



The Effectiveness of Transcranial Brain Stimulation Using Direct Electrical Current on Improving Emotion Regulation and Executive Functions in People with Migraine

Roya Malak Darabad¹ , Sana Nouri Moghadam²

1. Ph.D student in Health Psychology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Mazandaran, Tonekabon, Iran. E-mail: royamallak.psy@gmail.com
2. Assistant Professor, Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Zahedan, Zahedan, Iran. E-mail: s.nourimoghadam@ped.usb.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received 28 May 2025
Received in revised form 11 March 2026
Accepted 22 May 2026
Published Online 23 September 2026

Keywords:
migraine,
transcranial brain stimulation,
emotion regulation,
executive functions.

ABSTRACT

Background: Emotion regulation and executive function deficits are known to be contributing factors in the onset and persistence of migraine. However, the precise mechanisms and effectiveness of novel interventions on these factors have not been fully explored. Therefore, evaluating the effect of transcranial stimulation on these variables is essential for the development of new treatments.

Aims: This study aimed to investigate the effectiveness of transcranial brain stimulation using direct electrical current on improving emotion regulation and executive functions in people with migraine.

Methods: This quasi-experimental study was conducted with a pre-test-post-test design and a control group. 30 migraine patients referring to specialized neurology clinics in Tehran in 1403 were selected using a convenience sampling method and randomly assigned to two experimental groups ($n=15$) and a control group ($n=15$). The research instruments included the Emotion Regulation Difficulty Questionnaire (Gertz and Romer, 2004) and the Executive Function Questionnaire (Barkley, 2012). The experimental group underwent 20-minute transcranial brain stimulation at an intensity of 2 mA for 15 sessions. The data were analyzed using repeated-measures analysis of variance and SPSS version 26 software.

Results: The results showed that transcranial brain stimulation has a significant effect on improving emotion regulation ($P < 0.05$) and executive functions ($P < 0.05$). Improvement was observed in all subscales of emotion regulation and executive functions. The effects of the intervention were also stable at the follow-up stage, and no significant difference was observed between the post-test and follow-up ($P < 0.05$).

Conclusion: The results of this study indicate that transcranial brain stimulation can be used as an effective method to improve emotion regulation and executive functions in migraine patients. It is suggested that this method be used alongside other pharmacological and psychological treatments.

Citation: Malak Darabad, R., & Nouri Moghadam, S. (2026). The effectiveness of transcranial brain stimulation using direct electrical current on improving emotion regulation and executive functions in people with migraine. *Journal of Psychological Science*, 25(161), 1-18. [10.66224/jps.25.163.13](https://doi.org/10.66224/jps.25.163.13)

Journal of Psychological Science, Vol. 25, No. 163, 2026

© The Author(s). DOI: [10.66224/jps.25.163.13](https://doi.org/10.66224/jps.25.163.13)



✉ **Corresponding Author:** Sana Nouri Moghadam, Assistant Professor, Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Zahedan, Zahedan, Iran.
E-mail: s.nourimoghadam@ped.usb.ac.ir, Tel: (+98) 9150361375

Extended Abstract

Introduction

Headache is one of the most common reasons for visiting doctors, affecting an estimated 248 million people worldwide. Migraine, the seventh most disabling disease worldwide (Chin et al., 2024), is characterized by recurrent, unilateral, and throbbing attacks (4–72 hours) accompanied by symptoms such as nausea and sensitivity to light and sound (Sebastianelli et al., 2024). Its prevalence has been reported to be 5–28% (Nascimento et al., 2024) and is associated with emotional distress and impaired emotion regulation (Foroughi et al., 2024). Emotion regulation is a complex process involving the monitoring and modulation of emotional responses (Filmsusier et al., 2024), in which migraine sufferers are impaired and use maladaptive strategies such as self-blame (Foroughi et al., 2024). Studies show that these individuals have higher scores in emotional alexithymia and negative emotions (Zabardest & Shafie-Tabar, 2019), and cognitive disorders such as deficits in executive functions (including attention, working memory, and cognitive flexibility) are common among them (Hendry et al., 2025). These problems are caused by reduced cerebral blood flow during migraine attacks (Kaiser-Pinotti et al., 2023) and are observed even in attack-free periods (Schmitz et al., 2008). Studies such as Mazhirek et al. (2024) and Kaiser-Pinotti et al. (2023) have confirmed the negative impact of migraine on executive function. One of the new treatments is transcranial brain stimulation (tDCS), which modulates the activity of the cerebral cortex with a weak electrical current (Burckhardt et al., 2023). This method delivers electrical current to the brain by placing anode (stimulating) and cathode (inhibiting) electrodes on the skull (Krisicko et al., 2022) and can improve emotion and executive function (Hong et al., 2022). Studies such as Nasser et al. (2023) have shown positive effects of tDCS on emotion regulation and executive function in anxiety disorders, but direct studies on migraine are limited. Debrito Arana et al. (2022) reported improvements in migraine disability and working memory after tDCS, but there is a research gap in examining its effects on emotion and

cognition in migraine simultaneously. Additionally, most studies have focused on women (Burkhardt et al., 2023), and cross-gender or intra-gender studies are rare.

Given the limitations of pharmacological treatment, tDCS, as a safe and complementary method, can improve patients' quality of life by simultaneously improving migraine, emotion regulation, and executive functions (Sang et al., 2024). This study examines the effectiveness of tDCS on these two domains in migraine sufferers to provide a new option in the health system.

This study aimed to investigate the effectiveness of transcranial brain stimulation using direct electrical current on improving emotion regulation and executive functions in people with migraine.

Method

This study was conducted as a quasi-experimental study with a pretest-posttest design and a control group. The statistical population consisted of migraine patients referred to neurology clinics in Tehran, and 30 individuals were selected through convenience sampling and randomly assigned to two groups: experimental (15 participants) and control (15 participants).

The inclusion criteria were a confirmed diagnosis of migraine, age between 20 and 50 years, a minimum of fifth-grade education, and informed consent. The exclusion criteria included missing more than three sessions, a history of head trauma or epilepsy, or participation in other psychotherapy interventions.

The implementation method was as follows: After obtaining ethical approval, participants were assessed by completing the Executive Function Questionnaire (Barkley, 2012) and the Emotion Regulation Difficulty Questionnaire (Gertz and Romer, 2004). The experimental group received 15 sessions of transcranial direct current stimulation (tDCS), each lasting 20 minutes with a current of 2 mA, while the control group underwent a sham protocol (without active current). Post-tests were conducted immediately after the intervention and at a 4-week follow-up.

tDCS stimulation was applied to the cerebral cortex using anode (stimulator) and cathode (inhibitor) electrodes. A 0.9% sodium chloride solution was used

to minimize chemical reactions. Descriptive statistics (mean, standard deviation) and inferential statistics (repeated-measures ANOVA) were used for data analysis. The normality of the data (Shapiro-Wilk test) and homogeneity of variances (Levene's test) were assessed. All analyses were performed using SPSS 26 software.

Results

Demographic data analysis showed that in the experimental group, 6 people (40%) were in the age group of 25-34 years, and in the control group, 5 people (33/33%) were in the age group of 25-34 and 35-45 years. In terms of education, 9 people (60%) in the experimental group and 10 people (66/7%) in the control group had a university education. The gender distribution in the experimental group included 8 men (53/3%) and 7 women (46/7%) and in the control group, 7 men (46/7%) and 8 women (53/3%). In terms of marital status, 10 people (66/7%) in the experimental group and 9 people (60%) in the control group were married. A family history of migraine was observed in 9 people (60%) in the experimental group and 10 people (66/7%) in the control group. Finally, in terms of employment status, 11 people (73/3%) from the experimental group and 10 people (66/7%)

from the control group were unemployed. A comparison of the experimental and control groups showed that the experimental group had significant improvements in all sub-variables of emotion regulation and executive functions, while the control group did not show any changes. For example, in emotion regulation, the mean score of limited access to effective strategies decreased from 30.45 to 20/18 and then to 18/76, and in executive functions, the score of time self-management increased from 65/23 to 78.45 and then to 80/12. The examination of statistical assumptions was conducted, encompassing the Shapiro-Wilk test ($p > 0/05$), Levene's test ($p > 0.05$), Box's test ($p > 0.05$), and Mauchly's sphericity test ($p > 0/05$). Furthermore, within-group effects tests were performed, utilizing four distinct types of tests: Pillai's trace, Wilks' lambda, Hotelling's T-squared, and the largest root, about the two factors of time and group. All tests yielded significant results ($p \leq 0/001$), accompanied by high effect sizes (0/856 and 0/721) and robust test power (ranging from 0/987 to 0/999). These findings substantiate a substantial effect of the factors under investigation within the model. It was confirmed that all requisite conditions for the repeated-measures analysis of variance were satisfied, with the final results delineated in Table 1.

Table1. Results of repeated measures analysis of variance for emotion regulation and executive function

Variable	Subvariable	Sources Change	Sum of squares	df	Mean Squares	F-Statistic	Significance	Effect Size	Statistical Power
Emotion regulation	Non-acceptance of negative emotions	Group	5/768	1	5/786	8/345	0/008	0/232	0/792
		Time	35/624	1/342	27/318	15/642	0/001	0/358	0/972
		Group×Time	63/045	1/342	47/746	28/165	0/001	0/486	0/999
	Difficulty in performing goal-directed behaviors	Group	9/856	1	9/856	5/424	0/028	0/164	0/618
		Time	57/145	1/157	46/089	9/489	0/003	0/253	0/854
		Group×Time	67/459	1/157	65/598	12/349	0/001	0/306	0/652
	Challenges in controlling impulsive behaviors	Group	48/255	1	48/255	4/132	0/048	0/192	0/520
		Time	31/645	1/275	24/894	18/245	0/001	0/392	0/998
		Group×Time	48/045	1/275	36/613	28/796	0/001	0/490	1/000
	Limited access to effective emotion regulation strategies	Group	259/524	1	259/524	5/458	0/027	0/157	0/622
		Time	368/069	1/241	291/612	36/735	0/001	0/556	1/000
		Group×Time	534/429	1/241	425/359	55/758	0/001	0/642	1/000
	Lack of emotional awareness	Group	124/356	1	124/356	11/549	0/002	0/291	0/902
		Time	45/658	1/328	34/189	12/069	0/001	0/418	0/998
		Group×Time	67/478	1/328	28/895	28/653	0/001	0/490	1/000
Executive function	Lack of emotional transparency	Group	72/556	1	72/556	17/039	0/001	0/373	0/981
		Time	11/412	1/176	9/625	5/935	0/022	0/172	0/672
		Group×Time	29/358	1/176	25/799	16/265	0/001	0/352	0/975
	Time self-management	Group	135/907	1	135/907	26/658	0/001	0/482	0/999
		Time	36/742	1/291	26/243	17/663	0/001	0/382	0/994
		Group×Time	67/071	1/291	47/201	31/472	0/001	0/523	1/000
	Self-organization	Group	959/932	1	959/923	46/759	0/001	0/625	1/000
		Time	245/352	1/542	173/503	52/321	0/001	0/648	1/000
		Group×Time	462/675	1/542	321/801	95/862	0/001	0/742	1/000
	Self-control	Group	50/165	1	50/165	4/251	0/045	0/193	0/532
		Time	30/701	1/289	22/717	17/214	0/001	0/380	0/993
		Group×Time	45/059	1/289	34/589	25/542	0/001	0/470	0/999
	Self-motivation	Group	260/489	1	262/489	5/482	0/027	0/161	0/627
		Time	359/069	1/261	286/618	38/738	0/001	0/570	1/000

Variable	Subvariable	Sources Change	Sum of squares	df	Mean Squares	F-Statistic	Significance	Effect Size	Statistical Power
Emotional self-regulation		Group×Time	529/429	1/261	419/349	55/769	0/001	0/653	1/000
		Group	114/345	1	114/345	11/542	0/002	0/292	0/904
		Time	47/657	1/332	36/195	21/069	0/001	0/420	0/998
		Group×Time	67/859	1/332	30/948	29/637	0/001	0/498	1/000

The results of Table 1 show that transcranial direct current stimulation of the brain had a significant effect on improving emotion regulation and executive functions in migraine patients ($P < 0/05$). The effect size of this intervention was observed in various components, including denial of negative emotions (2/23), difficulty in goal-directed behaviors (4/16), impulse control (2/19), limitation of emotion regulation strategies (7/15), lack of emotional

awareness (1/29), lack of emotional clarity (3/37), time self-management (2/48), self-organization (5/62), self-control (3/19), self-motivation (1/16), and emotional self-regulation (2/29). Moreover, a comparison of the pre-test, post-test, and follow-up stages using the Bonferroni test confirmed the temporal differences in these effects. Table 2 shows the results of the Bonferroni post hoc test for comparing measurement steps in research variables.

