

Effect of Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS) on Executive Functions of Children with Learning Disabilities

Parisa Arefanian¹, Mohsen Saeidmanesh^{2*}, Mahdieh Azizi³

1. MA in Clinical Psychology of Child and Adolescent, Science and Arts University, Yazd, Iran

2. Assistant Professor, Department of Psychology, Science and Arts University, Yazd, Iran

3. PhD student in Clinical Psychology, Science and Arts University, Yazd, Iran

Received: 2019.December.03 Revised: 2020.February.20 Accepted: 2020.March. 03 Published Online: 2020.March. 26

ABSTRACT

Background and Aims: Deficits in executive functions, such as behavioral adjustment skills (inhibition, attention transfer, emotion control) and metacognitive skills (planning, organizing materials, monitoring, working memory, initiation) and weak reading, writing, and maths, are common symptoms in learning disabilities. The purpose of the present study was to investigate the effect of Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS) on executive functions of children with learning disabilities in Yazd province.

Materials and Methods: A semi-experimental with pre-test, post-test, and control group study was conducted. The statistical population included all students with learning disabilities in Yazd province during 2018-2019. A total of 30 students were selected as the sample group using the Purposeful sampling method. We randomly divided the participants into two control and experimental groups (n = 15 each). The research tool was the executive functions questionnaire of Bariff (Gerard et al., 2000). The experimental group was exposed to 1.5 milliamperes direct and weak current by inserting the anode electrode 5 x 5 cm in the left posterior forehead area (FZ) and also exposed to 1 milliampere current by inserting the cathode 5 x 7 cm on the right forearm, for 10 sessions, each session lasting for 20 minutes. Data were analyzed using one-way analysis of covariance (ANCOVA) and multivariate covariance analysis (Mankova) as well as independent t-test.

Results: The results showed that Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS) has been effective in both behavioral regulation skills (inhibition, attention transfer, emotion control) and metacognitive skills (planning, organizing materials, monitoring, working memory, initiation).

Conclusion: According to the results, Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS) seems effective in improving the executive functions of children with learning disabilities as well as their behavioral and cognitive skills.

Keywords: Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS); Executive Functions; Learning disability

How to cite this article: Parisa Arefanian, Mohsen Saeidmanesh, Mahdieh Azizi. Effect of transcranial direct current stimulation (TDCS) on executive functions of children with learning disabilities in Yazd province. *J Rehab Med.* 2021; 9(4): 91-101.

*Corresponding Author: Mohsen Saeidmanesh. Assistant Professor Department of Psychology, Science and Art University, Yazd, Iran

Email: parisa.arefanian@yahoo.com

اثربخشی تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (TDCS) بر کارکردهای اجرایی کودکان دارای اختلال یادگیری

پریسا عارفانیان^۱، محسن سعیدمنش^{۲*}، مهدیه عزیزی^۳

۱. کارشناس ارشد روانشناسی بالینی کودک و نوجوان، دانشگاه علم و هنر یزد، یزد، ایران

۲. استادیار گروه روانشناسی، دانشگاه علم و هنر یزد، یزد، ایران

۳. دانشجوی دکتری روانشناسی بالینی، دانشگاه علم و هنر یزد، یزد، ایران

پذیرش مقاله ۱۳۹۸/۱۲/۱۳

بازنگری مقاله ۱۳۹۸/۱۲/۰۱

دریافت مقاله ۱۳۹۸/۰۹/۲۱

چکیده

مقدمه و اهداف: نقص در کارکردهای اجرایی همچون مهارت‌های تنظیم رفتار (بازداری، انتقال توجه، کنترل هیجان) و مهارت‌های فراشناخت (برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی مواد، نظارت، حافظه کاری، آغازگری) و ضعف در خواندن، نوشتن و ریاضیات از علائم رایج در اختلالات یادگیری است. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (TDCS) بر کارکردهای اجرایی کودکان دارای اختلال یادگیری استان یزد صورت گرفت.

مواد و روش‌ها: طرح پژوهش حاضر از نوع نیمه‌آزمایشی با پیش‌آزمون-پس‌آزمون و گروه کنترل بود. جامعه آماری شامل کلیه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری دختر و پسر دوره دبستان در استان یزد در سال تحصیلی ۹۹-۹۸ بودند که از میان آنان ۳۰ نفر به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند و با گمارش تصادفی، به دو گروه آزمایش و کنترل (۱۵ نفر برای هر دو گروه) تقسیم شدند. ابزار پژوهش، پرسشنامه کارکردهای اجرایی BRIEF بود. گروه آزمایش طی ۱۰ جلسه ۲۰ دقیقه‌ای جریان مستقیم و ضعیف ۱/۵ میلی‌آمپر از طریق قرار دادن الکتروود آند ۵ در ۵ سانت در منطقه پیش‌پیشانی خلفی-جانبی چپ Fz و کاتد ۵ در ۷ سانت و جریان یک میلی‌آمپر بر روی ساعد دست راست قرار گرفت. داده‌ها با بهره‌گیری از تحلیل کواریانس یک‌راهه (آنکوا) و چندمتغیره (مانکوا) و آزمون مقایسه میانگین‌ها تی مستقل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (TDCS) بر مهارت‌های تنظیم رفتار (بازداری، انتقال توجه، کنترل هیجان) و مهارت‌های فراشناخت (برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی مواد، نظارت، حافظه کاری، آغازگری) مؤثر بوده است.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های پژوهش برای بهبود کارکردهای اجرایی کودکان دارای اختلالات یادگیری که شامل مهارت‌های تنظیم رفتار و مهارت‌های فراشناخت می‌شود می‌توان از تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (TDCS) استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تحریک فراجمجمه‌ای مغز با جریان مستقیم الکتریکی (TDCS)؛ کارکردهای اجرایی؛ اختلالات یادگیری

مقدمه و اهداف

به‌طور کلی، کارکردهای اجرایی شامل دو بخش مهارت‌های تنظیم رفتار و مهارت‌های فراشناخت است؛ مهارت‌های تنظیم رفتار شامل بازداری، انتقال توجه، کنترل هیجان و مهارت‌های فراشناخت شامل برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی مواد، نظارت، حافظه کاری و آغازگری است.^[۸] دلیل بسیاری از مشکلات این کودکان ضعف در کارکردهای اجرایی است. توجه به این کارکردها و بررسی روش‌هایی برای بهبود این کارکردها در این کودکان می‌تواند موجب شود تا عملکرد آنان بهبود یابد.

