The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation on the Executive Functions of Children with Autism Spectrum Disorders

Monireh Shamsi Holasu[1], Seyed Mahmoud Tabatabaei[2,3*], Masoumeh Azmoudeh[4]

[1]Department of Psychology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
[2]Department of Physiology, Tabriz Medical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
[3]Cognitive Neuroscience Research Center, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
[4]Department of Psychology and Counseling, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

Article Info:

Received: **20 Dec 2022** ***Revised:*** **13 Feb 2023** ***Accepted*****: 13 Mar 2023**

ABSTRACT

Introduction: Today, the distortion of the executive functions of children with autism spectrum disorders is a controversial issue. Therefore, this research was conducted with the aim of the effectiveness of transcranial direct stimulation on the executive functions of children with autism spectrum disorders. ***Materials and Methods:*** This study was quasi-experimental research with a pre-test-post-test design with a control group. The statistical population of the research included all children aged 10 to 12 years with autism spectrum disorder who were referred to treatment centers and clinics in Shahindej and Bukan cities in 1400-1401. A number of 30 children with autism spectrum disorder were purposefully selected and randomly replaced in two groups (15 in the transcranial direct current stimulation test group and 15 in the control group). Subjects in the transcranial direct current stimulation group underwent anodic transcranial direct current on the head for 10 minutes. Research tools included Gilliam's autism diagnosis scale, Wisconsin card sorting test, Stroop test, numerical memory subtest of Wechsler test, Andre-Ray test, and continuous performance test. Multivariate covariance analysis was used to analyze the research data. ***Results:*** The results showed that transcranial direct current stimulation significantly improved executive functions (cognitive flexibility, response inhibition, working memory, organization-planning and sustained attention. ***Conclusion:*** In general, it can be concluded that transcranial direct current stimulation is a useful supplement to improve and strengthen executive functions in children with autism spectrum disorders.

Keywords:

1. Transcranial Direct Current Stimulation
2. Executive Function
3. Autism Spectrum Disorder

***Corresponding Author:** Seyed Mahmoud Tabatabaei

Email: *smt1351@gmail.com*

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-07-08]

[DOI: 10.61186/shefa.11.2.20]

اثربخشی تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بر کارکردهای اجرائی کودکان مبتلا به طیف اختلالات طیف اوتیسم

منیره شمسی هلاسو[۱]،سید محمود طباطبائی[۲،۳*]، معصومه آزموده[۴]

[۱]گروه روانشناسی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
[۲]گروه فیزیولوژی، واحد علوم پزشکی تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
[۳]مرکز تحقیقات علوم اعصاب شناختی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
[۴]گروه روانشناسی و مشاوره، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

اطلاعات مقاله:
دریافت: ۲۹ آذر ۱۴۰۱ اصلاحیه: ۲۴ بهمن ۱۴۰۱ پذیرش: ۲۲ اسفند ۱۴۰۱

چکیده

مقدمه: امروزه بدکارکردی عملکردهای اجرائی کودکان مبتلا به اختلالات طیف اوتیسم موضوعی بحث‌برانگیزی است. لذا این پژوهش با هدف اثربخشی تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بر عملکردهای اجرائی کودکان دارای اختلالات طیف اوتیسم انجام شد. **مواد و روش‌ها:** این پژوهش از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه گواه بود. جامعهٔ آماری پژوهش شامل کلیه کودکان ۱۰ تا ۱۲ ساله مبتلا به اختلال طیف اوتیسم بود که در سال های ۱۴۰۱-۱۴۰۰ به مراکز درمانی و کلینیک های شهرستان شاهین‌دژ و بوکان مراجعه کرده بودند. تعداد ۳۰ کودک مبتلا به اختلال طیف اوتیسم به طور هدفمند انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه (۱۵ نفر گروه آزمایش تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای و ۱۵ نفر گروه کنترل) جایگزین شدند. آزمودنی‌های گروه تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای به مدت ۱۰ دقیقه تحت جریان مستقیم آندی روی سر، قرار گرفتند. ابزارهای تحقیق شامل مقیاس تشخیص اوتیسم گیلیام، آزمون مرتب‌سازی کارت‌های ویسکانسین، آزمون استروپ، خرده‌آزمون حافظه عددی آزمون وکسلر، آزمون آندره‌ری و آزمون عملکرد پیوسته بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق از تحلیل کوواریانس چند متغیره استفاده شد. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای، عملکردهای اجرائی (انعطاف‌پذیری شناختی، بازداری پاسخ، حافظه‌کاری، برنامه‌ریزی سازمانی و توجه پایدار) را به طور قابل توجهی بهبود بخشید. **نتیجه‌گیری:** به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای، مکمل سودمندی برای بهبود و تقویت عملکردهای اجرائی کودکان مبتلا به اختلالات طیف اوتیسم است.

واژه‌های کلیدی:
۱-تحریک‌جریان‌مستقیم فراجمجمه‌ای
۲-کارکردهای‌اجرائی
۳-اختلالات‌طیف‌اوتیسم

***نویسنده مسئول:** سید محمود طباطبائی

پست الکترونیک: *smt1351@gmail.com*

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-07-08]

[DOI: 10.61186/shefa.11.2.20]

مقدمه

اختلال طیف اوتیسم[1] یک وضعیت عصبی رشدی است که با مشکل در ارتباطات و تعامل اجتماعی و همچنین الگوهای محدود و تکراری رفتار، علایق یا فعالیت‌ها تعریف می‌شود (۱). حوزهٔ ارتباطات اجتماعی شامل مشکل در تعامل اجتماعی متقابل، نقص در ارتباطات اجتماعی غیرکلامی و نقص در توانایی توسعه، حفظ و درک رابطه است و علائم مرتبط با حوزهٔ رفتاری محدود و تکراری در حالت‌های حرکتی، کلامی، غیرکلامی و حسی ظاهر می‌شود (۴-۲). رفتارهای مشاهده شده در حوزهٔ محدود و تکراری ممکن است شامل کلیشه‌های حرکتی، اکولالیا، اصرار بر یکسانی، رفتارهای تشریفاتی، علایق محدود و واکنش بیش از حد یا کم واکنش به محرکهای حسی باشد (۱). میزان شیوع اختلال طیف اوتیسم در کودکان ۱ در ۵۹ تولد می‌باشد (۵). مطالعهای شیوع اوتیسم در ایران را ۲/۹۵ در هر ۱۰۰۰۰ کودکان گزارش کرده است (۶). طبق تحقیقات، کودکان مبتلا به اختلال طیف اوتیسم سطح پایین‌تری از رشد مهارت‌های حرکتی، هماهنگی حرکتی، تعادل، کارکردهای اجرائی[2]، مهارت‌های اجتماعی و توجه دارند (۷).

از جمله حوزه‌هایی که کودکان مبتلا طیف اختلال اوتیسم با مشکلاتی روبرو هستند، کارکردهای اجرائی است (۸). اصطلاح کارکردهای اجرائی به فرآیندهای کنترل ذهنی مربوط به خودکنترلی شناختی و هیجانی مورد نیاز برای حفظ رفتارهای هدفمند اشاره دارد. کارکردهای اجرائی شامل فرآیندهائی مانند بازداری پاسخ[3]، حافظهٔ کاری[4]، انعطاف‌پذیری شناختی[5]، برنامه‌ریزی[6]، سیالی[7]، آغازگری، انتقال توجه[8]، سازماندهی، کنترل تکانه و کنترل توجه[9] است (۹). نظریهٔ نقص کارکرد اجرائی در اوتیسم بر ارتباط صریح بین نارسایی پیش پیشانی و نقص در کارکرد اجرائی تأکید می‌کند که نشان می‌دهد نقص در کارکردهای اجرائی زیربنای ویژگی‌های اجتماعی و غیراجتماعی اوتیسم است (۱۰). نقایص کارکرد اجرائی در اوتیسم معمولا به نابهنجاری در کرتکس پیش پیشانی نیز نسبت داده میشود. این ناحیه برای بازنمایی و نگهداری اطلاعات مربوط به موضوع یا موقعیت استفاده می‌شود (۱۱). سایر مطالعات نیز نشان دادند که کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم دارای چند نقص در کارکردهای اجرائی هستند که شامل مهار و کنترل، انعطاف‌پذیری شناختی و حافظهٔ فعال است (۱۲).