Table2. Results of Bonferroni Post-Hoc Test for Comparing Assessment Phases in Research Variables

Variable	Comparison	Mean Difference	Std. Error	p-value
Emotion Regulation	Pre-test vs. Post-test	-13/547	3/149	0/001
	Pre-test vs. Follow-up	15/753	3/149	0/001
	Post-test vs. Follow-up	-9/268	3/149	0/172
Executive Function	Pre-test vs. Post-test	-6.132	1/246	0/001
	Pre-test vs. Follow-up	-8/445	1/246	0/001
	Post-test vs. Follow-up	5/428	1/246	0/224

The results of Table 2 show that there is a significant difference between the means of emotion regulation and executive functions of people with migraine in the pre-test, post-test, and follow-up stages ($p < 0/05$), while no significant difference is observed between the post-test and follow-up ($p < 0/05$).

Conclusion

This study investigated the effect of transcranial direct current stimulation (tDCS) on improving emotion regulation and executive functions in individuals with migraine. The findings demonstrated that this method can enhance emotion regulation in migraine patients, whereas no prior direct studies have been conducted in this field (Azizi-Aram et al., 2021; Baghestani et al., 2024). The mechanism of action of tDCS involves modulating the activity of the dorsolateral prefrontal cortex (responsible for cognitive control of emotions) and the amygdala (involved in processing negative emotions) (Krisicko et al., 2022). Additionally, disruption of frontal-limbic circuits in migraine is linked to emotional regulation deficits, and stimulation of these areas may restore neural balance (Wilcox et al., 2016).

Transcranial stimulation enhances the integrity of neural networks associated with pain and emotion by regulating neurotransmitters such as serotonin (Burkhardt et al., 2023). Furthermore, this method reduces aberrant connectivity in the default mode network and promotes emotional resilience through increased neuroplasticity (Keo et al., 2016). A study by Vergalito et al. (2018) also indicated that stimulation of the right frontal region can improve the management of negative emotions, including anxiety.

Regarding executive functions, the study revealed that tDCS is effective in enhancing these cognitive abilities in migraine patients. Although direct research in this area remains limited, a study by De Brito Aranha et al. (2022) reported improvements in memory and attention (key components of executive functions) following stimulation. In Iran, combining tDCS with schema therapy significantly improved executive functions (Baghestani et al., 2024). Reduced frontal lobe efficiency in migraine is associated with impaired cognitive control, and stimulating this region may enhance neural plasticity and functional connectivity (Narmashiri et al., 2023).

Research suggests that tDCS induces lasting changes in the cerebral cortex, persisting even after stimulation ends (Li et al., 2023). A meta-analysis by Narmashiri and Akbari (2023) further confirmed improvements in executive functions and working memory among migraine patients. Frontal regions such as the dorsolateral and medial prefrontal cortex play a pivotal role in cognitive function, and their stimulation may mitigate the adverse effects of subcortical inputs (Hong et al., 2022).

In conclusion, this study supports tDCS as a noninvasive intervention to improve emotion regulation and executive functions in patients with migraine. However, limitations such as small sample size, short follow-up period, and insufficient investigation of neural mechanisms limit the generalizability of the results. Therefore, future studies with larger samples and longer follow-up periods are recommended to further clarify the effectiveness of this method.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: This article is derived from the first author's master's thesis in general psychology at the University of Sistan and Baluchestan (ethics code: IR.USB.REC.1403.013). In this research, all ethical principles were observed, including obtaining informed written consent from participants and guaranteeing the confidentiality of their information. **Funding:** This research is in the form of a master's thesis and is unfunded.

Authors' contribution: This article was extracted from the thesis of the first author and with the guidance of the second author.

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

Acknowledgments: All participants in this research are hereby thanked and appreciated.



اثربخشی تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر بهبود تنظیم هیجان و کارکردهای اجرایی افراد مبتلا به میگرن

رویا ملاک درآباد، ثنا نوری مقدم^{۱،۲}

۱. دانشجوی دکترای تخصصی روانشناسی سلامت، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه آزاد، واحد تنکابن، ایران. رایانامه: royamallak.psy@gmail.com

۲. استادیار گروه روانشناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه زاهدان، زاهدان، ایران. رایانامه: s.nourimoghadam@ped.usb.ac.ir

چکیده

مشخصات مقاله

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۰۷

بازنگری: ۱۴۰۴/۱۲/۲۰

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۰۱

انتشار برخط: ۱۴۰۵/۰۷/۰۱

کلیدواژه‌ها:

میگرن،

تحریک فراجمجمه‌ای مغز،

تنظیم هیجان،

کارکردهای اجرایی.

زمینه: تنظیم هیجان و نقص کارکردهای اجرایی به‌عنوان عوامل مؤثر در بروز و تداوم میگرن شناخته می‌شوند. ولی مکانیسم‌های دقیق و اثربخشی مداخلات نوین بر این عوامل به طور کامل بررسی نشده است؛ بنابراین، ارزیابی تأثیر تحریک فراجمجمه‌ای بر این متغیرها برای توسعه درمان‌های جدید ضروری است.

هدف: این پژوهش با هدف بررسی اثربخشی تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر بهبود تنظیم هیجان و کارکردهای اجرایی افراد مبتلا به میگرن انجام شد.

روش: این مطالعه نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون و گروه گواه انجام شد. ۳۰ بیمار میگرنی مراجعه‌کننده به درمانگاه‌های تخصصی مغز و اعصاب تهران در سال ۱۴۰۳ به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و به‌صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (۱۵ نفر) و گروه گواه (۱۵ نفر) قرار گرفتند. ابزارهای پژوهش شامل پرسش‌نامه‌های دشواری تنظیم هیجان (گرتز و رومر، ۲۰۰۴) و کارکرد اجرایی (بارکلی، ۲۰۱۲) بود. گروه آزمایش به مدت ۱۵ جلسه ۲۰ دقیقه‌ای تحت تحریک فراجمجمه‌ای مغز با شدت ۲ میلی‌آمپر قرار گرفتند. داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تحریک فراجمجمه‌ای مغز بر بهبود تنظیم هیجان ($P < ۰/۰۵$) و کارکردهای اجرایی ($P < ۰/۰۵$) تأثیر معناداری دارد. بهبود در تمام خرده‌مقیاس‌های تنظیم هیجان و کارکردهای اجرایی مشاهده شد. اثرات مداخله در مرحله پیگیری نیز پایدار بود و تفاوت معناداری بین پس‌آزمون با پیگیری مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان می‌دهد تحریک فراجمجمه‌ای مغز می‌تواند به‌عنوان روشی مؤثر برای بهبود تنظیم هیجان و کارکردهای اجرایی بیماران میگرنی مورد استفاده قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود این روش در کنار سایر درمان‌های دارویی و روان‌شناختی به کار گرفته شود.

استناد: ملاک درآباد، رویا؛ و نوری مقدم، ثنا (۱۴۰۵). اثربخشی تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر بهبود تنظیم هیجان و کارکردهای اجرایی افراد مبتلا به میگرن. *مجله علوم روانشناختی*، دوره ۲۵، شماره ۱۶۳، ۱-۱۸.

DOI: 10.66224/jps.25.163.13. ۱۴۰۵، شماره ۱۶۳، دوره ۲۵، *مجله علوم روانشناختی*



© نویسندگان.

✉ نویسنده مسئول: ثنا نوری مقدم، استادیار گروه روانشناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه زاهدان، زاهدان، ایران. رایانامه: s.nourimoghadam@ped.usb.ac.ir

تلفن: ۰۹۱۵۰۳۶۱۳۷۵

مقدمه

سردرد یکی از رایج‌ترین علل مراجعه به پزشکان محسوب می‌شود و به طور تقریبی ۲۴۸ میلیون نفر در سطح جهانی از این عارضه رنج می‌برند. میگرن^۱، به عنوان یکی از انواع متداول سردرد، به عنوان هفتمین بیماری ناتوان‌کننده در جهان شناخته شده است (چین و همکاران، ۲۰۲۴). این نوع سردرد به صورت حملات مکرر، عمدتاً یک‌طرفه و با ویژگی‌های ضربان‌دار تعریف می‌شود که معمولاً بین ۴ تا ۷۲ ساعت به طول می‌انجامد. میگرن می‌تواند به اختلال در فعالیت‌های روزمره فرد منجر شود و با علائمی نظیر تهوع^۲، استفراغ و حساسیت به نور و صدا همراه باشد (سباستینی و همکاران، ۲۰۲۴). بررسی‌های همه‌گیرشناسی نشان می‌دهد که بین ۵ تا ۲۸ درصد افراد در طول زندگی خود ممکن است به این اختلال مبتلا شوند (ناسیمنتو و همکاران، ۲۰۲۴). درد و عوارض ناتوان‌کننده میگرن می‌تواند منجر به پریشانی هیجانی (اسماعیلی و همکاران، ۱۴۰۲)، تحریک‌پذیری و کاهش تحمل استرس شوند که به اختلال در تنظیم هیجان^۳ می‌انجامد (فروغی و همکاران، ۱۴۰۳).

تنظیم هیجان به عنوان یک فرایند پیچیده شامل نظارت، ارزیابی و تعدیل واکنش‌های هیجانی در سطوح درونی و بیرونی تعریف می‌شود که هدف آن دستیابی به اهداف فردی یا اجتماعی است (فیلزمووسیر و همکاران، ۲۰۲۴). این فرایند شامل راهبردهای آگاهانه و غیرآگاهانه برای مدیریت تجربه و ابراز هیجانات است (بیات و همکاران، ۱۳۹۸). چهار مؤلفه اصلی تنظیم هیجان شامل آگاهی هیجانی^۴، پذیرش هیجانات^۵، کنترل تکانه‌ها^۶ و انعطاف‌پذیری^۷ در به کارگیری راهبردهای سازگارانه است (سولج و همکاران، ۲۰۲۵). علائم مرتبط با این فرایند شامل تنظیم شدت، مدت و شیوه ابراز هیجانات است (بیات و همکاران، ۱۴۰۴) و افراد دارای میگرن نیز در این زمینه دچار مشکلاتی هستند. افراد مبتلا به میگرن بیشتر از راهبردهای سازش‌نا یافته مانند خود سرزنشگری و انزوا استفاده می‌کنند (فروغی و همکاران، ۱۴۰۳). این افراد اغلب مضطرب و گوش‌به‌زنگ هستند در نتیجه از راهبردهای مثبت کمتری در تنظیم هیجان خود استفاده

می‌کنند که باعث می‌شود درد بیشتری را تجربه کنند و دچار مشکلاتی در کنترل هیجان شوند (فیلزمووسیر و همکاران، ۲۰۲۴). در همین راستا زبردست و شفیع تبار (۱۳۹۸) پژوهشی با عنوان عاطفه مثبت و منفی، راهبردهای تنظیم هیجان، و ناگویی هیجانی در دختران مبتلا به سردرد میگرنی انجام دادند و نتایج پژوهش نشان داد دختران مبتلا به میگرن در مقایسه با دختران غیر مبتلا در ناگویی هیجانی، عواطف منفی، نشخوار فکری و فاجعه‌انگاری به طور معنادار نمرات بالاتری دارند. همچنین مشکل در تنظیم هیجان می‌تواند باعث مشکلاتی شناختی و کارکرد اجرایی^۸ در افراد میگرمی شود (کارنر و همکاران، ۲۰۱۰).

