

The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Perceptual Visual Coordination in Students with Learning Disabilities

Mohammad Hossini¹, M.A., Homayoon Haroon Rashidi², Ph.D

Received: 26 . 8 . 2020 Revised: 16 . 5 . 2023
Accepted: 28 . 11 . 2023

Abstract

Objective: The purpose of this study was to the effectiveness of transcranial direct current stimulation (tDCS) on perceptual visual coordination in students with learning disabilities. **Method:** It was a quasi-experimental study with pretest, posttest and control group design. The statistical population of the study included all students with learning disabilities in Dezful in 2020. The sample size consisted of 30 students with learning disabilities who were selected by available sampling method and according to the inclusion and exclusion criteria. The experimental group received ten sessions of ten minutes per week. The applied questionnaires in the study included Visual Critical Scale of the Bender-Gastalt. Data were analyzed using univariate analysis of SPSS version 22 software. **Findings:** The results showed that transcranial direct current stimulation on perceptual visual coordination in the learning disabilities ($p < 0/001$). **Conclusion:** According to the findings of the present study, transcranial direct current stimulation can be suggested as an efficient method in order to reduction perceptual visual coordination in the learning disabilities.

Keyword: *Bander Gestalt visual perception test, learning disorder, direct electrical stimulation of the brain, learning disability.*

1. **Corresponding author** Lecturer, Department of Psychology, PhD student, Allameh Tabatabai University, Tehran, Iran
Email: hosseinim31@gmail.com
2. Assistant Professor Department of Psychology, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran

اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر هماهنگی ادراکی دیداری کودکان با نارسایی یادگیری

محمد حسینی^۱ و همایون هارون رشیدی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۵
تجدید نظر: ۱۴۰۲/۲/۲۶
پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۹/۷

چکیده

هدف: پژوهش حاضر با هدف تعیین اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر هماهنگی ادراکی دیداری کودکان با نارسایی یادگیری انجام شد. **روش:** روش پژوهش نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری پژوهش تمام کودکان با نارسایی یادگیری شهر دزفول در سال ۱۳۹۸ بودند. حجم نمونه پژوهش شامل ۳۰ نفر کودک با نارسایی یادگیری بود که با روش نمونه‌گیری دردسترس و با توجه به ملاک‌های ورود و خروج مطالعه انتخاب شدند. گروه آزمایش مداخله آموزشی را ۱۰ جلسه ۱۰ دقیقه‌ای دریافت کردند. مقیاس استفاده‌شده در این پژوهش شامل مقیاس ادراکی دیداری بندرگشتالت بود. داده‌ها با تحلیل کوواریانس تک‌متغیره، با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ تجزیه و تحلیل شدند. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که بین گروه‌های آزمایش و کنترل از هماهنگی ادراکی دیداری تفاوت معناداری وجود داشت ($p < 0/001$). به عبارت دیگر تحریک الکتریکی مستقیم مغز باعث افزایش هماهنگی ادراکی دیداری کودکان با نارسایی یادگیری شد. **نتیجه‌گیری:** منطبق با یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان مداخله تحریک الکتریکی مستقیم مغز را به‌عنوان یک روش کارا برای هماهنگی ادراکی دیداری کودکان با نارسایی یادگیری پیشنهاد داد.

واژه‌های کلیدی: *آزمون ادراکی دیداری بندرگشتالت، اختلال یادگیری، تحریک الکتریکی مستقیم مغز، نارسایی یادگیری.*

۱. نویسنده مسئول: مدرس گروه روان‌شناسی، دانشجوی دکتری دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران
۲. استادیار، گروه روان‌شناسی، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران

مقدمه

کودکان با نارسایی یادگیری^۱ گروهی از کودکان هستند که ظاهری طبیعی و هوشبهری به هنجار و گاه بالاتر دارند. براساس راهنمای تجدید نظرشده تشخیصی و آماری اختلال‌های روانی^۲ (انجمن روان‌پزشکی آمریکا، ۱۳۹۵)، حدود ۲ تا ۱۰ درصد از کودکان مبتلا به این نارسایی هستند و به‌طور معمول تعداد پسرها سه برابر دخترها است. نارسایی یادگیری را چنین تعریف کردند: نارسایی یادگیری به معنای اختلال در یک یا چند فرایند روان‌شناختی پایه است که در فهم یا کاربرد دست‌اندرکارند و ممکن است به‌صورت نارسایی در گوش‌دادن، فکرکردن، خواندن، صحبت‌کردن، نوشتن، هجی‌کردن^۳ و یا انجام محاسبه‌های ریاضی آشکار شود. معلولیت‌های ادراکی، آسیب مغزی، بدکنشی جزئی مغز^۴، افزایش تحولی^۵ از جمله شرایطی هستند که در این تعریف گنجانده می‌شوند. اما کودکانی که در اثر معلولیت بینایی، شنیداری، حرکتی، کم‌توانی ذهنی، اختلال‌های هیجانی یا محرومیت‌های محیطی، فرهنگی و یا اقتصادی به نارسایی یادگیری مبتلا هستند، در حوزه این تعریف قرار نمی‌گیرند (اسیوند، ۱۳۹۶).

