MEJDS. 2021; 11:153.

Published online 2021 Nov. **Original Article**

Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Working Memory in Children with Mild Intellectual Disabilities

Ramezani Golafzani N[1], *Karami A[1], Rostami R[2]

Author Address
1. Department of Psychology, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran;
2. Department of Psychology, Psychology and Education Branch, Tehran University, Tehran, Iran.
***Corresponding author's email:** abolfazlkarami1@gmail.com

Accepted: 2020 October 3**; Received:** 2020 November 12

Abstract

Background & Objectives: Working Memory (WM) plays a key role in learning and contributes to developing cognitive functioning. WM supports temporary storing and manipulating the required data for complex cognitive tasks, such as language comprehension, reasoning, and learning. Most studies indicated that children with Intellectual Disability (ID) poorly perform in most WM tasks, compared to their typically-developing counterparts, regardless of the etiology of ID or Intelligence Quotient (IQ). Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS), as a noninvasive brain stimulation was represented to increment the cortical excitability in the Dorsolateral Prefrontal Cortex (DLPFC) and improve WM. This is contrary to other brain stimulation approaches, normally involving the active triggering. WM training is especially important for children with ID. Therefore, this study aimed to determine the effects of tDCS on WM in children aged 7 to 14 years with mild ID.

Methods: This was a quasi-experimental study with pretest-posttest and a control group design. The statistical population included children in the age range of 7-14 years referring to Atieh clinic in Tehran City, Iran, in 2018. Among the clients, children whose IQ test scores were between 70 and 85 based on the results of the New Version of the Tehran-Stanford-Binet Intelligence Scale (TSBIS; Afrooz & Kamkari, 2006) were diagnosed with mild ID (borderline) and according to a clinical interview. In total, 32 eligible volunteers were selected as the study sample by convenience and purposive methods. In the process of conducting the research, 12 subjects stopped cooperating; eventually, the data of 20 individuals were analyzed (experiential group=15 & control group=15 subjects). The inclusion criteria included children aged 7-14 years, and the IQ test score to range between 70-85 based on the TSBIS. Any comorbid biopsychological disorders (epilepsy, autism, etc.), drug use, head trauma, the presence of any foreign object in the head, like cerebral shunt, and the occurrence of any unwanted adverse effects, like headache during the meeting were among the exclusion criteria of the study. Only the experimental group received 5 consecutive sessions of tDCS in the DLPFC with an intensity of 1 mA for 30 minutes. At the end of the sessions, for both groups, the working memory subtest was re-performed based on the same test. Descriptive statistics, including mean and standard deviation as well as inferential statistical methods, such as Independent Samples t-test and univariate Analysis of Covariance (ANCOVA) were used to analyze the obtained data in SPSS and SmartPLS. A significance level of 0.01 was used for all statistical tests.

Results: The present study results suggested that after eliminating the pretest effects, the between-group difference was significant in the posttest; thus, tDCS increased WM performance in the intervention group, compared to the controls (p<0.001). Furthermore, the obtained Eta coefficient (0.56) highlighted the effects of the intervention.

Conclusion: Based on the present research findings, tDCS impacts WM in children with mild ID (borderline).

Keywords: Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS), Working memory, Mild intellectual disabilities, Borderline intelligence quotient, Tehran-Stanford-Binet Intelligence Scale (TSBIS).

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

Copyright © 2016, MEJDS. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

مجله مطالعات ناتوانی ۱۴۰۰؛ (۱۱):۱۵۳.

انتشار برخط آبان ۱۴۰۰ مقاله پژوهشی اصیل

تعیین تأثیر تحریک الکتریکی مغز با استفاده از جریان مستقیم (tDCS) بر حافظهٔ کاری کودکان۷تا۱۴ساله با کم‌توانی ذهنی خفیف (مرزی)

نازی رمضانی گل‌افزانی[۱]، *ابوالفضل کرمی[۲]، رضا رستمی[۳]

توضیحات نویسندگان

۱. دانشجوی دکتری روان‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان، سمنان، ایران؛

۲. دکترای روان‌شناسی، دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان، سمنان، ایران؛

۳. روان‌پزشک، استاد دانشگاه تهران، تهران، ایران.

***رایانامهٔ نویسندهٔ مسئول:** abolfazlkarami1@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۲ مهر ۱۳۹۹؛ **تاریخ پذیرش:** ۲۲ آبان ۱۳۹۹

چکیده

زمینه و هدف: حافظهٔ کاری از توان‌مندی‌های شناختی بسیار اساسی برای پشتیبانی از تفکر پیچیده است که در افراد با کم‌توانی ذهنی آسیب‌دیده است؛ ازاین‌رو این پژوهش با هدف تعیین اثربخشی تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر حافظهٔ کار کودکان ۷تا۱۴ساله با کم‌توانی ذهنی خفیف (مرزی) انجام شد.