کارکردهای اجرایی شامل مجموعه‌ای از فرایندهای شناختی پیشرفته هستند که شامل کنترل هدفمند رفتار^۹، برنامه‌ریزی^{۱۰}، مهار پاسخ^{۱۱}، توجه و انعطاف‌پذیری شناختی می‌شوند (سلطانی نظولو و دلاورپور، ۱۴۰۴). این کارکردها تحت مدیریت نواحی پیشانی مغز قرار دارند و برای تنظیم رفتارهای پیچیده و دستیابی به اهداف ضروری به شمار می‌روند (هندری و همکاران، ۲۰۲۵). افراد مبتلا به میگرن اغلب در کارکردهای اجرایی مانند توجه، حافظه کاری و تصمیم‌گیری دچار مشکل می‌شوند، زیرا حملات میگرن باعث اختلال در عملکرد مغز و کاهش جریان خون در مناطق مرتبط با این فرایندها می‌شود (کایسر پینوتی و همکاران، ۲۰۲۳). این مشکلات به‌ویژه در زمان حملات تشدید می‌شوند، اما گاهی حتی در دوره‌های بدون حمله نیز مشاهده می‌گردند (اشمیتز و همکاران، ۲۰۰۸). به عنوان مثال پژوهشی که توسط مازیرک و همکارانش (۲۰۲۴) در کشور برزیل با عنوان کارکردهای اجرایی و توجهی در بیماران مبتلا به میگرن انجام شد، نشان داد که افراد مبتلا به میگرن در تمامی ابعاد و زیر متغیرهای کارکرد اجرایی و توجه، نمرات کمتری نسبت به افراد غیر میگرنی کسب کرده‌اند. همچنین، یک فراتحلیل که توسط کایسر پینوتی و همکاران (۲۰۲۳) انجام شد، به بررسی ۱۹ پژوهش در زمینه کارکرد اجرایی و میگرن پرداخت و نتایج آن نشان داد که میگرن تأثیر منفی بر بخش‌هایی از مغز دارد که مسئول تمرکز، یادآوری اطلاعات و انعطاف‌پذیری در تفکر هستند. با توجه به

7. flexibility

8. executive function

9. Targeted behavior control

10. Planning

11. Response inhibition

1. Migraine

2. Nausea

3. regulating emotion

4. Emotional awareness

5. acceptance of emotions

6. impulse control

میزان بالای مشکلات بد تنظیمی هیجان و نقایص کارکردهای اجرایی نیاز است که راهکارهای درمانی برای این بیماران طراحی شود (سانگ و همکاران، ۲۰۲۴).

از درمان‌های نوین و مؤثر برای میگرن می‌توان به تحریک فراجمجمه‌ای مغز^۱ اشاره کرد. تحریک فراجمجمه‌ای مستقیم مغز یک روش غیر دارویی نوین و نویددهنده است (کریسیکو و همکاران، ۲۰۲۲) و این تکنیک با اعمال جریان الکتریکی ضعیف از طریق الکترودهای قرار گرفته بر سطح جمجمه، موجب تعدیل فعالیت نورون‌های قشری در مناطق هدف می‌شود (هانگ و همکاران، ۲۰۲۲). تحریک آنودال (قطب مثبت) منجر به افزایش تحریک‌پذیری قشر مغز شده، درحالی که تحریک کاتودال (قطب منفی) اثر مهاری دارد (بورکهارت و همکاران، ۲۰۲۳). پژوهش‌های بالینی از جمله مطالعه دبیتو آرانا و همکاران (۲۰۲۲) حاکی از آن است که این روش می‌تواند موجب کاهش ناتوانی‌های ناشی از میگرن، بهبود عملکردهای اجرایی و تقویت توجه در بیماران مبتلا به میگرن مزمن گردد. با این حال، مکانیسم‌های دقیق نوروفیزیولوژیک این تأثیرات هنوز به طور کامل شناخته نشده‌اند (ناصری و همکاران، ۲۰۲۳).

از جنبه دیگر، شواهد نوظهوری مبنی بر تأثیر تعدیل‌کننده تحریک فراجمجمه‌ای مغز بر عملکردهای هیجانی وجود دارد. به عنوان مثال، ناصری و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کرده‌اند که این روش می‌تواند در بهبود تنظیم هیجانی بیماران مبتلا به اختلال اضطراب فراگیر مؤثر واقع شود. با این حال، علی‌رغم افزایش پژوهش‌های اخیر، اکثر مطالعات موجود صرفاً بر جنبه‌های ضد دردی تحریک فراجمجمه‌ای مغز متمرکز بوده‌اند (کریسیکو و همکاران، ۲۰۲۲؛ هانگ و همکاران، ۲۰۲۲) و بررسی جامع تأثیرات هم‌زمان آن بر عملکردهای شناختی و هیجانی کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

همچنین بیشتر مطالعات انجام شده تاکنون بر روی زنان متمرکز بوده‌اند (بورکهارت و همکاران، ۲۰۲۳؛ دبیتو آرانا و همکاران، ۲۰۲۲) و پژوهش‌هایی که به طور هم‌زمان تأثیر این روش را بر هر دو جنس بررسی کنند، بسیار نادر هستند. مرور ادبیات پژوهشی نشان‌دهنده وجود یک خلأ کامل در کشور ما در زمینه بررسی تأثیر تحریک فراجمجمه‌ای مغز بر هیجانات و عملکردهای شناختی بیماران مبتلا به میگرن است.

با توجه به محدودیت‌های درمان‌های دارویی میگرن و ارتباط آن با اختلالات تنظیم هیجانی، ضرورت انجام پژوهش حاضر بیش از پیش احساس می‌شود. تحریک فراجمجمه‌ای مغز به عنوان یک مداخله ایمن و هدفمند، می‌تواند در کنار درمان‌های دیگر مانند روان‌درمانی و دارودرمانی به کار گرفته شود و اثر بخشی آن‌ها را افزایش دهد. این روش نوین می‌تواند به بهبود تنظیم هیجان و عملکردهای شناختی افراد مبتلا به میگرن کمک کرده و در نهایت کیفیت زندگی این بیماران را ارتقاء بخشد. از این رو، نوآوری پژوهش حاضر در ارزیابی اثربخشی تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر هر دو جنس و تمرکز بر بهبود هم‌زمان علائم میگرن و اختلالات هیجانی است. با توجه به این موارد، سؤال اصلی این پژوهش این بود که آیا تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی می‌تواند به بهبود تنظیم هیجان و عملکردهای اجرایی در افراد مبتلا به میگرن کمک کند؟

روش

الف) طرح پژوهش و شرکت‌کنندگان

روش پژوهش حاضر نیمه آزمایشی و دارای طرح پیش آزمون پس آزمون با گروه آزمایش و گواه بود. جامعه آماری پژوهش شامل تمامی بیماران مبتلا به میگرن مراجعه‌کننده به درمانگاه‌های تخصصی مغز و اعصاب شهر تهران تشکیل دادند. با توجه به حجم اثر معادل ۰/۳، توان آزمون ۰/۸ و مقدار آلفای ۰/۰۵، حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G-Power برابر با ۳۰ نفر برآورد شد و تعداد ۳۰ بیمار مبتلا به میگرن به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفره (آزمایش و گواه) گمارش شدند. ملاک‌های ورود به مطالعه شامل؛ تأیید تشخیص میگرن توسط پزشک متخصص، دارا بودن حداقل سطح تحصیلات دوره پنجم ابتدایی، قرار داشتن در بازه سنی ۲۰ تا ۵۰ سال و رضایت‌نامه کتبی و آگاهانه بود. ملاک‌های خروج نیز شامل؛ غیبت بیش از سه جلسه از جلسات درمانی، سابقه ضربه مغزی، ابتلا به صرع و مشارکت هم‌زمان در سایر برنامه‌های روان‌درمانی یا مشاوره بود.

ب) ابزار

مقیاس دشواری تنظیم هیجان (DERS)^۲: این پرسشنامه یک ابزار روان‌سنجی شامل ۳۶ سوال است که در سال ۲۰۰۴ توسط گرتز و رومر

^۱. Transcranial brain stimulation

^۲. Difficulties in Emotion Regulation Scale

طراحی شده است. نمره گذاری این مقیاس بر اساس یک مقیاس ۵ درجه‌ای لیکرت انجام می‌شود که شامل مقادیر ۱ (تقریباً هرگز)، ۲ (بیشتر اوقات)، ۳ (نیمی از اوقات)، ۴ (گاهی اوقات) و ۵ (تقریباً همیشه) است. نمرات بالاتر نشان‌دهنده دشواری بیشتر در تنظیم هیجان است و دامنه نمرات از ۳۶ (حداقل) تا ۱۸۰ (حداکثر) متغیر است. این پرسشنامه شش حوزه اصلی را مورد ارزیابی قرار می‌دهد که شامل عدم پذیرش هیجانات منفی (۶ سوال)، دشواری در انجام رفتارهای هدفمند (۵ سوال)، چالش در کنترل رفتارهای تکانشی (۶ سوال)، دسترسی محدود به راهبردهای مؤثر تنظیم هیجان (۸ سوال)، فقدان آگاهی هیجانی (۶ سوال)، و عدم شفافیت هیجانی (۵ سوال) می‌شود. بر اساس پژوهش گرتز و رومر (۲۰۰۴)، ضریب پایایی این مقیاس ۰/۸۸ گزارش شده است و ضرایب پایایی زیرمقیاس‌ها با استفاده از آلفای کرونباخ بالای ۰/۸۰ و برای کل مقیاس ۰/۹۳ به دست آمده است. همچنین، نتایج تحلیل عامل اکتشافی که برای ارزیابی روایی ساختاری انجام شده نشان داد که ساختار شش عاملی این مقیاس قادر به تبیین حدود ۶۸/۵۵ درصد از واریانس کل است (گرتز و رومر، ۲۰۰۴). در زمینه اعتباریابی نسخه فارسی این مقیاس، بشارت (۱۳۹۷) پایایی بازآزمایی زیرمقیاس‌ها را در بازه ۰/۷۰ تا ۰/۸۱ و ضرایب آلفای کرونباخ را بین ۰/۷۳ تا ۰/۹۰ گزارش کرده است. در پژوهش حاضر نیز، آلفای کرونباخ برای خرده مقیاس‌ها و نمره کل مقیاس ۰/۷۹ محاسبه شد.

