brain Train آمریکا ارائه شد، برای افراد بالای ۶ سال

1. Raven's progressive matrices and vocabulary scales
2. Raven & Court
3. Emotion regulation questionnaire
4. Garnefski, Kraaij

آماده شده است و سطوح مختلفی از دشواری را شامل می‌شود و موجب تقویت و ارتقاء حافظه کاری و دیگر مهارت‌های کارکردهای اجرایی نظیر توجه، بازداری و حل مسئله می‌شود (دندرس و هانتر ۲۰۱۸). از این نرم‌افزار به‌منظور ارتقاء مهارت‌های شناختی از قبیل حافظه فعال، توجه انتخابی، توجه متناوب، توجه تقسیم‌شده، توجه متمرکز، توجه مداوم، تکانشگری، سرعت پردازش شنیداری، پردازش دیداری و غیره استفاده می‌شود (براتون و همکاران[1]، ۲۰۲۰). کلیه تکالیف موجود در این برنامه چندبعدی بوده و به‌طورکلی بر بیش از یک مهارت شناختی تمرکز دارند، بنابراین هم کارکردهای پایهٔ شناختی هم کارکردهای عالی شناختی به‌طور همزمان در این برنامه بهبود و ارتقا پیدا می‌کنند. این ابزار در پژوهش کوتول، برنز و همکاران (۱۹۹۶، به نقل از رویتوند غیاثوند و امیری مجد، ۱۳۹۷) جهت اثربخشی آن بر اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی مورد استفاده قرار گرفته که روایی آن تأیید شده و پایایی آن بعد از پیگیری هفت ماهه نشان از حفظ اثرات آن در پژوهش داشته است. نرم‌افزار مذکور به زبان انگلیسی است و در ابتدا نیاز است که درمانگر توضیحات مربوط به تمرین را به مراجع اعلام کند، لذا تمامی آزمودنی‌ها توضیحات یکسان و کافی در مورد اجرا دریافت کردند. همچنین زمانی که تمرین شروع شود دیگر هیچ‌گونه بحث دستوری جهت انجام تمرین لازم نیست (ویست و همکاران[2]، ۲۰۱۷). این نرم‌افزار برای سنین مختلف سطح‌های مختلفی دارد. برای کودکان سطح نقره‌ای، برای نوجوانان سطح طلایی و برای بزرگسالان سطح الماس وجود دارد. برای تمام آزمودنی‌های پژوهش حاضر سطح نقره‌ای اجرا شد. اثربخشی این نرم‌افزار در مطالعات متعدد و در گروه‌های مختلف نشان داده شده است (قربانیان، علیوند وفا و همکاران، ۱۳۹۸).

۲-۲. روش اجرا

برای جمع‌آوری داده‌های لازم در این پژوهش، پس از اخذ مجوزهای لازم، با مراجعه به بخش روانپزشکی بیمارستان فاطمی شهر اردبیل، پس از تهیه لیست کودکان دارای اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی، افراد مورد نظر انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در سه گروه ۲۰ نفره تقسیم جایگزین شدند. در ابتدا تمامی والدین فرم رضایت آگاهانه را تکمیل کردند. سپس ابزارهای پژوهش به‌عنوان پیش‌آزمون بر روی آنها اجرا شد. در گروه آزمایش الکترود آنودال بر قشر پیشانی خلفی –جانبی چپ DLPFC (F3) شرکت‌کنندگان قرار داده شد. مدت زمان تحریک در هر جلسه ۲۰ دقیقه در نظر گرفته شد و شدت تحریک نیز ۲ میلی‌آمپر در نظر گرفته شد. گروه آزمایش دوم نیز مداخله توانبخشی شناختی رایانه‌ای کاپیتان لاگ را به مدت ۱۰ جلسه و هر هفته دو بار به مدت ۴۵ دقیقه دریافت کرد. گروه کنترل نیز مداخله‌ای را دریافت نکرد. پس از پایان جلسات نیز، آزمودنی‌ها مجدداً توسط ابزارهای پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفتند. لازم به ذکر است که به دلیل عدم همکاری و انصراف ۳ نفر از شرکت‌کنندگان (دو نفر در گروه آزمایش اول و یک نفر در گروه توانبخشی) پژوهش حاضر در نهایت با ۵۷ نفر آزمودنی اجرا شد.

1. Braaten
2. Wiest, Rosales

جدول ۱. خلاصه جلسات برنامه توان‌بخشی کاپیتان لاگ

نام تمرینات	اهداف
قدرت پازل[1]	تقویت حافظه کاری، توجه انتخابی انعطاف‌پذیری شناخت
دمینو[2]	تقویت توجه متمرکز، توجه پایدار (گوش به زنگی)، حافظه کاری
تمرین هدف[3]	توجه انتخابی (کنترل مهاری)، توجه متمرکز، توجه پایدار (گوش به زنگی)
پرندگان یک پر[4]	تقویت حافظه کاری و توجه انتخابی (کنترل مهاری)، توجه متمرکز
بازی دیر نکن[5]	تقویت حافظه کاری و توجه انتخابی (کنترل مهاری)، توجه متمرکز
آلامو را به یاد بیاور[6]	تقویت حافظه کاری و توجه انتخابی (کنترل مهاری)، توجه متمرکز، توجه تقسیم شده، توجه پایدار (گوش به زنگی)
جوجه اردک زشت[7]	تقویت حافظه کاری، توجه انتخابی، استدلال مفهومی، انعطاف‌پذیری شناختی
بازی مطابقت[8]	تقویت سرعت پردازش مرکزی حافظهٔ کاری و توجه کلی و تمرکز، انعطاف‌پذیری شناختی
آهنگ‌های فریبنده[9]	تقویت انعطاف‌پذیری شناختی، سرعت پردازش مرکزی توجه و تمرکز، حافظه کاری
بعدی چیست؟[10]	توجه و تمرکز، انعطاف‌پذیری شناختی، سرعت پردازش مرکزی حل مسأله و استدلال مفهومی