نارسایی یادگیری، وضعیتی در مغز است که باعث مشکلاتی در درک یا پردازش اطلاعات می‌شود و از چندین عامل مختلف نشأت می‌گیرد درحالی‌که نارسایی یادگیری و اختلال یادگیری اغلب به جای یکدیگر استفاده می‌شوند، از جهت‌های مختلفی متفاوت هستند (آرو^۶ و همکاران، ۲۰۲۴). اختلال به مشکلات مهم یادگیری در یک حوزه تحصیلی اشاره دارد. از سوی دیگر، نارسایی یادگیری یک تشخیص بالینی رسمی است که به موجب آن فرد معیارهای خاصی را براساس با تشخیص یک متخصص (مانند روانشناس، روانپزشک، آسیب‌شناس گفتار-زبان یا متخصص اطفال) برآورده می‌کند و تفاوت در درجه، فراوانی و شدت علائم و مشکلات گزارش شده است.

بنابراین نباید این دو را با هم اشتباه گرفت (کاسالی^۷ و همکاران، ۲۰۲۴).

ضعف در هماهنگی ادراکی دیداری^۸، یکی از مهم‌ترین علل نارسایی یادگیری محسوب می‌شود. هماهنگی ادراکی دیداری در نوشتن، خواندن و ریاضی از جایگاه بسیار بالایی برخوردار است. این دسته از مهارت‌ها در ارتباط با توانایی یکپارچه‌کردن مهارت‌های پردازش اطلاعات دیداری با حرکت ظریف یا به عبارتی هماهنگی چشم و دست می‌باشند. کودکانی که در این جنبه‌ها دچار نقایصی می‌باشند، احتمال ابتلا به مشکلات یادگیری در آنها بسیار زیاد است (کلایرسون و میزلز^۹، ۲۰۰۳). به باور بسیاری از پژوهشگران بین نقایص دیداری- حرکتی و مشکلات تحصیلی (کیسبولت و کلومبو^{۱۰}، ۲۰۰۲) و سلامت روانی کودکان مبتلا به این نارسایی رابطه مستقیمی وجود دارد (جونگمنز^{۱۱}، ۲۰۰۳). در این میان بسیاری از کودکان مبتلا به اختلال یادگیری علاوه بر این که از مشکلاتی در ابعاد فیزیولوژیک، ابعاد شناختی و فراشناختی رنج می‌برند، در زمینه مهارت‌های ادراکی دیداری نیز دچار مشکلاتی می‌باشند و این مشکلات خود عامل بسیاری از مشکلات عاطفی، شخصیتی، هیجانی، رفتاری و اجتماعی می‌باشد (کیسبولت و کلومبو، ۲۰۰۳). نیدهام (۲۰۰۲)؛ به نقل از کلایرسون و میزلز، ۲۰۰۳) در پژوهش خود در زمینه پیش‌بینی‌کننده‌های تحول شناختی دریافت که کشف حرکتی محیط و نیز مهارت‌های هوشی و ادراکی دیداری از جمله پیش‌بینی‌کننده‌های تحول شناختی محسوب می‌شوند (کلایرسون و میزلز، ۲۰۰۳). بکمان و بکمان (۱۹۸۰)؛ به نقل از باناشووسکی^{۱۲}، ۲۰۰۱) بیان می‌کنند که آموزش ادراکی دیداری علاوه بر افزایش کفایت تحصیلی دانش‌آموزان، به آنها در رفع مشکلات رفتاری و هیجانی خودیاری می‌رساند. بررسی تحول و شناخت روند تحول مهارت‌های ادراکی دیداری برای مداخله بهنگام و رفع نقایص، امری شایان توجه تلقی می‌شود، زیرا بسیاری از

تحریک‌پذیری نوروها و جابه‌جایی پتانسیل غشای نوروهای سطحی در جهت دپولاریزاسیون یا هایپرپولاریزاسیون، موجب شلیک بیشتر یا کمتر سلول‌های مغز می‌شود. کانون تحریک الکتریکی الکتریکی مستقیم مغز از روی مجموعه تا اندازه‌ای محدود است، اما تأثیرات عملکردی آن به‌طور مستقیم در ناحیه محدود به زیرالکترودها ظاهر می‌شود. در پژوهشی که اشنايدر^{۱۹} و همکارانش (۲۰۱۰) انجام دادند، نشان داده شد که تحریک الکتریکی مستقیم مغز در ناحیه کرتکس پیش‌پیشانی خلفی جانبی^{۲۰} می‌تواند سبب بهبودی فراگیری زبان شود. همچنین این تحریک در مناطق مغز می‌تواند عملکردهای شناختی و پاسخ‌های زبانی را بهبود دهد. نتایج پژوهش نیکجو و همکاران (۱۴۰۱) نشان داد که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای بر پرخاشگری و تکانشگری کودکان با اختلال یادگیری خاص در گروه آزمایش معنادار بود. همچنین یافته‌های سلیمانی و کاظمی منیر (۱۳۹۹) نشان داد که مداخله TDCS بر افزایش انعطاف‌پذیری شناختی و سرعت پردازش کودکان با نارسایی توجه/فزون‌کنشی (ADHD) اثربخش بود. پژوهش بیات‌مختاری، آقاییوسفی، زارع و نجاتی (۱۳۹۶) نشان داد تحریک آندی تأثیر معناداری در بهبود عملکرد فرد در بعد شنیداری- کلامی حافظه‌کاری نسبت به گروه تحریک ساختگی دارد. این مطالعه نشان داد که تحریک آندی سبب افزایش عملکرد فرد در تکلیف مربوط به حافظه‌کاری شنیداری و بهبود آن شده است. همچنین خانی‌پور (۱۳۹۵) به بررسی تعیین اثربخشی درمان مبتنی بر تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر علائم افسردگی و توجه متمرکز افراد دارای علائم افسردگی پرداخت. نتایج حاصل نشان می‌دهد که میان دو گروه آزمایش و کنترل از لحاظ علائم افسردگی تفاوت معناداری وجود داشته است؛ یعنی علائم افسردگی در گروه آزمایش نسبت به پیش‌آزمون و گروه کنترل به‌طور معنادار کاهش پیدا

