اثربخشی تحریک الکتریکی از روی جمجمه (tDCS) بر توجه و حافظه فعال دیداری - شنیداری در کودکان مبتلابه اختلال نارساخوانی

بختیار مسلمی[۱]، دکتر معصومه آزموده[۲]، دکتر سید محمود طباطبایی[۳]، دکتر مرضیه علیوندی وفا[۴]

تاریخ دریافت.: ۱۳۹۸/۵/۲ تجدیدنظر: ۱۳۹۹/۴/۱۰
پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۱۰/۶

چکیده

هدف: نارساخوانی یکی شایع‌ترین اختلال‌های یادگیری است. یکی از عوامل اصلی که در این اختلال نقش عمده دارد، نقص در توجه و حافظه کاری دیداری- شنیداری است که باعث مشکلات زیادی در زمینهٔ تحصیل آنها می‌شود. این پژوهش به منظور بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مغزی (tDCS) بر توجه و حافظه کاری دیداری- شنیداری در کودکان نارساخوان دوره ابتدایی انجام شد. **روش**: از بین دانش‌آموز پسر دوره ابتدایی مدارس اختلال‌های یادگیری شهرستان سقز به شیوهٔ نمونه‌گیری هدفمند ۲۴ نفر انتخاب شدند، آزمودنی‌ها را به صورت تصادفی به دو گروه آزمایشی و کنترل تقسیم کرده سپس آزمونی‌ها قبل و بعد از درمان به‌وسیله آزمون ان بک[۱]و آزمون خواندن کرمی نوری و مرادی (نما) ارزیابی شدند. گروه مداخله ۱۵ جلسه به صورت یک روز در میان با شدت ۱/۵ میلی‌آمپر به مدت ۲۰ دقیقه در ناحیه DLPFC[۲] تحت درمان تحریک الکتریکی مغزی (tDCS) براساس توافق نامه درمان قرار گرفتند، اما گروه شاهد هیچ‌گونه مداخله‌ای دریافت نکردند. داده‌ها با روش آماری تحلیل کوواریانس و نرم‌افزار SPSS 20 تجزیه و تحلیل شدند. **یافته‌ها**: نتایج نشان می‌دهد که بین گروه مداخله و کنترل در بهبود حافظه کاری دیداری و توجه تفاوت معنادار وجود دارد. همچنین تحریک آندی، تأثیر مثبت در بهبود عملکرد فرد در بعد شنیداری حافظه کاری دارد، اما معنادار نیست. **نتیجه‌گیری**: می‌توان نتیجه گرفت که تحریک آندی بر توجه و حافظه کاری دیداری مؤثر و موجب بهبود مشکل نارساخوانی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *تحریک الکتریکی مغزی (tDCS)، قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی DLPFC، نارساخوانی، حافظه کاری دیداری- شنیداری و توجه.*

۱. دانشجوی دکترای روان‌شناسی دانشجوی دکترای روان‌شناسی عمومی، گروه روان‌شناسی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریc
۲.**نویسنده مسئول**: استادیار روان‌شناسی استادیار روان‌شناسی، گروه روان‌شناسی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
۳. دانشیار علوم اعصاب شناختی، گروه پزشکی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
۴. استادیار روان‌شناسی، استادیار روان‌شناسی، گروه روان‌شناسی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

The effectiveness of transcranial direct current stimulation (tDCS) on attention and visual-auditory working memory in children with dyslexia

Bakhtiar Moslemi M.A[1], Masoumeh Azmodeh Ph.D[2]. Seyed Mahmoud Tabatabaei Ph.D[3]. Marzieh Alivandi Vafa Ph.D[4].

Received: 07. 24.2020 Revised: 06.30.2020 Accepted: 12.26.2020

Abstract

Objective: Dyslexia is one of the most common learning disabilities. One of the main factors that play a major role in this disorder is the defect in attention, visual and auditory working memory. For this purpose we evaluate the effect of transcranial direct current stimulation (tDCS) on the attention, visual and auditory working memory in children with dyslexia. **Methods:** A sample of 24 male students from the primary school learning disorders in Saqqez was selected through a targeted sampling method. The subjects were randomly divided into experimental and control groups, then the tests were performed before and after treatment by the n-back test and The Karami Nouri and Morady reading test was evaluated, The intervention group consisted of 15 sessions of one-day, 1.5mA for 20 minutes in the DLPFC area under the treatment of transcranial direct current stimulation (tDCS) based on the treatment protocol. But the control group did not receive any intervention. Data were analyzed using SPSS 20 software, using covariance analysis. **Results:** The results show that there is a significant difference between the intervention and control groups in improving visual working memory and attention. Also, Anod's stimulus has a positive on improving performance in the auditory work memory, but not significant. **Conclusion:** It can be concluded that anod stimulation is effective on the attention and visual working memory and improves the problem of dyslexia.