۲-۳. روش تحلیل داده‌ها

به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در این پژوهش از روش‌های آمار توصیفی (محاسبه میانگین، انحراف معیار، کجی و کشیدگی) و آمار استنباطی (آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره (مانکوا) و آزمون بنفورونی) استفاده گردید. جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۵ استفاده شده است و آلفای مورد نظر در تمام موارد ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

۳. یافته‌های پژوهش

جدول ۲ اطلاعات جمعیت شناختی مربوط به آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۲. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی کودکان دارای اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی بر حسب گروه‌های مورد بررسی

متغیرها	طبقات	گروه تحریک الکتریکی مغز (درصد) فراوانی	گروه توانبخشی شناختی (درصد) فراوانی	گروه کنترل (درصد) فراوانی	مقدار P
سن	۹	(۶)۳۳/۳	(۴)۲۱/۱	(۵)۲۵/۰	۰/۶۹
	۱۰	(۴)۲۲/۲	(۵)۲۶/۳	(۴)۲۰/۰	
	۱۱	(۳)۱۶/۷	(۵)۲۱/۱	(۵)۲۵/۰	
	۱۲	(۵)۲۷/۸	(۶)۳۱/۶	(۶)۳۰/۰	

آزمون مجذور کای، P<۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار

میانگین و انحراف معیار متغیر تنظیم هیجان (تنظیم هیجان مثبت و تنظیم هیجان منفی) در هر یک از گروه‌ها در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۳ ارائه شده است.

1. Puzzle Power
2. Domino Dynamite
3. Target Practice
4. Birds of Feather
5. Don`t be Late
6 Remember the Alamo
7. The Ugly Duckling
8. match play
9. Tricky Tracks
10. What`s next?

جدول ۳. مقایسه میانگین و انحراف معیار گروه‌های آزمایش و کنترل در متغیرهای پژوهش در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر		گروه آزمایش (تحریک فرا جمجمه‌ای مغز (tDCS))		گروه آزمایش (توانبخشی شناختی مبتنی بر رایانه)		گروه کنترل	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
هیجان مثبت	پیش‌آزمون	۵۲/۱۱	۲/۲۹	۵۱	۱/۶۹	۵۱/۴۰	۱/۹۵
	پس‌آزمون	۵۵/۵۰	۱/۷۵	۵۳/۴۷	۲/۰۱	۵۰/۸۵	۲/۳۹
هیجان منفی	پیش‌آزمون	۴۶/۳۳	۱/۵۳	۴۵/۱۰	۱/۷۹	۴۵/۷۰	۱/۸۳
	پس‌آزمون	۴۳/۴۴	۲/۱۴	۴۲/۴۷	۲/۹۵	۴۵/۵۴	۱/۸۴

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، میانگین نمرات متغیر تنظیم شناختی هیجان در گروه‌های آزمایش در مرحله پس آزمون نسبت به مرحله پیش‌آزمون بهبود داشته است. در ادامه جهت بررسی پیش‌فرض‌های لازم جهت استفاده از آزمون‌های پارامتریک از آزمون لوین استفاده شد. با توجه به میزان F مشاهده شده مؤلفه‌های تنظیم هیجان در سطح ۰/۰۵ معنادار نبوده (P>۰/۰۵)، بنابراین واریانس نمرات تنظیم هیجان در بین دو گروه آزمایش و کنترل متفاوت نیست و فرض همگنی واریانس‌ها تأییدشده است. همچنین جهت بررسی نرمال بودن نمرات تنظیم شناختی هیجان از آزمون کلوموگروف اسمیرنف استفاده شد. نتایج آزمون کلوموگروف اسمیرنف نشان داد که نمرات تنظیم شناختی هیجان کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی نرمال هستند؛ بنابراین می‌توان از آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره استفاده کرد. در جدول ۴ آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیری گزارش شده است.

جدول ۴. نتایج تحلیل کوواریانس (MANCOVA) نمرات تنظیم شناختی هیجان در گروه‌های آزمایش و کنترل

منبع	متغیر	SS	df	MS	F	سطح معنی‌داری	Eta
پیش‌آزمون	هیجان مثبت	۹۷/۱۶۵	۱	۹۷/۱۶۵	۵۱/۲۸۳	۰/۰۰۱	۰/۵۱۷
	هیجان منفی	۹۹/۶۷۷	۱	۹۹/۶۷۷	۳۳/۲۵۰	۰/۰۰۱	۰/۴۰۹
گروه	هیجان مثبت	۱۵۶/۴۰۵	۲	۷۸/۲۰۳	۴۱/۲۷۴	۰/۰۰۱	۰/۶۳۲
	هیجان منفی	۸۷/۱۵۵	۲	۴۳/۵۷۷	۱۴/۵۳۷	۰/۰۰۱	۰/۳۷۷
خطا	هیجان مثبت	۹۰/۹۴۶	۴۸	۱/۸۹۵			
	هیجان منفی	۱۴۳/۸۹۳	۴۸	۲/۹۹۸			
کل	هیجان مثبت	۱۶۱۷۲۲	۵۷				
	هیجان منفی	۱۰۹۸۶۴	۵۷				

همان‌طور که نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد با کنترل پیش‌آزمون، بین دو گروه آزمایش و گروه کنترل در تنظیم هیجان مثبت و منفی (P<۰/۰۵) تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به‌عبارت‌دیگر نمرات تنظیم هیجان مثبت و منفی گروه‌های آزمایش بعد از مداخله تحریک الکتریکی مغز و توانبخشی شناختی متفاوت است.