مشکلات مربوط به نارسایی یادگیری را می‌توان به نقایص ادراکی دیداری نسبت داد (کیسبولت و کلومبو، ۲۰۰۳). علاوه بر این، شناخت نقاط قوت و ضعف کودکان در زمینه ادراکی دیداری گامی مؤثر برای آسانی آموزش به افراد با نارسایی یادگیری به‌منظور افزایش استقلال، خودکفایتی، ارتباط اجتماعی و مهارت‌های خودمراقبتی است (بارنهارت^{۱۳}، ۲۰۰۳). پژوهشگران مختلف نقش سنجش روند تحول مهارت‌های ادراکی دیداری در کودکان با نارسایی یادگیری را اساس بسیاری از مداخله‌های مناسب و کنترل پیامدهای منفی ناشی از ضعف مهارت‌های ادراکی دیداری می‌دانند (هامیلتون^{۱۴}، ۲۰۰۲).

یافتن رویکردهای نوین برای بهبود هماهنگی ادراکی دیداری و کارکردهای اجرایی بسیار مهم است. در سال‌های گذشته پژوهش درباره کارآمدی روش‌های غیرتهاجمی تحریک مغز افزایش پیدا کرده است. تحریک الکتریکی مستقیم مغز^{۱۵} (tDCS) یک روش غیرتهاجمی، کم‌هزینه، ایمن و بدون درد است و از آن در بررسی بسیاری از جنبه‌های شناخت آزمودنی‌ها استفاده شده است (جاکوبسن^{۱۶} و همکاران، ۲۰۱۲). تحریک الکتریکی مستقیم مغز شکلی از تعدیل عصبی است که از جریان مستقیم ثابت و کم که از راه الکترودهای روی سر ارسال می‌شود، استفاده می‌کند. تحریک الکتریکی مستقیم مغز در آغاز برای کمک به بیماران مبتلا به آسیب‌های مغزی یا شرایط عصبی روانی مانند اختلال افسردگی اساسی ساخته شد (بوریونی^{۱۷} و همکاران، ۲۰۲۴). می‌توان تحریک الکتریکی مستقیم مغز را با تحریک الکتروتراپی مجموعه که بیشتر از جریان متناوب به همان روش استفاده می‌کند و همچنین تحریک مغناطیسی ترانس کرانیال، مقایسه کرد (میرون^{۱۸} و همکاران، ۲۰۲۴).

تحریک الکتریکی مستقیم مغز شامل استفاده از تحریک ولتاژ پایین (حداکثر ۲ میلی‌آمپر) از راه الکترودهای متصل بر پوست سر، با تغییر

توجه به مطالب بالا، فرضیه پژوهش به صورت زیر تدوین شد: تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر هماهنگی ادراکی دیداری کودکان با نارسایی یادگیری اثربخش است.

روش

در این پژوهش از روش پژوهش نیمه‌آزمایشی از نوع پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل استفاده شد. جامعه پژوهش حاضر شامل تمامی دانش‌آموزان با نارسایی یادگیری شهر دزفول در سال ۱۳۹۸ بود. تعداد کل جامعه برابر با ۱۳۴ دانش‌آموز بود. نمونه پژوهش براساس نمونه‌گیری در دسترس از بین دانش‌آموزان با نارسایی یادگیری انتخاب شد. براین اساس به صورت تصادفی، ۱۵ نفر در گروه آزمایش و ۱۵ نفر در گروه کنترل قرار گرفتند. در این روش هر یک از عناصر جامعه آماری مورد نظر برای انتخاب شدن، شانس مساوی دارند. در این روش، افراد یا اشیای مورد نیاز از فهرست جامعه آماری که به همین منظور شماره‌گذاری و تهیه شده است، به صورت تصادفی انتخاب می‌شوند. براساس قانون احتمال، افراد انتخاب شده باید ویژگی‌هایی همانند جامعه‌ای داشته باشند که از آن انتخاب شده‌اند. رضایت خود و خانواده‌شان به شرکت و حضور کامل در جلسه‌ها از معیارهای ورود و غیبت در یک جلسه از آموزش و ابتلا به بیماری‌های سیستم عصبی، معلولیت جسمی/ حرکتی و یا مصرف داروهای اعصاب، ملاک خروج آزمودنی در پژوهش بود. برای تجزیه و تحلیل داده از تحلیل کواریانس یک‌متغیره (آنکوا) استفاده شده است.