روش‌بررسی: روش پژوهش حاضر شبه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه گواه بود. جامعهٔ آماری را تمامی کودکان ۷تا۱۴ساله‌ای تشکیل دادند که در سال ۱۳۹۷ به کلینیک آتیهٔ درخشان ذهن در شهر تهران مراجعه کردند. از بین افراد مراجعه‌کننده، کودکانی که نمرهٔ آزمون هوش آن‌ها براساس نسخهٔ نوین هوش‌آزمای تهران‌ـ‌استنفورد‌ـ بینه (افروز و کامکاری، ۱۳۸۵) بین ۷۰تا۸۵ بود، براساس نتایج این آزمون و طبق مصاحبهٔ بالینی، کم‌توانی ذهنی خفیف (مرزی) در آن‌ها تشخیص داده شد. با روش نمونه‌گیری دردسترس، از جامعهٔ مذکور بیست کودک واجد شرایط و داوطلب وارد مطالعه شدند و به‌صورت تصادفی در گروه آزمایش و گروه گواه قرار گرفتند. صرفاً گروه آزمایش پنج جلسهٔ پیاپی tDCS در مدت زمان سی دقیقه و با شدت جریان یک میلی‌آمپر دریافت کرد. پس از اتمام جلسات، برای هر دو گروه، مجدداً خرده‌آزمون حافظهٔ کاری براساس آزمون هوش نسخهٔ نوین هوش‌آزمای تهران‌ـ‌استنفورد‌ـ بینه (۱۳۸۵) اجرا شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۲ و به‌وسیلهٔ روش تحلیل کوواریانس تک‌متغیری در سطح معناداری ۰/۰۱ صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد، بعد از حذف اثر پیش‌آزمون، تفاوت دو گروه در پس‌آزمون معنادار بود و tDCS باعث افزایش عملکرد حافظهٔ کاری در گروه مداخله درمقایسه با گروه گواه شد ($p<۰/۰۰۱$). همچنین مقدار ضریب اتای به‌دست‌آمده (۰/۵۶)، میزان تأثیر مداخلهٔ انجام‌شده را نشان داد.

نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های این پژوهش نتیجه گرفته می‌شود که تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر حافظهٔ کاری کودکان با کم‌توانی ذهنی خفیف (مرزی) اثربخشی دارد.

کلیدواژه‌ها: تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی، حافظهٔ کاری، بهرهٔ هوشی مرزی، کم‌توانی ذهنی خفیف، هوش‌آزمای تهران‌ـ‌استنفورد‌ـ بینه.

حق انتشار محفوظ است © ۱۳۹۵، مجله مطالعات ناتوانی. این یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت مجوز اختیار‌ـ‌غیرتجاری ۴/۰ بین‌المللی (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.fa) منتشر شده است که به شما اجازه می‌دهد که مواد منتشر شده در این مقاله را با شرط ارجاع مناسب به نسخهٔ اصلی، به‌طور غیرتجاری نسخه‌برداری و توزیع کنید.

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

۱ مقدمه

حافظه[1] یکی از فرایندهای عالی شناختی انسان است که ازطرفی با ادراک و توجه و از سوی دیگر با حل مسئله و تفکر ارتباط دارد. تمام فعالیت‌های روزمرهٔ انسان مانند صحبت‌کردن، خواندن و حتی جامعه‌پذیری[2] به اطلاعات یادگرفته‌شده دربارهٔ محیط اطراف وابسته است. بر همین اساس نقش حیاتی حافظهٔ کاری[3] در فعالیت‌های زندگی روزمره در بسیاری از تحقیقات ثابت شده است (۱). حافظهٔ کاری به‌عنوان بخشی از سیستم کلی حافظه و سیستمی عصب‌روان‌شناختی، از تفکر پیچیده پشتیبانی می‌کند؛ اما ظرفیت محدودی دارد. حافظهٔ کاری اطلاعات را دستکاری می‌کند و در اختیار فرایندهای شناختی پیچیده مانند رفتارهای معطوف به هدف، یادگیری و حل مسئله قرار می‌دهد؛ درحقیقت این حافظه مسئول نگهداری موقتی اطلاعات، دستکاری و استفاده از آن در تفکر است (۱).

در یک دورهٔ رشد نرمال ظرفیت حافظهٔ کاری کودکان رشد چشمگیری دارد؛ بااین‌وجود به‌نظر می‌رسد در تعدادی از کودکان پیشرفت انتظارداشته در حافظهٔ کاری با تأخیر روی می‌دهد یا به‌طور کلی مختل است (۲). مطالعات متعدد، اختلال در حافظهٔ کاری را در افراد دارای اختلال یادگیری[4] یا نقایص شناختی[5] نشان داده‌اند (۳،۴). باتوجه به مهارت‌های ویژهٔ مرتبط با مدرسه، شواهدی وجود دارد مبنی بر اینکه کودکان با ظرفیت حافظهٔ کاری ضعیف، نیازمند حمایت‌های بیشتری در کلاس برای رسیدن به اهداف آموزشی هستند (۲). علاوه‌براین کودکان با فراخنای حافظهٔ ضعیف، به‌راحتی حواسشان پرت می‌شود و تمایل به فراموشی دستورالعمل‌های آموزشی دارند؛ به همین دلیل ظرفیت کم حافظهٔ کاری می‌تواند عاملی خطرساز برای پیشرفت در سال‌های اولیهٔ دبستان باشد (۱)؛ البته مشکلات حافظهٔ کاری می‌تواند در طیف گسترده‌ای از افراد بدون توجه به سن یا جنس وجود داشته باشد و مشخصه‌ای از اختلالات عصب‌شناختی[6] مانند اسکیزوفرنی، پارکینسون یا اختلال‌هایی مانند نقص توجه/بیش‌فعالی، اختلالات یادگیری یا ناتوانی‌های هوشی (ID)[7] باشد (۴).