با توجه به اهمیت کارکردهای اجرایی و نقش آن در اختلال یادگیری، Van der sluis, de jenge & Van der leiz در طی پژوهش خود بر روی کودکان دارای نارساخوانی، نارسانویسی و اختلال در ریاضیات دریافتند که این کودکان دارای کارکردهای اجرایی پایینی هستند.^[۹] همچنین پژوهش Hooper, Swartz &

Lawyer بر روی کودکان دبستانی با اختلال بیان نوشتاری به ضعف کارکردهای اجرایی در حوزه توجه پایدار، بازداری پاسخ، سازمان‌دهی و برنامه‌ریزی در این کودکان اشاره دارد.^[۱۰] Bull & Scerif بیان می‌کنند که کودکان دچار اختلال یادگیری در کارکردهای اجرایی ضعیف هستند و کودکانی که در ریاضیات ضعیف هستند در کارکردهای اجرایی از جمله بازداری پاسخ و حفظ اطلاعات در حافظه فعال، دچار مشکلات زیادی هستند.^[۱۱]

کارکردهای اجرایی در کودکان دارای اختلال یادگیری اهمیت بسیاری دارند، برای افزایش کارکردهای اجرایی از روش‌های درمانی و آموزشی متفاوتی استفاده می‌شود. از جمله روش‌های مؤثر برای بهبود کارکردهای اجرایی، مداخلات مثبت‌نگر به منظور افزایش عزت نفس و آموزش مهارت‌های ادراکی حرکتی و نوروفیدبک است که به‌عنوان روش‌های درمانی تاکنون اجرا شده است، اما از جمله مداخلات درمانی که به‌تازگی مطرح گردیده، تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (TDCS)^[۴] است.

استفاده از تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی TDCS روش غیرتهاجمی جدیدی است که در درمان نشانه‌های اختلال یادگیری ریاضی در بزرگسالان از آن استفاده می‌شود. تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی TDCS یک تکنیک درمانی عصبی است که جریان مستقیم و ضعیف را به مناطق قشری وارد و فعالیت خودانگیخته عصبی را تسهیل و یا بازداری می‌کند. با توجه به اثرات مداوم و احتمالاً بالینی مفید

اختلالات یادگیری^۱ در کودکان یک اختلال عصبی-رشدی است که بر توانایی مغز در ادراک یا پردازش مؤثر اطلاعات کلامی یا غیرکلامی تأثیر می‌گذارد. همچنین عوامل ارثی و محیطی در به وجود آمدن این اختلال تأثیر دارند. ویراست پنجم راهنمای تشخیصی و آماری اختلال‌های روانی^۲ DSM-5 معیارهای ویراست چهارم برای ناتوانی‌های یادگیری را افزایش داد تا اختلال‌های مستقل و مجزای دیگر را پوشش دهد مانند اختلال‌هایی که چند مهارت تحصیلی نظیر زبان شفاهی، خواندن، زبان کتبی یا ریاضیات را محدود می‌سازد، در ضمن برای هر اختلال، سطح شدت را نیز ذکر می‌کند. این اختلال همچنین با توانایی هوشی کلی نیز هم‌خوانی ندارد.^[۱] اختلال یادگیری ریشه عصب‌شناختی و روندی تحولی دارد که پیش از دبستان شروع می‌شود و تا بزرگسالی ادامه پیدا می‌کند.^[۲]

اختلال یادگیری دارای سه حیطه ناتوانی یادگیری عصب روان‌شناختی تحولی، ناتوانی یادگیری تحصیلی و ناتوانایی‌های اجتماعی است که میزان شیوع آن در مناطق مختلف جهان بین ۳ تا ۱۴ درصد گزارش شده است.^[۳] شیوع این اختلال در ایران به‌ترتیب مربوط به اختلال ریاضی (۹/۸۳ درصد) و اختلال خواندن (۴/۴۸ درصد) بوده که هر دو مورد به دختران اختصاص داشت. اختلالات خواندن، نگارش و ریاضی به‌ترتیب دارای نرخ شیوع ۶/۲۸، ۵/۲۶ و ۸/۷۳ درصد بوده است. نرخ شیوع کلی این اختلالات در حدود ۶/۷۵ درصد می‌باشد و در کل پسران دارای اختلال یادگیری ۲۷/۷ و این نرخ برای دختران ۶/۲۴ درصد بوده است.^[۴]

اختلال یادگیری بر قسمت‌های هیجانی و رفتاری زندگی کودکان اثر می‌گذارد و شکست‌های آنان در تحصیل باعث به وجود آمدن اضطراب بیشتر آنان در موقعیت‌های اجتماعی به‌خصوص در مدرسه می‌شود و باعث کاهش پیشرفت تحصیلی و در نهایت سبب شکل‌گیری دید منفی نسبت به خود و دیگران می‌شود که منجر به کاهش مشارکت و پیوند اجتماعی با دیگران می‌گردد.^[۲]

مهمترین عوامل مؤثر در این اختلال عوامل ژنتیکی، تراژوژن‌ها، بدکاری عصبی مرکزی و اختلال‌های عصبی روان‌شناختی است.^[۵] Gooch, Snowling & Hulme بیان کردند که نقص در کارکردهای اجرایی^۳ از جمله عواملی است که می‌تواند در بروز ناتوانی یادگیری مؤثر باشد.^[۶] کارکردهای اجرایی فرآیندهای شناختی هستند که ظرفیت توجه، استدلال انتزاعی و یکپارچگی را با دیگر مهارت‌های شناختی تنظیم می‌کنند.^[۷]

³ Executive Functions

⁴ Transcranial Direct Current Stimulation

¹ Learning Disorder

² Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders

توجه به اینکه دلیل بسیاری از مشکلات این کودکان ضعف در کارکردهای اجرایی است، توجه به این کارکردها و بررسی روش‌هایی برای بهبود این کارکردها در این کودکان می‌تواند موجب شود تا عملکرد آنان بهبود یابد؛ بنابراین به دلیل شیوع بالای ناتوانی در یادگیری در دانش‌آموزان و اهمیت کارکردهای اجرایی به‌عنوان عامل‌های کلیدی در موفقیت، ارتقای سلامتی و کاهش مشکلات روانشناختی این دانش‌آموزان و خلاءهای پژوهشی در این زمینه و استفاده از نتایج این پژوهش در زمینه آسیب‌شناسی مبتلایان به ناتوانی یادگیری، پژوهش حاضر درصدد پاسخگویی به این سوال است که آیا تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی TDCS بر کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری مؤثر است یا خیر.

مواد و روش‌ها

مطالعه پژوهش حاضر، از نوع نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل می‌باشد. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری دختر و پسر دوره دبستان در سال تحصیلی ۹۸-۹۹ در استان یزد بودند. در این پژوهش از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شد. روش نمونه‌گیری هدفمند یا ازپیش‌تعیین‌شده شامل افرادی است که به‌راحتی در دسترس پژوهشگر هستند؛ بنابراین افرادی که به کلینیک امام حسین برای درمان اختلالات یادگیری مراجعه کردند از بین آنها، کسانی که معیارهای ورود به پژوهش را داشتند، توسط روانشناس انتخاب شدند که در این پژوهش ۳۰ نفر انتخاب شدند که از بین آنان تعداد ۱۵ نفر در گروه آزمایش و ۱۵ نفر در گروه کنترل به‌صورت تصادفی قرار گرفتند.

معیارهای ورود و خروج پژوهش

معیارهای ورود: عدم دریافت درمان‌های روانپزشکی دیگر، عدم ابتلا به اختلال ADHD و اختلالات روانپزشکی دیگر، ابتلا به اختلال یادگیری در دوره دبستان (دختر و پسر ۹ تا ۱۲ ساله بودند) (این موارد در کلینیک امام حسین توسط متخصصین (روانشناس بالینی و روانپزشک) بر پایه معیارهای تشخیصی و آماری اختلالات روانی (DSM5) بررسی شدند و کودکانی که فقط اختلال یادگیری داشتند و برای شرکت در تحقیق رضایت داشتند و فرم رضایت‌نامه را پر کردند، وارد تحقیق شدند.