جدول ۵. نتایج آزمون بونفرونی برای مقایسه تفاوت میانگین نمرات تنظیم شناختی هیجان در گروه‌های آزمایش و کنترل

متغیر	گروه‌های مقایسه	تفاوت میانگین‌ها	خطای معیار	سطح معنی‌داری
هیجان مثبت	تحریک الکتریکی مغز و توانبخشی شناختی	۱/۰۲۷	۰/۴۹۳	۰/۱۲۸
	تحریک الکتریکی مغز و کنترل	۳/۹۳۵*	۰/۴۶۲	۰/۰۰۱
	توانبخشی شناختی و کنترل	۲/۹۰۷*	۰/۴۵۳	۰/۰۰۱
هیجان منفی	تحریک الکتریکی مغز و توانبخشی شناختی	-۰/۲۸۰	۰/۶۲۱	۰/۹۸
	تحریک الکتریکی مغز و کنترل	-۲/۷۴۶*	۰/۵۸۱	۰/۰۰۱
	توانبخشی شناختی و کنترل	-۲/۴۶۶*	۰/۵۶۹	۰/۰۰۱

همان‌طور که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود نتایج آزمون بونفرونی در مرحله پس‌آزمون حاکی از تفاوت معنی‌دار هر دو گروه مداخله با گروه کنترل در متغیرهای تنظیم هیجان مثبت و منفی بود؛ اما بین دو گروه مداخله در هیچ‌کدام از متغیرها تفاوت معنی‌داری یافت نشد؛ بنابراین این دو روش بر تنظیم شناختی هیجان اثر یکسانی دارند.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف مقایسه اثربخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) و توانبخشی شناختی مبتنی بر رایانه بر بهبود تنظیم هیجان کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی انجام شد. نتایج تحلیل کواریانس نشان داد تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) بر بهبود تنظیم هیجان کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی مؤثر است. این یافته با نتایج پژوهش ارشدی، عسگری و همکاران (۱۴۰۲)، عزیزی آرام، بشرپور و همکاران (۱۴۰۰) و کاستینالوس و پرول (۲۰۱۲) همسو می‌باشد.

در تبیین این یافته می‌توان گفت با توجه به موقعیت الکترود، ناحیه پشتی–جانبی پیش‌پیشانی یک منطقه محوری از مکانیزم شناختی است و یکی از مناطق مهمی می‌باشد که در کنترل شناختی مکانیزم‌های هیجانی و پردازش اطلاعات هیجانی دخیل است (پینا–گومز، ویدال– پینریه و همکاران[1]، ۲۰۱۱). در نتیجه، فعالیت کمتر این ناحیه با بدتنظیمی هیجانی همراه است. کودکان دارای اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی ناتوانی عمده‌ای در کارکردهای مربوط به تنظیم هیجان دارند، به‌طوری‌که در درک و مهار هیجان‌ها و احساس‌های خود با مشکلات اساسی و عدیده‌ای روبرو هستند (بیدرمن، اسپنسر و همکاران[2]، ۲۰۱۲). تحریک الکتریکی این ناحیه با افزایش فعالیت قشری موجب می‌شود که این کودکان کنترل بیشتری بر هیجانات خود داشته باشد، موقعیت‌ها را بررسی نماید و توانایی تنظیم شناختی هیجان را افزایش دهد. به‌عبارت‌دیگر، زمانی که افراد سعی دارند هیجان‌های خود را کنترل کنند، فعالیت مناطق لوب پیشانی درگیر در کنترل شناختی به‌ویژه پیش‌پیشانی پشتی–جانبی افزایش و فعالیت مناطق زیرقشری که به‌طور معمول آن هیجان را کنترل می‌کنند، کاهش می‌یابد (بولی، سیلورز و همکاران[3]، ۲۰۱۴). علاوه بر این، روش درمانی تحریک الکتریکی مغز با تأثیر بر فعالیت آمیگدال، موجب پردازش هیجانی مثبت و کنترل سیستم اجرای هیجانی می‌شود (استورات و بانیچ[4]، ۲۰۰۵). سیستم اجرا به این صورت است که وقتی الکترود تحریکی آند، بر روی نیمکره چپ و الکترود بازداری کاتد بر روی نیمکره راست قرار می‌گیرد، باعث کاهش هیجانات منفی می‌شود (زاقی، آکار و همکاران[5]، ۲۰۱۰). تکنیک‌های تعدیل عصبی مانند تحریک الکتریکی، به‌ویژه در کرتکس پیش‌پیشانی، نتایج امیدوارکننده‌ای را در تعدیل کنترل شناختی برای فرآیندهای هیجانی نشان داده است. نتایج نشان می‌دهد تحریک الکتریکی اعمال شده بر قشر پیش‌پیشانی پشتی جانبی، منجر به افزایش تخصیص منابع شناختی بیشتر برای پردازش هیجانی در هنگام ارائه محرک‌های منفی می‌شود (اسکندری، داداشی و همکاران، ۲۰۱۹) و واکنش هیجانی نسبت به محرک‌های منفی را کاهش می‌دهد (ولکو، کووب و همکاران[6]، ۲۰۱۶) و منجر به بهبود تنظیم هیجان می‌شود.

یافته دیگر پژوهش نشان داد توانبخشی شناختی مبتنی بر رایانه بر بهبود تنظیم هیجان کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی مؤثر است. در مورد اثربخشی برنامه توانبخشی شناختی بر بهبود تنظیم هیجان، مطالعاتی که به‌طور مستقیم به اثربخشی این برنامه بر تنظیم هیجان پرداخته باشد، در پیشینه پژوهش‌های داخلی و خارجی به دست نیامد، ولی نتایج حاصله با نتایج پژوهش سام‌نیا لیوارجانی و حسن‌پاشایی (۱۴۰۰)، تموک، عطادخت و همکاران (۱۴۰۱)، مایلی، ابوالمعالی الحسینی و همکاران (۱۳۹۹)، عیوضی، یزدانبخش و همکاران (۱۳۹۸) و کمبرلاین[7] و همکاران (۲۰۱۰) همخوان می‌باشد.