سالهاست که درمان‌های متعددی از جمله داوردرمانی و روان‌درمان بر روی کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم انجام می‌شود و محققان کمتر از درمان‌های جدیدتر استفاده کردند. یکی از درمان‌هایی که به نظر میرسد در درمان کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم تاثیر داشته باشد، استفاده از تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای مغز است (۱۳). در تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای[10] جریان الکتریکی ضعیفی به طور مستقیم از طریق دو الکترود قرار داده شده بر روی پوست سر (یک آند، یک کاتد) ارسال می‌شود که باعث ایجاد تغییراتی در آستانه فرعی و وابسته به قطبیت درپتانسیل‌های غشای استراحت نواحی زیرین مغز می‌شود. افزایش خالص حاصل (عمدتاً در زیر آند) یا کاهش (عمدتاً در زیر کاتد) در تحریک‌پذیری عصبی منجر به مدولاسیون شبکه عصبی می‌شود (۱۴). تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای یک ابزار نورومدولاسیون ایمن و کم هزینه است که میتواند به طور غیرتهاجمی تحریک‌پذیری قشر مغز را با اعمال جریان مستقیم کم (معمولاً بیش از ۲ میلیآمپر) از الکترودهای قرار داده شده روی پوست سر تغییر دهد (۱۵). شواهد نشان می‌دهد که کاربرد تحریک جریان مستقیم فراجمجمهای در ناحیه خاصی از مغز، مانند قشر پیشانی، می‌تواند به طور قابل توجهی توجه، یادگیری، حافظه، هوشیاری، فعالیت/ اتصال/ مغز را تعدیل کند (۱۶). به تازگی، تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای برای تسکین علائم در افراد مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم استفاده شده است (۱۷). یکی از مناطق هدف مغزی که به طور گسترده مورد استفاده تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای قرار می‌گیرد، قشر جلوی مغز جانبی پشتی[11] است. به‌عنوان یک منطقه کلیدی از کارکردهای اجرائی، قشر جلوی مغز جانبی-پیشانی نقش مهمی در فرآیندهای کنترل شناختی ایفا می‌کند (۱۸). محققان در اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراقشری بر شاخص‌های عصب روانشناختی مرتبط با مهارت‌های اجتماعی کودکان مبتلا به اوتیسم نشان دادند که این تحریک بر بهبود مهارتهای اجتماعی و کاهش مشکلات این کودکان مؤثر است (۱۹). برخی دیگر اظهار داشتند تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای آنودال دو موضعی همزمان یک نیمکره-ای از طریق افزایش تحریکپذیری قشری، باعث تقویت بازداری پاسخ می‌شود (۲۰). مطالعه‌ای دیگر با عنوان اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم قشری مغز بر شاخص‌های عصب- روانشناختی مرتبط با مهارت‌های اجتماعی در کودکان مبتلا به اوتیسم نشان داد که این روش باعث بهبود مهارت‌های اجتماعی و کاهش مشکلات رفتاری در این کودکان می‌شود (۲۱). پژوهشی دیگر با عنوان تأثیر تحریک مستقیم فراجمجمه‌ای بر ناحیهٔ قشر خلفی جانبی پیش پیشانی چپ نشان داد که باعث بهبود معنادار در عملکرد بازداری پاسخ در تکلیف استروپ می‌شود. به نظر می‌رسد این ناحیه در کارکردهای مربوط به بازداری پاسخ نقش عمدهای ایفا میکنند (۲۲). استفان، دنیل و پائول[12] در پژوهشی با عنوان درمان نقایص کارکردهای اجرائی در اختلال طیف اوتیسم با تحریک جریان مغناطیسی فراجمجمه‌ای نشان دادند که این روش تحریک مغز بر بهبود کارکردهای

[1] Autism Spectrum Disorder: ASD
[2] Executive Functions
[3] Response inhibition
[4] Working Memory
[5] Cognitive Flexibility
[6] Planning
[7] Fluency
[8] Shifting Attention
[9] Attention control
[10] Transcranial Direct-Current Stimulation
[11] Dorsal lateral prefrontal cortex
[12] Stephanie, Ameisa & Blumberger

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-07-08]
[DOI: 10.61186/shefa.11.2.20]

اجرائی انعطاف‌پذیری شناختی و بازداری پاسخ موثر است. جوجیان و همکاران[13] در پژوهشی با عنوان تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بر روی قشر جلوی مغز جانبی پشتی چپ در کودکان مبتلا به اختلال طیف اوتیسم نشان دادند که کودکان مبتلا به اختلالات طیف اوتیسم می‌توانند درمان سه هفته‌ای تحریک مستقیم فراجمجمه‌ای را بدون هیچ گونه عوارض جانبی جدی تحمل کنند و همچنین تحریک مستقیم فراجمجمه‌ای بر این کودکان باعث کاهش علایم آنها می‌شود (۲۴-۲۳). پژوهش‌های متعددی به اثربخشی درمان تحریک مستقیم فراجمجمه‌ای بر کارکردهای اجرائی اشاره کردهاند، به‌عنوان نمونه باروث و همکاران[14] نشان دادند که تحریک الکتریکی مغز باعث بهبود فعالیت گاما و همچنین بهبود پارامترهای رفتاری مغز کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم می‌شود (۲۵).

با توجه به این کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم دارای نقایصی در کارکردهای اجرائی هستند و این نقایص با بزرگ شدن آنها تداوم می‌یابد، لذا باید رویکرد درمانی را روی این کودکان اجرا کرد که بیشتر مشکلات شناختی آنها را هدف قرار دهد. رویکردهای درمانی که در گذشته بر اختلالات طیف اوتیسم اعمال شدند، بیشتر برای تقویت مهارت‌های ارتباطی و اجتماعی این کودکان به کار برده شدند و کمتر هدفشان برطرف کردن نقایص کارکردهای اجرائی بوده است. امروزه تحقیقات به دنبال سریع‌ترین و موثرترین درمان برای رفع نقایص کارکردهای اجرائی در کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم هستند. همچنین علاوه بر نقش درمان‌های مختلف بر کارکردهایی اجرائی و بهبود آنها در کودکان مبتلا به اوتیسم نکته‌ای که اهمیت دارد این است که کدام درمان‌ها عوارض جانبی کمتر و اثربخشی بیشتر دارند. لذا این پژوهش به دنبال تأیید این فرضیه است که درمان تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بر کارکردهای اجرائی کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم موثر است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به لحاظ هدف از نوع تحقیقات کاربردی و از لحاظ شیوه گردآوری اطلاعات از نوع شبه- آزمایشی با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعهٔ آماری پژوهش شامل کلیه کودکان ۱۰ تا ۱۲ سال دارای اختلال طیف اوتیسم (طبق تشخیص قطعی روان‌پزشک و آزمون ارزیابی اوتیسم گیلیام) بودند که به مراکز و کلینیک‌های درمانی شهرستان‌های شاهین دژ و بوکان در سال ۱۴۰۰-۱۴۰۱ مراجعه کردند. پس از رعایت معیارهای اخلاق در پژوهش (یعنی ۱) دریافت رضایت آگاهانه از والدین کودکان مبتلا به طیف اوتیسم، ۲) رعایت اصل رازداری، ۳) مشارکت داوطلبانهٔ والدین و کودکان، ۴) رعایت تمامی دستورالعملهای بهداشتی مربوط به کووید-۱۹ و ۵) دریافت کد اخلاق IR.IAU.TABRIZ.REC.1401.108 برای نمونه مورد نظر) از بین کودکان مبتلا به اختلال طیف اوتیسم تعداد ۳۰ نفر از این کودکان که در آنها اوتیسم با عملکرد بالا تشخیص داده شد (کسب نمره بالای ۸۵ در آزمون گیلیام و ضریب هوشی بالای ۸۵ براساس پرونده کودک در کلینیک) به صورت هدفمند انتخاب و در دو گروه ۱۵ نفر (۱۵ نفر گروه آزمایش تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای و ۱۵ نفر گروه گواه) به صورت تصادفی جایگزین شدند. معیارهای ورود عبارت بودند از: ابتلای کودک به اختلال اوتیسم، نداشتن مشکلات بینایی و شنوایی، فقدان سابقه صرع یا تشنج، مصرف داروی مشخص در سراسر مطالعه. معیارهای خروج از مطالعه شامل: غیبت در دو جلسه آموزشی و فقدان همکاری در اجرای آزمون‌ها بودند. روش اجرای پژوهش بدین صورت بود که ابتدا پیش‌آزمون کارکردهای اجرائی (انعطاف‌پذیری شناختی، بازداری پاسخ، حافظه کاری، برنامه‌ریزی- سازماندهی و توجه پایدار) بر روی دو گروه کودکان مبتلا به اوتیسم اجرا شد. سپس برنامه تحریک الکتریکی جریان مستقیم فراجمجمه‌ای مغز به مدت ۱۰ جلسه ۱۰ دقیقه‌ای به صورت ۲ جلسه در هفته بر روی گروه آزمایش اجرا شد، این در حالی است که گروه گواه هیچ آموزشی دریافت نکرد. در مرحله آخر پس‌آزمون کارکردهای اجرائی بر روی دو گروه کودکان اجرا شد. در پایان داده‌های به دست آمده در نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ وارد و به روش تحلیل کوورایانس چند متغیره تحلیل شد.