Key words: *Transcranial direct current stimulation (tDCS), DLPFC dorsolateral prefrontal cortex, dyslexia, visual-auditory work memory and attention.*

1. Ph.D. student of psychology Ph.D. student of psychology, Department of Psychology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
2. **Corresponding author:** Assistant Professor of Psychology Assistant Professor of Psychology, Department of Psychology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
3. Associate Professor of Neuroscience Associate Professor of Neuroscience, Department of Medicine, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
4. Assistant Professor of Psychology Assistant Professor of Psychology, Department of Psychology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

[Downloaded from joec.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.16826612.1399.20.4.3.0]

مقدمه

اختلال‌های یادگیری[۳]نمایانگر یکی از بزرگ ترین و شاید جنجال‌برانگیزترین مقوله‌های آموزش و پرورش است. در اختلال یادگیری خاص مهارت‌های تحصیلی فرد در یک یا چند درس، بسیار پایین‌تر از سن تقویمی او است و در عملکرد تحصیلی، شغلی و یا در فعالیت های زندگی روزمره اختلال شدید به وجود می‌آورد. این اختلال‌های پایه عصب‌شناختی و روندی تحولی دارند که پیش از دبستان شروع می‌شود و تا بزرگ‌سالی ادامه دارد (راهنمایی تشخیصی و آماری اختلال‌های روانی آمریکا، ۲۰۱۳). همان‌طور که در تعاریف ناتوانایی‌های یادگیری آمده است، این دانش‌آموزان با وجود توزیع هوش بهنجار در هجی‌کردن، حساب، خواندن و نوشتن مشکلاتی دارند (هیمان و برگر، ۲۰۰۷) و به‌رغم قرار داشتن در محیط آموزشی مناسب و نیز نبود ضایعات بیولوژیکی بارز و نداشتن مشکلات اجتماعی و روانی حاد، با داشتن هوش متوسط قادر به یادگیری در زمینه‌های خاصی (خواندن، نوشتن و محاسبه) نمی‌باشند (کارانـد، ماهاجان و کالکارنی، ۲۰۰۹). یکی از اختلال‌های بسیار رایج و درواقع مهم‌ترین اختلال یادگیری، اختلال خواندن است، زیرا خواندن پایه همه انواع یادگیری است (وفایی، ۲۰۱۲). تعداد کودکانی که هر روز به علت ناتوانی در یادگیری طبقه‌بندی می‌شوند، هر روز بیشتر می‌شود. این تعداد در سال ۲۰۰۱ برابر ۲/۸ میلیون نفر بوده است. ۸۰ درصد کودکان مبتلابه یادگیری دچار نارساخوانی هستند. برابر شیوع این اختلال بین ۵ تا ۱۷/۵ درصد از جمعیت دانش‌آموزان متغیر است و به نظر می‌رسد که دختران و پسران را به یک اندازه مبتلا می‌سازد (شایویتز، ۱۹۹۸؛ حسینی مریوان، ۱۳۷۵). میزان شیوع ناتوانی‌های یادگیری بیشتر بین ۱تا ۳ درصد در جداول رسمی آمار کودکان استثنایی تخمین زده می‌شود. درواقع میزان برآورد شیوع آن از ۱ تا۳۰ درصد است (سیف‌نراقی و نادری، ۱۳۸۲). ۹۰ درصد افراد دارای ناتوانی‌های یادگیری مبتلا به نارساخوانی هستند (کاپلان و سادوک، ۲۰۰۷) مطالعات متعددی نشان داده‌اند که میزان شیوع نارساخوانی در بین دانش‌آموزان حدود ۱۰/۵ درصد است (کالنتر و جانسن، ۲۰۱۴).