معیارهای خروج: داشتن هرکدام از اختلالات روانپزشکی دیگر، عدم تکمیل پرسشنامه توسط والدین، عدم همکاری این کودکان در جلسات و غیبت بیش از دو جلسه

روش تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی TDCS توسط پزشکان و متخصصان علوم اعصاب برای درمان اختلالات روانی و عصبی مورد استفاده قرار گرفته است.^[۱۲] تحریک الکتریکی مستقیم مغز از روی جمجمه TDCS با تغییر تحریک‌پذیری نوروها و جابه‌جایی پتانسیل غشای نوروها سطحی در جهت دپولاریزاسیون یا هایپرپولاریزاسیون موجب شلیک بیشتر یا کمتر سلول‌های مغز می‌شود. تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی به منظور تغییر تحریک‌پذیری کورتکس در نواحی مورد نظر موجب افزایش یا کاهش کارکردهای مغزی می‌شود، در حالی که کانون تحریک الکتریکی مستقیم مغز از روی جمجمه TDCS تا اندازه‌ای محدود است، اما تأثیرات کارکردی آن مستقیماً در ناحیه‌ی محدود به زیر الکترودها ظاهر می‌شود.^[۱۳]

در زمینه اثربخشی مداخله تحریک فراجمجمه‌ای مغز با جریان مستقیم الکتریکی TDCS بر روی خرده‌مقیاس‌های توجه انتخابی، حافظه کاری، بازداری پاسخ و سایر خرده‌مقیاس‌های کارکردهای اجرایی پژوهش‌هایی انجام شده است که نشان دادند TDCS بر روی بهبود توجه انتخابی، حافظه و انعطاف‌پذیری شناختی کودکان دارای اختلال یادگیری تأثیرگذار است.^[۱۲ و ۱۴-۱۵] همچنین نتایج پژوهش Sunwoo, Kim & Chang حاکی از ایجاد بهبودی قابل توجه در آزمون یادگیری کلامی و حافظه شنیداری بعد از استفاده از تحریک الکتریکی مستقیم مغز از روی جمجمه TDCS بر روی افرادی که در کارکردهای اجرایی ضعیف بودند، داشت.^[۱۶] اگرچه مطالعات زیادی در زمینه‌های درمان بهبود کارکردهای اجرایی بر روی کودکان دارای اختلال یادگیری با تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی TDCS انجام گرفته است، اما بیشتر این مطالعات بر روی تعدادی از خرده‌مقیاس‌ها مانند توجه انتخابی، حافظه کاری، بازداری پاسخ کارکردهای اجرایی انجام شده است. در پژوهش حاضر، محقق کلیه ابعاد کارکردهای اجرایی اعم از مهارت‌های تنظیم رفتار و خرده‌مقیاس‌های آن و مهارت‌های فراشناخت و خرده-مقیاس‌های آن را در نظر گرفته است.

کودکان و نوجوانان دارای اختلالات یادگیری، مشکلات عاطفی و اضطراب بیشتری در مقایسه با کودکان و نوجوانان عادی دارند. چون این کودکان اغلب در تعامل با والدین، معلمان و همسالان دشواری‌هایی دارند. بسیاری از این دانش‌آموزان به دلیل شکست‌های مکرر تحصیلی دچار ناکامی می‌شوند و ترک تحصیل می‌کنند، همچنین در صورتی که مشکلات آن‌ها به‌موقع تشخیص داده نشود و برنامه‌های مداخله‌ای مناسب طراحی نشود، احتمال بروز اختلالات افسردگی، اضطرابی و بزهکاری در این کودکان افزایش می‌یابد. با

ابزار پژوهش و اندازه‌گیری

پرسشنامه کارکردهای اجرایی¹ BRIEF

پرسشنامه درجه‌بندی رفتاری کارکردهای اجرایی (فرم والدین) توسط جرارد و همکاران² در سال ۲۰۰۰ نوشته شده است. این ارزیابی دارای دو فرم والدین و معلمین و دارای ۸۶ سؤال می‌باشد که با توجه به شرایط حادث شدن وضعیت برای کودک به‌عنوان "هیچ وقت" و "گاهی اوقات" و "همیشه" به‌ترتیب از صفر تا ۲ توسط والدین نمره‌گذاری می‌شود و رفتارهای کودک را در مدرسه و یا منزل مورد بررسی قرار می‌دهد و به منظور تفسیر رفتاری عملکرد اجرایی کودکان ۵ تا ۱۸ ساله طراحی شده است. زمان تکمیلی این فرم بین ۱۰ تا ۱۵ دقیقه است. هر کدام از سؤالات مربوط به یکی از زیرمجموعه‌های پرسشنامه می‌باشد و این زیرمجموعه‌ها به دو قسمت اصلی مهارت‌های تنظیم رفتار و مهارت‌های فراشناخت تقسیم می‌شود که به شرح ذیل است:

الف) مهارت‌های تنظیم رفتار: بازداری، انتقال توجه، کنترل هیجان
ب) مهارت‌های فراشناخت: برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی مواد، نظارت، حافظه کاری، آغازگری

ضریب اعتبار این پرسشنامه برای نمونه‌های بالینی در فرم والدین آن، ۰/۸۲-۰/۹۸ می‌باشد و زمانی که برای ارزیابی جامعه هنجار از آن استفاده شود، این میزان به ۰/۸۰-۰/۹۷ می‌رسد. روایی و پایایی نسخه فارسی پرسشنامه درجه‌بندی رفتاری کارکردهای اجرایی (فرم والدین) توسط نعیمی در جامعه‌ی درخودمانده انجام شده است. نسخه اصلی آزمون از ویژگی‌های روانسنجی خوب، روش اجرای ساده و روشن برخوردار است و ابزاری قابل اعتماد و کاربردی برای درمانگران معرفی شده است. در پژوهش‌های شهابی و روایی و اعتبار پرسشنامه سنجیده شد که ضریب پایایی آزمون-بازآزمون خرده‌مقیاس‌های آزمون رتبه‌بندی رفتاری کارکردهای اجرایی در کارکرد بازداری ۰/۹۰، جهت‌دهی ۰/۸۱، کنترل هیجانی ۰/۹۱، آغاز به کار ۰/۸۰، حافظه فعال ۰/۷۱، برنامه‌ریزی ۰/۸۱، سازماندهی اجزاء ۰/۷۹، نظارت ۰/۷۸، شاخص تنظیم رفتار ۰/۹۰، شاخص فراشناخت ۰/۸۷ و نمره کلی کارکردهای اجرایی ۰/۸۹ به دست آمد. ضریب همسانی درونی برای این پرسشنامه از ۰/۸۷ تا ۰/۹۴ می‌باشد که نشان‌دهنده بالا بودن همسانی درونی کلیه خرده-مقیاس‌های پرسشنامه است.^[۱۷]

روش اجرای پژوهش

در پژوهش حاضر، پژوهشگر با دریافت مجوز حضور در مرکز مشاوره امام حسین، کودکانی که توسط مدارس و مرکز مشاوره امام حسین تشخیص اختلال یادگیری در مورد آنان داده شده بود را به‌عنوان جامعه خود انتخاب کرده و از آنجا که طرح پژوهش حاضر از نوع