در تبیین این یافته می‌توان گفت توانبخشی شناختی، مجموعه ساختارمند از فعالیت‌های درمانی طراحی شده برای آموزش مهارت‌های مبتنی بر حافظه، هیجان و سایر عملکردهای شناختی است که توجه ویژه‌ای به مشکلات شناختی و هیجانی دارد (پرز– مارتین، گونزالز– پلاتاس و همکاران[8]، ۲۰۱۷). دشواری در تنظیم هیجان در اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی می‌تواند تا حدودی ناشی از مشکلات در نادیده گرفتن محرک‌های هیجانی نامربوط باشد که این خود ممکن است نتیجه نقص در کارکرد اجرایی باشد که به‌طور مداوم در افراد دارای اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی گزارش می‌شود (شوارتز و ورهیگن[9]، ۲۰۰۸).

1. Peña-Gómez, Vidal-Piñeiro
2. Biderman, Spencer
3. Buhle, Silvers,
4. Stewart, Banich & et
5. Zaghi, Acar
6. Volkow, Koob
7. Chamberlain
8. Pérez-Martín, González-Platas
9. Schwartz & Verhaeghen

پردازش‌های هیجانی ریشه در فعالیت‌های عصبی و کارکردهای نوروسایکولوژیک دارند. تحقیقات انجام شده نشان داده است که افراد دچار نقص در ناحیه پیش‌پیشانی و کارکردهای اجرایی، نیمرخ شخصیتی شامل عدم بازداری رفتاری و شناختی، تکانش‌گری و عدم خودآگاهی و خود بازبینی دارند که برنامه توانبخشی شناختی می‌تواند تا حد زیادی با افزایش فعالیت کورتکس پیش‌پیشانی (کیم[1]، ۲۰۱۵) این نقص‌ها را در کودکان بیش‌فعال برطرف کند (روئیتوند غیاثوند و امیـری مجـد، ۱۳۹۹)؛ بنابراین، بهبود عملکرد هیجانی بعد از مداخلات توانبخشی شناختی بیانگر ایجاد تغییراتی در سیستم عصبی است که می‌توان آن را بر اساس فرضیه شکل‌پذیری مغز در اثر تمرین‌های نوروسایکولوژیک تبیین نمود. این‌طور فرض می‌شود که همان مکانیسمی که زیربنای فرایندهای شکل‌پذیری وابسته به تجربه است، از طریق توانبخشی شناختی منجر به بهبود هدایت شده می‌شود (قربانیان و همکاران، ۱۳۹۸). همچنین توانبخشی شناختی رایانه‌ای طبق اصل شکل‌پذیری و خود ترمیمی مغزی با برانگیختگی پیاپی مناطق کمتر فعال در مغز تغییرات سیناپسی پایداری در آنها ایجاد می‌کند. فرضیه شکل‌پذیری مغز انسان بیان می‌کند، اگر مناطق کمتر فعال درگیر به‌طور مناسب و مکرر تحریک شوند، چنین تغییراتی نمی‌توانند موقتی باشند، بلکه به دلیل تغییراتی که فرض می‌شود در ساختار نورون‌ها ایجاد کرده‌اند، پایدار خواهند ماند (اوکانل، بلگرو و همکاران[2]، ۲۰۰۷)؛ بنابراین می‌توان گفت توانبخشی شناختی بر علائم تأثیر می‌گذارد و باعث کاهش راهبردهای هیجانی سازش نایافته می‌شود و چنین مکانیزمی سبب می‌گردد راهبردهای هیجانی سازش یافته در فرد تقویت گردد (جی. کی[3]، ۲۰۱۹).

سومین یافته پژوهش حاضر، حاکی از آن است که تفاوت معناداری بین میزان اثربخشی دو روش توانبخشی‌شناختی و تحریک الکتریکی مغز در بهبود تنظیم هیجان کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی وجود ندارد و هر دو رویکرد درمانی در مقایسه با گروه کنترل بر افزایش تنظیم شناختی هیجان اثربخش بوده است. در زمینه مقایسه تحریک الکتریکی مغز و توانبخشی شناختی در بهبود تنظیم هیجان کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی مطالعات بسیار اندکی صورت گرفته است. ارشدی، نوکنی و همکاران (۱۴۰۲) در مقایسه اثربخشی تحریک الکتریکی مغز و توانبخشی شناختی در بهبود کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی به این نتیجه رسیدند که تحریک الکتریکی مغز و توانبخشی شناختی، هر دو در بهبود کارکردهای اجرایی کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی مؤثر می‌باشد.

در تبیین این یافته می‌توان گفت تحریک الکتریکی مغز و توانبخشی شناختی هر دو بر اساس تغییراتی در سیستم عصبی مغز منجر به بهبود علائم کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی می‌شوند. قشر پیش‌پیشانی پشتی- جانبی چپ به‌عنوان یک منطقه اصلی در پردازش هیجانی، خصوصاً در شرایط هیجانی منفی است (ذوقی‌پایدار، حسنی خوش و همکاران، ۱۴۰۰) که تحریک الکتریکی مغز و توانبخشی شناختی با هدف قرار دادن این ناحیه منجر به افزایش تنظیم هیجان می‌شود. تحریک الکتریکی اعمال شده بر قشر پیش‌پیشانی پشتی- جانبی، منجر به افزایش تخصیص منابع شناختی بیشتر برای پردازش هیجانی در هنگام ارائه محرک‌های منفی می‌شود (اسکندری و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین برنامه توانبخشی شناختی تا حد زیادی با افزایش فعالیت کورتکس پیش‌پیشانی (کیم، ۲۰۱۵) و تغییرات انعطاف‌پذیری نورون‌های مغزی (اوکانل و همکاران، ۲۰۰۷) منجر به بهبود تنظیم هیجان در کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی می‌شود. از این‌رو، پژوهش‌های مختلف، تقویت هدفمند بخش‌های مختلف مغز بر تغییرات شناختی و رفتاری مانند بهبود در تنظیم هیجان را نشان می‌دهد (ووت، او- دونل و همکاران[4]، ۲۰۱۹).