انجمن جهانی نارساخوانی[۴](۲۰۰۸) نارساخوانی را به‌عنوان اختلال یادگیری ویژه که منشأ عصب روان‌شناختی دارد، تعریف کرده است. اختلال در زمینه‌های شناختی، پردازش اطلاعات و فکرکردن از ویژگی‌های عام کودکان ناتوان در یادگیری است. این ناتوانایی‌های شناختی شامل اختلال در حافظه، توجه و تفکر راهبردی است. توجه یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های عالی ذهن است و به‌تنهایی یکی از جنبه‌های اصلی ساختار شناختی است که در ساختار هوش، حافظه و ادراک نیز نقش مهمی دارد. نارسایی توجه یکی از هسته‌های اصلی ناتوانی‌های یادگیری است (سوانسون و ژرمن، ۲۰۰۶). در توصیف ویژگی‌های شناختی و ادراکی دانش‌آموزان با ناتوانی یادگیری، ضعف حافظه بخش مهمی را به خود اختصاص می‌دهد. در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری شواهدی از نقص حافظه فعال در انتقال و انطباق ناحیه کاری حافظه دیداری- فضایی نشان داده‌اند و این نقص در بروز اختلال در خواندن، نوشتن و ریاضیات، ضعف در حافظه کوتاه‌مدت کلامی و سرعت پردازش بروز می‌کند (جنکس، ۲۰۰۹). حافظه شامل حافظه کوتاه‌مدت، بلندمدت و حافظه فعال است. حافظه فعال[۵]در مقایسه با حافظه کوتاه‌مدت تأثیر بیشتری بر مهارت‌های یادگیری دارد. علاوه براین، این دانش‌آموزان هم در حافظه دیداری[۶]و هم در حافظه شنیداری[۷]که از مؤلفه‌های حافظه فعال می‌باشند، ضعف دارند (به نقل از شکوهی و پرند، ۱۳۸۵). همچنین مطالعات ایمبو و وندیرنداک (۲۰۰۷)، گتروکول، آلوی، ویلز و آدامز (۲۰۰۶)، سوانسون، کهلر و ژرمن (۲۰۱۰)، گتروکول و پیکرینگ (۲۰۰۴) سوانسون و ساچزلی (۲۰۱۰) عملکرد کودکان مبتلابه

[Downloaded from joec.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.16826612.1399.20.4.3.0]

نارساخوانی، از نظر حافظه کاری، بسیار ضعیف‌تر از کودکان عادی است. حافظه و خواندن در تعامل نزدیک با یکدیگر هستند.

بدلی و هیچ (۱۹۷۴) حافظه فعال را روشی معرفی کردند که اطلاعات در حال کار و توجه روی آنها ذخیره می‌شوند (کالات، ۲۰۰۷). حافظه فعال یکی از فرایندهای شناختی مهم است که زیربنای تفکر و یادگیری می‌باشد. این حافظه نقشی حساس در یادگیری خواندن و حساب‌کردن کودکان دارد، به این ترتیب حافظه فعال نقش عمده‌ای را در ناتوانایی‌های یادگیری کودک ایفا می‌کند (دن، ۲۰۰۸).