ابزارهای جمع‌آوری اطلاعات مقیاس تشخیص اوتیسم گیلیام[15] (GARS): جیمز گیلیام این آزمون را در سال ۱۹۹۵ برای ارزیابی و سنجش افرادی طراحی کرد که بین سنین ۳ الی ۲۲ سال مشکلات رفتاری شدیدی که احتمالاً نشان دهنده اختلال اوتیسم باشد، از خود نشان میدادند. این آزمون دارای ۵۶ سؤال است و از چهار خرده مقیاس رفتار کلیشه‌ای (سؤالات ۱تا۱۴)، برقراری ارتباط (سؤالات ۱۵ تا ۲۸)، تعامل اجتماعی (سؤالات ۲۹ تا۴۲) و اختلال رشدی (سؤالات ۴۳تا ۵۶) تشکیل شده است. نمره‌گذاری مقیاس به صورت لیکرت چهارنقطه‌ای است (هیچگاه، به ندرت، گاهی، غالباً) است. کسب نمرهٔ ۸۵ و بالاتر، نشان دهندهٔ احتمال بالای تشخیص اوتیسم در فرد است. ضریب آلفای کرونباخ برای رفتار کلیشه‌ای برابر با ۰/۹۰، برای ارتباط ۰/۸۹ برای تعامل اجتماعی ۰/۹۳ و برای اختلال رشدی ۰/۸۸ محاسبه شده است. نسخهٔ فارسی آزمون گیلیام دارای ضریب آلفای۰/۸۹ برای رفتار کلیشه‌ای۰/۹۲، برای ارتباط۰/۷۳و برای تعامل اجتماعی۰/۸۰است (۲۶).

آزمون دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین[16] (WCCT): آزمون دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین یک آزمون عصب روانشناختی است که استدلال انتزاعی، انعطاف‌پذیری شناختی، درجاماندگی، حل

[13] Jiujun & et al
[14] Baruth & et al
[15] Gilliam autism rating scale (GARS)
[16] Wisconsin Card Classification Test

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-07-08]
[DOI: 10.61186/shefa.11.2.20]

مسئله، تشکیل مفاهیم، تغییر مجموعه، توانایی آزمون فرضیه و استفاده از بازخورد خطاها، راهبرد شروع و توقف عمل و نگهداری توجه را می‌سنجد. این آزمون دارای ۶۴ کارت که دوبار اجرا می‌شود را شامل می‌شود. آزمون ویسکانسین بیشتر به سنجش کارکردهای عالی اجرائی منتسب به مناطق پیشانی و پیشپیشانی مغز می‌پردازد. این آزمون به طور سنتی برای بررسی کارکردهای اجرائی مغز به کار می‌رود. جهت انجام نمره‌گذاری این آزمون، در هر پژوهشی و با توجه به کارکرد اجرائی مورد بررسی، شاخص مدنظر این آزمون می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد؛ لذا با توجه به نظر استریوس، شرمن و اسپرین که پیشنهاد کرده‌اند دو شاخص تعداد طبقات تکمیل شده یا به دست آمده و تعداد خطای درجاماندگی جهت سنجش کارکرد اجرائی انعطاف‌پذیری شناختی مورد استفاده قرار گیرند؛ که از سوی اکثر پژوهشگران مورد پذیرش قرار گرفته است. میزان اعتبار این آزمون در جمعیت ایرانی برای سنجش نارسایی‌های شناختی پس از آسیب‌های مغزی را بیش از ۰/۸۶ ذکر کرده‌اند. همچنین پایایی این آزمون با روش بازآمایی ۰/۸۵ گزارش شده است (۲۷).

آزمون استروپ[17] **(ST)**: به‌منظور اندازه‌گیری بازداری پاسخ در این پژوهش از آزمون رایانه‌ای استروپ استفاده شد. آزمون (رنگ-واژه) استروپ اولین بار در سال ۱۹۳۵ توسط رایدلی استروپ به منظور اندازه‌گیری توجه انتخابی و انعطاف‌پذیری شناختی ساخته شد. آزمون استروپ یکی ازمهمترین آزمون‌هایی است که به منظور اندازه‌گیری بازداری پاسخ مورد استفاده پژوهشگران واقع شده و تاکنون به زبان‌های مختلف از جمله چینی، آلمانی، سوئدی،ژاپنی و... ترجمه شده است. در حقیقت آزمون استروپ یک آزمون واحد نیست، بلکه تاکنون شکل‌های مختلفی از آن جهت اهداف پژوهشی تهیه شده است. ابزار مورد استفاده در این پژوهش به صورت رایانه‌ای براساس زبان برنامه‌نویسی دلفی آماده شده. در این آزمون ۴۸ کلمه رنگی (۴ رنگ کلمه با معنای کلمه یکسان است؛ رنگ قرمز، زرد، سبز و آبی) و ۴۸ کلمه رنگی ناهمخوان ۳ همخوان (رنگ کلمه با معنای کلمه یکسان نیست؛ به‌عنوان مثال کلمه آبی که بارنگ قرمز نشان داده می‌شود)، با فاصله ارائه محرک ۸۰۰ میلی ثانیه ومدت زمان ارائه محرک ۲۰۰۰ میلی ثانیه ارائه می‌شود. تکلیف آزمودنی این است که تنها، رنگ صحیح را انتخاب کند. به منظور نمره دهی و تفسیر نتایج حاصل از این آزمون، نمرات زیر به صورت مجزا برای گروه کلمات و نمره تداخل. نمره تداخل از ۵ همخوان و ناهمخوان محاسبه می‌شوند: تعداد خطا، تعداد صحیح، زمان واکنش طریق محاسبه نمره تفاوت بین زمان واکنش کلمات ناهمخوان و کلمات همخوان (نمره تداخل= زمان واکنش کلمات ناهمخوان- زمان واکنش کلمات همخوان) محاسبه می‌شود. پژوهش‌های انجام شده پیرامون این آزمون نشانگر اعتبار و روایی مناسب آن در سنجش بازداری در کودکان می‌باشد. اعتبار این آزمون از طریق بازآزمایی در دامنه ۰/۸۰ تا ۰/۹۱ گزارش شده است (۲۸).

مقیاس هوش وکسلر کودکان[18] **(WIS-C)**: برای سنجش حافظه‌کاری از خرده مقیاس حافظه عددی آزمون هوشی وکسلر استفاده شد. مقیاس هوش وکسلر برای کودکان تا اندازهای یک آزمون تحلیلی بوده و نمره‌گذاری آن بر حسب موفقیت آزمون دهنده صورت می‌پذیرد. این آزمون برای کودکان ۶ تا ۱۶ سال استفاده می‌شود. این آزمون شامل ۱۲ خرده آزمون است که به صورت فردی اجرا می‌شود و سه نمره هوشبهر ارائه می‌دهد: ۱) هوشبهر کلامی،۲) هوشبهر غیرکلامی و۳) هوشبهر کلی. ضریب اعتبار خرده آزمون حافظه عددی در کودکان ۷/۵ و ۱۰/۵ ساله به ترتیب ۰/۶۰ و ۰/۵۹ اعلام شده است (۲۹).