در مجموع می‌توان گفت نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد مداخلات رایج در درمان کودکان دارای اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی از جمله تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) و توانبخشی شناختی رایانه‌ای منجر به بهبود نشانه‌های این اختلال از جمله تنظیم هیجان می‌شود و هر دو روش اثربخشی خوبی بر این کودکان دارد.

این پژوهش با محدودیت‌هایی نیز همراه بود. از جمله عدم کنترل شدت اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی و استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی با کنترل شدت اختلال و استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی اجرا شود. در پژوهش حاضر از پرسشنامه خود گزارشگری استفاده شده است که در تفسیر نتایج باید جانب احتیاط رعایت شود؛ پیشنهاد می

1. Kim
2. O'Connel, Bellgrove
3. JK
4. Wout, Donnell

شود در پژوهش‌های دیگر از مقیاس‌های معتبر مبتنی بر رایانه نیز استفاده شود. پژوهش حاضر بر روی کودکان دارای اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی در شهر اردبیل انجام شد. لذا پیشنهاد می‌شود در سایر شهرها و مناطق دیگر پژوهش اجرا شود. همچنین وجود محدودیت زمانی و مکانی پژوهشگران برای آزمون پیگیری و هم‌چنین عدم دسترسی به تعداد بیش‌تری از کودکان دارای اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی. از همین رو پیشنهاد می‌شود که مطالعات مکمل این پژوهش با بررسی نمونه‌های بیش‌تر و آزمون پیگیری انجام شود و در پژوهش‌های آتی با استفاده از سه گروه آزمایشی، ترکیب این دو روش در گروه سوم مورد بررسی قرار گیرد. همچنین به دلیل اینکه اکثر مراجعه‌کنندگان پسر بودند، این پژوهش بر روی پسران دارای اختلال نقص توجه/ بیش فعالی انجام شد. لذا پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی بر روی نمونه دختران دارای این اختلال نیز اجرا شود. در چارچوب پیشنهادات پژوهشی و کاربردی پژوهش، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی مقایسه اثربخشی این دو روش بر سایر علائم مورد بررسی قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود اثربخشی و مقایسه این دو روش مداخله در بهبود علائم سایر کودکان با نیازهای ویژه نیز مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر در زمینه اثربخشی تحریک فراجمجمه‌ای مغز و توانبخشی شناختی در بهبود تنظیم هیجان کودکان دارای اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی، توصیه می‌شود درمانگران و مشاوران مراکز درمانی را با کارکرد و اهمیت این شیوه‌های مداخله آشنا کرده و آنان را در به‌کارگیری این روش درمانی جهت اصلاح و کاهش مشکلات این کودکان تشویق نمایند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کلیه مسئولین محترم بخش روانپزشکی بیمارستان فاطمی شهر اردبیل و والدین و کودکان دارای اختلال نقص توجه/ بیش‌فعالی که در اجرای این پژوهش با ما همراهی کردند، صمیمانه تشکر به‌عمل می‌آوریم.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافعی ندارد.

References

Adler, L.A., Kroon, R.A., Stein, M., Shahid, M., Tarazi, F.I., Szegedi, A., & Cazorla, P. (2012). A translational approach to evaluate the efficacy and safety of the novel AMPA receptor positive allosteric modulator org 26576 in adult attention deficit/ hyperactivity disorder. *Biological psychiatry*, 72(11), 971-977. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2012.05.012

Arshadi, S., Nokani, M., Asgari, M., & Sepahvand, T. (2022). Comparison of the effectiveness of cognitive rehabilitation of inhibitory control, electrical stimulation of the brain and the combination of inhibitory control and electrical stimulation of the brain on executive functions (behavioral inhibition and cognitive flexibility) in children with ADHD. *Journal of School Psychology and Institutions*, 11(3), 6-27. [In Persian]. https://jsp.uma.ac.ir/article_1786.html?lang=en

Ashrafi, H., Arab Sheibani, K., Zare, H., Elmi Mansesh, N. (2018). The Effectiveness ofTranscranial direct-current stimulationon the improvement of visual and auditory attention in People with attention deficit-hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of Exceptional Children*, 18(4):19-30. [In Persian]. http://joec.ir/article-1-738-fa.html

Atashi, I., Ghasemi, M., & Kooshki, S. (2023). Effectiveness of the computer training program on the anxiety of primary school students with attention deficit hyperactivity disorder. *EBNESINA*, 25(2), 59-69. [In Persian] http://ebnesina.ajaums.ac.ir/article-1-1213-en.html

Aziziaram, S., Basharpoor, S., Atadokht, A., & Molavi, P. (2021). The effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on improving Emotion Regulation and dysfunctional attitudes in people with Borderline Personality Disorder. *Rooyesh*, 10(7), 115-126. [In Persian]. http://frooyesh.ir/article-1-2755-en.html

Babapour, J., Hashemi, T., Lux, S., & Najafi, N. (1402). Comparing the effectiveness of cognitive training and mind-body therapy on types of attention in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Modern Psychological Researches*, 18(69), 25-33. [In Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.27173852.1402.18.69.28.1

Bakhshian, F., Yazdanikhash, K., Karmi, J., & Hoseini, H. (2022). Comparison of Neurofeedback and Cognitive Rehabilitation Effectiveness on Impulsivity, Emotional Instability and Self-mutilation in Borderline Personality Disorder Patient. *Clinical Psychology*, 14(2), 63-75. [In Persian] https://doi.org/10.22075/jcp.2022.25108.2304

Barghi Irani, Z., Bagiyan, K.M.J., & Tamimi, J. (2017). Effectiveness of Walkersocial skills training, on improving socialphobiaandemotion regulation strategiesinhearing impaired children. *Iranian Journal of Pediatric Nursing*, 3(4), 31-40. [In Persian] http://jpen.ir/article-1-187-en.html