ابزار

آزمون ادراک دیداری- حرکتی بندرگشتالت^{۲۱}
از جمله کاربرد عمده این آزمون در روان‌شناسی بالینی کودک تشخیص صدمه مغزی، تشخیص نارسایی یادگیری، بررسی کم‌توانی ذهنی، ارزیابی مسائل عاطفی و پیش‌بینی پیشرفت تحصیلی می‌باشد. از این آزمون برای آزمایش هوش کودکان

کرده است. اما میان دو گروه آزمایش و کنترل از لحاظ توجه متمرکز تفاوت معناداری وجود نداشته است. در پژوهشی دیگر، سلطانی‌نژاد، نجاتی و اختیاری (۱۳۹۳) نشان دادند که تحریک الکتریکی آندی قشر پیشانی خلفی جانبی چپ با جریان ۱/۵ میلی‌آمپر و در مدت ۱۵ دقیقه، موجب افزایش دقت در گروه آزمایش نسبت به کنترل شد. همچنین پژوهش نودری، نجاتی و میرزاییان (۱۳۹۸) نشان داد که تحریک الکتریکی مغز موجب بهبود زمینه‌های شناختی، علایم افسردگی و کارکردهای اجرایی می‌شود.

با توجه به اهمیت نارسایی یادگیری و گسترش روزافزون آن، ضرورت ایجاد می‌کند که با استفاده از درمان‌های جدید به منظور مداخله با آن و ارتقای بهداشت روان در جامعه در راستای درمان مشکلات کودکان با نارسایی یادگیری با روش‌های درمانی جدیدی همچون تحریک الکتریکی مستقیم مغز که از هزینه‌های پایین‌تری نیز برخوردار می‌باشند، گامی نو برداشت. به این ترتیب پژوهش در این راستا، مهم و ضروری تلقی می‌شود و نتایج آن را می‌توان در اختیار درمانگران قرار داد تا بهترین درمان را برای کاهش مشکلات کودکان با نارسایی یادگیری به کار ببرند. از سوی دیگر، انجام پژوهش‌های معدود در این زمینه و وجود نداشتن پژوهش در مورد اثربخشی این روش بر هماهنگی ادراکی دیداری دانش‌آموزان با نارسایی یادگیری، استفاده از نتایج این پژوهش در محیط‌های درمانی، مشاوره و فراهم‌سازی زمینه‌ای برای پژوهش‌های بعدی از جمله موردهایی است که بر ضرورت انجام و بدیع‌بودن این پژوهش می‌افزاید. همچنین به دلیل نقش هماهنگی ادراکی دیداری در فرایند تحصیل و نیز موفقیت در زندگی روزمره و آتی، انجام این پژوهش لازم و ضروری به نظر می‌رسد. سرانجام اینکه جنبه نوآوری این پژوهش نسبت به پژوهش‌های دیگر استفاده از ابزارهای روان‌شناسی تجربی برای سنجش متغیرهای مورد نظر می‌باشد. با

دبستانی نیز استفاده می‌شود (یوسفی، ۱۳۷۲). آزمون مزبور شامل ۹ طرح است که به ترتیب به آزمودنی ارائه شده و از او خواسته می‌شود آنها را روی یک برگه کاغذ A۴ کپی کند. در این آزمون به عملکرد خطا نمره یک و به عملکرد صحیح نمره‌ای تعلق نمی‌گیرد. آزمون بندرگشتالت توسط یوسفی (۱۳۷۲) برای کودکان مدارس ابتدایی در شهر شیراز هنجاریابی شده است. گروه نمونه شامل ۱۶۰۰ دانش‌آموز (۸۰۰ دختر و ۸۰۰ پسر) ۶ تا ۱۰ سال و ۱۱ ماه از کلاس‌های اول تا پنجم ۴۶ مدرسه ابتدایی (۸ مدرسه دخترانه و ۸ مدرسه پسرانه) از چهار ناحیه آموزش و پرورش شهر شیراز بودند (یوسفی، ۱۳۷۲). پایایی دوباره سنجی آزمون را ۰/۷۷ و روایی مقیاس با استفاده از همبستگی با آزمون هوشی گودیناف-هریس، پرسشنامه راتر، معدل درسی و ارزیابی معلم از هوش و نحوه پیشرف تحصیلی دانش‌آموزان، معنادار و مطلوب گزارش شده است. مجموع نمرات تراز شده به میانگین ۱۰۰ و انحراف استاندارد ۱۵ تبدیل می‌شوند. در پژوهش حاضر برای ارزیابی مهارت‌های دیداری حرکتی دانش‌آموزان از این آزمون استفاده شد.

تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی مجسمه

این مداخله با استفاده از دستگاهی انجام می‌شود که به همین نام شهرت دارد. دستگاه مذکور یک دستگاه کوچک تحریک‌کننده مغز است که از راه اتصال الکترودهایی با قطبیت متفاوت (آند، فعال‌کننده و کاتد، بازدارنده) که روی پوست سر نصب می‌شوند، جریان ثابت الکتریکی را از روی مجسمه به مغز منتقل می‌کند. الکترودها، کربنی و رسانا هستند و برای جلوگیری از واکنش شیمیایی نقطه تماس بین الکترودها و پوست، درون اسفنج‌های مصنوعی آغشته به سالیین قرار داده می‌شوند (آذری پیشکناری، ۱۳۹۰). ابعاد الکترودهای این آزمون ۵ در ۵ سانتی‌متر بود. الکترودها در این مطالعه با شدت ۱/۵ میلی‌آمپر به مدت ۲۰ دقیقه در هر جلسه، روی ناحیه قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی نمیکره چپ قرار گرفت.

همچنین الکترودها کاتدی روی شانه راست فرد قرار گرفت. برای طراحی شیوه نامه درمانی، بسته به نوع اختلال عصبی، باید موارد زیر قبل از اجرای روش مشخص شود: شدت جریان الکتریکی، مدت و جهت آن، محل قرارگیری هر یک از الکترودها، اندازه پدهای اسفنجی استفاده‌شده و تعداد جلسه‌ها. برای انجام پژوهش پس از هماهنگی و گرفتن مجوزهای لازم از مسئولان پژوهشی دانشگاه و هماهنگی با یک درمانگاه خصوصی در شهر دزفول، نخست برای افراد جامعه پژوهش علاوه بر بیان هدف و اهمیت پژوهش درباره رعایت نکات اخلاقی اطمینان خاطر داده شد و آنان رضایت‌نامه شرکت آگاهانه و داوطلبانه در پژوهش را امضا کردند. پس از اجرای پیش‌آزمون و پس از اجرای مقیاس بندرگشتالت، تعداد ۳۰ نفر از کودکان با نارسایی یادگیری برحسب نمراتی که در مقیاس بندرگشتالت کسب کردند و واجد شرایط ورود به مطالعه بودند و همچنین تمایل به همکاری داشتند، به صورت دردسترس انتخاب شدند و به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و گواه به نسبت برابر ۱۵ نفر در هر یک از گروه‌ها قرار گرفتند. سپس گروه آزمایش در ۱۰ جلسه در برنامه مداخله که به وسیله پژوهشگر در یک مرکز خدمات روان‌شناختی انجام شد، شرکت کردند و در این مدت گروه کنترل هیچ‌گونه مداخله‌ای را دریافت نکرد. بعد از اتمام جلسه‌های مداخله، مقیاس بندرگشتالت به‌عنوان پس‌آزمون، به وسیله شرکت‌کنندگان تکمیل شد. پس از پایان پژوهش برای رعایت اصول اخلاقی، درمان برای گروه کنترل نیز اجرا شد. همچنین همه موارد مرتبط با شرکت‌کننده به صورت محرمانه در نظر گرفته شد. گروه کنترل و آزمایش بعد از دخالت متغیر مستقل تمایل به ادامه همکاری برای جلسه‌ها پیگیری نداشتند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی و تحلیل کوواریانس تک‌متغیره استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ در سطح معناداری ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها

در این قسمت نخست آماره‌های توصیفی مربوط به متغیرهای وابسته ارائه شده است (جدول ۱). سپس از آن نتایج بهنجاربودن داده‌ها برای استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس آورده شده است (جدول ۲). سپس نتایج تحلیل کوواریانس گزارش شده است (جدول ۳).

جدول ۱ میانگین و انحراف معیار نمره متغیرهای پژوهش در دو گروه

متغیرها	مرحله	گروه	تعداد	میانگین	انحراف معیار
هماهنگی ادراکی	پیش‌آزمون	آزمایش	۱۵	۸۴/۷۵	۱۲/۳۵
دیداری		کنترل	۱۵	۸۴/۹۰	۱۱/۶۸
	پس‌آزمون	آزمایش	۱۵	۹۸/۱۲	۱۰/۵۸
		کنترل	۱۵	۸۵/۰۵	۱۱/۹۱

جدول ۲ نتایج آزمون لوین درباره فرض تساوی واریانس پیش‌آزمون دو گروه در متغیرهای پژوهش

مرحله	متغیرها	F	DF1	DF2	Sig
	هماهنگی		۱	۲۸	
پیش‌آزمون	ادراکی	۳/۴۶			۰/۰۷۳
	دیداری				

پس‌آزمون به دلیل همگنی واریانس‌های گروه‌ها در پیش‌آزمون، این تأثیرات متغیر مستقل (تحریک الکتریکی مستقیم مغز) خواهد بود که در تفاوت احتمالی نمرات دو گروه، نقش خواهد داشت.