آزمون آندره- ری[19]**(ART)**: برای اندازه‌گیری سازماندهی-برنامه‌ریزی از آزمون آندره-ری استفاده شد، آندره- ری این آزمون را در سال ۱۹۴۲ تهیه و آماده کرد. این آزمون متشکل از دو کارت A و B است که هریک به طور مجزا و متناسب با موقعیت اجرا می‌شود. آزمون بعد از انتخاب هر کارت در دو نوبت اجرا می‌شود؛ در نوبت اول کارت در جهت مناسب جلوی آزمودنی گذاشته می‌شود و به او پیشنهاد می‌گردد که مشابه آن را روی یک کاغذ سفید بیخط رسم کند. در نوبت دوم درحالیکه کارت از جلوی آزمودنی برداشته شده و سه دقیقه نیز گذشته است، از او خواسته می‌شود این بار به طور حفظی تصویر مشاهده شدهٔ قبلی را با دقت ترسیم کند. در این آزمون از کارت A استفاده شد (۳۰). کارایی مؤثر این کارت برای افراد، از ۷ سال به بعد است و برای نوجوانان و بزرگسالان عملاً کاربرد بیشتری دارد. کارت B از ۱۱ جزء هندسی تشکیل شده، مکمل کارت A است و برای کودکان زیر ۸ سال ساخته شده است. پربودن و دشواری کارت A برای بسیاری از کودکان مسئله آفرین است و به همین دلیل، توصیه می شود که کارت Bبرای آن ها به کار گرفته شود. همچنین، از این کارت برای بزرگسالانی که عقب ماندگی ذهنی شدید دارند نیز استفاده می‌شود. اجرای آزمون بعد از انتخاب هر کارت در دو نوبت انجام می شود؛ در نوبت اول، کارت A یا B در جهت مناسب جلوی آزمودنی گذاشته می‌شود و به او پیشنهاد می‌گردد که مشابه آن را روی یک کاغذ سفید بی خط رسم کند. در نوبت دوم و در حالی که کارت از جلوی آزمودنی برداشته شده و سه دقیقه نیز گذشته است، از او خواسته می‌شود این بار به طور حفظی تصویر مشاهده شدهٔ قبلی را با دقت ترسیم کند. قضاوت درباره آزمودنی با توجه به مقایسه کارکرد او در هر مرحله ترسیم انجام می شود. معمولاً مرحله نخست ترسیم به حساب توان رشد ترسیمی و ساخت

[17] Stroop Test
[18] Wechsler Intelligence Scale for Children
[19] Andre-Ray Test

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-07-08]
[DOI: 10.61186/shefa.11.2.20]

یابی ادراکی آزمودنی گذاشته می شود و مرحله ی دوم، با توجه به کمّیت و کیفیت ترسیم مرحله نخست، سطح کارکرد حافظه دیداری او را نشان خواهد داد. پناهی (۳۱) به منظور هنجاریابی آزمون دیداری آندره- ری (کارت A) پژوهشی را روی دانش‌آموزان شهر تهران انجام داد. نمونه وی شامل ۳۰۰ نفر از دانش آموزان پسر مقطع راهنمایی شهر تهران بود. به منظور بررسی روایی ملاکی، همبستگی بین نمره های مرحله دوم آزمون آندره ری و نمره‌های مرحله سوم آزمون کیم کاراد محاسبه و برای برآورد اعتبار از روش بازآزمایی استفاده شد. ضریب روایی ملاکی برابر با ۰/۵ و مقدار پایایی ۰/۶۲ به دست آمد.

آزمون عملکرد پیوسته[20] (CPT): این آزمون ابزار مناسبی برای اندازه گیری توجه پایدار است که توسط رازولد و همکاران[21] نخستین بار در سال ۱۹۵۶ ساخته شده است. فرم فارسی آزمون که از طریق رایانه اجرا می شود، دارای اعداد فارسی به‌عنوان محرک است. تعداد ۳۰ محرک (۲۰ درصد) به‌عنوان محرک هدف در نظر گرفته شده است. فاصله بین دو محرک ۵۰۰ میلی ثانیه و زمان ارائه هر محرک ۱۵۰ میلی ثانیه است. به آزمودنی گفته می‌شود که یکسری اعداد در صفحه مانیتور ظاهر و سریع ناپدید می‌شود و با مشاهده عدد ۴، سریع دکمه SPACE را فشار دهد، ولی نسبت به سایر اعداد هیچ واکنشی نشان ندهد. در این آزمون دو نوع خطای حذف و خطای ارتکاب نمره‌گذاری می‌شود. خطای حذف هنگامی رخ می‌دهد که آزمونی به محرک هدف پاسخ ندهد و نشان دهنده این است که آزمودنی در درک محرک دچار مشکل شده است . این نوع خطا به‌عنوان مشکل در پایداری توجه تفسیر می‌شود و نشانگر بی‌توجهی به محرک‌ها است. خطای ارتکاب هنگامی رخ می‌دهد که آزمودنی به محرک غیرهدف پاسخ دهد. این نوع پاسخ نشان دهنده ضعف در بازداری تکانه است و به‌عنوان مشکل در کنترل تکانه یا تکانشگری تفسیر می‌شود. دراین آزمون این دو نوع خطا توسط برنامه رایانه شمارش می‌شود. علاوه برآن تعداد پاسخ‌های صحیح و زمان عکس العمل آزمودنی به محرک نیز محاسبه می‌شود .اعتبار این آزمون با استفاده از روش بازآزمایی در ایران بررسی و ضرایب در دامنه بین ۰/۵۹ تا ۰/۹۳ به دست آمد. روایی آزمون نیز به شیوه روایی ملاکی از طریق مقایسه گروه بهنجار (۳۰ دانش آموزان پسر دبستانی) و گروه با اختلال نقص توجه/ بیش فعالی (۲۵ دانش آموز پسر دبستانی) محاسبه شد (۳۲).

تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (tDCS): تحریک الکتریکی مستقیم مغز روشی غیرتهاجمی است که جریان خفیف الکتریکی (حداکثر ۲میلی‌آمپر) را به صورت مستقیم وارد مغز می‌کند. قطب آند در این روش منجر به افزایش تحریک‌پذیری قشری و قطب کاتد منجر به کاهش تحریک‌پذیری قشری می‌شود. این پژوهش با توجه به پروتکل‌های جدید صورت می‌گیرد که شدت جریان را ۲ میلی‌آمپر پیشنهاد می‌دهند و زمان ارائه جریان در هر جلسه را ۱۰دقیقه پیشنهاد می‌کنند و تعداد کل جلسات را نیز معمولا ۱۰ جلسه پیشنهاد می‌کنند در حالی که در مورد تعداد جلسات تفاوت‌هایی در پروتکل‌های جدید وجود دارد (۳۳). اصول کار در دستگاه‌ای دو کاناله به این صورت است که دو الکترود یکی قطب مثبت (آند) و دیگری قطب منفی (کاتد) از طریق دو پد اسفنجی مجزا که به محلول رسانا آغشته شده بر روی سر قرار می‌گیرند. جریان الکتریکی مستقیم ۰ تا ۲ میلی‌آمپر (و بدون نوسان/ مداوم ضعیف) از طریق الکترودهای روی سر و پس از عبور از نواحی مختلف پوست سر، جمجمه و... ، به سطح قشر مغز رسید. به این ترتیب جریان وارد شده، بار الکتریکی غشای نورون‌های قشر مغز را تغییر داده و پتانسیل استراحت غشا و متعاقباً قابلیت تحریک‌پذیری عصبی را تحت تأثیر قرار داد، اگر جریان از آند به کاتد برقرار باشد، اصطلاحاً tDCS آنودال نام دارد که منجر به تسهیل دپلاریزاسیون غشای نورون و افزایش فعالیت نورون‌ها در ناحیه تحریک می‌شود و اگر جریان از کاتد به آند برقرار باشد، اصطلاحاً tDCS کاتدال نام دارد که منجر به هیپرپلاریزاسیون غشای نورون‌ها و مهار فعالیت نورون‌ها در محل تحریک می‌شود. گاهی به جای استفاده از دو الکترود، از پنج الکترود با اندازه‌های کوچک‌تر برای هدف‌گذاری مناطق مشخصی از قشر مغز استفاده می‌شود که تحت عنوان tdcs با کیفیت بالا (tdcs-hd) شناخته شده است (امینی ماسوله و همکاران، ۱۳۹۸). در این روش چهار الکترود آنود و یکی کاتد و یا برعکس در نظر گرفته می‌شود. برای طراحی پروتکل درمانی، بسته به نوع اختلال عصبی، باید موارد زیر قبل از اجرای تکنیک مشخص شود: شدت جریان الکتریکی، مدت و جهت آن، محل قرارگیری هر یک از الکترودها، اندازه پدهای اسفنجی مورد استفاده، تعداد جلسات (۳۳). با این وجود در مطالعه حاضر، زمان ارائه جریان در هر جلسه ۱۰ دقیقه تعیین شد. در این پژوهش تحریک مستقیم فراجمجمه ای ساخت NEUROSTIM-2 با استفاده از دستگاه دو کاناله شرکت مدینا طب گستر اعمال شد.