مقیاس نارسایی در کارکردهای اجرایی (BDEFS):^۱ این مقیاس که در سال ۲۰۱۲ توسط بارکلی (۲۰۱۲) طراحی شده، یک ابزار خودگزارشی متشکل از ۸۹ سؤال است. نمره‌دهی این مقیاس بر اساس مقیاس پنج‌درجه‌ای لیکرت انجام می‌شود که شامل مقادیر ۱ (هرگز)، ۲ (گاهی اوقات)، ۳ (اغلب اوقات) و ۴ (اکثراً اوقات) است. این مقیاس به ارزیابی پنج خرده مقیاس اصلی می‌پردازد: خودمدیریتی زمان (۲۱ سؤال)، خودسازماندهی (۲۴ سؤال)، خودکنترلی (۱۹ سؤال)، خود انگیزشی (۱۲ سؤال) و خودتنظیمی هیجانی (۱۳ سؤال). نمرات بالاتر در هر یک از این خرده مقیاس‌ها نشان‌دهنده سطح بالاتری از نارسایی است. پایایی کلی مقیاس با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ برابر با ۰/۹۱ گزارش شده است. همچنین، ضرایب آلفای خرده مقیاس‌ها به ترتیب برای خودمدیریتی زمان ۰/۹۱، خودسازماندهی ۰/۹۳، خودکنترلی ۰/۹۰، خود انگیزشی ۰/۹۴ و

^۱. Barkley Deficits in Executive Functioning Scale

خودتنظیمی هیجانی ۰/۹۶ به دست آمده است (بارکلی، ۲۰۱۲). به منظور ارزیابی روایی همگرا، بارکلی از پرسشنامه باورهای فراشناختی ولز و کارت‌رایت - هاتون استفاده کرده است که نسخه کوتاه شده ۳۰ سؤالی از پرسشنامه اصلی ۶۵ سؤالی است و از روایی و پایایی مطلوبی برخوردار است. تحلیل عاملی تأییدی نشان داد که ساختار عاملی نسخه ۳۰ سؤالی با نسخه اصلی همخوانی دارد. به منظور ارزیابی روایی واگرا، از پرسشنامه انعطاف‌پذیری شناختی دنیس و وندروال که یک ابزار خودگزارشی ۲۰ سؤالی است، استفاده گردید (۲۰۱۲). در مطالعات انجام شده در ایران، در پژوهش نورانی جورجاده و همکاران (۱۳۹۵) ضریب آلفای کرونباخ برای این پرسشنامه برابر با ۰/۹۸ و همسانی درونی زیرمقیاس‌ها در بازه ۰/۸۶ تا ۰/۹۶ محاسبه شد. همچنین، میرحسینی و همکاران (۱۴۰۲) روایی سازه مطلوبی را برای این ابزار گزارش کردند و ضریب آلفای کرونباخ کل مقیاس در پژوهش آن‌ها برابر با ۰/۸۴ و برای هر یک از مؤلفه‌ها بیش از ۰/۷۰ به دست آمد. در پژوهش حاضر نیز، آلفای کرونباخ برای خرده مقیاس‌ها و نمره کل مقیاس ۰/۸۰ به دست آمد.

ج) روش اجرا

روش اجرا به این صورت بود که پس از دریافت تأییدیه اخلاقی از دانشگاه سیستان و بلوچستان، با مراجعه به درمانگاه‌های مغز و اعصاب شهر تهران در سال ۱۴۰۳ بیماران واجد شرایط از درمانگاه‌های مغز و اعصاب تهران شناسایی شدند و کلینیک نورالی به‌عنوان محل اجرای پژوهش انتخاب گردید. شرکت‌کنندگان پس از مصاحبه اولیه و تکمیل رضایت‌نامه، به طور تصادفی به دو گروه آزمایش و گواه گمارش شدند. ارزیابی اولیه با پرسش‌نامه‌های کارکرد اجرایی بارکلی و دشواری در تنظیم هیجان انجام شد. گروه آزمایش به مدت ۱۵ جلسه ۲۰ دقیقه‌ای تحت تحریک الکتریکی مستقیم با شدت ۲ میلی‌آمپر قرار گرفتند، در حالی که گروه گواه پروتکل ساختگی را دریافت نمود که در آن دستگاه بدون انتقال جریان فعال به کار گرفته شد. ارزیابی‌های پس‌آزمون بلافاصله پس از مداخله و پیگیری ۴ هفته‌ای انجام شد. روش تحریک فراجمجمه‌ای مغز مبتنی بر اعمال جریان مستقیم ضعیف (۱-۲ میلی‌آمپر) از طریق الکترودهای آند (تحریک‌کننده) و کاتد (مهارکننده) بر نواحی هدف قشر مغز بود که با ایجاد تغییرات نورونی زیر آستانه‌ای (نا قطبی‌سازی یا بیش قطبی‌شدن) موجب تعدیل

فعالیت عصبی می‌شود. الکترودها در اسفنج‌های آغشته به محلول کلرید سدیم ۰٫۹ درصد قرار داشتند تا از واکنش‌های شیمیایی جلوگیری شود. پروتکل مداخله شامل یک جلسه آشنایی کوتاه مدت و ۱۵ جلسه درمانی اصلی بود که در آن گروه گواه تنها اتصال الکترودها بدون جریان فعال را تجربه کردند. این مطالعه با طراحی کنترل شده و استفاده از پروتکل شم^۱، اثرات تلقین را کنترل نموده و داده‌ها در سه مرحله زمانی جمع‌آوری شدند تا کارایی و پایداری مداخله را ارزیابی کنند.

برای تحلیل داده‌ها، از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر (ANOVA) و آزمون تعقیبی بونفرونی با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۶ در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها

تحلیل داده‌های جمعیت‌شناختی نشان داد در گروه آزمایش، ۶ نفر (۴۰ درصد) در رده سنی ۲۵-۳۴ سال و در گروه گواه ۵ نفر (۳۳/۳۳ درصد) در

دو رده سنی ۲۵-۳۴ و ۳۵-۴۵ سال قرار داشتند. از نظر تحصیلات، ۹ نفر (۶۰ درصد) از گروه آزمایش و ۱۰ نفر (۶۶/۷ درصد) از گروه گواه دارای تحصیلات دانشگاهی بودند. توزیع جنسیت در گروه آزمایش شامل ۸ مرد (۵۳/۳ درصد) و ۷ زن (۴۶/۷ درصد) و در گروه گواه ۷ مرد (۴۶/۷ درصد) و ۸ زن (۵۳/۳ درصد) بود. از نظر وضعیت تأهل، ۱۰ نفر (۶۶/۷ درصد) از گروه آزمایش و ۹ نفر (۶۰ درصد) از گروه گواه متأهل بودند. سابقه خانوادگی میگرن در ۹ نفر (۶۰ درصد) از گروه آزمایش و ۱۰ نفر (۶۶/۷ درصد) از گروه گواه مشاهده شد. در نهایت، از نظر وضعیت شغلی، ۱۱ نفر (۷۳/۳ درصد) از گروه آزمایش و ۱۰ نفر (۶۶/۷ درصد) از گروه گواه بیکار بودند. در جدول ۱ مقادیر تنظیم هیجان و کارکردهای اجرایی در گروه گواه و آزمایش را در پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری نشان داده شده است.

جدول ۱. آماره‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیرها در گروه‌های آزمایش و گواه

متغیر	زیر متغیر	گروه	پیش‌آزمون			پس‌آزمون			پیگیری		
			میانگین	انحراف معیار	کجی	میانگین	انحراف معیار	کجی	میانگین	انحراف معیار	کجی
عدم پذیرش هیجانات منفی	آزمایش گواه	آزمایش	۱۸/۴۲	۳/۲۱	۰/۱۲	۲/۸۷	۱۲/۱۵	-۰/۰۸	۲/۴۵	۱۰/۸۹	-۰/۲۱
		گواه	۱۸/۳۷	۳/۱۵	۰/۱۸	۳/۰۲	۱۷/۸۴	۰/۴۲	۳/۱۸	۱۸/۱۲	۰/۳۱
		آزمایش	۲۵/۷۶	۴/۵۲	۰/۳۵	۳/۹۱	۱۸/۳۳	-۰/۱۸	۳/۲۴	۱۶/۴۵	-۰/۱۴
دشواری در انجام رفتارهای هدفمند	آزمایش گواه	آزمایش	۲۵/۸۱	۴/۴۸	۰/۲۹	۴/۳۵	۲۴/۹۲	۰/۳۱	۴۱	۲۵/۱۴	۰/۲۵
		گواه	۲۲/۱۵	۳/۸۹	۰/۴۱	۳/۱۲	۱۵/۶۷	۰/۲۲	۲/۹۸	۱۴/۰۲	-۰/۲۵
		آزمایش	۲۲/۰۹	۳/۹۴	۰/۲۷	۳/۷۸	۲۱/۴۵	-۰/۳۳	۳/۸۵	۲۱/۸۷	۰/۳۳
تنظیم هیجان	آزمایش گواه	آزمایش	۳۰/۴۵	۵/۱۲	۰/۵۲	۴/۲۳	۲۰/۱۸	۰/۴۷	۳/۸۹	۱۸/۷۶	-۰/۳۲
		گواه	۳۰/۵۲	۵/۰۸	۰/۳۸	۴/۹۵	۲۹/۸۷	-۰/۲۵	۵/۰۳	۳۰/۲۱	۰/۲۹
		آزمایش	۱۵/۶۷	۲/۹۸	۰/۲۲	۲/۱۲	۹/۴۵	۰/۳۱	۱/۸۹	۸/۲۳	-۰/۲۸
فقدان آگاهی هیجانی	آزمایش گواه	آزمایش	۱۵/۷۲	۳/۰۱	۰/۱۵	۲/۸۷	۱۵/۳۴	-۰/۴۲	۲/۹۵	۱۵/۵۸	۰/۲۶
		گواه	۲۰/۳۳	۳/۴۵	۰/۳۱	۲/۸۷	۱۴/۱۲	-۰/۱۵	۲/۴۵	۱۲/۸۹	-۰/۱۹
		آزمایش	۲۰/۲۸	۳/۴۱	۰/۲۴	۳/۳۲	۱۹/۷۶	۰/۲۸	۳/۳۸	۲۰/۰۵	۰/۳۷
عدم شفافیت هیجانی	آزمایش گواه	آزمایش	۶۵/۲۳	۷/۸۹	-۰/۱۸	۸/۱۲	۷۸/۴۵	۰/۳۲	۷/۵۶	۸۰/۱۲	۰/۳۱
		گواه	۱۸/۶۵	۷/۹۲	۰/۴۲	۷/۸۵	۶۶/۳۴	-۰/۲۲	۷/۷۸	۶۵/۸۹	۰/۱۷
		آزمایش	۵۸/۷۶	۶/۴۵	۰/۲۷	۷/۲۱	۷۲/۳۴	۰/۱۹	۶/۹۸	۷۴/۸۹	-۰/۱۸
خودمدیریتی زمان	آزمایش گواه	آزمایش	۵۸/۸۱	۶/۴۸	۰/۳۵	۶/۳۷	۵۹/۴۵	-۰/۲۷	۶/۴۲	۵۸/۹۲	۰/۲۲
		گواه	۴۵/۱۲	۵/۲۳	-۰/۳۳	۵/۸۹	۵۵/۶۷	۰/۲۵	۵/۴۵	۵۷/۳۴	۰/۲۴
		آزمایش	۴۵/۰۹	۵/۱۹	۰/۲۱	۵/۱۲	۴۵/۷۸	۰/۳۸	۵/۱۵	۴۵/۲۳	۰/۳۲
خودکنترلی	آزمایش گواه	آزمایش	۵۰/۴۵	۶/۱۲	۰/۳۸	۶/۷۸	۶۵/۲۳	-۰/۳۱	۶/۴۵	۶۷/۸۹	-۰/۱۴
		گواه	۵۰/۳۳	۵/۲۳	-۰/۳۳	۵/۸۹	۵۵/۶۷	۰/۲۵	۵/۴۵	۵۷/۳۴	۰/۲۴
		آزمایش	۴۵/۰۹	۵/۱۹	۰/۲۱	۵/۱۲	۴۵/۷۸	۰/۳۸	۵/۱۵	۴۵/۲۳	۰/۳۲
خود انگیزی	آزمایش گواه	آزمایش	۵۰/۴۵	۶/۱۲	۰/۳۸	۶/۷۸	۶۵/۲۳	-۰/۳۱	۶/۴۵	۶۷/۸۹	-۰/۱۴
		گواه	۵۰/۳۳	۵/۲۳	-۰/۳۳	۵/۸۹	۵۵/۶۷	۰/۲۵	۵/۴۵	۵۷/۳۴	۰/۲۴
		آزمایش	۴۵/۰۹	۵/۱۹	۰/۲۱	۵/۱۲	۴۵/۷۸	۰/۳۸	۵/۱۵	۴۵/۲۳	۰/۳۲