همان‌گونه که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، فرض صفر برای تساوی واریانس دو گروه در پیش‌آزمون هماهنگی ادراکی دیداری تأیید می‌شود. این یافته نشان می‌دهد که در تحلیل واریانس دو گروه در

جدول ۳ نتایج تحلیل کوواریانس روی میانگین نمرات هماهنگی ادراکی دیداری دو گروه با کنترل پیش‌آزمون

متغیر	منبع تغییرات	SS	Df	MS	F	Sig	Eta
	پیش‌آزمون	۲۰۹/۷۰	۱	۲۰۹/۷۰	۱۴۱/۱۳	۰/۰۰۱	۰/۶۷۴
ادراکی دیداری	گروه	۳۷/۸۶	۱	۳۷/۸۶	۲۵/۴۳	۰/۰۰۱	۰/۴۰۳
	خطا	۵۵/۴۱	۲۷	۱۴/۸۷			
	کل	۸۶۸۷/۰۰	۳۰				

تفاوت‌های فردی در نمره هماهنگی ادراکی دیداری مربوط به تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم مغز می‌باشد. توان آماری برابر با ۱ است؛ یعنی امکان خطای نوع دوم وجود نداشته است. با توجه به F مشاهده‌شده و سطح معناداری ($p < ۰/۰۰۱$) و $F=۲۵/۴۳$ ، فرضیه پژوهش تأیید می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش تعیین اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر هماهنگی ادراکی دیداری کودکان دارای نارسایی یادگیری بود. نتایج نشان داد

همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است، با کنترل پیش‌آزمون، بین گروه‌های آزمایش و گواه از لحاظ هماهنگی ادراکی دیداری تفاوت معناداری وجود دارد ($p < ۰/۰۰۱$ و $F=۲۵/۴۳$). به عبارت دیگر، تحریک الکتریکی مغز با توجه به میانگین هماهنگی ادراکی دیداری گروه آزمایش (۹۸/۱۲) نسبت به میانگین هماهنگی ادراکی دیداری گروه کنترل (۸۵/۰۵)، موجب افزایش معنادار هماهنگی ادراکی دیداری در گروه آزمایش شده است. میزان تأثیر یا تفاوت برابر با ۰/۴۰۳ می‌باشد؛ یعنی ۴۰ درصد

میزان فعالیت و برانگیختگی مغز را افزایش می‌دهد و تحریک کاتدی برعکس فعالیت را کاهش می‌دهد. براین اساس و در مطالعه حاضر سعی شد تا از راه جریان تحریک آندی بیشتر، میزان فعالیت و برانگیختگی مغز بیشتر شود و این فرایند باعث شد میزان هماهنگی ادراکی دیداری پس از مداخله تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه مغز بهبود پیدا کند. تحریک الکتریکی مغز به‌عنوان روش جایگزین برای تغییر تحریک‌پذیری قشر مغز از راه تغییر پتانسیل استراحت سلول عصبی قشر مغز عمل می‌کند. این روش با توجه به اینکه میزان هزینه کمتر و زمان بسیار کمتری را برای کودکان با نارسایی یادگیری در برخواهد داشت، از این رو با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش توصیه می‌شود که استفاده از این رویکرد نوین درمانی در خط اول درمان کودکان با نارسایی یادگیری قرار گیرد.

به علت محدودبودن حجم نمونه و محدودبودن به کودکان با نارسایی یادگیری، محدودیت در تعمیم نتایج وجود دارد. نمونه‌گیری دردسترس و عدم دوره پیگیری از دیگر محدودیت‌های این پژوهش می‌باشند. از این رو پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های بعدی با نمونه‌گیری تصادفی و تعداد نمونه بیشتر انجام شود و همچنین میزان اثربخشی این روش درمانی با در نظر گرفتن جلسه‌های تحریک در دوره پیگیری بررسی شود. مطالعه حاضر نشان‌دهنده آن است که تحریک الکتریکی مستقیم مغز هماهنگی ادراکی دیداری را بهبود می‌بخشد. با توجه به نتایج و شواهد این پژوهش توصیه می‌شود این روش درمانی به‌وسیله روان‌پزشکان، روان‌شناسان و روان‌درمانگران در مراکز خدمات روان‌شناسی به‌عنوان یک روش مداخله و پیشگیری به کار گرفته شود. نتایج این پژوهش می‌تواند راهگشای متخصصان و مربیان دانش‌آموزان با نارسایی یادگیری برای بهبود عملکرد تحصیلی آنان، شکوفایی توانمندی‌ها و استعدادها و جلوگیری از