یافته‌ها

از تعداد ۱۵ کودکان مبتلا به اوتیسم گروه تحریک جریان الکتریکی فراجمجمه‌ای ۱۱ نفر پسر (۷۳/۳۳ درصد) و ۴ نفر دختر (۲۶/۶۶ درصد) و ۱۵ نفر گروه کنترل ۷ نفر پسر (۴۶/۶۶ درصد) و ۸ نفر دختر (۵۳/۳۳ درصد) بود. میانگین سن کودکان مبتلا به اختلال اوتیسم در گروه آزمایش برابر با ۸/۲۰ و در گروه کنترل برابر با ۸/۷۰ بود. همچنین جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد کارکردهای اجرائی کودکان مبتلا به اختلال اوتیسم را در دو گروه آزمایش و کنترل نشان میدهد.

[20] Continuous Performance Test
[21] Rosold et al

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-07-08]
[DOI: 10.61186/shefa.11.2.20]

پیش فرض‌های تحلیل کوورایانس چند متغیره به این صورت بررسی شد: مقدار آماره شاپیرو- ویلک برای متغیرهای انعطاف‌پذیری شناختی برابر با ۰/۹۶، بازداری پاسخ برابر با ۰/۹۴، حافظه کاری برابر با ۰/۸۸، سازماندهی- برنامه‌ریزی برابر با ۰/۹۵ و توجه پایدار برابر با ۰/۹۱ بود که همه متغیرها سطح معنی‌داری شان بالاتر از ۰/۰۵ است. این بدین معنی است که داده‌ها در جامعه از توزیع طبیعی برخوردارند. همچنین مقدار آماره‌ام. باکس برای کارکردهای اجرائی برابر با ۱۱۷۷/۳۵ و مقدار F بدست آمده برای این آماره ۰/۷۸ می‌باشد. سطح معنی‌داری مقدار F برابر با ۰/۹۱ محاسبه شده که بالاتر از ۰/۰۵ می‌باشد (P<۰/۰۵). بنابراین فرض همگنی ماتریس واریانس- کوواریانس پذیرفته می‌شود. تحلیل آزمون لون واریانس‌ها نشان داد که سطح معنی‌داری مقدار F برای کارکرد اجرائی انعطاف‌پذیری شناختی برابر با ۰/۴۳، بازداری پاسخ برابر با ۰/۸۵، حافظه‌کاری برابر با ۰/۱۲، سازماندهی- برنامه‌ریزی برابر با ۲/۰۱ و توجه پایدار برابر با ۰/۴۵ به دست آمد که سطح معنی‌داری آنها بالاتر از ۰/۰۵ بود (P<۰/۰۵). بنابراین فرض همگنی واریانس‌ها مورد پذیرش قرار گرفت. همچنین مقدار لامبدای ویلکز برابر با ۰/۰۰۱ و مقدار F بدست آمده در این آماره ۱۷۲/۸۲ است. سطح معنی‌داری این مقدار با درجه آزادی ۳ و ۱۲ کمتر از ۰/۰۱ است (P<۰/۰۱). این امر نشان می‌دهد که بین افراد گروه‌های تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای و کنترل حداقل در یکی از مولفه‌های انعطاف‌پذیری شناختی، بازداری پاسخ، حافظه‌کاری، سازماندهی- برنامه‌ریزی و توجه پایدار تفاوت معنی‌دار وجود دارد. جدول شماره ۲ تحلیل کوواریانس چند متغیره اثربخشی تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای را برکارکردهای اجرائی نشان میدهد.

جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد پیش‌آزمون و پس‌آزمون کارکردهای اجرایی گروه تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای و کنترل

متغیرها	مولفه‌ها	گروه‌ها	پیش آزمون		پس آزمون	
			میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد
انعطاف‌پذیری شناختی	خطای درجاماندگی	تحریک جریان فراجمجمه‌ای	۳۹/۸۷	۲/۹۸	۲۶/۲۰	۱/۸۲
		کنترل	۳۹/۵۳	۲/۳۸	۳۹/۴۰	۱/۲۹
	تعداد طبقات تکمیلی	تحریک جریان فراجمجمه‌ای	۱/۶۹	۰/۱۳	۳/۳۳	۰/۳۲
		کنترل	۱/۶۲	۰/۱۵	۱/۷۷	۰/۴۳
	خطای کل	تحریک جریان فراجمجمه‌ای	۵۶/۲۶	۳/۹۷	۴۳/۳۳	۲/۰۵
		کنترل	۵۶/۰۰	۲/۴۲	۵۶/۴۶	۲/۵۵
بازداری پاسخ	تعداد خطا	تحریک جریان فراجمجمه‌ای	۱۱/۶۶	۱/۳۴	۶/۶۶	۱/۱۱
		کنترل	۱۱/۴۶	۱/۴۰	۱۱/۸۰	۱/۴۲
	تعداد صحیح	تحریک جریان فراجمجمه‌ای	۱۸/۲۰	۱/۳۲	۲۴/۵۳	۱/۱۲
		کنترل	۱۷/۲۰	۱/۳۲	۱۷/۴۰	۱/۱۸
	زمان (میلی ثانیه)	تحریک جریان فراجمجمه‌ای	۱۵۴۷/۶۰	۴۹/۱۸	۱۱۹۲/۳۳	۷۴/۵۵
		کنترل	۱۵۳۱/۸۰	۶۵/۴۶	۱۵۳۸/۱۵	۶۶/۱۶
	نمره تداخل	تحریک جریان فراجمجمه‌ای	۳۰/۰۰	۱/۸۸	۲۲/۷۳	۱/۴۳
		کنترل	۲۹/۰۶	۱/۶۲	۳۰/۰۶	۱/۹۰
حافظه کاری	حافظه عددی	تحریک جریان فراجمجمه‌ای	۳/۱۳	۰/۹۹	۵/۴۶	۰/۹۱
		کنترل	۳/۷۹	۰/۹۱	۳/۰۶	۰/۷۰
برنامه‌ریزی-سازماندهی	ترسیم از روی شکل	تحریک جریان فراجمجمه‌ای	۴/۷۳	۱/۰۳	۷/۷۳	۱/۰۹
		کنترل	۵/۲۰	۰/۷۷	۵/۰۰	۰/۷۵
	ترسیم از حفظ	تحریک جریان فراجمجمه‌ای	۲/۹۳	۰/۷۹	۷/۲۶	۱/۲۲
		کنترل	۳/۰۰	۱/۱۳	۲/۹۳	۰/۹۶
توجه پایدار	خطای حذف	تحریک جریان فراجمجمه‌ای	۵/۴۶	۰/۹۱	۲/۳۳	۰/۸۹
		کنترل	۴/۹۳	۰/۷۰	۵/۲۰	۰/۷۷
	جواب صحیح	تحریک جریان فراجمجمه‌ای	۱۰/۸۶	۱/۶۸	۲۰/۶۶	۱/۷۱
		کنترل	۱۲/۲۰	۱/۲۰	۱۱/۴۶	۱/۱۸

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-07-08]
[DOI: 10.61186/shefa.11.2.20]