شبه‌آزمایشی بوده و مقایسه دو گروه مستلزم حضور حداقل ۱۵ نفر در هر گروه است، حجم نمونه به روش نمونه‌گیری هدفمند که ۳۰ نفر از کودکان دارای اختلال یادگیری این مرکز بود، به روش تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل (هر گروه ۱۵ نفر) قرار گرفتند. ابتدا به والدین هر دو گروه فقط پرسشنامه کارکردهای اجرایی BRIEF داده شد. سپس برای گروه آزمایش تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (TDCS) به‌صورت یک جلسه هفتگی اجرا شد. تعیین مداخله به‌صورت یک جلسه در هفته توسط متخصص علوم اعصاب‌شناختی پیشنهاد شد، ولی بر روی گروه کنترل هیچ مداخله‌ای صورت نگرفت. سپس به والدین هر دو گروه پرسشنامه مذکور به‌عنوان پس‌آزمون داده شد. در این پژوهش چند مورد ملاحظات اخلاقی پژوهشی مد نظر قرار گرفت:

۱. مشارکت در پژوهش اختیاری است و در هر مرحله از پژوهش، آزمودنی می‌تواند بنا بر درخواست خود پژوهش را ترک کند.
۲. پیش از شروع کار، شرکت‌کننده (داوطلب) از موضوع و روش اجرا مطالعه مطلع خواهد شد.
۳. به شرکت‌کنندگان گفته شد اطلاعات به‌دست آمده از آن‌ها کاملاً محرمانه بوده و به‌جز پژوهشگر فردی دیگر به آن‌ها دسترسی نخواهد داشت.

شرح جلسات

در ابتدا در نحوه برگزاری و مکانیزم تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (TDCS) مطالبی به والدین دارای کودک اختلال یادگیری داده شد. سپس پرسشنامه کارکردهای اجرایی BRIEF به والدین این کودکان به‌عنوان پیش‌آزمون داده شد و ۱۵ نفر از کودکان دارای اختلال یادگیری طی ۱۰ جلسه ۲۰ دقیقه‌ای جریان مستقیم و ضعیف ۱/۵ میلی‌آمپر از طریق قرار دادن الکتروود آند ۵ در ۵ سانت در منطقه پیش‌پیشانی خلفی-جانبی چپ Fz و کاتد ۵ در ۷ سانت و جریان یک میلی‌آمپر بر روی ساعد دست راست قرار گرفت و هیچ مداخله دیگری برای آنها انجام نشد. این مداخله توسط روانشناس بالینی زیر نظر متخصص علوم اعصاب‌شناختی در کلینیک امام حسین یزد انجام شد. سپس پرسشنامه مذکور به‌عنوان پس‌آزمون بعد از ۱۰ جلسه مداخله بار دیگر به این والدین داده شد.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در پژوهش حاضر برای تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده از نرم‌افزار آماری SPSS 22 استفاده شد و از روش‌های آماری توصیفی (میانگین و انحراف معیار و غیره) و در قسمت آمار استنباطی از آزمون تحلیل

² Gerard

¹ Behavior Rating Inventory of Executive Function

شامل ۳۰ نفر (۱۵ نفر در هر گروه) می‌شود. یافته‌های توصیفی پژوهش حاضر شامل شاخص‌های آماری از قبیل میانگین، انحراف معیار نمرات مهارت‌های تنظیم رفتار و مهارت‌های فراشناخت و مؤلفه‌های آنها می‌باشد که در جدول ۲ ارائه شده است.

کواریانس یک‌متغیره (آنکوا) و چندمتغیره (مانکوا) و تی مستقل استفاده شد.

نتایج

هر دو گروه کنترل و آزمایش از نظر متغیر جنس یکسان بودند. در هر گروه ۸ پسر و ۷ دختر داشتند که مجموعاً

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار متغیر مهارت‌های تنظیم رفتار و مهارت‌های فراشناخت و ابعاد آنها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	گروه	میانگین پیش‌آزمون	انحراف معیار پیش‌آزمون	میانگین پس‌آزمون	انحراف معیار پس‌آزمون
مهارت‌های تنظیم رفتار	آزمایش	۸۸/۳۶	۴/۹	۷۳	۵/۱۵
	کنترل	۹۰/۱۳	۲/۸	۸۷	۱/۸۵
بازداری	آزمایش	۳۵/۷۱	۲/۶۷	۳۰/۷۹	۲/۳۵
	کنترل	۳۵/۷۱	۲/۶۷	۳۶	۱/۷۷
انتقال توجه	آزمایش	۲۷/۱۴	۱/۷	۲۳/۵۰	۲/۹
	کنترل	۲۸/۱۳	۲/۳۵	۲۷/۱۳	۱/۸۸
کنترل هیجان	آزمایش	۲۵/۵	۱/۸۲	۱۸/۷۱	۱/۵۴
	کنترل	۲۶/۲۵	۱/۱۶	۲۳/۸۸	۱/۴۵
مهارت‌های فراشناخت	آزمایش	۱۳۲/۵۷	۶/۹۳	۱۰۷/۷۱	۶/۹۹
	کنترل	۱۳۱/۱۳	۵/۷۶	۱۳۲/۱۳	۳/۳۵
آغازگری	آزمایش	۲۰/۹۳	۱/۴۹	۱۷/۲۹	۱/۲۶
	کنترل	۲۰/۶۳	۱/۸۴	۲۱/۵۰	۲
حافظه کاری	آزمایش	۲۸/۵۷	۲/۷۹	۲۲/۵۷	۱/۶۹
	کنترل	۲۸	۲/۱۳	۲۸/۳۸	۱/۵۰
برنامه‌ریزی	آزمایش	۳۸/۸۶	۲/۲۱	۳۱/۵۷	۲/۹۲
	کنترل	۳۸/۸۸	۲/۲۳	۳۸/۵۰	۲
سازماندهی مواد	آزمایش	۲۱/۲۱	۱/۸۰	۱۷/۰۷	۲/۲۳
	کنترل	۲۰/۲۵	۱/۶۶	۲۱	۱/۳۰
نظارت	آزمایش	۲۴	۲/۱۱	۱۹/۲۱	۱/۹۶
	کنترل	۲۳/۳۸	۱/۹۹	۲۲/۷۵	۱/۴۸

آزمایش در پس‌آزمون ۱۷/۲۹ و در گروه کنترل و پس‌آزمون ۲۱/۵۰ می‌باشد. نمره آزمودنی‌ها در گروه آزمایش و پس‌آزمون در متغیر حافظه کاری ۲۲/۵۷ و در گروه کنترل و پس‌آزمون ۲۸/۳۸ است. جزئیات بقیه متغیرها در جدول ۱ نشان داده شده است.