به‌دلیل نقشی که این حافظه در شناخت دارد، مداخلات آموزش حافظهٔ کاری به‌منزلهٔ ابزاری برای بهبود بالقوهٔ توانایی‌های شناختی مرتبط با آن برای افراد رواج یافته است. باوجود برخی پیشرفت‌ها در زمینه‌های دارودرمانی، آموزش شناختی و مداخلات رفتاری، نیاز به مداخله‌ای مؤثر که بتواند اثرات پایدار و درازمدت در حافظهٔ کاری ایجاد کند، همچنان وجود دارد. یکی از کاندیداهای بالقوه برای این مهم استفاده از تکنیک‌های غیرتهاجمی تحریک مغزی است. در سال‌های اخیر تحقیق دربارهٔ کارآمدی این تکنیک‌ها به‌طور چشمگیری افزایش یافته است؛ به‌خصوص تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS)[8] نتایج امیدوارکننده‌ای نشان می‌دهد؛ همچنین به‌عنوان ابزاری امن و نسبتاً ارزان شناخته شده است که برای تنظیم فرایندهای روانی و فیزیولوژیک به‌کار می‌رود (۵). در تعدادی از مطالعات نیز اثرات مثبت تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) در جمعیت سالم (۶،۷) و نیز در جمعیت بالینی (۸،۹) بررسی شده است. در جمعیت بالینی، درمان به‌وسیلهٔ تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی در اختلالاتی همچون نقص توجه/بیش‌فعالی، اختلالات طیف اتیسم، نارساخوانی[9]، افسردگی عمده[10]، سکته[11] و اسکیزوفرنی مطالعه شده است (۱۰).

پژوهش‌های انجام‌شده در سال‌های اخیر با استفاده از روش‌های تصویربرداری از مغز نشان می‌دهد که بخش‌های خاص لب پیشانی در نوع خاصی از حافظه، معروف به حافظهٔ کاری، مهم‌ترین نقش را دارد. یکی از این بخش‌ها کورتکس خلفی‌جانبی (DLPFC[12]) است و نقش بسیار مهمی در عملکرد حافظهٔ کاری ایفا می‌کند (۱۱). بر این اساس در اغلب پژوهش‌ها الکترودها روی این ناحیه قرار می‌گیرند که طبق سیستم بین‌المللی ۱۰ـ۲۰ شامل نواحی F۳ یا F۴ می‌شود. در اکثر تحقیقات اثربخشی tDCS بر حافظهٔ کاری در جمعیت بزرگسال سالم انجام شده است و نتایج آن گاهی ضد و نقیض بوده است؛ به‌عنوان مثال در چندین مطالعه مشخص شد، تحریک آندی منطقهٔ F۳ به بهبود عملکرد حافظهٔ کاری منجر می‌شود (۱۰،۱۲،۱۳). تعدادی مطالعهٔ دیگر به این نتیجه رسیدند که تحریک این منطقه زمان پاسخدهی را بهبود می‌بخشد؛ اما تأثیری بر دقت افراد ندارد (۱۴،۱۵). برخی از یافته‌ها نیز نشان می‌دهد، tDCS در بهبود ظرفیت حافظه مؤثر نیست (۱۰). در پژوهش ارکان و یاریاری، تحریک سه‌جلسه‌ای منطقهٔ DLPFC چپ بزرگسالان سالم باعث کاهش زمان واکنش و افزایش تعداد پاسخ‌های صحیح شد (۶). در پژوهش سمیعی سنجانی روی بزرگسالان سالم، تحریک آندی منطقهٔ DLPFC، بهبود توجه انتخابی[13] و حافظهٔ کاری را به‌دنبال داشت (۷).

در تحقیق بیات مختاری و همکاران با بررسی تأثیر تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه و آموزش آگاهی واج‌شناختی[14] بر بهبود عملکرد بُعد شنیداری حافظهٔ کاری کودکان نارساخوان، تحریک منطقهٔ DLPFC با شدت ۱/۵ میلی‌آمپر به‌مدت بیست دقیقه در طی ده جلسه سبب افزایش عملکرد فرد در تکلیف مربوط به حافظهٔ کاری شنیداری و بهبود آن شد (۸). نتایج مطالعهٔ ارجمندنیا و همکاران در ارزیابی تأثیر تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر افزایش حافظهٔ کاری کودکان مبتلا به اختلال ریاضی نشان داد که tDCS در بهبود حافظهٔ کاری کودکان مبتلا به اختلال ریاضی مؤثر است (۹).

باوجود پژوهش‌های متنوع و گوناگون در زمینهٔ بهبود حافظهٔ کاری با

1. Memory
2. Sociability
3. Working memory
4. Learning Disorder (LD)
5. Cognitive deficits
6. Neurological Disorder
7. Intellectual disabilities (ID)
8. Transcranial direct current stimulation (tDCS)
9. Dyslexia
10. Major depression
11. Stroke
12. Dorsolateral prefrontal cortex
13. Selective attention
14. Phonological awareness

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

استفاده از روش‌های مبتنی‌بر فناوری‌های جدید یا روش‌های قدیمی، پژوهشی که به‌وسیلهٔ tDCS و به‌طور خاص روی درمان نقایص حافظه در کودکان با نقایص شناختی جزئی انجام شود، بسیار محدود است. اغلب مطالعات مربوط به اثربخشی این روش بر حافظهٔ کاری روی بزرگسالان سالم صورت گرفته است. باتوجه به مطالب ذکرشده یافتن روشی که به‌کمک آن بتوان حافظهٔ کاری را به‌طریق مؤثر و پایدار تقویت کرد، اهمیت ویژه‌ای دارد؛ ازاین‌رو هدف از انجام مطالعهٔ حاضر تعیین اثربخشی تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر ظرفیت کاری کودکان ۷تا۱۴ساله با کم‌توانی ذهنی خفیف بود.