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد، با فرض کنترل اثرات پیش آزمون، مقدار F به دست آمده برای تفاوت میانگین مولفۀهای (خطای درجاماندگی، تعداد طبقات تکمیلی و خطای کل) یعنی متغیر انعطاف‌پذیری شناختی، میانگین مؤلفه‌های (تعداد خطا، تعداد صحیح، زمان و نمره تداخل) یعنی متغیر بازداری پاسخ، میانگین (حافظه عددی) یعنی حافظه کاری، میانگین مؤلفه‌های (ترسیم از روی تصویر و ترسیم از حفظ) یعنی متغیر سازماندهی- برنامه‌ریزی و همچنین میانگین مؤلفه‌های (خطای حذف و جواب صحیح) یعنی توجه پایدار کمتر از ۰/۰۵ است. این بدان معنا است که روش تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بر میزان انعطاف‌پذیری شناختی، بازداری پاسخ، حافظه کاری، سازماندهی- برنامه‌ریزی و توجه پایدار کودکان مبتلا به طیف اوتیسم تأثیر معنی‌دار دارد (P<۰/۰۵). بنابراین فرض پژوهش یعنی تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بر کارکردهای اجرائی کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم موثر است مورد تایید قرار گرفت. ضرایب اتا نیز بیانگر اثربخشی روش تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بر کارکردهای اجرائی کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم است.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش اثربخشی تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بر کارکردهای اجرائی کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم بود. همانطور که یافته‌ها نشان می‌دهند تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای در تقویت کارکردهای اجرائی کودکان مبتلا به اوتیسم تأثیرگذار بوده است. به طور کلی می‌توان گفت تحریکات مغزی توسط امواج توانسته در تقویت کارکردهای اجرائی کمک کننده باشد. بنابراین یافته‌های پژوهش حاضر از حیث تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بر کارکردهای اجرائی کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم با نتایج پژوهش‌های همسو بوده است و همواره اهمیت اثربخشی تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای را در تقویت کارکردهای اجرائی نشان داده‌اند. در تبیین یافته اثربخشی روش تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بر کارکرد اجرائی انعطاف‌پذیری شناختی کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم می‌توان گفت که تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای باعث کاهش خطای درجاماندگی و خطای کل آزمون کارت ویکسانسین و افزایش تعداد طبقات تکمیلی شده است که در واقع این روش یک تغییر کُند در استراحت پتانسیل سلول‌های تحریک شده ایجاد می‌کند و پردازش اطلاعات را به وسیله قطب‌های نزدیک نورون‌های مغز بهبود می‌بخشد. در تحریک مستقیم، جریان الکتریسیته دارای قطبیت ضعیف و کوتاه را از طریق یک جفت الکترود به قشر منتقل می‌کنند و بر طبق قطبیت مسیر جریان، قابلیت تحریک‌پذیری مغز می‌توانند از طریق تحریک

جدول ۲- نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره اثربخشی جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بر کارکردهای اجرایی کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم

گروه‌ها	متغیرها	مولفه‌های آزمون	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی‌داری	ضریب اتا
گروه تحریک جریان مستقیم جمجمه‌ای و کنترل	انعطاف پذیری شناختی	خطای درجاماندگی	۱۰۱/۵۲	۱	۱۰۱/۵۲	۷۶/۲۰	۰/۰۰۱	۰/۸۴
		تعداد طبقات تکمیلی	۰/۳۴	۱	۰/۳۴	۲/۲۲	۰/۰۰۸	۰/۱۳
		خطای کل	۷۱/۸۷	۱	۷۱/۸۷	۱۳/۶۶	۰/۰۰۲	۰/۴۹
	بازداری پاسخ	تعداد خطا	۲۱/۲۰	۱	۲۱/۲۰	۱۵/۴۳	۰/۰۰۲	۰/۵۲
		تعداد صحیح	۴۲/۴۴	۱	۴۲/۴۴	۳۵/۶۲	۰/۰۰۱	۰/۷۱
		زمان (میلی ثانیه)	۸۰۴۰۷/۱۷	۱	۸۰۴۰۷/۱۷	۱۶/۹۸	۰/۰۰۱	۰/۵۴
		نمره تداخل	۸/۲۴	۱	۸/۲۴	۲/۵۰	۰/۰۲۶	۰/۱۵
	حافظۀ کاری	حافظه عددی	۲/۶۶	۱	۲/۶۶	۴/۰۹	۰/۰۱۳	۰/۲۲
	سازماندهی- برنامه ریزی	ترسیم از روی شکل	۵/۴۰	۱	۵/۴۰	۴/۶۱	۰/۰۵	۰/۲۴
		ترسیم از حفظ	۷/۳۲	۱	۷/۳۲	۶/۶۹	۰/۰۲۲	۰/۳۲
	توجه پایدار	خطای حذف	۰/۳۰	۱	۰/۳۰	۰/۸۲	۰/۰۰۱	۰/۰۵
		جواب صحیح	۳۰/۴۳	۱	۳۰/۴۳	۱۶/۳۸	۰/۰۰۱	۰/۵۳

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-07-08]
[DOI: 10.61186/shefa.11.2.20]

آندی افزایش یابد و یا از طریق تحریک کاتدی، کاهش پیدا کند (۳۴، ۳۳، ۲۵-۲۱). در واقع تحریک الکتریکی مستقیم از روی جمجمه به میزان چشمگیری باعث افزایش حافظهٔ کاری و انعطاف‌پذیری شناختی کودکان مبتلا به اوتیسم می‌شود (۳۵). از دیگر عوامل قابل اشاره در تأثیر این درمان در ارتقاء انعطاف‌پذیری شناختی کودکان مبتلا به اوتیسم میتوان به بحث ماندگاری تأثیر این درمان در شدت تحریک اشاره نمود که اکثریت بررسی‌ها شدت تحریک را عامل مهمی در ایجاد پتانسیل درازمدت مغزی و بهبود انعطاف‌پذیری شناختی می‌دانند (۳۶). همچنین می‌توان گفت که ارائه تحریک مستقیم با تغییر تحریک‌پذیری نورون‌ها و جابجایی پتانسیل غشای نورون‌های سطحی در جهت دپولاریزاسیون یا هایپرپولاریزاسیون، باعث شلیک بیشتر یا کمتر سلول‌های مغز می‌شود و این به تناسب عملکرد سلول‌های عصبی زمینه انتقال سریع‌تر پیامهای عصبی می‌شود که این فرایند زمینه انعطاف‌پذیری شناختی بیشتر کودکان دارای طیف اختلالات اوتیسم را به همراه خواهد داشت (۳۵). در واقع تبیین این نتیجه را می‌توان براساس این اصل بنیادی درمان تحریک مغز از روی جمجمه با جریان مستقیم الکتریکی تصور نمود که به نوعی تغییراتی در تحریک‌پذیری کرتکس ایجاد می‌کند. براین اساس تحریک آنودال منجر به افزایش تحریک‌پذیری و کاتودال منجر به کاهش تحریک‌پذیری در مغز می‌شود. همچنین مطالعات عصب داروشناسی نشان می‌دهد که اثرات فوری این نوع تحریک به دلیل تغییرات در پتانسیل غشا سلول در سطح زیر آستان‌های است که زمینه تغییرات شناختی را فراهم میکند (۳۷). در واقع اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز و افزایش تحریک‌پذیری سطحی در کورتکس پیش‌پیشانی موجب کاهش انتقال دهنده عصبی گابا و نیز افزایش دوپامین در قسمت مغزی مرتبط با توجه منطقه قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی سمت چپ در کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم شده است.