بررسی مفروضه‌های تحلیل کوواریانس: در پژوهش حاضر برای تحلیل استنباطی نتایج از تحلیل کوواریانس استفاده شده است؛ لذا در ابتدا بررسی‌های مقدماتی برای اطمینان از عدم تخطی از مفروضه‌های این روش آماری انجام شد که نتایج این بررسی‌ها نشان داد که تمام مفروضه‌ها برقرار است به‌جز در بعد آغازگری و نظارت که مفروضه شیب رگرسیون تأیید نشده است؛ بنابراین از آزمون تی مستقل برای متغیرهای آغازگری و نظارت استفاده شده و برای متغیر

همان‌گونه که جدول ۱ نشان می‌دهد، نمره میانگین در متغیر مهارت‌های تنظیم رفتار در گروه آزمایش در پس‌آزمون ۷۳ و در گروه کنترل در پس‌آزمون ۸۷ است (لازم به ذکر است که با توجه به نمره‌گذاری پرسشنامه نمره کمتر نشان از بهتر شدن مهارت‌ها است). در متغیر بازداری در گروه آزمایش و پس‌آزمون نمره آزمودنی ۳۰/۷۹ و در گروه کنترل ۳۶ است. نمره متغیر انتقال توجه ۲۳/۵۰ در گروه آزمایش و پس‌آزمون و در گروه کنترل و پس‌آزمون ۲۷/۱۳ است. در متغیر کنترل هیجان نمره آزمودنی‌ها در گروه آزمایش و پس‌آزمون ۱۸/۷۱ و در گروه کنترل ۲۳/۸۸ می‌باشد. متغیر مهارت‌های فراشناخت در گروه آزمایش و پس‌آزمون نمره آزمودنی‌ها ۱۰۷/۷۱ می‌باشد و در گروه کنترل در پس‌آزمون ۱۳۲/۱۳ است. در متغیر آغازگری نمره آزمودنی‌ها در گروه

تنظیم رفتار و ابعاد آن از آزمون تحلیل کوواریانس یک‌راهه و چندراهه استفاده شد و برای متغیر فراشناخت و ابعاد آن از تحلیل کوواریانس یک‌راهه و تی مستقل استفاده شد. جدول ۳ نتایج تحلیل کوواریانس یک‌راهه و چندراهه را بر متغیر مهارت‌های تنظیم رفتار و ابعاد آن نشان می‌دهد.

جدول ۲. نتایج تحلیل کوواریانس جهت بررسی مهارت‌های تنظیم رفتار کودکان دارای اختلال یادگیری

متغیر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معناداری	میزان تأثیر	توان آزمون	بازه اطمینان
مهارت‌های پیش‌آزمون	۸/۸۹	۱	۸/۸۹۱	۰/۵۱۶	۰/۴۸۱	۰/۰۲۴	۱	-۷۵/۲۴
تنظیم رفتار (آزمایش)	۱۱۳۱/۳۷۶	۱	۱۱۳۱/۳۷۶	۶۵/۶۳	۰/۰۰۰۱	۰/۷۵۸		۷۰/۶۰
بازداری پیش‌آزمون	۱۶/۶۳	۱	۱۶/۶۳	۴/۱۹	۰/۰۵۵	۰/۱۸۱	۱	-۳۱/۷۵۱
گروه (آزمایش)	۱۶۱/۸۱	۱	۱۶۱/۸۱	۴۰/۸۳	۰/۰۰۰۱	۰/۶۸۲		۲۹/۴۵۵
انتقال توجه پیش‌آزمون	۲/۹۸	۱	۲/۹۸	۰/۷۵۴	۰/۳۹۶	۰/۰۳۸	۰/۸۳۷	-۲۴/۹۲۳
گروه (آزمایش)	۶۳/۰۲۲	۱	۶۳/۰۲۲	۹/۶۲	۰/۰۰۶	۰/۳۳۶		۲۱/۹۷۱
کنترل پیش‌آزمون	۱/۹۶	۱	۱/۹۶	۰/۸۸۰	۰/۳۶۰	۰/۰۴۴	۱	-۱۹/۴۹۶
هیجان (آزمایش)	۱۵۵/۹۹	۱	۱۵۵/۹۹	۶۸/۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۷۸۲		۱۷/۷۷۲

مستقیم الکتریکی (TDCS) تبیین می‌کند، یعنی تحریک فراجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی در این پژوهش تأثیر معناداری در کاهش مهارت‌های تنظیم رفتار و ابعاد آن داشته است. لازم به ذکر است که کاهش نمرات در مهارت‌های تنظیم رفتار و ابعاد آن نشان از بهبودی وضع کودکان است.

با توجه به جدول ۲ در تمام متغیرها نمره پیش‌آزمون در پس‌آزمون اثر نداشته است. در ادامه برای آزمون اثر مداخله‌گرانه بر متغیر وابسته بعد از تعدیل نمره‌های پیش‌آزمون، تفاوت معناداری بین دو گروه آزمایش و کنترل در میانگین نمرات مهارت‌های تنظیم رفتار و ابعاد آن به دست آمد؛ لذا کل نمرات مهارت‌های تنظیم رفتار و ابعاد آن که کاهش یافته را تحریک فراجمه‌ای مغز با استفاده از جریان

جدول ۳. نتایج تحلیل کوواریانس جهت بررسی مهارت‌های فراشناخت کودکان دارای اختلال یادگیری

متغیر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معناداری	میزان تأثیر	توان آزمون	بازه اطمینان
مهارت‌های پیش‌آزمون	۱۴۱/۶۳	۱	۱۴۱/۶۳	۴/۵۳	۰/۰۴۵	۰/۱۷۱	۱	-۱۱۰/۴۵
فراشناخت (آزمایش)	۳۴۰/۱/۸۳	۱	۳۴۰/۱/۸۳	۱۰۸/۸۷	۰/۰۰۰۱	۰/۸۳۲		۱۰۴/۲۰۸
حافظه پیش‌آزمون	۱/۰۶۶	۱	۱/۰۶۶	۰/۳۴۹	۰/۵۶۰	۰/۰۱۳	۱	-۲۳/۷۵۹
گروه (آزمایش)	۱۸۷/۴۸	۱	۱۸۷/۴۸	۶۱/۴۴	۰/۰۰۰۱	۰/۷۰۳		۲۱/۸۹۵
برنامه‌ریزی پیش‌آزمون	۸/۰۹	۱	۸/۰۹	۰/۹۸۳	۰/۳۳۱	۰/۰۳۶	۱	-۳۳/۷۳۴
گروه (آزمایش)	۲۴۹/۱۷۸	۱	۲۴۹/۱۷۸	۳۰/۲۶	۰/۰۰۰۱	۰/۵۳۸		۳۰/۶۴۶
سازماندهی پیش‌آزمون	۸/۱۲	۱	۸/۱۲	۲/۴۲	۰/۱۳۱	۰/۰۸۲	۰/۹۹۹	۱۶-۱۸/۰۴۳
گروه (آزمایش)	۸۹/۷۴	۱	۸۹/۷۴	۲۶/۸۰	۰/۰۰۰۱	۰/۴۹۸		

فراشناخت به دلیل عدم رعایت مفروضه همگنی شیب‌های رگرسیون (مفروضه تحلیل کوواریانس)، از آزمون t مستقل به منظور مقایسه میانگین اختلاف نمرات پیش و پس‌آزمون دو گروه استفاده شده است که نتایج تحلیل در جدول ۴ ارائه گردیده است. نتایج حاکی از آن است که تفاوت بین میانگین گروه‌ها از لحاظ آماری معنادار است؛ لذا با توجه به میانگین گروه‌ها این یافته‌ها نشان می‌دهد که تحریک فراجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (TDCS) توانسته است آغازگری و نظارت کودکان را کاهش دهد و باعث بهبود کودکان در بعد آغازگری و نظارت شود.