۲ روش‌بررسی

روش این پژوهش از نوع شبه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه گواه بود. جامعهٔ آماری پژوهش حاضر را تمامی کودکان ۷تا۱۴ ساله تشکیل دادند که در سال ۱۳۹۷ به کلینیک آتیهٔ درخشان ذهن در تهران مراجعه کردند. از بین افراد مراجعه‌کننده، کودکانی که نمرهٔ آزمون هوش آن‌ها براساس نسخهٔ نوین هوش‌آزمای تهران ـ استنفورد ـ بینه (به نقل از ۱۶) بین ۷۰تا۸۵ بود، براساس نتایج آزمون و همین‌طور مصاحبهٔ بالینی، کم‌توانی ذهنی خفیف در آن‌ها تشخیص داده شد. به‌منظور فراهم‌کردن امکان انجام آزمون‌های آماری پارامتری، حداقل حجم نمونه برای هر گروه پانزده نفر در نظر گرفته شد (۱۷). از میان جامعهٔ آماری تعداد ۳۲ نفر فرد داوطلب واجد شرایط به‌عنوان نمونهٔ پژوهش، به‌روش دردسترس و هدف‌مند وارد مطالعه شدند و موافقت خود را با همکاری در پژوهش اعلام کردند. در فرایند اجرای پژوهش دوازده نفر از ادامهٔ همکاری منصرف شدند و درنهایت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها بر بیست نفر صورت گرفت. معیارهای ورود شرکت‌کنندگان به پژوهش شامل کودکان با سن بیشتر از هفت سال تمام و کمتر از چهارده سال تمام و نمرهٔ آزمون هوش براساس هوش‌آزمای تهران ـ استنفورد ـ بینه (به نقل از ۱۶) بین ۷۰تا۸۵ بود. وجود هرگونه اختلال پزشکی یا روان‌پزشکی همراه (صرع، اتیسم و...)، مصرف دارو، ضربه به سر، وجود هرگونه جسم خارجی در سر مانند شنت مغزی و بروز هرگونه عارضهٔ جانبی ناخواسته مانند سردرد در حین جلسات از معیارهای خروج شرکت‌کنندگان از پژوهش بود.

در این پژوهش ابزار و روش درمانی زیر به‌کار رفت.

ـ نسخهٔ نوین هوش‌آزمای تهران ـ استنفورد ـ بینه[1] : نسخهٔ نوین هوش‌آزمای تهران ـ استنفورد ـ بینه برگرفته از نسخهٔ پنجم هوش‌آزمای استنفورد ـ بینه بود که در سال ۲۰۰۳ توسط روید ساخته شد (۱۸). این نسخه مشتمل بر دو حیطهٔ کلامی[2] و غیرکلامی[3] است. هریک از حیطه‌های نام‌برده دارای شش سطح و هر سطح دارای پنج خرده‌آزمون استدلال سیال[4]، دانش[5]، استدلال کمّی[6]، پردازش دیداری‌فضایی[7] و حافظهٔ کاری است. هر کدام از خرده‌آزمون‌ها شش سؤال دارد و میانگین هر خرده‌آزمون ۱۰ و انحراف معیار آن ۳ است. همچنین هوشبهر کل با تأکید بر نمرات ترکیبی دارای میانگین ۱۰۰ و انحراف معیار ۱۵ است. ازآنجاکه دامنهٔ هوشبهر در همهٔ مقیاس‌ها با یکدیگر تفاوت دارد، نمرهٔ به‌دست‌آمده از هر خرده‌آزمون با استفاده از جداول نمرات تراز معادل نمرات خام به نمرهٔ تراز تبدیل می‌شود و برمبنای جدول و دستورالعمل خاص قیدشده در دفترچهٔ راهنمای آزمون، گزارش می‌گردد. مفهوم نمرات بیشتر نیز با استفاده از جداول مذکور مشخص می‌شود. این ابزار توان ارائهٔ هشت هوشبهر شامل استدلال سیال، دانش، هوشبهر استدلال کمی، هوشبهر پردازش دیداری‌فضایی، هوشبهر حافظهٔ کاری، هوشبهر کلامی، هوشبهر غیرکلامی و هوشبهر کل را در دامنهٔ سنی ۲ تا۸۵ سال دارد. از دستاوردهای مهم‌تر این نسخه تناسب کامل بین محتوای کلامی و غیرکلامی است (۱۶). در نسخهٔ اصلی، پایایی ضریب آلفای کرونباخ مقیاس استنفورد ـ بینه، برای نمرات مقیاس کل ۰/۹۸، مقیاس غیرکلامی ۰/۹۵ و کلامی ۰/۹۶ به‌دست آمد که پایایی مطلوب ابزار را نشان می‌دهد. به‌علاوه بررسی پایایی به‌روش آزمون ـ بازآزمون با مقادیر بیشتر از ۰/۷۵ در تمامی خرده‌آزمون‌ها معرف تجانس و ثبات آزمون است (۱۹). این ابزار توسط افروز و کامکاری در سال ۱۳۸۵ استانداردسازی شد و ویژگی‌های روان‌سنجی منطبق با نسخهٔ اصلی را در مردم ایران نشان داد (به نقل از ۱۶).