در مورد اثربخشی تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بر حافظه‌کاری، برنامه ریزی سازماندهی و توجه پایدار نسبت به گروه کنترل نتایج مطالعه کروزگونزالس و همکاران نیز در راستای نتیجه مطالعه حاضر بود که با بررسی تأثیر تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بر کارکردهای اجرائی نشان دادند، مداخله از نظر عملکرد و مدت اجرا، تأثیر معنی‌داری بر تداوم توجه و توانایی برنامه‌ریزی- سازماندهی و حافظه‌کاری داشت (۳۸). در تبیین این یافته می توان گفت که تحریک آندی در هر دو لوب DLPFC آزمودنی‌ها با دپولاریزه شدن نورون‌ها همراه است و موجب کاهش استراحت نورونی و در نهایت تحریک پذیری بیشتر نورون‌های این ناحیه شده است. از سوی دیگر، افزایش تحریک پذیری نورون‌های ناحیه از قشر سبب رهاسازی هر چه بیشتر عصب رسانه‌های این بخش می‌شود. بدین ترتیب عصب رسانه‌ها زمان بیشتری در فضای بین سیناپسی باقی می‌مانند و آثار طولانی مدت بر بهبود حافظه کاری خواهند داشت. محل حافظه کاری عمدتاً قشر پیشانی چپ است، اما مختل شدن شدید حافظه‌کاری مستلزم وجود ضایعه‌های دوطرفه در قشر پیش‌پیشانی است. اثر تحریک جریان فراجمجمه‌ای روی قشر پیشانی چپ می تواند عملکرد حافظه کاری کودکان مبتلا به اوتیسم را تعدیل کند (۳۹). همچنین می‌توان اشاره نمود که قشر پیش‌پیشانی، فرآیند تصمیم‌گیری را تنظیم و تعدیل می‌کنند. یعنی می‌توانند در فرایند انتخاب و توجه بر اطلاعات نقش داشته باشد. یافته دیگر این پژوهش اثربخشی تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بر کاهش خطای حذف و افزایش تعداد جواب صحیح آزمون عملکرد پیوسته بود که در کل باعث افزایش توجه پایدار شده است. می‌توان گفت که تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای آندی موجب تقویت کوتاه مدت افزایش تحریک قشر پیش‌پیشانی چپ و تعدیل گیرنده NMDA می‌شود؛ بنابراین تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای آندی در قشر حرکتی کودکان سبب افزایش تحریک‌پذیری قشری طولانی مدت می‌شود که احتمالاً به وسیله دپلاریزه پتانسیل غشاء صورت میگیرد. از طرفی مطالعات بالینی نشان میدهند که قشر پیش‌پیشانی محل کنترل توجه است. پس دستکاری این منطقه می‌تواند منجر به تحریک و فعالیت بیشتر و در نتیجه بهبود عملکرد تصمیم‌گیری و توجه،که از پایه‌های اصلی پردازش اطلاعات هستند است که این فرآیند زمینه سرعت پردازش بیشتر اطلاعات را تحت تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز منجر می‌شود (۴۰). همچنین در تبیینی دیگر می‌توان گفت تحریک شدن برخی دیگر از نواحی مغز می‌تواند با تحریک ناحیه قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی چپ در ارتباط باشد، به طوری که باعث بهبود مهارت‌های برنامه‌ریزی- سازماندهی، توجه پایدار و بهبود حافظه کاری کودکان شود که هر کدام از این موارد با تقویت حافظه مرتبط هستند (۴۱). در واقع تحریک مستقیم فراجمجمه‌ای مغز می‌توانند مستقیماً بر لوب پیشانی (پیشانی) تأثیر گذارد و از این طریق نیز می‌توانند زمینه بهبود کارکردهای اجرائی مغز را فراهم نماید؛ از این طریق این مداخله درمانی می‌توانند سرعت و زمان انجام فرآیندها و کارکردهای شناختی و اجرائی مانند پردازش شناختی را تقویت نماید (۴۲). یافته دیگر در مورد تاثیر تحریک مستقیم فراجمجمه‌ای بر بازداری پاسخ نشان داد که این روش با کاهش خطا و زمان واکنش و نمره تداخل باعث تقویت بازداری پاسخ در کودکان مبتلا به اوتیسم شده است. در مورد تاثیر تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای بر بازداری پاسخ کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم می‌توان گفت

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-07-08]
[DOI: 10.61186/shefa.11.2.20]

کـه انعطاف‌ناپذیـری سـلول‌های عصبـی نتیجـه اختـلال در ژنـی اسـت وظیفـه توسـعه رشـد ارتباطـات سیناپسـی را دارد کـه ایـن انعطاف‌ناپذیـری سـلول‌های عصبـی می‌توانـد از طریـق مکانیـزم تحریـک الکتریکـی مغـز تغییـر کنـد و ایـن تغییـرات در انتقـال سیناپسـی باعـث بهبـود عملکـرد بـازداری پاسـخ در افـراد مبتـلا بـه اوتیسـم می‌شـود (۴۳). بـا توجـه به اینکـه ناحیـه پیش‌پیشـانی مغـز مسـئول کارکردهـای عالـی مغـز از جملـه بـازداری پاسـخ می‌باشـند، تحریـک الکتریکـی می‌توانـد باعـث تغییـر عملکـرد در ایـن ناحیـه کـه بـه علـت پتانسـیل سـاکن غشـا بـه دپلاریزشـدن یـا هایپـر پلاریـزه شـدن اسـت گـردد. زمانـی کـه تحریـک آنـد ارسـال می‌شـود جریـان الکتریکـی باعـث دپلاریزاسـیون غشـا شـده و تحریـک پذیـری نـورون را افزایـش داده و وقتـی تحریـک منفـی ارسـال می‌شـود، جریـان باعـث هایپرپلاریـزه شـدن پتانسـیل غشـا می‌شـود کـه در نتیجـه ایـن تغییـرات تحریک‌پذیـری نـورون باعـث کاهـش یـا افزایـش شـلیک سـلولی و بـه تبـع آن بـازداری پاسـخ بیشـتر در کـودک مبتـلا بـه اوتیسـم می‌گـردد (۴۳). ایـن مطالعـه، ماننـد هـر مطالعـه‌ای بـا محدودیت‌هایـی مواجـه شـد، ماننـد اینکـه اجـرای مرحلـه پیگیـری پژوهـش بـه دلیـل محدودیت‌هـای زمانـی بـر روی آزمودنی‌هـا و همچنیـن امـکان اجـرای آزمون‌هـا بـر روی نمونـه بزرگ‌تـر امکان‌پذیـر نبـود. از آنجایـی کـه درمان‌هـای مبتنـی بـر تحریـک الکتریکـی مسـتقیم فراجمجمـه‌ای مطالعـات گـران قیمتـی هسـتند، لـذا پیشـنهاد می‌شـود کـه پژوهـش در هـر گـروه بـر روی تعـداد بیشـتری از کـودکان مبتـلا بـه طیـف اختـلالات اوتیسـم انجـام شـود تا در تعمیـم نتایـج دقیق‌تـر عمـل شـود و همچنیـن پیشـنهاد می‌شـود کـه مطالعـه بـر روی دامنه‌هـای سـنی سـایر کـودکان مبتـلا بـه طیـف اختـلالات اوتیسـم انجـام شـود.

سپاسگزاری

بدیـن وسـیله از مدیـران، مسـئولین، درمانگـران مراکـز و کلینیک‌هـای درمانـی شهرسـتان‌های شـاهین‌دژ و بـوکان و کلیـهٔ شـرکت‌کنندگانی کـه در ایـن پژوهـش مـا را یـاری نمودنـد مراتـب قدردانـی و تشـکر را داریـم.

منابع

1. American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th edn). American Psychiatric Publishing Inc, Washington DC, USA, 2013.

2. Wagner RE, Zhang Y, Gray T, Abbacchi A, Cormier D, Todorov A.Autism-related variation in reciprocal social behavior: a longitudinal study. Child Dev, 2018; 4(3): 441-51.

3. Caruana N, Stieglitz Ham H, Brock J, Woolgar A, Kloth N, Palermo R, et al.Joint attention difficulties in autistic adults: an interactive eye-tracking study.Autism, 2017; 22(4): 502-12.

4. Olde Dubbelink LME, Geurts HM.Planning skills in autism spectrum disorder across the lifespan: a meta-analysis and meta-regression.J Autism Dev Disord, 2017; 47(4): 1148-65.

5. Centre for Disease Control and Prevention. Identified prevalence of autism spectrum disorder: ADDM network 2000-2010, combining data from all site, 2018. [http://www.cdc.gov/ncbddd/autism/data.html].

6. Samadi SA, McConkey R. Screening for autism in Iranian preschoolers: Contrasting M-CHAT and a scale developed in Iran. J Autism Dev Disord, 2015; 45(9): 2908-16.

7. Moradi H, Sohrabi M, Taheri H, Khodashenas E, Movahedi A. The effects of different combinations of perceptual-motor exercises, music, and vitamin D supplementation on the nerve growth factor in children with high-functioning autism. Complement Ther Clin Pract, 2018; 31: 139-45. [In Persian].

8. Chen G, Zhu Z, He Q, Fang F. Offline transcranial direct current stimulation improves the ability to perceive crowded targets. Journal of Vision,2021; 21(2): 1-10.

9. Rabinovici GD, Stephens ML, Possin KL. Executive dysfunction. Continuum Minneapolis, Minn, 2015; 21(3), 646-659.

10.DijkhuisRR,ZiermansTB,VanRijnS,StaalWG,SwaabH. Self-regulation and quality of life in high functioning young adults with autism. Autism, 2017; 21(7): 896-906.