Biderman, J., Spencer, T., Lomedico, A., Day, H., Petty, C.R., & Faraone, S.V. (2012). Longitudinal course of deficient emotional selfregulation CBCL profile in youth with ADHD: prospective controlled study. *Neuropsychiatr Dis Treatment*, 8(3), 267–276. https://doi.org/10.2147%2FNDT.S29670

Bildiren, A. (2017). Reliability and Validity Study for the Coloured Progressive Matrices Test between the Ages of 3-9 for Determining Gifted Children in the Pre-School Period. *Journal of education and training studies,* 5(11),13-20. http://dx.doi.org/10.11114/jets.v5i11.2599

Braaten, E.B., Ward, A.K., Forchelli, G., Vuijk, P.J., Cook, N.E., McGuinness, P., Lee, B.A., Samkavitz, A., Lind, H., O'Keefe, S.M., & Doyle, A.E. (2020). Characteristics of child psychiatric outpatients with slow processing speed and potential mechanisms of academic impact. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 29(10), 1453-1464. https://doi.org/10.1007/s00787-019-01455-w

Buhle, J.T., Silvers, J.A., Wager, T.D., Lopez, R., Onyemekwu, C., Kober, H., Ochsner, K.N., et al. (2014). Cognitive reappraisal of emotion: A meta-analysis of human neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 24(11), 2981–2990. https://doi.org/10.1093/cercor/bht154

Bunford, N., Dawson, A.E., Evans, S.W., Ray, A.R., Langberg, J.M., Owens, J.S., Allan, D.M. (2018). The difficulties in emotion regulation scale-parent report: A psychometric investigation examining adolescents with and without ADHD. *Assessment*, 27(5), 921-940. https://doi.org/10.1177/1073191118792307

Chamberlain, S., Robbins, T., Winder-Rhodes, T., Müller, U., Sahakian, B., Blackwell, A., & Barnett, J. (2011). Translational Approaches to Frontostriatal Dysfunction in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Using a Computerized Neuropsychological Battery. *Biological Psychiatry*, 69(12), 1192-1203. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2010.08.019

Castellanos, f.X., & Proal, E. (2012). Large-scale brain systems in ADHD: Model. *Trend cogn.sci*, 1617-26.

Chang, M.C., Kim, D.Y., & Park, D.H. (2015). Enhancement of cortical excitability and lower limb motor function in patients with stroke by transcranial direct current stimulation. *Brain Stimul*, 8(3), 561–566. https://doi.org/10.1016/j.brs.2015.01.411

Christian, C., Martel, M.M., & Levinson, C.A. (2020). Emotion regulation difficulties, but not negative urgency, are associated with attention- deficit/ hyperactivity disorder and eating disorder symptoms in undergraduate students. *Eating Behaviors*, 36, 1013-1018. https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2019.101344

Conners, C.K, Sitarenios, G., Parker, J.D., & Epstein, J.N. The revised Conners' Parent Rating Scale (CPRSR): factor structure, reliability, and criterion validity. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 26(4), 257-268 https://doi.org/10.1023/a:1022602400621

Conners, C.K. (1990). *Manual for Conners' Rating Scales. Canada. Multi health system, Inc*. Conners, C. K., Sitarenios, G., Parker, J. D., & Epstein, J. N. (1998).

Delavar, A. (2012). *Research method in psychology and educational sciences*. Tehran: virayesh Publications. [In Persian]

Donders, J., & Hunter, S.J. (2018). *Neuropsychological Conditions Across the Lifespan*. Cambridge University Press

Donfrancesco, R., Nativio, P., Di Benedetto, A., Villa, M.P., Andriola, E., Melegari, M.G., Cipriano, E., Di Trani, M. (2020). Antibodies in children with ADHD: first results about serum cytokines. *J Atten Disord*, 24(11), 1497-1502. https://doi.org/10.1177/1087054716643387

Eskandari, Z., Dadashi, M., Mostafavi, H., Armani Kia, A., & Pirzeh, R. (2019). Comparing the efficacy of Anodal, Cathodal and sham tDCS on BDNF and Psychological Symptoms in

Opioid Addicted Patients. *Basic and Clinical Neuroscience*, 10(6), 641-650. [In Persian]. https://doi.org/10.32598%2FBCN.10.6.1710.1

Eyvazi, S., Yazdanbakhsh, K., & Moradi, A. (2018). Effectiveness of computer-aided cognitive rehabilitation on improving the executive function of response inhibition in children with attention deficit/ hyperactivity disorder. *Journal of Neuropsychology*, 4(14), 9-22. [In Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.24765023.1397.4.14.1.7

Faraone, S.V., Banaschewski, T., Coghill, D., Zheng, Y., Biederman, J., Bellgrove, M.A., et al. (2021). The World Federation of ADHD International Consensus Statement: 208 evidence-based conclusions about the disorder. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 128, 789-818. https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.neubiorev.2021.01.022

Filmer, H.L., Mattingley, J.B., & Dux, P.E. (2020). Modulating brain activity and behaviour with tDCS: Rumours of its death have been greatly exaggerated. *Cortex*, 123, 141-151. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2019.10.006

Fisher, M., Loewy, R., Hardy, K., Schlosser, D., & Vinogradov, S. (2013). Cognitive interventions targeting brain plasticity in the prodromal and early phases of schizophrenia. *Annu Rev Clin Psychol,* 9, 435-63. https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032511-143134

Garnefski, N., Kraaij, V., Spinhoven, P. CERQ: *Manual for the use of theCognitive Emotion Regulation Questionnaire*, Datec, Leiderdorp. The Netherlands 2002.