با توجه به جدول ۳، برای بررسی اثر مداخله‌گرانه بر متغیر وابسته بعد از تعدیل نمره‌های پیش‌آزمون، تفاوت معناداری بین دو گروه آزمایش و کنترل در میانگین نمرات فراشناخت، حافظه کاری، برنامه‌ریزی و سازماندهی به دست آمد؛ بنابراین وارینانس کل نمرات فراشناخت، حافظه کاری، برنامه‌ریزی و سازماندهی که کاهش یافته را تحریک فراجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (TDCS) تبیین می‌کند، یعنی تحریک فراجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (TDCS) در این پژوهش تأثیر معناداری در بهبود فراشناخت، حافظه کاری، برنامه‌ریزی و سازماندهی کودکان داشته است. برای بررسی بعد نظارت و آغازگری مهارت‌های

جدول ۴. نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه اختلاف نمرات پیش و پس آزمون متغیر نظارت و آغازگری در دو گروه کنترل و آزمایش

متغیر	گروه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	مفروضه یکسانی واریانس‌ها	آزمون لوین	t	درجه آزادی	سطح معناداری
						F	P		
نظارت	آزمایش	۱۴	-۴/۷۹	۲/۹۶	یکسانی	۹/۶۸	۰/۰۰۵	۴/۴۶	۲۵
	کنترل	۱۳	-۰/۷۷	۱/۳۶	عدم یکسانی			۴/۵۷	۱۸/۵۵
آغازگری	آزمایش	۱۴	-۳/۶۴	۲/۰۶	یکسانی	۰/۳۳۱	۰/۵۷۰	۵/۳۵	۲۶
	کنترل	۱۴	۰/۲۹	۱/۸۱	عدم یکسانی			۵/۳۵	۲۵/۵۹

بحث

عملکرد اجرایی در واقع گروهی از مهارت‌هایی است که فرد را در تمرکز به جریان‌های چندگانه اطلاعات که در یک زمان به وی می‌رسد و در صورت لزوم به تجدید نظر در برنامه‌اش کمک می‌کند. پژوهش‌ها نشان داده‌اند اختلال در کارکردهای اجرایی می‌تواند عملکرد روزانه فرد را مختل نماید. ارتقا این کارکردها از اهداف پژوهش‌های کاربردی است که در پژوهش حاضر سعی شد با استفاده از تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز به کمک جریان مستقیم الکتریکی (TDCS) بر کارکردهای اجرایی کودکان دارای اختلال یادگیری استان یزد، مورد آزمون قرار گیرد.

در پژوهش حاضر برای بررسی مهارت‌های تنظیم رفتار که شامل بازداری، انتقال توجه و کنترل هیجان بود، از تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (TDCS) در منطقه پیش‌پیشانی خلفی-جانبی چپ Fz و کاند ۵ در ۷ سانت و جریان یک میلی‌آمپر بر روی ساعد دست راست استفاده شد.^[۱۸] با توجه به یافته‌ها تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (TDCS) بر ابعاد مهارت‌های تنظیم رفتار (بازداری، انتقال توجه، کنترل هیجان) کودکان دارای اختلال یادگیری تأثیر داشته است. یافته‌های روح‌الامینی و همکاران، فرشاد، اسقی، سمیعی سنجانی، سلطانی‌نژاد و همکاران، Hogeveen و همکاران، Coffman و همکاران با نتایج پژوهش کنونی همسو است.^[۱۸-۲۵]

بنابر نتایج تحلیل آماری ۲۰ دقیقه تحریک با الکتروود آند در منطقه پیش‌پیشانی خلفی-جانبی چپ Fz بازداری را در گروه آزمایش بهبود می‌بخشد. بازداری پاسخ، عملکرد اجرایی اصلی برای رشد سایر کارکردها است که این کارکردها در مراحل اولیه تحول انسان، تقریباً در سه یا چهار سالگی ظهور می‌یابد. بازداری پاسخ، توانایی تفکر قبل از عمل است. توانایی برای بازداری پاسخ نامربوط به‌عنوان یکی از مهمترین عملکردهای شناختی محسوب می‌شود و به‌طور مستقیم با رفتار هدف‌گرایی خودنظم‌بخش مرتبط است. بر اساس الگوی بازداری برکلی (۱۹۷۷) عملکرد درست کارکردهای اجرایی به عملکرد

درست بازداری در قشر پیشانی و پیش‌پیشانی تبدیل می‌شود؛ به بیان دیگر، وقتی کودکان دارای اختلال یادگیری در بازداری مشکل دارند، عملکردهای اجرایی نیز به‌درستی عمل نخواهد کرد. مشکلات این کودکان در بازداری پاسخ به ضعف عملکرد لوب پیشانی و پیش‌پیشانی آن‌ها مربوط می‌شود؛ بنابراین در کودکان دارای اختلال یادگیری، تحریک الکتروود آند باعث تغییرات پتانسیل غشای نورون و افزایش سروتونین و تحریک کات شده و گلوتامات و گابا را کاهش می‌دهد. تحریک الکتریکی ۲۰ دقیقه‌ای باعث تحریک عصب‌های دوپامینرژیک می‌شود و بازداری پاسخ را بهبود می‌بخشد.

یکی دیگر از مشکلات کودکان دارای اختلال یادگیری عدم توجه و تمرکز است که در این پژوهش تحریک فراجمجمه‌ای مغز و افزایش تحریک‌پذیری در منطقه پیش‌پیشانی موجب افزایش دوپامین مغز شده و عملکرد توجه آنان را بهبود می‌بخشد. این یافته‌ها با نتایج پژوهش زمستانی و همکاران، علمی‌منش و همکاران همسو می‌باشد.^[۱۶ و ۲۶] بنا به نظر برکلی (۱۹۷۷) مشکل اساسی کودکان دارای اختلال یادگیری ناشی از تأخیر تحولی در توانایی حفظ و تداوم انتقال توجه در موقعیت‌های مختلف نظیر کلاس درس می‌باشد. اختلال در توجه بر تفکر، زبان شفاهی و خواندن تأثیر می‌گذارد. بر این اساس، چنین استنباط می‌شود که یک نقص ذهنی در کودکان اختلال یادگیری وجود دارد و آن عدم توانایی در تمرکز دقت و توجه بر مطالب است. به نظر می‌رسد این کودکان دارای نارسایی ویژه در یادگیری هستند و فرآیند رشد آن‌ها در کسب دقت و توجه طبیعی دچار وقفه شده است. علت عملکرد ضعیف توجه کودکان دارای اختلال یادگیری کاهش مقدار دوپامین این کودکان نسبت به افراد عادی است که با این مداخله درمانی دوپامین مغز افزایش پیدا کرده است.