ـ برای شرکت‌کنندگان، جلسه‌ای به‌منظور آشنایی با مراحل کار، شرح عملکرد دستگاه tDCS، مزایا و معایب احتمالی آن و رفع پرسش‌های احتمالی ترتیب داده شد. پس از امضای رضایت‌نامه توسط والدین افرادی که در گروه آزمایش قرار داشتند پنج جلسهٔ پیاپی tDCS در مدت زمان سی دقیقه و با شدت جریان یک میلی‌آمپر دریافت کردند. آند در منطقهٔ F۳ نیمکرهٔ چپ و کاتد در شانهٔ راست جای‌گذاری شد. طراحی پروتکل این پژوهش با الهام از پژوهش‌های جانتز و همکاران (۱۰) و پالم و همکاران (۲۰) صورت گرفت. در طول مدت تحریک، آزمودنی‌ها فعالیت هدف‌مند دیگری نداشتند. بعد از پایان جلسات درمان، مجدداً از آزمودنی‌های هر دو گروه، خرده‌آزمون حافظهٔ کاری براساس نسخهٔ نوین هوش‌آزمای تهران ـ استنفورد ـ بینه (به نقل از ۱۶) گرفته شد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۲ صورت گرفت. پس از انجام تحلیل‌های توصیفی داده‌ها شامل میانگین و انحراف معیار، برای مقایسهٔ گروه آزمایش و گروه گواه از نظر سن و نمرهٔ هوشبهر، آزمون تی مقایسهٔ میانگین‌های دو گروه مستقل به‌کار رفت؛ همچنین به‌منظور بررسی اثربخشی روش درمانی، بعد از برقراری پیش‌فرض‌های تحلیل کوواریانس (نرمال‌بودن توزیع نمرات با استفاده از آزمون کولموگروف‌اسمیرنف، یکسان‌بودن شیب خط رگرسیون در دو گروه ازطریق محاسبهٔ اثر متقابل گروه و پیش‌آزمون و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون)، از روش تحلیل کوواریانس تک‌متغیری استفاده شد. سطح معناداری آزمون‌های آماری ۰/۰۱ در

1. New Version of the Tehran-Stanford-Binet Intelligence Scale
2. Verbal
3. Non-verbal
4. Fluid reasoning
5. Knowledge
6. Quantitative reasoning
7. Visual spatial processing

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

نظر گرفته شد.

۳ یافته‌ها

شرکت‌کنندگان در این پژوهش ۹ دختر و ۱۱ پسر بودند. گروه آزمایش شامل ۵ دختر (۵۰درصد) و ۵ پسر (۵۰درصد) و گروه گواه شامل ۴ دختر (۴۰درصد) و ۶ پسر (۶۰درصد) بود. شاخصه‌های سن و هوشبهر آزمودنی‌ها برحسب گروه به‌همراه نتایج آزمون تی مقایسهٔ میانگین‌های دو گروه مستقل برای مقایسهٔ آن‌ها در جدول ۱ گزارش شده است.

براساس نتایج جدول ۱، گروه آزمایش با گروه گواه تفاوت معناداری از نظر سن (p=۰/۴۴۸) و نمرهٔ هوشبهر (p=۰/۸۸۷) نداشت.

نمرات آزمون حافظهٔ کاری در گروه آزمایش و گروه گواه در دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱. شاخصه‌های توصیفی سن و هوشبهر آزمودنی‌ها برحسب گروه

متغیر	گروه	شاخصه‌های توصیفی				آزمون t		
		حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	مقدار t	df	مقدار احتمال
سن	آزمایش	۷/۵۸	۱۲/۴۱	۹/۹۲	۱/۵	۰/۷۷	۱۴/۵۷	۰/۴۴۸
	گواه	۷/۱۶	۱۴/۰۸	۱۰/۶۸	۲/۶			
هوشبهر	آزمایش	۷۲	۸۵	۷۸/۵	۵/۱	۰/۱۴	۱۸	۰/۸۸۷
	گواه	۷۱	۸۴	۷۸/۲	۴/۱			

جدول ۲. شاخص‌های توصیفی متغیر حافظهٔ کاری

مرحله	گروه	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	Z کولموگروف‌اسمیرنف	مقدار احتمال
پیش‌آزمون	آزمایش	۶۵	۸۴	۷۵/۱	۶/۱	۰/۵۱	۰/۹۵۳
	گواه	۷۱	۹۷	۸۰/۵	۹/۱	۰/۹	۰/۳۹۳
پس‌آزمون	آزمایش	۷۹	۹۹	۸۹	۶/۹	۰/۶۳	۰/۸۱۹
	گواه	۷۰	۹۷	۸۰/۵	۸/۲	۰/۸۵	۰/۴۵۸

طبق نتایج جدول ۲، مقدار احتمال آمارهٔ محاسبه‌شده برای تمامی متغیرها بزرگ‌تر از ۰/۰۱ بود؛ بنابراین پیش‌فرض نرمال‌بودن توزیع نمرات رد نشد. برای بررسی پیش‌فرض همگنی شیب خط رگرسیون، اثر متقابل گروه و پیش‌آزمون محاسبه شد که نتیجه، برقراربودن این پیش‌فرض را نشان داد (p=۰/۱۳۶). همچنین براساس نتیجهٔ آزمون لون و معنادارنبودن آن، شرط برابری واریانس‌ها رد نشد (p=۰/۱۱۰). نتیجهٔ تحلیل کوواریانس بر میانگین نمره‌های پس‌آزمون حافظهٔ کاری در گروه آزمایش و گروه گواه در جدول ۳ آورده شده است. براساس نتایج به‌دست‌آمده، بعد از حذف اثر پیش‌آزمون، تفاوت دو گروه در پس‌آزمون معنادار بود (p<۰/۰۰۱). همچنین مقدار ضریب اتای به‌دست‌آمده (۰/۵۶)، میزان تأثیر مداخلهٔ انجام‌شده را نشان داد.

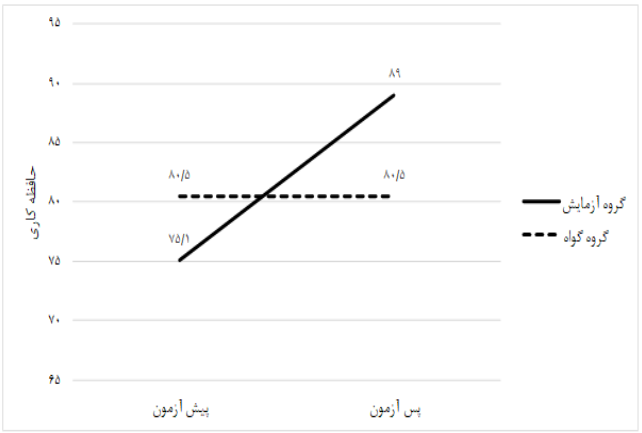
نمودار ۱ چگونگی این تفاوت را به نمایش گذاشته است.