که با کنترل پیش‌آزمون، بین گروه‌های آزمایش و گواه از لحاظ افزایش هماهنگی ادراکی دیداری تفاوت معناداری وجود دارد. به عبارت دیگر، تحریک الکتریکی مستقیم مغز با توجه به میانگین هماهنگی ادراکی دیداری گروه آزمایش نسبت به میانگین هماهنگی ادراکی دیداری گروه کنترل، موجب افزایش معنادار هماهنگی ادراکی دیداری در گروه آزمایش شده است. این نتایج با یافته‌های بریهیل و جونز^{۲۲} (۲۰۱۲) و اولیویرا^{۲۳} و همکاران (۲۰۱۳)، پالم^{۲۴} و همکاران (۲۰۱۶) همسو و هماهنگ است. در تبیین این نتایج می‌توان گفت که تحریک الکتریکی مستقیم مغز می‌تواند در عملکردهای قشر پیش‌پیشانی اثرگذار باشد. تحریک این ناحیه موجب بهبود کارکردهای شناختی می‌شود، زیرا این ناحیه با فعالیت‌ها و کنش‌های شناختی درگیر است که خود موجب بهبود هماهنگی ادراکی دیداری می‌شود. تحریک الکتریکی بر کرتکس پیش‌پیشانی خلفی جانبی موجب تغییر در تعداد پاسخ‌های صحیح می‌شود. ممکن است افزایش تعداد پاسخ‌های صحیح ناشی از سازوکار پتانسیل بلندمدت^{۲۵} باشد. سازوکار پتانسیل بلندمدت پذیرفته‌شده‌ترین الگوی پلاستیسیته نورونی است که فرض می‌شود عامل اصلی در یادگیری و حافظه است. همچنین افزایش تحریک‌پذیری سطحی در کرتکس پیش‌پیشانی موجب افزایش رهاسازی دوپامین می‌شود که خود موجب بهبود عملکرد حافظه‌کاری خواهد شد. تحریک دوپامینرژیک برای حفظ فعالیت کرتکس پیش‌پیشانی و فرایندهای ادراکی دیداری ضروری است. بنابراین تحریک الکتریکی مغز موجب آثار بهبود تحریکی می‌شود که شاید سطوح گلوتامات، اسید آمینه مرتبط با حافظه کاری، بازشناسی حافظه و یادگیری محرک پاسخ را افزایش می‌دهد (اولیویرا و همکاران، ۲۰۱۳). تحریک شدن برخی دیگر از نواحی مغز می‌تواند با تحریک ناحیه قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی چپ در ارتباط باشد، به طوری که باعث بهبود هماهنگی ادراکی دیداری می‌شود. تحریک آندی

- 30-42. 57(1),
<https://doi.org/10.1177/00222194221150230>
 Azari Peshkanari, Leila. (2010). The effect of the middle area of the prefrontal cortex on aesthetic judgment using the method of direct electrical stimulation of the brain from the skull. Master's thesis. Research Institute of Cognitive Sciences.
- Banaschewski, T., Bismans, F., Zieger, H. & Rothenberger, A. (2001). Evaluation of sensorimotor training in children with ADHD. *Perceptual and Motor Skills*, 92(1), 137. <https://doi.org/10.2466/pms.2001.92.1.137>
- Barnhart, R.C. (2003). Developmental coordination disorder. *Journal of Physical Therapy*, 83, 722-733. <https://doi.org/10.1093/ptj/83.8.722>
- Bayat Mokhtari, Leila, Aghayousfi, Alireza, Zare, Hossein, and Nejati, Vahid. (2016). The effect of cranial direct electrical brain stimulation (TDCS) and phonological awareness training on improving the performance of the visual aspect of working memory in dyslexic children. *Neuropsychology*, 3(2 (serial 8)), 50-67. SID. <https://sid.ir/paper/266871/fa>
- Berryhill ME, Jones KT. (2012). Selectively improves working memory in older adults with more education. *Neurosci Lett*, 521(2): 148-51. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2012.05.074>
- Borrione, L., Cavendish, B. A., Aparicio, L. V., Luethi, M. S., Goerigk, S., Carneiro, A. M., ... & Brunoni, A. R. (2024). Home-Use Transcranial Direct Current Stimulation for the Treatment of a Major Depressive Episode: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Psychiatry*. doi:10.1001/jamapsychiatry.2023.4948
- Casali, N., Meneghetti, C., Tinti, C., MariaRe, A., Sini, B., Passolunghi, M. C & Carretti, B. (2024). Academic achievement and satisfaction among university students with specific learning disabilities: The roles of soft skills and study-related factors. *Journal of Learning Disabilities*, 57(1), 16-29. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12323>
- Casebolt, K. M. & Colombo, J. (2003). Teacher's perceptions & the TOMI as predictors of visual/visual motor skills in motorically impaired & non-impaired elementary school-aged children. *Physical Educator*, 60(1), 34-42. <https://www.proquest.com/openview/0a05816837979b1256caa809b530c6a8/1?pq-origsite=gscholar&cbl=35035>
- Claireson, S. & Meisels, S.J. (2003). Motor skills and reading development in young children: Predictive Validity of Motor Assessment. Michigan: University of Michigan Erikson Institute.
- Connel, D. (2003). Learning disabilities, elementary school students, education and teaching. *New York: Instructor*, 113(2), 20.

لطمه‌هایی باشد که به دلیل شکست تحصیلی وارد می‌شود.

مشارکت نویسندگان

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نویسنده اول در رشته روان‌شناسی شخصیت با کد ۱۶۵۲۰۷۰۰۳۹۸۲۰۰۷ است و از تمام کودکان آزمون‌شده و خانواده‌های آنان قدردانی ویژه شد.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان، این مقاله حامی مالی و تعارض منافع ندارد.