11. Just MA, Cherkassky VL, Keller TA, Kana RK, Minshew NJ. Functional and anatomical cortical underconnectivity in autism: evidence from an fMRI study of anexecutive function task and corpus callosum morphometry. Cerebral Cortex, 2007; 17(2): 951-61.

12. Leung RC, Zakzanis KK. Brief report: Cognitive flexibility in autism spectrum disorders: A quantitative review. J Autism Dev Disord, 2014; 44(10): 2628-45.

13. Brunoni AR, Palm U. Transcranial Direct Current Stimulation in Psychiatry: Mood Disorders, Schizophrenia and Other Psychiatric Diseases. In Practical Guide to Transcranial Direct Current Stimulation, 2019: 431-471.

14. Liu A, Vöröslakos M, Kronberg G, Henin S, Krause MR, Huang Y, Buzsáki, G. Immediate neurophysiological effects of transcranial electrical stimulation. Nature Communications, 2018; 9 (1): 1-12.

15. Antal I, Alekseichuk M, Bikson et al. “Low intensity transcranial electric stimulation: safety, ethical, legal regulatory and application guidelines,” Clinical Neurophysiology, 2017; 128(9): 1774-1809.

16. Nelson RA, McKinley EJ, Golob JS. Warm R.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-07-08]

[DOI: 10.61186/shefa.11.2.20]

"Enhancing vigilance in operators with prefrontal cortex transcranial direct current stimulation (tDCS)." NeuroImage, 2014; 85(3): 909-917.

17. Finisguerra A, Borgatti R, Urgesi C. "Non-invasive brain stimulation for the rehabilitation of children and adolescents with neurodevelopmental disorders: a systematic review." Frontiers in Psychology, 2019; 10(8): 135-146.

18. Liu L, Chen Y, Tu. "Different exercise modalities relieve pain syndrome in patients with knee osteoarthritis and modulate the dorsolateral prefrontal cortex: a multiple mode MRI study," Brain Behav Immun, 2019; 82(14): 253-63.

19. Hossein Panahi A, Zazhani M. The effect of direct electrical stimulation of the brain cortex on neuro-psychological indicators related to social skills in children with autism. Cognitive Psychology Quarterly, 2019; 8(1): 95-106. [In Persian].

20. Amini M, Ghazanfarian S, Bairami M. Comparing the effectiveness of different transcranial direct electrical stimulation protocols along with cognitive exercises in improving response inhibition in normal people, Journal of Cognitive Psychology and Psychiatry, 2018; 6(3): 1-14. [In Persian].

21. Hossein Panahi A, Zimzhani M. The effect of direct electrical stimulation of the brain cortex on neuro-psychological indicators related to social skills in children with autism. Cognitive Psychology Quarterly, 2019; 8(1): 95-106. [In Persian].

22. Schneider HD, Hopp J.P. The use of the Bilingual Aphasia Test for assessment and transcranial direct current stimulation to modulate language acquisition in minimally verbal children with autism. Clin. Linguist. Phon. 2011; 25(4) :640-54.

23. Stephanie H, Ameisa DM, Blumberger PE. Treatment of Executive Function Deficits in autism spectrum disorder with repetitive transcranial magnetic stimulation, Brain Stimulation, 2020; 13(3): 539-547.

24. Jiujun Qiu, Xuejun Kong, Jihan Li, Jie Yang, Yiting Huang, Minshi Huang, Binbin Sun, Jiayi Su, Helen Chen, Guobin Wan and Jian Kong. (2021). Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) over the Left Dorsal Lateral Prefrontal Cortex in Children with Autism Spectrum Disorder (ASD), Hindawi Neural Plasticity, 2021; 66(7): 662-80.

25. Baruth JM, Casanova MF, El-Baz A, Horrell T, Mathai G, Sears L, Sokhadze E. Low-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) Modulates Evoked-Gamma Frequency Oscillations in Autism Spectrum Disorder (ASD). Journal of neurotherapy, 2010; 14(3): 179-94.

26. Ahmadi J, Safari T, Hamtian M, Khalili Z. The effectiveness of applied behavior analysis method on autism symptoms. Behavioral Science Research, 2011; 10(4), 292-300. [In Persian].

27. Yazdi-Ravandii S, Shamsaei F, Matinnia N, Shams J, Moghimbeigi A, Ghaleiha A Et al. Cognitive Process in Patients with Obsessive-Compulsive Disorder: A Cross- Sectional Analytic Study. BCN, 2018; 9(6): 448-57. [In Persian].

28. Mashhadi A, Rasulzadeh Tabatabai K, Azadfalah P, Soltanifar A. (2017). Comparison of response inhibition and interference control in children with attention deficit/ hyperactivity disorder and normal children. Journal of Clinical Psychology, 2017; 1(2): 37-50. [In Persian].

29. Shahim S. The Revised Wechsler Intelligence Scale for Children, Agenda and Norms, Shiraz University Publications, 2008. [In Persian].

30. Bahrami H. Psychological tests (theoretical basics and practical techniques). Tehran: Allameh Tabatabai University Press, 1390. [In Persian].

31. Panahi A. Normative test of pictures on Andre Ray's A dirham (card of middle school male students in Tehran. Unpublished master's thesis, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Islamic Azad University, Roudhan branch, 2004; 3. [In Persian].

32. Hadian Fard H, Najarian B, Shekarkan H, Mehrabizadeh M. Comparing the effectiveness of three psychotherapy methods in reducing attention deficit hyperactivity disorder in third and fourth grade primary school boys in Shiraz, Journal of Educational Sciences and Psychology, 2000, 7(3): 54-29. [In Persian].

33. Fregni, F., Boggio, PS., Nitsche, M., Bermpohl, F., Antal, A., Feredoes, E., et al. Anodal transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex enhances working memory. Experimental Brain Research, 2005; 166(1): 23-30.

34. Ruhol Amini SH, Soleimani M, Waqif L. Effectiveness of transcranial direct electrical stimulation of the brain on selective attention and flexibility of students with specific learning disorder, Learning Disabilities, 2017; 8(1): 23-41. [In Persian].

35. Bayat Mokhtari L, Aghayousfi A, Zare H, Nejati W. The effect of direct electrical stimulation of the brain from the skull and phonological awareness training on improving the performance of the auditory aspect of working memory in dyslexic children. Exceptional Children Quarterly, 2016; 17(4): 37-48. [In Persian].

36. Blazer DG, Kessler RC, McGonagle KA, Swartz MS. The prevalence and distribution of major depression in a national community sample: The national comorbidity survey. The American Journal of Psychiatry, 1994; 151(7): 979-86.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-07-08]

[DOI: 10.61186/shefa.11.2.20]

37. McClintock SM, Husain MM, Wisniewski SR, Nierenberg AA, Stewart JW, Trivedi MH, et al. Residual symptoms in depressed patients who respond by 50% but do not 5-remit to antidepressant medication. Journal of clinical psychopharmacology, 2011; 31(2): 180-6.

38. Cruz Gonzalez P, Fong KN, Brown T. The Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on the Cognitive Functions in Older Adults with Mild Cognitive Impairment: A Pilot Study. Behavioral and Cognitive Changes in Neurodegenerative Diseases and Brain Injury, 2018; 3(5): 59-71.

39. 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 Stimulation.2011; 4(2): 84-89.

40. Heeren A, De Raedt R, Koster EW, Philippot P. The (neuro) mechanisms behind attention bias modification in anxiety: proposals based on theoretical accounts of attentional bias, Frontiers in human neuroscience, 2013;7(119): 1-6.

41. Javadi AH, Cheng P. Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS) Enhances Reconsolidation of Long-Term Memory. Brain Stimulation, 2013; 6(4): 668 -674.

42. Dell'Osso B, Zanoni S, Ferrucci R, Vergari M, Castellano F, D'Urso N, et al. Transcranial direct current stimulation for the outpatient treatment of poor responder depressed patients. European Psychiatry, 2012; 27(7): 513-7.

43. Sokhadze EM, El-Baz AS, Tasman A, Sears LL, Wang Y, Lamina EV, Casanova MF. Neuromodulator integrating rTMS and neurofeedback for the treatment of autism spectrum disorder: an exploratory study. Appl Psychophysiology Biofeedback. 2014; 39(3-4): 237-57.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-07-08]

[DOI: 10.61186/shefa.11.2.20]