^۱. sham

متغیر	زیر متغیر	گروه			پیش‌آزمون			پس‌آزمون			پیگیری		
		میانگین	انحراف معیار	کجی	کشی‌دگی	انحراف	میانگین	کجی	کشی‌دگی	انحراف	میانگین	کجی	کشی‌دگی
خودتنظیمی هیجانی	گواه	۵۱/۵۰	۶/۱۵	-۰/۲۲	۰/۱۷	۵۱/۱۲	۶/۰۸	۰/۳۵	۰/۴۲	۵۰/۷۸	۶/۱۰	۰/۴۱	-۰/۳۳
	آزمایش	۴۳/۴۵	۵/۸۹	۰/۱۵	-۰/۴۲	۶۲/۳۴	۶/۴۵	-۰/۳۵	۰/۲۸	۶۴/۱۲	۶/۱۲	-۰/۲۹	-۰/۱۵
	گواه	۴۸/۸۱	۵/۹۲	-۰/۳۷	-۰/۱۸	۴۹/۴۵	۵/۷۸	۰/۲۲	۰/۳۱	۴۸/۹۵	۵/۸۵	۰/۱۸	۰-۰/۲۴

جدول ۱ نشان می‌دهد که نتایج مقایسه گروه آزمایش و گواه در متغیرهای تنظیم هیجان و کارکردهای اجرایی نشان داد که گروه آزمایش در تمامی زیر متغیرها بهبود معناداری در مراحل پس‌آزمون و پیگیری نسبت به پیش‌آزمون داشت، درحالی‌که گروه گواه تغییر قابل‌توجهی نداشت. به‌عنوان مثال در تنظیم هیجان، بیشترین کاهش در زیرمتغیر «دسترس‌ی محدود به راهبردهای مؤثر» در گروه آزمایش مشاهده شد (میانگین پیش‌آزمون: ۳۰,۴۵ به پس‌آزمون: ۲۰,۱۸ و پیگیری: ۱۸,۷۶). در کارکردهای اجرایی، زیرمتغیر «خودمدیریتی زمان» در گروه آزمایش بهبود قابل‌توجهی داشت (میانگین پیش‌آزمون: ۶۵,۲۳ به پس‌آزمون: ۷۸,۴۵ و پیگیری: ۸۰,۱۲)، در حالی‌که گروه گواه در این متغیر ثابت داشت. پیش از انجام تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، تمام پیش‌فرض‌های لازم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد توزیع

داده‌ها نرمال است (p بزرگ‌تر از ۰/۰۵). بررسی ماتریس پراکندگی رابطه خطی بین متغیرها را تأیید کرد با استفاده از فاصله ماهالانویس هیچ داده‌پرتی (p کوچک‌تر از ۰/۰۰۱) شناسایی نشد. آزمون لوین حاکی از برابری واریانس‌ها بود (تنظیم هیجان: F برابر با ۰/۰۷۳ با p برابر با ۰/۰۷۸؛ کارکرد اجرایی: F برابر با ۳/۹۸۵ با p برابر با ۰/۰۵۳). مفروضه کرویت نیز با آزمون موچلی تأیید شد (تنظیم هیجان: p برابر با ۰/۰۷۴؛ کارکرد اجرایی: p برابر با ۰/۱۱۴). آزمون باکس همسانی ماتریس واریانس - کواریانس را برای هر دو متغیر تأیید نمود (p بزرگ‌تر از ۰/۰۵). با توجه به برقراری تمام پیش‌فرض‌ها، تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر قابل اجرا تشخیص داده شد. برای بررسی تفاوت‌های گروه‌ها در پیروی از درمان، اثرات بین آزمودنی‌ها تحلیل شده و نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. آزمون اثرات درون گروهی

اثرات درون گروهی	نوع آزمون	مقدار	آماره F	df	خطای df	مقدار p	اندازه اثر	توان آزمون
زمان	اثر پیلایی	۰/۹۰۴	۲۶/۴۵۲	۱۱	۱۸	۰/۰۰۱	۰/۸۵۶	۰/۹۹۹
	لامبدای ویلکز	۰/۰۹۸	۲۶/۴۵۲	۱۱	۱۸	۰/۰۰۱	۰/۸۵۶	۰/۹۹۹
	اثر هتلینگ	۹/۵۴۲	۲۶/۴۵۲	۱۱	۱۸	۰/۰۰۱	۰/۸۵۶	۰/۹۹۹
	بزرگ‌ترین ریشه روی	۹/۵۴۲	۲۶/۴۵۲	۱۱	۱۸	۰/۰۰۱	۰/۸۵۶	۰/۹۹۹
زمان و گروه	اثر پیلایی	۰/۷۸۵	۱۸/۸۹۳	۱۱	۱۸	۰/۰۰۱	۰/۷۲۱	۰/۹۸۷
	لامبدای ویلکز	۰/۲۱۵	۱۸/۸۹۳	۱۱	۱۸	۰/۰۰۱	۰/۷۲۱	۰/۹۸۷
	اثر هتلینگ	۸/۶۵۴	۱۸/۸۹۳	۱۱	۱۸	۰/۰۰۱	۰/۷۲۱	۰/۹۸۷
	بزرگ‌ترین ریشه روی	۸/۶۵۴	۱۸/۸۹۳	۱۱	۱۸	۰/۰۰۱	۰/۷۲۱	۰/۹۸۷

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که اثر اصلی زمان در حالت چندمتغیره معنادار است، به این معنا که حداقل یکی از میانگین‌های نمره متغیرها در مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری اختلاف معناداری دارد. همچنین، بین گروه‌های آزمایش و گواه در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون از نظر متغیر

پیروی از درمان تفاوت معناداری وجود دارد ($p < ۰/۰۰۱$). برای بررسی دقیق، در جدول ۳ نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای تنظیم هیجان و کارکرد اجرایی ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای تنظیم هیجان و کارکرد اجرایی

متغیر	زیر متغیر	منابع تغییر	مجموع مجذورات	df	میانگین مجذورات	آماره F	معناداری	اندازه اثر	توان آماری
تنظیم هیجان	عدم‌پذیرش	گروه	۵/۷۶۸	۱	۵/۷۸۶	۸/۳۴۵	۰/۰۰۸	۰/۲۳۲	۰/۷۹۲
	هیجان‌ات منفی	زمان	۳۵/۶۲۴	۱/۳۴۲	۲۷/۳۱۸	۱۵/۶۴۲	۰/۰۰۱	۰/۳۵۸	۰/۹۷۲
		گروه×زمان	۶۳/۰۴۵	۱/۳۴۲	۴۷/۷۴۶	۲۸/۱۶۵	۰/۰۰۱	۰/۴۸۶	۰/۹۹۹
	دشواری در انجام رفتارهای هدفمند	گروه	۹/۸۵۶	۱	۹/۸۵۶	۵/۴۲۴	۰/۰۲۸	۰/۱۶۴	۰/۶۱۸
		زمان	۵۷/۱۴۵	۱/۱۵۷	۴۶/۰۸۹	۹/۴۸۹	۰/۰۰۳	۰/۲۵۳	۰/۸۵۴
		گروه×زمان	۶۷/۴۵۹	۱/۱۵۷	۶۵/۵۹۸	۱۲/۳۴۹	۰/۰۰۱	۰/۳۰۶	۰/۶۵۲
	چالش در کنترل رفتارهای تکانشی	گروه	۴۸/۲۵۵	۱	۴۸/۲۵۵	۴/۱۳۲	۰/۰۴۸	۰/۱۹۲	۰/۵۲۰
		زمان	۳۱/۶۴۵	۱/۲۷۵	۲۴/۸۹۴	۱۸/۲۴۵	۰/۰۰۱	۰/۳۹۲	۰/۹۹۸
		گروه×زمان	۴۸/۰۴۵	۱/۲۷۵	۳۶/۶۱۳	۲۸/۷۹۶	۰/۰۰۱	۰/۴۹۰	۱/۰۰۰
	دسترسی محدود به راهبردهای مؤثر	گروه	۲۵۹/۵۲۴	۱	۲۵۹/۵۲۴	۵/۴۵۸	۰/۰۲۷	۰/۱۵۷	۰/۶۲۲
		زمان	۳۶۸/۰۶۹	۱/۲۴۱	۲۹۱/۶۱۲	۳۶/۷۳۵	۰/۰۰۱	۰/۵۵۶	۱/۰۰۰
		گروه×زمان	۵۳۴/۴۲۹	۱/۲۴۱	۴۲۵/۳۵۹	۵۵/۷۵۸	۰/۰۰۱	۰/۶۴۲	۱/۰۰۰
	فقدان آگاهی هیجانی	گروه	۱۲۴/۳۵۶	۱	۱۲۴/۳۵۶	۱۱/۵۴۹	۰/۰۰۲	۰/۲۹۱	۰/۹۰۲
		زمان	۴۵/۶۵۸	۱/۳۲۸	۳۴/۱۸۹	۱۲/۰۶۹	۰/۰۰۱	۰/۴۱۸	۰/۹۹۸
		گروه×زمان	۶۷/۴۷۸	۱/۳۲۸	۲۸/۸۹۵	۲۸/۶۵۳	۰/۰۰۱	۰/۴۹۰	۱/۰۰۰
	عدم شفافیت هیجانی	گروه	۷۲/۵۵۶	۱	۷۲/۵۵۶	۱۷/۰۳۹	۰/۰۰۱	۰/۳۷۳	۰/۹۸۱
		زمان	۱۱/۴۱۲	۱/۱۷۶	۹/۶۲۵	۵/۹۳۵	۰/۰۲۲	۰/۱۷۲	۰/۶۷۲
		گروه×زمان	۲۹/۳۵۸	۱/۱۷۶	۲۵/۷۹۹	۱۶/۲۶۵	۰/۰۰۱	۰/۳۵۲	۰/۹۷۵
	خودمدیریتی زمان	گروه	۱۳۵/۹۰۷	۱	۱۳۵/۹۰۷	۲۶/۶۵۸	۰/۰۰۱	۰/۴۸۲	۰/۹۹۹
		زمان	۳۶/۷۴۲	۱/۲۹۱	۲۶/۲۴۳	۱۷/۶۶۳	۰/۰۰۱	۰/۳۸۲	۰/۹۹۴
		گروه×زمان	۶۷/۰۷۱	۱/۲۹۱	۴۷/۲۰۱	۳۱/۴۷۲	۰/۰۰۱	۰/۵۲۳	۱/۰۰۰
کارکرد اجرایی		گروه	۹۵۹/۹۳۲	۱	۹۵۹/۹۳۲	۴۶/۷۵۹	۰/۰۰۱	۰/۶۲۵	۱/۰۰۰
	خودسازماندهی	زمان	۲۴۵/۳۵۲	۱/۵۴۲	۱۷۳/۵۰۳	۵۲/۳۲۱	۰/۰۰۱	۰/۶۴۸	۱/۰۰۰
		گروه×زمان	۴۶۲/۶۷۵	۱/۵۴۲	۳۲۱/۸۰۱	۹۵/۸۶۲	۰/۰۰۱	۰/۷۴۲	۱/۰۰۰
	خودکنترلی	گروه	۵۰/۱۶۵	۱	۵۰/۱۶۵	۴/۲۵۱	۰/۰۴۵	۰/۱۹۳	۰/۵۳۲
		زمان	۳۰/۷۰۱	۱/۲۸۹	۲۲/۷۱۷	۱۷/۲۱۴	۰/۰۰۱	۰/۳۸۰	۰/۹۹۳
		گروه×زمان	۴۵/۰۵۹	۱/۲۸۹	۳۴/۵۸۹	۲۵/۵۴۲	۰/۰۰۱	۰/۴۷۰	۰/۹۹۹
	خود انگیزشی	گروه	۲۶۰/۴۸۹	۱	۲۶۲/۴۸۹	۵/۴۸۲	۰/۰۲۷	۰/۱۶۱	۰/۶۲۷
		زمان	۳۵۹/۰۶۹	۱/۲۶۱	۲۸۶/۶۱۸	۳۸/۷۳۸	۰/۰۰۱	۰/۵۷۰	۱/۰۰۰
		گروه×زمان	۵۲۹/۴۲۹	۱/۲۶۱	۴۱۹/۳۴۹	۵۵/۷۶۹	۰/۰۰۱	۰/۶۵۳	۱/۰۰۰
	خودتنظیمی هیجانی	گروه	۱۱۴/۳۴۵	۱	۱۱۴/۳۴۵	۱۱/۵۴۲	۰/۰۰۲	۰/۲۹۲	۰/۹۰۴
		زمان	۴۷/۶۵۷	۱/۳۳۲	۳۶/۱۹۵	۲۱/۰۶۹	۰/۰۰۱	۰/۴۲۰	۰/۹۹۸
		گروه×زمان	۶۷/۸۵۹	۱/۳۳۲	۳۰/۹۴۸	۲۹/۶۳۷	۰/۰۰۱	۰/۴۹۸	۱/۰۰۰