Ghazisaeedi, M., Shahmoradi, L., Niakan Kalhori, S.R., & Bashiri, A. (2018). Management of Computerized Cognitive Training Programs in Children with ADHD: The Effective Role of Decision Support Systems. *Iranian Journal of Public Health*, 47(10), 1611-1612. [In Persian] https://ijph.tums.ac.ir/index.php/ijph/article/view/14937

Ghorbanian, E., Alivandi Vafa, M., Farhoudi, M., Nazari, M.A. (2019). Effect of Computer-based Cognitive Rehabilitation Intervention on Selective Attention, Sustained Attention, and Divided Attention of Patients with Stroke in Tabriz. *Rehabilitation Medicine*, 9(1), 137-146. [In Persian]. https://doi.org/10.22037/jrm.2019.111831.2110

Giordano, J., Bikson, M., Kappenman, E. S., Clark, V. P., Coslett, H. B., Hamblin, M. R., & Calabrese, E. (2017). Mechanisms and effects of transcranial direct current stimulation. *Dose-Response*, 15(1), 1559325816685467. https://doi.org/10.1177/1559325816685467

Gullo, S., Gelo, O.C.G., Bassi, G., Lo Coco, G., Lagetto, G., Esposito, G., & Di Blasi, M. (2022). The role of emotion regulation and intolerance to uncertainty on the relationship between fear of COVID -19 and distress. *Current Psychology*, 25: 1 -12. https://doi.org/10.1007/s12144-022-03071-5

Heth, I., & Lavidor, M. (2015). Improved reading measures in adults with dyslexia following transcranial direct current stimulation treatment. *Neuropsychologia*, 70, 107–113. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.02.022

Javadipour, N., & Dehghan, Ma. (2022). Efficiency of the Parents' Behavioral Training Model (Barkley) on the Emotional Regulation of the Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Psychology of Exceptional Individuals*, 12(45), 145-159. [In Persian]. https://doi.org/10.22054/jpe.2022.62507.2356

Jiang, H., Natarajan, R., Shuy, Y. K., Rong, L., Zhang, M. W., & Vallabhajosyula, R. (2022). The Use of Mobile Games in the Management of Patients with Attention Deficit Hyperactive Disorder: A Scoping Review. Frontiers in Psychiatry, 13. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2022.792402

JK, L. (2019). Adaptive memory: Animacy, threat, and attention in free recall. *Memory & Cognition*, 47(3), 383-94. https://doi.org/10.3758/s13421-018-0873-x

Kalu, U.G., Sexton C.E., Loo C.K., & Ebmeier, K.P. (2012). Transcranial direct current stimulation in the treatment of major depression: a metaanalysis. *Psychol. Med*, 42, 1791–1800. https://doi.org/10.1017/s0033291711003059

Karami, A. (2014). *Measuring children's intelligence: Raven test for children*. Tehran, Psychosanje Publication. [In Persian]

Kim, S. (2015). Cognitive rehabilitation for elderly people with early-stage Alzheimer's disease. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(2), 543-546. https://doi.org/10.1589/jpts.27.543

Kashani Khatib, S., Radfer,S., Beshrdoost, S., & Mirhashemi, M. (2018). The study of the effectiveness of electrical stimulation of the brain to enhance working memory and reduce the risk of high-risk decision-making in children with ADHD. *Educational Psychology*, 15(54), 119-135. [In Persian]. https://doi.org/10.22054/jep.2020.41809.2665

Liu, Y., Hanna, G., Hanna, B., Rough, H., Arnold, P., & Gehring, W. (2020). Behavioral and Electrophysiological Correlates of Performance Monitoring and Development in Children and Adolescents with Attention-Deficit/ Hyperactivity Disorder. *Brain Sciences*, 10(2), 79. https://doi.org/10.3390/brainsci10020079

Maltezos, S., Horder, J., Coghlan, S., Skirrow, C., O'Gorman, R., Lavender, T. J., & Murphy, D. G. (2014). Glutamate/glutamine and neuronal integrity in adults with ADHD: a proton MRS study. *Translational psychiatry*, 4(3), 373- 373. https://doi.org/10.1038/tp.2014.11

Mather, M., Clewett, D., Sakaki, M., & Harley, C.W. (2016). Norepinephrine ignites local hotspots of neuronal excitation: How arousal amplifies selectivity in perception and memory. *Behavioral and Brain Sciences*, 39: e200.https://doi.org/10.1017/s0140525x15000667

Mayeli, M., Abolmaali Alhosseini, K., Nokani, M., Talepasand, S. (2020). The Effect of Computer-based Cognitive Rehabilitation Therapy on Difficulties in Emotion-regulation among Students with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Complementary Medicine Journal*, 10(3), 230-243. [In Persian] http://cmja.arakmu.ac.ir/article-1-752-en.html

Meinzer, M., Lindenberg, R., Antonenko, D., Flaisch, T., & Flöel, A. (2013). Anodal transcranial direct current stimulation temporarily reverses age-associated cognitive decline and functional brain activity changes. *Journal of Neuroscience*, 33(30), 12470-12478. https://doi.org/10.1523/jneurosci.5743-12.2013

Moradi Siah Afshadi, M., Amiri, SH., & Talebi, H. (2023). Examining the structural equation modeling between intrinsic-motivation, emotion regulation and AHDH: the mediating role of problem-solving, time-management and behavioral-inhibition. *Current Psychology*, 15, 1-15. https://doi.org/10.1007/s12144-023-04289-7

Nazarboland, N., Noha-Gari, E., & Sadeghi Firouzabadi, V. (2018). Effectiveness of Computerized Cognitive Rehabilitation on working memory, sustained attention and math performance in children with autism spectrum disorders. *Applied Psychology*, 13(2), 271-293. [In Persian]. https://apsy.sbu.ac.ir/article_97212.html

O'Connel, R.G., Bellgrove, M.A., & Robertson, I.H. (2007). *Avenues for the neuroremediation of ADHD: Lessons from Clinical Neurosciences*. In M. Fitzgerald, M. Bellgrove, M., Gill. (eds.), Handbook of Attention Deficity Hyperactivity Disorder (pp. 441-463). West Sussex: John Wiley & Sons Ltd