باتوجه به نمودار ۱، نمرات گروه گواه در پس‌آزمون تغییری درمقایسه با پیش‌آزمون نداشت؛ درحالی‌که نمرات گروه آزمایش در مرحلهٔ پس‌آزمون درمقایسه با مرحلهٔ پیش‌آزمون به‌طور معناداری افزایش نشان داد؛ ازاین‌رو نتیجه گرفته شد که مداخلهٔ انجام‌شده یعنی تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS)، به‌طور معناداری سطح حافظهٔ کاری کودکان با بهرهٔ هوشی مرزی را افزایش داده است.

جدول ۳. نتایج روش تحلیل کوواریانس تک‌متغیری بر میانگین نمرهٔ حافظهٔ کاری در گروه آزمایش و گروه گواه

منبع	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	F	مقدار احتمال	مجذور اتا
پیش‌آزمون	۵۱۷/۰۲	۱	۵۱۷/۰۲	۱۶/۹۸	۰/۰۰۱	۰/۵۰
گروه	۶۵۸/۵۲	۱	۶۵۸/۵۲	۲۱/۶۳	<۰/۰۰۱	۰/۵۶
خطا	۵۱۷/۴۷	۱۷	۳۰/۴۴			
کل	۱۴۵۰۴۷	۲۰				

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]



نمودار ۱ . نمرات حافظهٔ کاری آزمودنی‌ها به‌تفکیک گروه و مرحلهٔ آزمون

۴ بحث

هدف از انجام این پژوهش بررسی اثربخشی تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر حافظهٔ کاری کودکان دارای بهرهٔ هوشی مرزی بود. حافظهٔ کاری بخش مهمی از حافظه برای یادگیری است که مسئولیت ذخیره‌سازی اطلاعات را به‌طور موقت به‌منظور انجام پردازش شناختی به عهده دارد. ظرفیت حافظهٔ کاری دارای تأثیر معناداری بر یادگیری در اختلالات رشدی گوناگون نظیر نارساخوانی، نقایص زبانی مشکلات حرکتی و طیف اتیسم است. همچنین نتایج تحقیق آلووی نشان داد، دانش‌آموزان با هوشبهر کم، نقایص جدی در حافظهٔ کاری و عملکردهای اجرایی دارند (۱).

در این پژوهش، میزان تغییرات نمرهٔ حافظهٔ کاری با خرده‌آزمون حافظهٔ کاری نسخهٔ پنجم هوش‌آزمای تهران- استنفورد- بینه سنجیده شد. نتایج تحلیل آماری مشخص کرد، تغیرات نمرهٔ حافظهٔ کاری قبل و بعد از تحریک الکتریکی معنادار بود؛ به این معنا که سی دقیقه تحریک آندی کورتکس پیش‌پیشانی خلفی‌جانبی با شدت جریان یک میلی‌آمپر در طی پنج جلسه، منجربه بهبود حافظهٔ کاری کودکان با بهرهٔ هوشی مرزی شد. ازآنجاکه لُب پیشانی مسئول حفظ توجه و حافظهٔ کاری است، تحریک در ناحیهٔ DLPFC را برای افزایش ظرفیت حافظهٔ کاری پیشنهاد کرده‌اند (۱۱). یکی از تبیین‌هایی که می‌توان برای اثربخشی تحریک این ناحیه عنوان کرد، افزایش دوپامین در هنگام افزایش تحریک‌پذیری سطحی در کورتکس پیشانی است؛ این امر عملکرد حافظهٔ کاری را بهبود می‌بخشد (۷)؛ بنابراین tDCS آندی سبب افزایش تحریک‌پذیری و به‌موجب آن افزایش دوپامین و درنهایت بهبود عملکرد حافظهٔ کاری می‌شود.

این یافته پژوهش حاضر همسو با یافتهٔ پژوهش بیات مختاری و همکاران است؛ با این تفاوت که در آن پژوهش از تحریک ده‌جلسه‌ای با زمان بیست دقیقه و جریان ۱/۵ میلی‌آمپر و تکلیف n-back استفاده شد (۸). همچنین نتایج پژوهش حاضر با مطالعهٔ ارجمندنیا و همکاران همسوست؛ اما پژوهش آن‌ها در بزرگسالان و مدت زمان تحریک ده دقیقه و تعداد جلسات ده جلسه در نظر گرفته شد (۹). در تبیین این یافته می‌توان گفت، تحریک آندی با دپلاریزه‌کردن نورونی موجب تغییر در زمان استراحت نورونی می‌شود و با کاهش زمان استراحت، تحریک‌پذیری آن منطقه افزایش پیدا می‌کند؛ این امر می‌تواند ناشی‌از افزایش سطح گلوتامات (آمینواسیدی مرتبط با حافظهٔ کاری، بازشناسی حافظه و یادگیری پاسخ به محرک) باشد (۲۱،۲۲). به‌نظر می‌رسد تأثیرات تسهیل‌کنندگی که بعد از قطع جریان تحریکی نیز باقی می‌ماند، براساس تغییرات در گیرندهٔ NMDA[1] باشد. نتایج مطالعات پیشین نشان می‌دهد که گیرنده‌های NMDA در کورتکس برای رمزگردانی ادراکی ضروری نیستند؛ اما برای ایجاد پلاستیسیتهٔ سیناپسی مورد نیاز در ذخیرهٔ بلندمدت لازم هستند؛ بنابراین به‌نظر می‌رسد مکانیزم‌های گلوتامات فرایندهای حافظه را تعدیل می‌کند (۲۲).