اندازه اثر آزمون در منبع گروه برای متغیرهای مختلف به شرح زیر است:
 عدم پذیرش هیجان‌ات منفی (۲۳/۲)، دشواری در انجام رفتارهای هدفمند (۱۶/۴)، چالش در کنترل رفتارهای تکانشی (۱۹/۲)، دسترسی محدود به

نتایج ارائه شده در جدول ۳ نشان‌دهنده تأثیر معنادار مداخله تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر بهبود تنظیم هیجان و کارکردهای اجرایی در افراد مبتلا به میگرن است ($P < 0/05$).

راهردهای مؤثر تنظیم هیجان (۱۵/۷)، فقدان آگاهی هیجانی (۲۹/۱)، عدم شفافیت هیجانی (۳۷/۳)، خودمدیریتی زمان (۴۸/۲)، خودسازماندهی (۶۲/۵)، خودکنترلی (۱۹/۳)، خود انگیزشی (۱۶/۱) و خودتنظیمی هیجانی (۲۹/۲). این نتایج نشان می‌دهد که روش مداخله در بهبود تنظیم هیجان و

کارکردهای اجرایی در افراد مبتلا به میگرن مؤثر بوده است ($P < ۰/۰۵$). برای مقایسه تفاوت‌های این تأثیرات در سه مرحله زمانی (پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری)، از آزمون بونفرونی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۴ ارائه گردیده است.

جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه مراحل سنجش در متغیرهای پژوهش

متغیر پژوهش	مراحل سنجش	تفاوت میانگین	خطا	سطح معناداری
تنظیم هیجان	پیش‌آزمون - پس‌آزمون	-۱۳/۵۴۷	۳/۱۴۹	۰/۰۰۱
	پیش‌آزمون - پیگیری	۱۵/۷۵۳	۳/۱۴۹	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون - پیگیری	-۹/۲۶۸	۳/۱۴۹	۰/۱۷۲
کارکرد اجرایی	پیش‌آزمون - پس‌آزمون	-۶/۱۳۲	۱/۲۴۶	۰/۰۰۱
	پیش‌آزمون - پیگیری	-۸/۴۴۵	۱/۲۴۶	۰/۰۰۵
	پس‌آزمون - پیگیری	۵/۴۲۸	۱/۲۴۶	۰/۲۲۴

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که تنظیم هیجان و کارکردهای اجرایی افراد دارای میگرن تفاوت معناداری بین میانگین‌ها در مراحل پیش‌آزمون با پس‌آزمون و پیگیری وجود دارد ($p < ۰/۰۵$). در حالی که تفاوت معنی داری بین پس‌آزمون با پیگیری مشاهده نمی‌شود ($p > ۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف بررسی اثربخشی تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر بهبود تنظیم هیجان و کارکردهای اجرایی افراد مبتلا به میگرن انجام شد. اولین یافته این مطالعه نشان داد که تحریک فراجمجمه‌ای مغز با جریان مستقیم الکتریکی موجب بهبود تنظیم هیجانی در افراد مبتلا به میگرن می‌شود و با مرور منابع موجود در پایگاه‌های داده فارسی و انگلیسی، هیچ مطالعه مستقیمی که به بررسی تأثیر تحریک فراجمجمه‌ای بر تنظیم هیجان یا عاطفه در افراد مبتلا به میگرن پرداخته باشد، یافت نشد. با این حال، پژوهش‌های مرتبطی در این زمینه بر روی سایر بیماری‌ها و اختلالات وجود دارد که نتایج آن‌ها با یافته‌های این پژوهش همخوانی دارد. به عنوان مثال، تحقیق عزیزی آرام و همکاران (۱۴۰۰) به بهبود تنظیم هیجان در اختلال شخصیت مرزی و پژوهش باغستانی و همکاران (۱۴۰۳) به بهبود تنظیم هیجان و کارکردهای اجرایی در افسردگی پرداخته‌اند. همچنین، مطالعه کریسیکو و همکاران (۲۰۲۲) در آمریکا و پژوهش ورگالیتو و همکاران (۲۰۱۸) در ایتالیا به بهبود تنظیم

هیجانی و احساسات منفی با این روش در افسردگی پرداختند. در تبیین این یافته‌ها می‌توان اشاره نمود که مکانیسم اثر تحریک فراجمجمه‌ای مستقیم عمدتاً از طریق تعدیل فعالیت دو ناحیه عصبی کلیدی، شامل قشر پیشانی پشتی جانبی (به عنوان مرکز کنترل شناختی هیجانات) و آمیگدال (به عنوان هسته اصلی پردازش هیجانات منفی) صورت می‌پذیرد (کریسیکو و همکاران، ۲۰۲۲). مداخلات تحریکی در ناحیه پیشانی می‌تواند منجر به ارتقای کارکردهای تنظیم هیجانی گردد. از منظر پاتوفیزیولوژیک، در بیماری میگرن، اختلال در ارتباطات عملکردی مدارهای پیشانی - لیمبیک به نقص در مکانیسم‌های تنظیم هیجانی منجر می‌شود. تعدیل تحریک‌پذیری نورون‌های قشر پیش پیشانی همراه با کاهش فعالیت آمیگدال می‌تواند تعادل عصبی - هیجانی را در بیماران مبتلا به میگرن بازسازی نماید (ویلکاکس و همکاران، ۲۰۱۶). علاوه بر این، تحریک فراجمجمه‌ای مستقیم از طریق تنظیم همزمان سطوح انتقال‌دهنده‌های عصبی نظیر سروتونین و تعدیل تعادل سایر نوروترانسمیترها، موجب ارتقای یکپارچگی عملکردی شبکه‌های عصبی درگیر در پردازش درد و هیجان می‌گردد (بورکهارت و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین، تحریک مغناطیسی غیرتهاجمی از طریق افزایش انعطاف‌پذیری عصبی (نوروپلاستیسیته)، موجب ایجاد تغییرات ساختاری و عملکردی پایدار در مسیرهای عصبی شده و اتصالات ناکارآمد در شبکه حالت پیش‌فرض را کاهش می‌دهد. این مکانیسم منجر به افزایش انعطاف‌پذیری عصبی و هدایت پردازش‌های

شناختی - هیجانی به سمت الگوهای سازگارتر می‌شود (کئو و همکاران، ۲۰۱۶). از دید پژوهشگران مطالعه حاضر استفاده از تکنیک‌های تحریک فراجمجمه‌ای به طور قابل توجهی موجب کاهش تمرکز بیماران بر هیجانات منفی و تقویت توانایی کنترل شناختی بر این هیجانات می‌شود. این روش با اعمال تأثیرات همزمان و هماهنگ بر سطوح مختلف زیستی، از جمله تغییرات مولکولی در انتقال‌دهنده‌های عصبی، تعدیل فعالیت شبکه‌های عصبی مرتبط با پردازش هیجان و درد و تنظیم فرآیندهای روان‌شناختی سطح بالا مانند توجه و ارزیابی شناختی، قادر به مختل‌سازی چرخه معیوب و تشدیدکننده ارتباط متقابل درد مزمن و آشفتگی هیجانی هستند. شکستن این چرخه ناسازگار به طور مستقیم به بهبودی معنادار و چشمگیر در بیماران مبتلا به میگرن منجر می‌شود. این بهبودها نه تنها در نشانه‌های جسمانی و فیزیکی سردرد (مانند کاهش فراوانی، شدت و مدت حملات) بلکه در سلامت روانی و عاطفی افراد (شامل کاهش اضطراب و افسردگی و بهبود کیفیت کلی زندگی) به وضوح قابل مشاهده است. دومین یافته این پژوهش نشان داد که تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی می‌تواند به بهبود کارکردهای اجرایی در افراد مبتلا به میگرن مؤثر بود و بررسی ادبیات پژوهشی موجود در پایگاه‌های داده فارسی و انگلیسی حاکی از آن است که هیچ مطالعه مستقیمی در زمینه تأثیر تحریک فراجمجمه‌ای بر عملکرد اجرایی به طور جامع و کامل انجام نشده است. اما این یافته تا حدی با تحقیق دبریتو آرانها و همکاران (۲۰۲۲) در برزیل همخوانی دارد که نشان می‌دهد تحریک فراجمجمه‌ای می‌تواند به کاهش ناتوانی‌های ناشی از میگرن و بهبود حافظه و توجه (زیرمجموعه‌های کارکرد اجرایی) کمک کند. همچنین، مطالعه باغستانی و همکاران (۱۴۰۳) در ایران نیز نشان داد که این روش تأثیر مثبتی بر تنظیم هیجان و کارکردهای اجرایی افراد مبتلا به افسردگی دارد که با نتایج تحقیق حاضر هم‌راستا است.