Peña-Gómez, C., Vidal-Piñeiro, D., Clemente, I.C., Pascual-Leone, A., & Bartrés-Faz, D. (2011). Down-regulation of negative emotional processing by transcranial direct current stimulation: effects of personality characteristics. *PloS one*, 6(7), e22812. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022812

Pérez-Martín, M.Y., González-Platas, M., Eguíadel Rio, P, Croissier-Elías, C., & Jiménez Sosa, A. (2017). Efficacy of a short cognitive training program in patients with multiple sclerosis. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 3(13), 245-52. https://doi.org/10.2147/ndt.s124448

Raven, J. (2000). The Raven's progressive matrices: Change and stability over culture and time. *Cognitive Psychology*, 41(1), 1-48. https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0735

Raven, J.C., & Court, J.H. *Raven's progressive matrices and vocabulary* scales: Oxford pyschologists Press Oxford; 1998

Ros, R., Gregg, D., Hart, K. C., & Graziano, P. A. (2018). The association between self-regulation and symptoms of autism spectrum disorder in preschoolers with externalizing behavior problems. Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment, 40(4), 714–724 https://psycnet.apa.org/doi/10.1007/s10862-018-9677-3

Royatvand Ghiasvand, N., & Amiri Majd, M. (2019). Effectiveness of Captain's Log Cognitive Software on Visual-Spatial Perception of Students with Specific Learning Disorders. *Journal of Exceptional Children*, 19(1), 5-14. [In Persian]. http://joec.ir/article-1-749-en.html

Salehinejad, M.A., Ghanavati, E., Rashid, H.R., & Nitsche, M.A. (2021). Hot and cold executive functions in the brain: A prefrontal-cingular network. *Brain Neurosci Adv*, 23: 5: 23982128211007769. https://doi.org/10.1177/23982128211007769

Samnia, Z., Livarjani, S.H., & Hasan Pashaei, L. (2021). Educational Effect of Captain Log Software on Working Memory, Processing Speed and Cognitive Flexibility in Children with Attention Deficit / Hyperactivity Disorder. *Neuropsychology*, 7(26), 115-130. [In Persian]. https://doi.org/10.30473/clpsy.2021.58416.1598

Schwartz, K., & Verhaeghen, P. (2008). ADHD and Stroop interference from age 9 to age 41 years: a meta-analysis of developmental effects. *Psychol Med*, 38(11), 1607-16. https://doi.org/10.1017/s003329170700267x

Shaw, P., Stringaris, A., Nigg, J. T., & Leibenluft, E. (2014). Emotion dysregulation in attention deficit hyperactivity disorder. *American Journal of Psychiatry*, 171(3), 276-293. https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2013.13070966

Shaw, S.H., Sudre, G., Wharton, A., Weingart, D., Sharp, W., & Sarlls, J. (2015). White matter microstructure and the variable adult outcome of childhood attention deficit hyperactivity disorder. *Neuropsychopharmacology*, 40(3), 746-54. https://doi.org/10.1038%2Fnpp.2014.241

Stewart, J.L., Banich, M.T., & et al. (2005). Emotion modulated performance and activity in left dorsolateral prefrontal cortex. *Journal of Emot*, 5(1), 200-217. https://doi.org/10.1037/1528-3542.5.2.200

Tamouk, F., Atadakht, A., & Gurban-Jahormi, R. (2023). Efectiveness of Computer-Based Cognitive Rehabilitation on Academic Burnout and Academic Performance of Students. *Cognitive Strategies in Learning*, 11(20), 123-141. [In Persian] https://doi.org/10.22084/j.psychogy.2023.26501.2482

Thair, T., Holloway, L., Newport, R., & Smith, A.D. (2017). Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS): A Beginner's Guide for Design and Implementation. Front. *Neurosci*, 22, 11, 641. https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00641

Thümmler, R., Engel, E.M., & Bartz, J. (2022). Strengthening Emotional Development and Emotion Regulation in Childhood —As a Key Task in Early Childhood Education. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 3978. https://doi.org/10.3390/ijerph19073978

Volkow, N.D., Koob, G.F., & Mclellan, A.T. (2016). Neurobiologic advances from the brain disease model of addiction. *NEnjl J med*, 347, 363-71. https://doi.org/10.1056/nejmra1511480

Wout, V.F., Donnell, M., & Christopher, J. (2019). An investigation of children's working memory capacity for task rules. *Cognitive Development*, 51(4), 14-31. http://dx.doi.org/10.1016/j.cogdev.2019.05.007

Wiest, G. M., Rosales, K. P., Looney, L., Wong, E. H.,Wiest, D. J.(2022) Utilizing Cognitive Training to Improve Working Memory, Attention, and Impulsivity in School-Aged Children with ADHD and SLD. *Brain Sci,* 12(2), 141. DOI: 10.3390/brainsci12020141

Yep, R., Soncin, S., Brien, D.C., Coe, B.C., Marin, A., & Munoz, D.P. (2018). Using an emotional saccade task to characterize executive functioning and emotion processing in attention-deficit hyperactivity disorder and bipolar disorder. *Brain and Cognition*, 124, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.bandc.2018.04.002

Zaghi, S., Acar, M., Hultgren, B., Boggio, P.S., & Fregni, F. (2010). Noninvasive brain stimulation with low-intensity electrical currents: putative mechanisms of action for direct and alternating current stimulation. *Journal of Neuroscientist*, 16(3), 285-307. [In Persian] https://doi.org/10.1177/1073858409336227

Zoghipaydar, M.R., Hasany khosh, Z., Yar Mohammadi, Wasel, M., & Mohagheghi, H. (2022). Comparing of Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS) and Methadone Maintenance Treatment (MMT) on Emotion Regulation, Distress Tolerance and Decreased Craving in People with Substance Use Disorder (SUD). *Neuropsychology*, 7(21), 95-109. [In Persian] https://doi.org/10.30473/clpsy.2021.59493.1606