یکی دیگر از مطالعاتی که نتایجی همسو با پژوهش حاضر دارد، مطالعهٔ بندیرا و همکاران است. نتایج مطالعهٔ آن‌ها نشان داد، تحریک الکتریکی می‌تواند سرعت پردازش را در کودکان دارای بیش‌فعالی/نقص توجه افزایش دهد؛ همچنین منجربه بهبود تشخیص محرک و توانایی جابه‌جایی بین دو محرک شود (۲۳). در تبیین این یافته می‌توان گفت، افزایش پاسخ‌های صحیح ناشی‌از مکانیزم پتانسیل بلندمدت یا LTP[2] است. مکانیزم پتانسیل بلندمدت پذیرفته‌شده‌ترین مدل پلاستیسیتهٔ نورونی است که فرض می‌شود عامل اصلی در یادگیری و حافظه باشد. این مکانیزم به افزایش طولانی‌مدت انتقال‌دهنده‌های عصبی اشاره دارد که ناشی‌از فعالیت هم‌زمان سلول‌های پیش‌سیناپسی- پس‌سیناپسی است (۲۴)؛ بنابراین tDCS می‌تواند با افزایش فعالیت پیش‌سیناپسی همراه با دپلاریزه‌کردن پس‌سیناپسی موجب LTP شود.

همچنین جریان ثابت الکتریکی که هنگام tDCS برقرار می‌شود، قادر است موجب تغییرات در غلظت یونی محل تحریک، تغییر پروتئین‌های عبوری از غشا و تغییر در یون هیدروژن مثبت (H+) شود؛ این امر می‌تواند علت تأثیرگذاری تحریک الکتریکی بر عملکرد مغز باشد (۲۰). تبیین دیگر این نکته است که با تحریک ناحیهٔ DLPFC، بخش‌هایی از مغز تحریک می‌شود که مهارت‌های برنامه‌ریزی، توانایی یادگیری و سیالی کلامی را بهبود می‌بخشد و هرکدام از این بخش‌ها نیز با تقویت حافظه ارتباط دارند. به همین علت tDCS در ناحیهٔ DLPFC باعث بهبود حافظهٔ کاری می‌شود.

[1]. N-Methyl-D-Aspartate

[2]. Long -term potential

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

در پژوهش حاضر باتوجه به کم‌توانی ذهنی کودکان شرکت‌کننده، استفاده از آزمون‌های دیگر به‌جز خرده‌آزمون حافظهٔ کاری هوش‌آزمای تهران- استنفورد- بینه به‌منظور ارزیابی حافظهٔ کاری میسر نشد؛ این امر یکی از دشواری‌های پیش روی محقق در اجرای پژوهش بود. همچنین به‌علت محدودیت زمانی، امکان برگزاری جلسات پیگیری برای بررسی پایداری اثربخشی مداخله در کودکان وجود نداشت؛ بااین‌وجود، باتوجه به نتایج و شواهد پژوهش حاضر، پیشنهاد می‌شود این روش درمانی توسط روان‌پزشکان، روان‌شناسان و درمانگران در کلینیک‌های روان‌پزشکی و مراکز خدمات روان‌شناسی به‌عنوان روشی مداخله‌ای به‌کار رود.

۵ نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های این پژوهش نتیجه گرفته می‌شود که تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر حافظهٔ کاری کودکان با کم‌توانی ذهنی خفیف (مرزی) اثربخشی دارد.

۶ تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از ریاست و مدیران کلینیک آتیهٔ درخشان ذهن که در انجام این تحقیق یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

۷ بیانیه‌ها

تأییدیهٔ اخلاقی و رضایت‌نامه از شرکت‌کنندگان

برای تمامی افراد شرکت‌کننده در پژوهش جلسه‌ای به‌منظور آشنایی با مراحل کار، شرح عملکرد دستگاه، مزایا و معایب احتمالی آن و رفع پرسش‌های احتمالی ترتیب داده شد. تمامی والدین کودکان شرکت‌کننده فرم رضایت‌نامهٔ شرکت در پژوهش را امضا کردند که شامل بخش‌های هدف از مطالعه، توضیحاتی راجع به شرکت در مطالعه، شرایط خروج از مطالعه، خطرات احتمالی و فرم رضایت‌نامه بود.

رضایت برای انتشار

این امر غیر قابل اجرا است.

در دسترس بودن داده‌ها و مواد

تمامی داده‌های مطالعه در پوشه‌ای جداگانه در کامپیوتر شخصی نویسندهٔ اول نگهداری شده است.

تزاحم منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافعی ندارند.

منابع مالی

تمامی هزینه‌ها توسط پژوهشگر تأمین شده است.

مشارکت نویسندگان

نویسندهٔ اول مقاله دانشجوی دکتری و انجام‌دهندهٔ پژوهش، نویسندهٔ دوم استاد راهنما و نویسندهٔ مسئول مقاله و نویسندهٔ سوم استاد مشاور بودند.