پی‌نوشت

1. Learning disabilities
2. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder- Revised (DSM-5)
3. Spell
4. Minimal brain dysfunction
5. Developmental aphasia
6. Aro
7. Casali
8. Visual-perceptual coordination
9. Claireson
10. Casebolt
11. Jongmans
12. Banaschewski
13. Barnhart
14. Hamilton
15. Transcranial direct current stimulation (tDCS)
16. Jacobson
17. Borrione
18. Meiron
19. Schneider
20. dorso lateral prefrontal cortex (DLPFC)
21. Bender Gestalt Visual-Motor Test
22. Berryhill
23. Oliveira
24. Palm
25. Mechanism of long-term potential

منابع

- American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (translated by Farzin Rezaei, Ali Fakhraei, Atusa Forman, Ali Nilufari, Zhant Hashemi Azar and Farhad Shamlou, 2015). Tehran: Rovani. <https://www.gisoom.com/book>
- Aro, T., Neittaanmäki, R., Korhonen, E., Riihimäki, H., & Torppa, M. (2024). A register study suggesting homotypic and heterotypic comorbidity among individuals with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*,

- Osivand, Parastoo, and Haroun Rashidi, Hodayun. (2018). Effectiveness of rebound therapy on increasing perceptual-visual coordination and social development of students with special learning disorder. *Exceptional Children*, 19(4), 91-104. SID. <https://sid.ir/paper/96348/fa>
- Palm, U., Segmiller, F. M., Epple, A. N., Freisleder, F. J., Koutsouleris, N., Schulte-Körne, G., & Padberg, F. (2016). Transcranial direct current stimulation in children and adolescents: a comprehensive review. *Journal of Neural Transmission*, 123, 1219-1234. <https://doi.org/10.1007/s00702-016-1572-z>
- Schneider-Garces, N. J., Gordon, B. A., Brumback-Peltz, C. R., Shin, E., Lee, Y., Sutton, B. P., ... & Fabiani, M. (2010). Span, CRUNCH, and beyond: working memory capacity and the aging brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(4), 655-669. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21230>
- Soleimani, Mehran, & Kazemi Munir, Nilofar. (2019). The effectiveness of transcranial direct electrical stimulation of the brain on increasing cognitive flexibility and processing speed in children with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Educational Psychology Quarterly*, 16(57), 305-326.
- Soltaninejad, Zahra, Nejati, Vahid, and Okhti, Hamed. (2013). The effect of direct electrical stimulation of the right inferior frontal gyrus on improving inhibition in people with attention deficit hyperactivity disorder. *Rehabilitation Medicine*, 3(4), 1-9. SID. <https://sid.ir/paper/239549/fa>
- Yousefi, Farida (1992-3). Normization of **Bender** Gestalt visual-motor test in primary schools of Shiraz. *Journal of Social and Human Sciences of Shiraz University*, 8th period, 1st and 2nd issues, autumn and spring, 65-86. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/605470>
doi: 10.22054/jep.2020.56456.3181
- Gholamzadeh Nikjo, Haniyeh, Alivandi Wafa, Marzieh, Tabatabai, Seyed Mahmoud, & Mohib, Naimeh. (2023). Effectiveness of transcranial direct electrical stimulation on impulsivity and aggression of students with specific learning disorder. *Bimonthly Scientific-research Journal of Rehabilitation Medicine*, 11(5), 728-741. doi: 10.32598/SJRM.11.5.9
- Hamilton, S. S. (2002). Evaluation of clumsiness in children. *American Family Physician*, 66(8), 1435-1441. <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2002/1015/p1435.html>
- Jacobson, L. Ezra, A. Berger, U. & Lavidor, M. (2012). "Modulating oscillatory brain activity correlates of behavioral inhibition using transcranial direct current stimulation". *Clinical Neurophysiology*, 123(5), 979-984. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2011.09.016>
- Jongmans, M.J., Smits-Engelsmans, B. C.M, & Schoemaker, M.M. (2003). Consequences of comorbidity of developmental coordination disorders and learning disabilities for severity and pattern of perceptual-motor dysfunction. *Journal of Learning Disabilities*, 36,528-535. <https://doi.org/10.1177/00222194030360060401>
- Khanipour, Parisa (2015). The effectiveness of treatment based on direct electrical stimulation of the brain on depression symptoms and the attention of people with depression symptoms in Ahvaz City, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shahid Chamran University of Ahvaz [Master's Degree] <https://ganj.irandoc.ac.ir/#/search?keywords>
- Meiron, O., Yaniv, A., Rozenberg, S., & David, J. (2024). Transcranial direct-current stimulation of the prefrontal cortex enhances working memory and suppresses pathological gamma power elevation in schizophrenia. *Expert Review of Neurotherapeutics*, (just-accepted). <https://doi.org/10.1080/14737175.2023.2294150>
- Nowzari, Masoumeh, Nejati, Vahid, & Mirzaian, Bahram. (2018). The effectiveness of electrical stimulation of the brain on executive functions and reducing the symptoms of people with major depressive disorder. *Applied Psychology Quarterly*, 13(4), 577-599. doi: 10.29252/apsy.13.4.577
- Oliveira JF, Zanão TA, Valiengo L, Lotufo PA, Bensenor IM, Fregni F, Brunoni AR. (2013). Acute working memory improvement after in antidepressant-free patients with major depressive disorder. *Neuroscience Letters*, 14; 537:60-4. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2013.01.023>