در تبیین این یافته‌ها می‌توان بیان داشت که کاهش کارایی لوب پیشانی در افراد مبتلا به میگرن با اختلال در کنترل شناختی و عملکردهای اجرایی مرتبط است (نرماشیری و همکاران، ۱۴۰۲). تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی به عنوان یک روش غیرتهاجمی، با اعمال جریان الکتریکی کم‌شدت از طریق الکترودهای جمجمه‌ای، قشر مغز را تحریک کرده و با القای شکل‌پذیری عصبی، اتصالات عملکردی

مغز را تغییر می‌دهد. این تغییرات منجر به تسهیل انتقال سیگنال‌های عصبی، تقویت اتصالات سیناپسی و بهبود پردازش شناختی می‌شود (لی و همکاران، ۱۴۰۲). یکی از ویژگی‌های مهم تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی، پایداری تغییرات ایجادشده در قشر مغز حتی پس از اتمام تحریک است که نشان‌دهنده ظرفیت نوروپلاستیسته مغز در این بیماران است (هانگ و همکاران، ۱۴۰۱؛ لی و همکاران، ۱۴۰۲). تحقیقات تصویربرداری عصبی حاکی از آن است که نواحی پیشانی، به ویژه قشر پیش پیشانی پشتی جانبی و قشر پیش پیشانی میانی، نقش کلیدی در تنظیم عملکردهای شناختی و رفتاری دارند و تحت تأثیر سیگنال‌های نواحی زیرقشری مانند آمیگدال و هیپوتالاموس قرار می‌گیرند (هانگ و همکاران، ۱۴۰۱؛ لی و همکاران، ۱۴۰۲). کاهش فعالیت این نواحی می‌تواند حساسیت به ورودی‌های هیجانی و زیرقشری را افزایش داده و منجر به اختلال شناختی شود (لی و همکاران، ۱۴۰۰). با این حال، تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی با تعدیل فعالیت نورون‌های قشر پیشانی و کاهش تأثیرات منفی ورودی‌های زیرقشری، می‌تواند عملکردهای اجرایی و شناختی را در بیماران میگرنی بهبود بخشد (لونگو و همکاران، ۱۴۰۱). از دید پژوهشگران مطالعه حاضر تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی، مکانیسمی مؤثر برای تعدیل فعالیت‌های عصبی در مناطق هدفمند قشری محسوب می‌شود. این روش با تنظیم پتانسیل غشای نورون‌ها و تعدیل تحریک‌پذیری سیناپسی، سیگنال‌های ناهنجار ناشی از ساختارهای زیرقشری (مانند تالاموس یا عقده‌های قاعده‌ای) را مهار می‌کند. در نتیجه، با کاهش تداخل این سیگنال‌های مزاحم، کارکردهای شناختی سطح بالا شامل حافظه فعال، انعطاف‌پذیری ذهنی، کنترل بازداری و برنامه‌ریزی به طور قابل توجهی تقویت می‌شوند. این بهبود عصبی - شناختی نه تنها عملکرد اجرایی بیماران را در حل مسائل پیچیده و تصمیم‌گیری بهینه می‌سازد، بلکه زمینه را برای بازسازی شبکه‌های عصبی و ارتقای یکپارچگی عملکردی مغز فراهم می‌کند، امری که پیامدهای بالینی امیدوارکننده‌ای در توانبخشی اختلالات عصب‌روانشناختی به همراه دارد.

به طور کلی، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که نتایج این پژوهش نشان‌دهنده تأثیر مثبت و مؤثر تحریک فراجمجمه‌ای مغز بر بهبود تنظیم هیجان و کارکردهای اجرایی در افراد مبتلا به میگرن بود. این یافته‌ها نشان می‌دهند

تضاد منافع: نویسندگان همچنین اعلام می‌دارند که در نتایج این پژوهش هیچ گونه تضاد منافی وجود ندارد.

تشکر و قدردانی: بدین وسیله کلیه شرکت کنندگان در این پژوهش تشکر و قدر دانی می‌شود.

منابع

اسماعیلی، مهرنوش؛ هاشمی، سید اسماعیل؛ مهرابی‌زاده هنرمند، مهناز؛ حمید، نجمه؛ و احمدیان، مانا. (۱۴۰۲). کاوش تجربیات زیسته هیجانی بیماران مبتلا به اختلال میگرن. *مجله علوم روانشناختی*، ۲۲(۱۳۲)، ۷۵-۹۲.

<https://doi.org/10.52547/JPS.22.132.2467>

باغستانی، علیرضا؛ جاودان، موسی؛ و محمدی، کوروش. (۱۴۰۳). اثربخشی طرحواره‌درمانی تلفیق‌شده با تحریک مستقیم مغزی از طریق جمجمه بر تنظیم هیجان و کارکردهای اجرایی در افراد دارای نشانه‌های افسردگی.

فصلنامه روانشناسی تجربی و شناختی، ۱(۳)، ۵۸-
<https://quarterlyecp.com/index.php/ecp/article/view/4972>

بشارت، محمدعلی. (۱۳۹۷). مقیاس دشواری تنظیم هیجان. *اندیشه و رفتار در روانشناسی بالینی (اندیشه و رفتار)*، ۱۲(۴۷)، ۸۹-۹۲.

<https://sanad.iau.ir/Journal/jtbcP/Article/1118414>

بیات، محسن؛ بشرپور، سجاد؛ آفاجانی، سیف‌الله؛ و میکائیلی، نیلوفر. (۱۴۰۴). مقایسه اثربخشی طرحواره درمانی هیجانی و درمان مبتنی بر پذیرش و تعهد بر تحمل پربشانی و دشواری تنظیم هیجان در افراد مبتلا به اختلال افسردگی اساسی. *مجله علوم روانشناختی*، ۲۴(۱۵۰)، ۵۹-۸۱.

https://psychologicalscience.ir/browse.php?a_id=2616&sid=1&slc_lang=fa&ftxt=0

بیات، محسن؛ نریمانی، محمد؛ و بشرپور، سجاد. (۱۳۹۸). بررسی تأثیر رفتار درمانی دیالکتیک با درمان مبتنی بر پذیرش و تعهد بر تنظیم هیجان و روابط بین فردی در افراد بزرگسال مبتلا به اختلال بیش‌فعالی و نقص توجه. *مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد*، ۶۲(۵۰)، ۵۴-۷۴.

<https://doi.org/10.22038/mjms.2020.16349>

زبردست، عذرا؛ و شفیعی‌تبار، مهدیه. (۱۳۹۸). عاطفه مثبت و منفی، راهبردهای تنظیم شناختی هیجان، و ناگویی هیجانی در دختران مبتلا به سردرد میگرنی. *فصلنامه سلامت روان کودک*، ۶(۲)، ۱۸۰-۱۹۳.

<http://dx.doi.org/10.29252/jcmh.6.2.16>

سلطانی‌نظری، مسعود؛ و دلاورپور، محمدآقا. (۱۴۰۴). رابطه کارکردهای اجرایی و خودکارآمدی تحصیلی با اعتیاد به بازی‌های آنلاین. *مجله علوم روانشناختی*، ۲۴(۱۴۵)، ۶۳-۷۹.

<http://dx.doi.org/10.52547/JPS.24.145.63>

که روش‌های نوین درمانی؛ مانند تحریک فراجمجمه‌ای، می‌توانند به عنوان گزینه‌ای مؤثر در کنترل هیجان و بهبود کارکردهای اجرایی بیماران میگرنی مورد استفاده قرار گیرند.

پژوهش حاضر دارای محدودیت‌های متعددی از جمله حجم نمونه کوچک (۳۰ نفر) و روش نمونه‌گیری در دسترس، عدم تعادل جنسیتی در گروه‌ها، تمرکز بر افراد تحصیل‌کرده، دوره پیگیری کوتاه (۴ هفته)، استفاده از ابزارهای خودگزارشی، عدم تفکیک زیرگروه‌های میگرن، محدودیت جغرافیایی و عدم بررسی مکانیسم‌های عصبی و اثرات ترکیبی با سایر درمان‌ها بود که تعمیم‌پذیری و تفسیر نتایج را محدود می‌سازد.

پیشنهاد می‌شود که این روش به طور ویژه توسط متخصصان برای بیماران مبتلا به میگرن که با مشکلات هیجانی و اختلالات در کارکردهای اجرایی مواجه هستند، مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، توصیه می‌شود که این روش در کنار سایر مداخلات درمانی به کار گرفته شود تا تأثیرات مثبت آن‌ها به طور قابل توجهی افزایش یابد. این رویکرد می‌تواند به بهبود زندگی بیماران کمک کند و به آن‌ها در مدیریت بهتر علائم میگرن یاری رساند. همچنین، توصیه می‌شود که در تحقیقات آینده به این محدودیت‌ها توجه شود و انجام مطالعات طولی با نمونه‌های بزرگ‌تر و پیگیری در بازه‌های زمانی طولانی (۶ تا ۱۲ ماه) پیشنهاد می‌شود تا شواهد بالینی در این زمینه تقویت گردد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش: این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول در رشته روانشناسی عمومی در دانشکده روانشناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان با کد اخلاق IR.USB.REC.1403.013 می‌باشد. به منظور رعایت اصول اخلاقی در این پژوهش، تلاش شد تا حقوق پژوهشگران محترم شمرده شود و در ارائه نتایج، اصل صداقت رعایت شود. برای حفظ این اصول، تمامی شرکت‌کنندگان به صورت کتبی اطلاعاتی درباره پژوهش دریافت کردند تا در صورت تمایل، بتوانند در آن مشارکت کنند. همچنین از افرادی که به طور داوطلبانه قصد شرکت در پژوهش را داشتند، رضایت‌نامه کتبی اخذ شد و پژوهشگر متعهد گردید که به اصل رازداری و عدم افشای اطلاعات شخصی شرکت‌کنندگان پایبند باشد.

حامی مالی: این پژوهش در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد و بدون حمایت مالی می‌باشد.

نقش هر یک از نویسندگان: این مقاله از پایان‌نامه نویسنده اول و به راهنمایی نویسنده دوم استخراج شده است.