تحریک مستقیم الکتریکی جمجمه (tDCS) از جمله روش‌های غیرتهاجمی است که برای تحریک عملکرد نورون‌ها در مغز بر پایه قابلیت میدان مغناطیسی در عبور از جمجمه و پرده‌های مغزی و درنتیجه القای جریان الکتریکی در بافت مغز بنا نهاده شده است. یک ابزار ساده در این روش استفاده می‌شود که با استفاده از الکترودهای بزرگی که روی سر فرد قرار می‌گیرد، یک جریان الکتریکی پیوسته و خفیف را از سر عبور می‌دهد. اثربخشی tDCS بستگی به جهت جریان الکتریکی دارد؛ تحریک آندی میزان فعالیت و برانگیختگی مغز را افزایش می‌دهد و تحریک کاتدی برعکس فعالیت را کاهش می‌دهد (نیچه و همکاران، ۲۰۰۶). این جریان به‌وسیله یک مولد جریان مستقیم ناشی از یک باطری ارائه می‌شود و با استفاده از آن، تغییرات بلندمدت در قطبیت قشر مغز به دنبال دپولاریزاسیون و هیپرپلاریزاسون نورون‌ها و تأثیر بر گیرنده‌های عصبی ایجاد می‌شود. جریانی که به این ناحیه می‌رسد، نورون‌ها را دارای بار الکتریکی کرده و باعث ایجاد قطب مثبت و منفی شده که منجر به تغییر فعالیت آن ناحیه می‌شود. به عبارت دیگر، در این نوع تحریک الکتریکی نقاطی از سر با استفاده از جریان‌های ضعیف الکتریکی هدف قرار می‌گیرند (مسلمی و قانعی، ۱۳۹۷). tDCS تحریک‌پذیری در مناطق مغزی هدف را افزایش می‌دهد و افزایش تحریک‌پذیری در مناطق ویژه‌ای از مغز سبب تغیر در عملکرد شناختی و رفتاری در افراد را باعث می‌شود (فرنگی، باگیو، نیچه و همکاران، ۲۰۰۵). اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم از روی جمجمه در درمان افسردگی، افزایش کنترل شناختی و کاهش حملات در بیماران صرعی را تأیید کرده‌اند (برنونی، فروسی، بورتولوماسی، ویرگاری، تدینی و باگیو، ۲۰۱۱). همچنین اندرز و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه خود از تحریک الکتریکی مستقیم روی جمجمه برای بهبود حافظه فعال استفاده کرده‌اند. آنها تأثیرات tDCS را بر فعالیت شناختی در قسمت چپ قشر پیش‌پیشانی بررسی کردند. مطالعات تصویربرداری کارکردی، در دو دهه اخیر نشان دادند نیمکره چپ لوب پیشانی تحتانی، به‌خصوص نواحی خلفی در خواندن نقش مهمی دارند (تورکلتاب، گاریو، فلوورز، زفیرو و ادن، ۲۰۰۳؛ مارتین، اسچورز، کرونبیچلر و ریچالن، ۲۰۱۵).

از سویی با توجه به علاقه‌مندی روزافزون پژوهشگران به مباحث حافظه، به‌طور خاص حافظه فعال و همچنین ارتباطی که میان میزان ضعف حافظه دیداری و شنیداری با میزان نارساخوانی و نارسانویسی و اختلال خواندن است (علیزاده، ۱۳۸۴) و همچنین پژوهش‌هایی که در حیطهٔ مهارت‌های شناختی کلّی انجام شده است، نشان می‌دهد که مهارت‌های شناختی نظیر هوش، توجه، سرعت پردازش و حافظه کاری با عملکرد کودکان در یادگیری مرتبط هستند. در این میان مشخص شده است که حافظه کاری در مقایسه با سایر مهارت‌های شناختی در بیشتر موارد با مشکلات یادگیری مرتبط بوده است (بارتلت، انصاری، ویسن و بلومرت، ۲۰۱۴). بنابراین توجه به کیفیت و کارایی حافظه به‌ویژه حافظه فعال افراد مبتلابه اختلال یادگیری، بی‌گمان می‌تواند از جنبه‌هایی بر کیفیت، کارایی آموزشی، نحوه طراحی و ارائه مواد آموزشی که هدف نهایی همه آنها تسهیل یادگیری و کاهش مشکلات تحصیلی

[Downloaded from joec.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.16826612.1399.20.4.3.0]

است، اثرات مثبت به جای بگذارد. به این ترتیب پژوهش حاضر درواقع درصدد پاسخ‌دهی به این مسئله اساسی است که آیا تحریک الکتریکی مناطق مغزی در ارتباط با حافظه فعال دیداری- شنیداری و توجه بر بهبود عملکرد اختلال یادگیری مؤثر خواهد بود یا خیر؟ وضوح هرچه بیشتر این تأثیرپذیری و اهمیت پیگیری این ارتباط و آگاهی هرچه بیشتر از این مهم می‌تواند سهمی در ارتقای میزان حافظه فعال، توجه این دانش‌آموزان و درنهایت بهبود مشکلات تحصیلی و یادگیری آنها داشته باشد.