References

1. Alloway TP. Working memory and executive function profiles of individuals with borderline intellectual functioning. J Intellect Diasbil Res. 2010;54(5):448–56. https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01281.x
2. Minear M, Shah P. Sources of working memory deficits in children and possibilities for remediation. In: Pickering SJ, editor. Working memory and education. Elsevier: Academic Press; 2006. pp: 273–307. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-554465-8.X5000-5
3. Lanfranchi S, Cornoldi C, Vianello R. Verbal and visuospatial working memory deficits in children with Down syndrome. Am J Ment Retard. 2004;109(6):456–66. https://doi.org/10.1352/0895-8017(2004)109<456:VAVWMD>2.0.CO;2
4. Peng P, Fuchs D. A meta-analysis of working memory deficits in children with learning difficulties: is there a difference between verbal domain and numerical domain? J Learn Disabil. 2016;49(1):3–20. https://doi.org/10.1177/0022219414521667
5. Au J, Katz B, Buschkuehl M, Bunarjo K, Senger T, Zabel C, et al. Enhancing working memory training with transcranial direct current stimulation. J Cogn Neurosci. 2016;28(9):1419–32. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00979
6. Arkan A, Yaryari F. Effect of transcranial direct current stimulation (TDCS) on working memory in healthy people. JCP. 2014;2(2):10–17. [Persian] http://jcp.khu.ac.ir/article-1-2229-en.html
7. Samiei Sanjani M. Tasire tahrike maghz az rouye jomjome ba estefade az jaryan electriki (tDCS) bar karkard haye ejra'i [The effect of brain stimulation from the skull using direct current (tDCS) on executive functions] [Thesis for MSc]. [Tehran, Iran]: Faculty of Psychology, Kharazmi University; 2017. [Persian]
8. Bayat Mokhtari L, Agha Yousefi A, Zare H, Nejati V. The impact of transcranial direct current stimulation (TDCS) and phonological awareness training on the auditory function of working memory in children with dyslexia. J Except Child. 2018;17(4):37–48. [Persian] http://joec.ir/article-1-523-en.html
9. Arjmandnia AA, Asbaghi M, Afrooz G, Rahmanian M. The effect of transcranial direct current stimulation (tDCS) on improving working memory performance in children with mathematical disorder. J Learn Disabil. 2016;6(1):7–25. [Persian] http://jld.uma.ac.ir/article_453.html?lang=en
10. Jantz TK, Katz B, Reuter-Lorenz PA. Uncertainty and promise: the effects of transcranial direct current stimulation on working memory. Curr Behav Neurosci Rep. 2016;3(2):109–21. https://doi.org/10.1007/s40473-016-0071-8

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]

11. Jonides J, Lewis RL, Nee DE, Lustig CA, Berman MG, Moore KS. The mind and brain of short-term memory. Annu Rev Psychol. 2008;59:193–224. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093615
12. Keeser D, Meindl T, Bor J, Palm U, Pogarell O, Mulert C, et al. Prefrontal transcranial direct current stimulation changes connectivity of resting-state networks during fMRI. J Neurosci. 2011;31(43):15284–93. https://doi.org/10.1523/jneurosci.0542-11.2011
13. Andrews SC, Hoy KE, Enticott PG, Daskalakis ZJ, Fitzgerald PB. Improving working memory: the effect of combining cognitive activity and anodal transcranial direct current stimulation to the left dorsolateral prefrontal cortex. Brain Stimul. 2011;4(2):84–9. https://doi.org/10.1016/j.brs.2010.06.004
14. Nikolin S, Loo CK, Bai S, Dokos S, Martin DM. Focalised stimulation using high definition transcranial direct current stimulation (HD-tDCS) to investigate declarative verbal learning and memory functioning. Neuroimage. 2015;117:11–9. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.05.019
15. Teo F, Hoy KE, Daskalakis ZJ, Fitzgerald PB. Investigating the role of current strength in tDCS modulation of working memory performance in healthy controls. Front Psychiatry. 2011;18(2):45. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2011.00045
16. Kamkari K, Jafari A, Abdollahnejhad S. Psychometric properties of the Revised Version Tehran-Stanford-Binet Intelligence Scale in diagnosis children with specific learning disability. Journal of Exceptional Children. 2020;201(1):129-40. [Persian] http://joec.ir/article-1-713-en.html
17. Delavar A. Educational and psychological research. 4th edition. Tehran: Virayesh Pub; 2013. pp:89–99 [Persian]
18. Roid GH. Stanford-Binet Intelligence Scales. 5th edition. Itasca, IL: Riverside Publshing; 2003.
19. Roid GH, Pomplun M. The Stanford-Binet Intelligence Scales. 5th edition. In: Flanagan DP, Harrison PL; editors. Contemporary intellectual assessment: theories, tests, and issues. New York: The Guilford Press; 2012.
20. Palm U, Segmiller FM, Epple AN, Freisleder F-J, Koutsouleris N, Schulte-Körne G, et al. Transcranial direct current stimulation in children and adolescents: a comprehensive review. J Neural Transm. 2016;123(10):1219–34. https://doi.org/10.1007/s00702-016-1572-z
21. Clark VP, Coffman BA, Trumbo MC, Gasparovic C. Transcranial direct current stimulation (tDCS) produces localized and specific alterations in neurochemistry: a 1H magnetic resonance spectroscopy study. Neurosci Lett. 2011;500(1):67–71. https://doi.org/10.1016/j.neulet.2011.05.244
22. Robbins TW, Murphy ER. Behavioural pharmacology: 40+ years of progress, with a focus on glutamate receptors and cognition. Trends Pharmacol Sci. 2006;27(3):141–8. https://doi.org/10.1016/j.tips.2006.01.009
23. Bandeira ID, Guimarães RSQ, Jagersbacher JG, Barretto TL, De Jesus-Silva JR, Santos SN, et al. Transcranial direct current stimulation in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): a pilot study. J Child Neurol. 2016;31(7):918–24. https://doi.org/10.1177/0883073816630083
24. Cooke SF. Plasticity in the human central nervous system. Brain. 2006;129(7):1659–73. https://doi.org/10.1093/brain/awl082

[Downloaded from www.jdisabilstud.org on 2026-11-02]