References

- Aziziaran, S., Basharpour, 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. <http://frooyesh.ir/article-1-2755-en.html>.
- Baghestani, A. R., Javdan, M., & Mohammadi, K. (2024). The Effectiveness of Schema Therapy Integrated with Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Emotion Regulation and Executive Functions in Individuals with Depressive Symptoms. *Quarterly of Experimental and Cognitive Psychology*, 1(3), 58–72. <https://quarterlyecp.com/index.php/ecp/article/view/49>.
- Barkley, R. A. (2012). Executive functions: What they are, how they work, and why they evolved. Guilford Press. <https://psycnet.apa.org/record/2012-15750-000>
- Bayat, M., Beshrpour, S., Aghajani, S., & Mikaili, N. (2025). Comparison of the efficacy of emotional schema therapy and acceptance and commitment therapy on distress tolerance and emotion regulation difficulty in people with major depressive disorder. *Journal of Psychological Science*, 24(150), 59–81. <https://psychologicalscience.ir/article-1-2616-fa.html>
- Bayat, M., Narimani, M., & Basharpour, S. (2020). Comparing The Effectiveness of dialectical behavior therapy with acceptance and commitment based therapy on emotion regulation and interpersonal relationships in adults with ADHD. *Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences*, 62(5.1), 54–74. <https://doi.org/10.22038/mjms.2019.14747>
- Besharat, M. A. (2019). Emotion Regulation Difficulty Scale. *Thoughts and Behavior in Clinical Psychology*, 47(12), 89–92. <https://doi.org/10.48308/apsy.2023.231548.1485>.
- Burkhardt, G., Kumpf, U., Crispin, A., Goerigk, S., Andre, E., Plewnia, C.,... & Padberg, F. (2023). Transcranial direct current stimulation as an additional treatment to selective serotonin reuptake inhibitors in adults with major depressive disorder in Germany (DepressionDC): A triple-blind, randomised, sham-controlled, multicentre trial. *The Lancet*, 402(10401), 545–554. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)00640-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)00640-2).
- عزیزی آرام، سمانه؛ بشرپور، سجاد؛ عطادخت، اکبر؛ و مولوی، پرویز. (۱۴۰۰). اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای بر بهبود تنظیم هیجان و نگرش‌های ناکارآمد افراد مبتلا به اختلال شخصیت مرزی. *روان‌شناسی*، ۱۰(۷)، ۱۱۵–۱۲۶. <http://frooyesh.ir/article-1-2755-fa.html>
- فروغی، فریما؛ غلامزاده جفهر، مریم؛ کاظمیان مقدم، کبری؛ و عابدی، پروین. (۱۴۰۳). اثربخشی درمان مبتنی بر پذیرش و تعهد بر تنظیم منفی هیجان، تحمل پریشانی و انعطاف‌پذیری روانی زنان مبتلا به میگرن. *مجله دانشگاه علوم پزشکی سبزوار*، ۳۱(۵)، ۷۳۳–۷۴۶. <https://doi.org/10.30468/jsums.2024.7733.3036>
- میرحسینی، سیدشهرز؛ دهقانی آرانی، فاطمه؛ و صفاری فرد، راضیه. (۱۴۰۲). نقش واسطه‌گری کارکردهای اجرایی در رابطه بین آمادگی یادگیری الکترونیک و عملکرد تحصیلی در زمان شیوع ویروس کرونا. *فصلنامه پژوهش‌های کاربردی روانشناختی*، ۱۴(۳)، ۱۰۵–۱۱۹. <https://doi.org/10.22059/japrr.2023.352321.644473>
- نورانی جورجاده، سیده رقیه؛ مشهدی، علی؛ طبیبی، زهرا؛ و خیرخواه، فرزانه. (۱۳۹۵). اثر آموزش کارکردهای اجرایی مبتنی بر زندگی روزمره، بر کارکردهای اجرایی کودکان مبتلا به اختلال نارسایی توجه - بیش‌فعالی. *تازه‌های علوم شناختی*، ۱۸(۱)، ۶۸–۷۸. <http://icssjournal.ir/article-1-433-fa.html>

- Chrysikou, E. G., Wing, E. K., & van Dam, W. O. (2022). Transcranial Direct Current Stimulation Over the Prefrontal Cortex in Depression Modulates Cortical Excitability in Emotion Regulation Regions as Measured by Concurrent Functional Magnetic Resonance Imaging: An Exploratory Study. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 7(1), 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2019.12.004>.
- Cohen, F., Brooks, C. V., Sun, D., Buse, D. C., Reed, M. L., Fanning, K. M., & Lipton, R. B. (2024). Prevalence and burden of migraine in the United States: A systematic review. *Headache*, 64(5), 516–532. <https://doi.org/10.1111/head.14709>.
- de Brito Aranha, R. E. L., Torro-Alves, N., Andrade, S. M., de Oliveira, E. A., da Silva, B. N. V., da Fonseca, É. K. G.,... & Fernández-Calvo, B. (2022). Effects on pain and cognition of transcranial direct current stimulation over the dorsolateral prefrontal cortex in women with chronic migraine. *Neurophysiologie Clinique*, 52(4), 333–338. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2022.07.005>.
- Esmaili, M., Hashemi, S. E., Mehrabizadeh Honarmand, M., Hamid, N., & Ahmadian, M. (2024). Exploring the lived emotional experiences patients with migraine disorder. *Journal of Psychological Science*, 22(132), 75–92. <https://doi.org/10.52547/JPS.22.132.2467>.
- Filzmoser, N., Webber, I., Kerr, G., et al. (2024). Exploring the link between self-management of migraine and emotional wellbeing: A cross-sectional study of community-dwelling migraine sufferers. *BMC Neurology*, 24(1), 47. <http://dx.doi.org/10.1186/s12883-024-03535-0>.
- Forooghi, F., Gholamzadeh Jofreh, M., Kazemian Moghadam, K., & Abedi, P. (2024). Effectiveness of Acceptance and Commitment Therapy (ACT) on Negative Emotion Regulation, Distress Tolerance and Psychological Resilience in Women with Migraine. *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*, 31(5), 733–746. <https://doi.org/10.30468/jsums.2024.7733.3036>.
- Gratz, K. L., & Roemer, L. (2004). Multidimensional assessment of emotion regulation and dysregulation: Development, factor structure, and initial validation of the difficulties in emotion regulation scale. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 26(1), 41–54. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1023/B:JOBA.0000007455.08539.94>.
- Hawas, Y., Abbas, A., Alkhawaldeh, I. M., Zeid, M. A., Al Azzawi, M. A. D., Alsalmi, H. K., & Negida, A. (2024). Efficacy and safety of transcranial direct current stimulation (tDCS) in treatment of refractory epilepsy: An updated systematic review and meta-analysis of randomized sham-controlled trials. *Neurological Sciences*, 45(1), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10072-024-07866-1>.
- Hendry, A., Bedford, R., Agyapong, M., Begum Ali, J., Bazelmans, T., Ersoy, M.,... & STAARS Team. (2025). Simple Executive Function as an endophenotype of autism-ADHD, and differing associations between simple versus complex Executive Functions and autism/ADHD traits. *Scientific Reports*, 15(1), 4925. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-87863-2>.
- Hong, P., Liu, Y., Wan, Y., Xiong, H., & Xu, Y. (2022). Transcranial direct current stimulation for migraine: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, 28(7), 992–998. <https://doi.org/10.1111/cns.13843>.
- Kaiser Pinotti, L., Castro, A. D. S., de Oliveira Garcia, G. H., Alvim, P. H. P., Roza, T. H., Andrade, F. A.,... & Massuda, R. (2023). Executive functions in migraine patients: A systematic review with meta-analysis. *Cognitive Neuropsychiatry*, 28(1), 52–66. <https://doi.org/10.1080/13546805.2022.2149390>.
- Kuo, H. I., Paulus, W., Batsikadze, G., Jamil, A., Kuo, M. F., & Nitsche, M. A. (2016). Chronic enhancement of serotonin facilitates excitatory transcranial direct current stimulation-induced neuroplasticity. *Neuropsychopharmacology*, 41(5), 1223–1230. <https://doi.org/10.1038/npp.2015.270>.
- Lee, S. H., Lee, Y., Song, M., Lee, J. J., & Sohn, J. H. (2021). Differences in frontal lobe dysfunction in patients with episodic and chronic migraine. *Journal of Clinical Medicine*, 10(13), 2779. <https://doi.org/10.3390/jcm10132779>.
- Longo, V., Barbati, S. A., Re, A., Paciello, F., Bolla, M., Rinaudo, M.,... & Grassi, C. (2022). Transcranial

- direct current stimulation enhances neuroplasticity and accelerates motor recovery in a stroke mouse model. *Stroke*, 53(5), 1746–1758. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.121.034200>
- Magierek, V., Carvalho, L. S. G. D., Assis, C. G. B. D., & Jurno, M. E. (2024). Executive and attentional functions in patients with migraine. *Revista Headache Medicine*, 15(1), 18–24. <https://headachemedicine.com.br/index.php/hm/article/view/793>
- Mirhosseini, S. S., Dehghani-Arani, F., & Safarifard, R. (2023). The Mediating Role of Executive Functions in the Relationship Between E-Learning Readiness and Academic Performance During the COVID-19 Pandemic. *Journal of Applied Psychological Research*, 14(3), 105–119. <https://doi.org/10.22059/japr.2023.352321.644473>
- Narmashiri, A., & Akbari, F. (2025). The Effects of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on the Cognitive Functions: A Systematic Review and Meta-analysis. *Neuropsychology Review*, 35(1), 126–152. <https://doi.org/10.1007/s11065-023-09627-x>
- Nascimento, B. S. R., de Araujo e Araujo, A. C. R., Pires, J. A. P., et al. (2024). Epidemiology of migraine and other cephalic pain syndromes in Brazil. *Journal of Neurology and Stroke*, 14(3), 82–86. <https://www.medcrave.com/articles/det/28402/Epidemiology-of-migraine-and-other-cephalic-pain-syndromes-in-Brazil>
- Nasiri, F., Ellard, K. K., Mashhadi, A., Bigdeli, I., & Ghanaei-Chamanabad, A. (2023). Augmenting the unified protocol with transcranial direct current stimulation: Effects on emotion regulation and executive dysfunction. *Clinical Psychology & Psychotherapy*, 30(2), 446–457. <https://doi.org/10.1002/cpp.2812>
- Noorani Jurjadeh, S. R., Mashhadi, A., Tabibi, Z., & Kheirkhah, F. (2016). Effectiveness of Executive Functions Training Based on Daily Life on Executive Functioning in Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *Advances in Cognitive Sciences*, 18(1), 68–78. <http://icssjournal.ir/article-1-433-en.html>
- Schmitz, N., Arkink, E. B., Mulder, M., Rubia, K., Admiraal-Behloul, F., Schoonmann, G. G.,... & van Buchem, M. A. (2008). Frontal lobe structure and executive function in migraine patients. *Neuroscience Letters*, 440(2), 92–96. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2008.05.033>
- Sebastianelli, G., Atalar, A. Ç., Cetta, I., et al. (2024). Insights from triggers and prodromal symptoms on how migraine attacks start: The threshold hypothesis. *Cephalalgia*, 44(10), 28–45. <https://doi.org/10.1177/03331024241287224>
- Solhi, M., Derakhshan, A., & Ünsal, B. (2025). Associations between EFL students' L2 grit, boredom coping strategies, and emotion regulation strategies: A structural equation modeling approach. *Journal of Multilingual and Multicultural Development*, 46(2), 224–243. <https://dx.doi.org/10.1080/01434632.2023.2175834>
- Soltani Nazarloo, M., & Delavarpour, M. (2025). The relationship between executive functions and academic self-efficacy with addiction to online games. *Journal of Psychological Science*, 24(145), 63–79. <https://doi.org/10.52547/JPS.24.145.63>
- Song, X., Zhu, Q., Su, L., Shi, L., Chi, H., Yan, Y.,... & Yang, J. (2024). New perspectives on migraine treatment: A review of the mechanisms and effects of complementary and alternative therapies. *Frontiers in Neurology*, 15, 1372509. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1372509>
- Vergallito, A., Riva, P., Pisoni, A., & Romero Lauro, L. J. (2018). Modulation of negative emotions through anodal tDCS over the right ventrolateral prefrontal cortex. *Neuropsychologia*, 119, 128–135. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.07.037>
- Wilcox, S. L., Veggeberg, R., Lemme, J., Hodkinson, D. J., Scrivani, S., Burstein, R., Becerra, L., & Borsook, D. (2016). Increased Functional Activation of Limbic Brain Regions during Negative Emotional Processing in Migraine. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 366. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00366>
- Zebardast, A., & Shafieetabar, M. (2019). Positive/Negative Affect, Strategies of Cognitive Emotion Regulation and Alexithymia in Female Patients with Migraine Headache. *Journal of Child Mental Health*, 6(2), 180–193. <http://dx.doi.org/10.29252/jcmh.6.2.16>