روش

روش پژوهش، آزمایشی و نوع طرح، پیش‌آزمون، پس‌آزمون با گروه کنترل است. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل کل دانش‌آموزان پسر کلاس دوم تا پنجم مراجعه‌کننده به مراکز اختلال‌های یادگیری دولتی و غیردولتی (که در سال ۹۷-۹۸ در مدارس ویژه اختلال یادگیری در شهرستان سقز مشغول به تحصیل می‌باشند) با معیارهای DSM-5 برای اختلال یادگیری خاص مطابقت داشتند. با توجه به داشتن معیارهای ورود و خروج در مطالعه از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شد. حجم نمونه ۲۰ دانش‌آموز پسر مبتلابه اختلال خواندن ۸ تا ۱۰ ساله (کلاس دوم تا پنجم) تعیین شد. اما به دلیل ریزش احتمالی ۲۴ دانش‌آموز براساس معیار ورود و خروج انتخاب شدند. درمجموع از هر گروه، ۱۲ نفر به صورت تصادفی در گروه آزمایش و ۱۲ نفر دیگر در گروه کنترل جای‌دهی خواهد شد. از معیارهای ورود به مطالعه می‌توان به تشخیص اختلال خواندن به‌وسیله روانپزشک براساس DSM-5، نارساخوان‌بودن براساس آزمون کرمی نوری و مرادی (نما)، دارابودن ضریب هوشی بالاتر از ۸۵ و پایین‌تر از ۱۱۵، دارابودن نمره پایین‌تر از ۷۷/۵ در آزمون در اختلال یادگیری، وجودنداشتن ایمپلنت‌های فلزی روی بدن، وجودنداشتن اختلال‌های روانی دیگر، آسیب مغزی، اختلال نورولوژیکی و صرع، نداشتن مشکلات رفتاری و هیجانی شدیدکه منجر به تشخیص بالینی شود و مصرف‌نکردن ریتالین و رسپریدون اشاره کرد. درضمن همراهی نقص توجه با نارساخوانی مانعی در ورود به مطالعه نبوده است. دانش‌آموزانی که مشکلات شدید اضطرابی، افسردگی حاد، بیش‌فعالی، نافرمانی مقابله‌ای، مشکلات حسی و ادراکی، مشکلات عصب شناختی داشتند، تمیز داده شده و از مطالعه خارج شدند.

قبل و بعد از اجرای مداخله درمانی از گروه آزمایشی و کنترل، آزمون توجه کانرز، آزمون ان بک، آزمون خواندن (برای کودکان طبقه نارساخوان) اجرا شد. برای تحریک مراکز حافظه فعال دیداری- شنیداری و همچنین توجه، الکترود آند بر ناحیه F3 و الکترود کاتد بر Fp2 قرار داده شد (براساس سیستم EEG ۲۰-۱۰). به‌کاربردن محل قرارگیری الکترودها در ناحیه F3 و F4 برای تحریک الکتریکی مغزی با استفاده از TDCS در مطالعات زیر جهت تحریک مناطق حافظه فعال دیداری و شنیداری و توجه مورد تأیید می‌باشد (اوهن، پارک، یو، کو، چوی،کیم، لی[8]، ۲۰۰۸؛ المر، بورکارد، بنز، می‌یر، جانک، ۲۰۰۹؛ فرگنی، بوگی، نیچه و همکاران، ۲۰۰۵؛ جو، کیم، کو، اوهن، جون، لی، ۲۰۰۹؛ بیلی، کاست، بامگارتنر، جانک، ۲۰۰۸؛ لدیرا، فرانکی،کامپن، والسک، دریدر، برونی و باگیو، ۲۰۱۱؛ رتیگ، تالسما، وان شاونبرگ و سلاگتر، ۲۰۱۷؛ میلر، میرون، بالدیون و گارنر، ۲۰۱۸). تحریک الکتریکی مغزی به‌وسیله دستگاه tDCS به مدت ۲۰ دقیقه با جریان ثابت ۱/۵ میلی‌آمپر به صورت یک روز در میان و به مدت ۱۵ روز، با استفاده از یک جفت الکترودهای لاستیکی ۵ × ۵ سانتیمتر با پوشش اسفنج مصنوعی آغشته به محلول نرمال سالین به دانش‌آموزان القا خواهد شد.