علاوه بر این، نتایج پژوهش نشان‌دهنده آن است که تحریک فراجمجمه‌ای مغز بر روی هیجانات تأثیرگذار بوده و موجب بهبود خلق کودکان دارای اختلال یادگیری شده است. نتایج این پژوهش با نتایج کشوری و همکاران همسو می‌باشد؛ آن‌ها در نتایج خود دریافتند که تحریک آندی پیش‌پیشانی و کاتدی راست مغز موجب می‌شود تا

Andrews و همکاران، Ohn و همکاران همسو است.^{۱۸۱} ۲۰، ۲۱، ۲۸-۳۵ Matzen & Trumbo نیز بهبود حافظه کاری بعد از تحریک TDCS را نشان دادند^[۳۶]، اما این بهبود در حدی نبود که تفاوت معناداری را نشان دهد. سمیعی سنجانی (۱۳۹۴) با قرار دادن الکتروود آند در محل DLPFC چپ افراد سالم، توانستند حافظه فعال آنان را بهبود ببخشند.^[۲۲] ارکان (۱۳۹۳) بیان می‌کند که TDCS آندی موجب بهبود تحریک‌پذیری در DLPFC می‌شود که شاید ناشی از افزایش سطوح گلوتامات (آمینواسید مرتبط با حافظه) است.^[۱۳] در تبیین این یافته می‌توان بیان کرد که تأثیری که TDCS بر حافظه کاری داشته، باعث می‌شود تا دوپامین در نواحی پیش‌پیشانی افزایش یابد؛ به عبارت دیگر، افزایش تحریک‌پذیری سطحی در کرتکس پیش‌پیشانی موجب افزایش در رهاسازی دوپامین می‌شود که خود موجب بهبود عملکرد حافظه کاری می‌شود. ممکن است تحریک دوپامینرژیک برای حفظ فعالیت کرتکس پیش‌پیشانی و فرآیندهای حافظه کاری ضروری باشد، بنابراین TDCS آندی موجب آثار بهبود تحریکی می‌شود که شاید سطوح گلوتامات، آمینواسید مرتبط با حافظه کاری، بازشناسی حافظه و یادگیری محرک پاسخ را افزایش دهد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تحریک فراجمعه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (TDCS) بر کارکردهای اجرایی کودکان دارای اختلال یادگیری مؤثر است و باعث بهبود مهارت‌های تنظیم رفتار و ابعاد آن و مهارت‌های فراشناخت و ابعاد آن در کودکان دارای اختلال یادگیری می‌شود.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد پرینا عارفانیان به راهنمایی دکتر محسن سعیدمنش و مشاوره دکتر مهدیه عزیزی می‌باشد؛ بدین‌وسیله از تمام کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند خصوصاً کودکان و خانواده‌های شرکت‌کننده در این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد. این پایان‌نامه با همکاری کلینیک مشاوره امام حسین یزد انجام شد. از مرکز مشاوره امام حسین که تمامی ابزارهای ارزیابی و توانبخشی را در اختیار محقق قرار دادند، تشکر می‌گردد.

هیجانان منفی در افراد کاهش یابد. شاید بتوان کاهش تجربه خلق منفی ذهنی افراد به دنبال تحریک آندی ناحیه قشر مغزی پیش‌پیشانی چپ را همراستا با این توجیه دانست؛ به طوری که فرآیندهای توجهی و کنترل بازداری بر تجربه فرد از خلق اثرگذار است و تحریک آندی ناحیه قشر مغزی پیش‌پیشانی چپ با درگیر ساختن فرآیندهای توجهی و ادراکی، خلق منفی فرد را کاهش می‌دهد.^[۲۷]

در پژوهش حاضر برای بررسی مهارت‌های فراشناخت (برنامه‌ریزی، سازماندهی مواد، نظارت، حافظه کاری، آغازگری) از تحریک فراجمعه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (TDCS) در منطقه پیش‌پیشانی خلفی-جانبی چپ Fz و کاتد ۵ در ۷ سانت و جریان یک میلی‌آمپر بر روی ساعد دست راست صورت گرفت. با توجه به یافته‌ها واریانس کل نمرات مهارت‌های فراشناخت، برنامه‌ریزی، سازماندهی، نظارت و آغازگری که کاهش یافته را تحریک فراجمعه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی TDCS تبیین می‌کند. در مورد مهارت برنامه‌ریزی سمیعی سنجانی (۱۳۹۴) در پژوهش خود دریافت که چون ساب کورتیکال مغز بیشتر به علت ضعیف بودن تکانه‌ها و تأثیر فقط تا عمق کمی از TDCS درگیر هیجانان است و هیجانان می‌تواند بر برنامه‌ریزی مؤثر باشد، لذا تحریک فراجمعه‌ای مغز نمی‌تواند بخش‌هایی از مغز که مسئول کنترل هیجان هستند را تحت تأثیر قرار دهد، اما در مورد مهارت‌های دیگر، پژوهش‌های همسو با نتایج آنها یافت نشد.

همچنین نتایج نشان می‌دهد که عملکرد گروه آزمایش نسبت به کنترل در بعد حافظه بعد از دریافت جریان مستقیم الکتریکی TDCS افزایش یافته است. در واقع تحریک DLPFC با جریان الکتریکی مستقیم از روی جمجمه باعث افزایش فعالیت‌های این ناحیه از قشر مغز اعم از حافظه شده است. از آنجا که قشر پیش‌پیشانی خلفی-جانبی چپ و راست مسئول حافظه در قشر مغز است و یکی از مشکلات کودکان اختلال یادگیری مربوط به حافظه آنان می‌باشد؛ بنابراین نتایج نشان داد که نمرات حافظه کاری که کاهش یافته را تحریک فراجمعه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی TDCS تبیین می‌کند. نتایج این یافته‌ها با پژوهش اورکی و شاه‌مرادی، رجائی‌پور و سعیدمنش، شاه‌باززاده، ارجمندنیا و همکاران، اسبقی، بیات مختاری و همکاران، سمیعی سنجانی، Teixeira-Santos و همکاران، Hoy و همکاران

منابع

1. Sadook, B. J; Sadook, V. A & Ruiz, P. (2015). Psychiatry Summary: Behavioral Sciences / Clinical Psychiatry, Translated by Farzin Rezaei (2018) Volume Three, Arjmand Publications.
2. Dehghani, Y and Moradi, N.Z. Teaching Active Memory, Inhibition, and Reading Function in Students with Special Learning Disabilities (ADHD), Journal of Neurology and Psychology. (2018). 4, 3, 142-123.
3. Kirk, S.; Gallagher, G. J. & AnastasiowColeman, M. R. Educating Exceptional Children, Elementh edition,

- Houghton Mifflin Company, Boston, USA. (2006).
4. Mousavi, S. A; Valinejad, M. & Sharkami, F. Prevalence of Learning Disorders in Elementary School Students, First National Conference of Islamic Humanities. (2015). 6-1. [in Persian].
 5. Hallahan, D; Lloyd, J; Kaufman, J; Weiss, M & Martinez, E. (2003). Learning Disorders (Principles, Characteristics and Effective Teaching), Translated by Alizadeh, H. Alamdarloo, GH. Rezai, S. Shojaee, S. (2016), Arasbaran Publishing.
 6. Gooch, D; Snowling, M. & Hulme, H. Time perception, phonological skills and executive function in children with dyslexia and/or ADHD symptoms. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. (2011). 52:(2), 195-203.
 7. Narimani, M; Abolghasemi, A & Ilbeigi, R. The Effectiveness of Verbal Self-Education on Executive Functions and Motor Visual Coordination of Children with Reading Disorders, *Journal of Learning Disability*. (2017). 7, 2, 93-72. [in Persian].
 8. Trautman, M. Strategies to Address Weak Executive Functioning Skills. (2012).
 9. Vandersluis, S. dejenge, P. F. & Vanderleij, A. Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic reading. *J of Experimental Child Psychology*. (2004). 87: 239- 266.
 10. Javanmard, Gh. & Assadollahi Fam, F. Comparison of executive functions of children with learning disabilities with children with disabilities reading, writing and normal children, *Journal of Psychiatric Neuroscience*. (2017). 3, 3, 50-40. [in Persian].
 11. Bull, R., & Scerif, G. Executive Functions as a Predictor of Children Mathematics Ability: Inhibition, Shifting, and Working Memory. *Developmental Neuropsychology*, (2001). 19, 273-293.
 12. Rajaei Poor, M. S & Saeed Manesh, M. The Effectiveness of Transcutaneous Direct Brain Electrical Stimulation (TDCS) on the Memory of Students with Special Learning Disorders, *Journal of Psychological Neuroscience*. (2018). 4, 13, 84-67. [in Persian].
 13. Arkan, A & Yaryari, F. Transcranial brain stimulation using direct electrical current (TDCS) on working memory in healthy subjects, *Journal of Cognitive Psychology*. (2014). 2, 2, 17-10. [in Persian].
 14. Zemestani, M; Izadpanah, E. & Soleimani, S. Comparison of the Effectiveness of Two Methods of Transcutaneous Brain Direct Electrical Stimulation (tDCS) and Play Therapy on Improving Attention and Psychomotor Performance in Children with Learning Disorder: A Quasi-Experimental Study, *Journal of Urmia University of Medical Sciences*. (2019). 30, 3, 186-174. [in Persian].
 15. RoholAmini, SH; Soleimani, M. & Waqif, L. The effect of transcranial direct electrical stimulation of the brain on selective attention and cognitive flexibility in students with learning-specific reading disorder, *Journal of Learning Disabilities*. (2018). 28, 41-23. [in Persian].
 16. Amini Masouleh, M. Comparison of the Efficacy of Computer Assigned Cognitive Rehabilitation Protocol with and without Transcutaneous Direct Electrostimulation (TDCS) in Improving the Executive Functions of Patients with Stroke, MSc Cognitive Psychology, Faculty of Education and Psychology, University of Shahid. (2016). [in Persian].
 17. Nodei, Kh. ; Sarami, Gh & Keramati, H. The Relationship between Executive Functions and Working Memory Capacity with Student Reading Performance: The Role of Age, Gender, and Intelligence. *Journal of Cognitive Psychology*. (2016). 4, 3. [in Persian].
 18. Nagar zadegan, M., Negati, V., Amiri, N., SHarifian, M. Effect of cognitive rehabilitation on executive function (working memory and attention) in children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *J Rehab Med*. 2015; 4(2): 97-108. [in Persian].
 19. Shah Mohammadi Kalibar, M; Bafandeh, H; Yousefi, R. & Rahbaran, R. The Effect of Transcranial Direct Electrical Stimulation on Response Inhibition in Patients with Obsessive-Compulsive Disorder, *Khatam Neuroscience Journal*. (2019). 7, 2, 12-1. [in Persian].
 20. Sabah, S. Comparison of the Effect of Cognitive Exercises and tDCS on Improving Inhibition Control and Risky Decision Making in Healthy Individuals, M.Sc. in Psychology, Shahid Beheshti University, University Campus. (2017). [in Persian].
 21. Esbaghi, M. The Effect of Transcutaneous Direct Brain Electrical Stimulation (TDCS) Therapy on Increasing Executive Functions and Reducing Symptoms of Children with Math Disorders Based on Evidence-Based Potential ERP Event, MSc in Exceptional Child Psychology, School of Psychology and Tehran University. (2015). [in Persian].
 22. Samii Sanjani, M. The Effect of Brain Stimulation by Direct Electron Flow (TDCS) on Executive Functions, MSc Thesis, Ministry of Science and Technology, Kharazmi University. (2016). [in Persian].
 23. Soltaninejad, Z. Nejati, W. & Ekhtiari, H. The effect of direct electrical stimulation of right inferior frontal gyrus on inhibition in patients with attention deficit hyperactivity disorder, *Journal of Rehabilitation Medicine*. (2015). 3, 4, 9-1. [in Persian].
 24. Hogeveen J, Grafman J, Aboseria M, David A, Bikson M, Hauner K. Effects of high-definition and conventional tDCS on response inhibition. *Brain Stimul*. (2016). 9(5): 720-9.
 25. Coffman, B., Trumbo, M & Clark, V. Enhancement of object detection with transcranial direct current stimulation is

- associated with increased attention, *BMC Neuroscience*. (2012). 13, 2-8.
26. Elmimanes, Nila; Shibani Arabs, Kh. & Ashrafi, H. R. The Effect of Transcranial Brain Stimulation Using Direct Electric Stream (TDCS) on Improving Visual Attention in High School Students, *Journal of Neuropsychological Education and Psychology*. (2018). 4, 13, 96-85. [in Persian].
 27. Keshvari, F; Hesmati, P. & Qasemian Shirvan, E. The role of forebrain cortex area in mood experience: A study of brain stimulation, *research in psychological health*. (2017). 11, 1, 38-25. [in Persian].
 28. Oraki, M. Shah Moradi, S. The effect of transcranial brain stimulation using direct electrical current (TDCS) on working memory and severity of depressive symptoms, *Journal of Neuroscience*. (2018). 15, 88-75. [in Persian].
 29. SHahbazzadeh, M. The Effect of Transcranial Electrical Stimulation (tDCS) on Working Memory, MSc Thesis, Tabriz University. (2017). [in Persian].
 30. Arjemandnia, A; Asbaghi, M; Afrooz, Gh. & Rahmanian, M. The Effect of Direct Cranial Electrical Stimulation (TDCS) on Increased Active Memory in Children with Math Disorders, *Journal of Learning Disabilities*. (2016). 6, 1, 25-7. [in Persian].
 31. Bayat Mokhtari, L; Agha Yousefi, A; The effect of direct electrical stimulation of the brain on the skull and phonological awareness training on auditory performance improvement of working memory of dyslexic children, *Journal of Exceptional Children*. (2015). 17, 4, 48-37. [in Persian].
 32. Teixeira-Santos, A. C., Nafee, T., Sampaio, A., Leite, J., & Carvalho, S. Effects of transcranial direct current stimulation on working memory in healthy older adults: a systematic review. *Principles and Practice of Clinical Research*, (2015). 1(3).
 33. Hoy KE, Arnold SL, Emonson MR, Daskalakis ZJ, Fitzgerald PB. An investigation into the effects of tDCS dose on cognitive performance over time in patients with schizophrenia. *Schizophr Res*. (2014). 155:96-100.
 34. 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):84-89.
 35. Ohn, S. H., Park, C. I., Yoo, W. K., Ko, M. H., Choi, K. P., Kim, G. M., ... & Kim, Y. H. Time-dependent effect of transcranial direct current stimulation on the enhancement of working memory. *Neuroreport*, (2008). 19(1), 43-47.
 36. Matzen, L.E. & Trumbo, M.C. "Effects of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Human Memory". Sandia National Laboratories (SNL-NM). Albuquerque, NM (United States). (2014).