ابزار

آزمون خواندن و نارساخوانی: به منظور اندازه‌گیری سطح توانایی خواندن و تشخیص دانش‌آموزان نارساخوان، آزمون خواندن و

[Downloaded from joec.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.16826612.1399.20.4.3.0]

نارساخوانی که به‌وسیله کرمی نوری و مرادی (۱۳۸۷) ساخته و هنجاریابی شده است، استفاده شد. هدف این آزمون بررسی میزان توانایی خواندن دانش‌آموزان عادی دختر و پسر در دوره دبستان و تشخیص کودکان دارای مشکلات خواندن و نارساخوانی می‌باشد. خرده‌آزمون‌های آزمون شامل ۱۰خرده‌آزمون می‌باشد. روش اجرا و نمره‌گذاری آزمون خواندن و نارساخوانی به این صورت است که این آزمون به صورت انفرادی اجرا می‌شود. با توجه به نقطه برش آزمون (۱۵۷) دانش‌آموزی که در این آزمون نمره ۱۵۷ یا کمتر کسب کند، به‌عنوان دانش‌آموز نارساخوان تشخیص داده می‌شود. پاسخ‌های درست هر خرده‌مقیاس با مراجعه به جدول پاسخ‌های صحیح محاسبه می‌شود، سپس با مراجعه به جدول مربوط به آن، نمره ترازشده به دست می‌آید. نیمرخ (پروفایل) آزمودنی در آزمون خواندن ترسیم می‌شود. در پایان نتایج تفسیر شده و گزارش در برگه مخصوص ثبت می‌شود. میزان همسانی درونی آزمون خواندن و نارساخوانی نیز ۰/۸۱ و ضریب آلفای خرده‌آزمون‌ها به‌ترتیب ۰/۷۵، ۰/۸۲، ۰/۷۶ ، ۰/۷۳، ۰/۸۳، ۰/۸۱، ۰/۷۷، ۰/۷۵، ۰/۸۲، ۰/۸۱ محاسبه شده است (کرمی نوری و مرادی، ۱۳۸۷). روایی محتوایی خرده‌آزمون‌ها هم بر مبنای خواندن صحیح کلمات، جملات و درنهایت درک آنها به‌وسیله فراگیران تنظیم و روایی آن به‌وسیله اساتید و کارشناسان تأیید شد.

آزمون حافظه فعال ان بک: این آزمون، یک تکلیف سنجش عملکرد شناختی مرتبط با کنش‌های اجرایی است و نخستین بار در سال ۱۹۵۸توسط کرچنر معرفی شد. از آن‌جایی که این تکلیف شامل نگهداری اطلاعات شناختی و دست‌کاری آنها می‌شود، برای ارزیابی حافظه فعال مورد استفاده قرار می‌گیرد (کسائیان، کیامنش و بهرامی، ۱۳۹۳). این آزمون دو نوع دیداری و شنیداری دارد که در نوع شنیداری، تعداد ۱۰۰ محرک شامل اعداد تک‌رقمی به صورت متوالی از راه هدفون متصل به رایانه پخش می‌شوند. از این تعداد ۱۸ محرک هدف و سایر محرک‌ها غیرهدف هستند. شیوه پاسخ‌دهی به این صورت است که در صورت مشابه‌بودن هر عدد با عدد قبلی، فرد باید کلید ۱و در صورت مشابهت‌نداشتن کلید ۲ را فشار دهد. با هر بار فشاردادن کلید، محرک بعدی شنیده می‌شد. پس از اتمام آزمون، پاسخ‌های فرد که شامل امتیازهای حافظه و زمان واکنش به هر محرک است، روی نرم‌افزار ذخیره می‌شود. سپس به هر پاسخ صحیح ۱ نمره مثبت و به هر پاسخ غلط ۰/۵ نمره منفی تعلق می‌گیرد و مجموع آنها محاسبه و به‌عنوان امتیاز حافظه در نظر گرفته می‌شود (تقی‌زاده، نجاتی، محمدزاده و اکبرزاده باغبان، ۱۳۹۳) ضرایب اعتبار این آزمون در دامنه‌ای از ۰/۵۴ تا ۰/۸۴ است که اعتبار بالای آن را نشان می‌دهد. روایی آن به‌عنوان شاخص سنجش عملکرد حافظه فعال بسیار قابل قبول است (کین، کنوی، میورا و کلفلش[۹] ۲۰۰۷).

آزمون نقص توجه کانرز:[۱۰] برای ارزیابی توجه شرکت‌کننده‌گان از آزمون توجه کانرز استفاده شد که شامل ۲۶ گویه چهار گزینه‌ای است (هرگز، گاه‌گاهی، اغلب و خیلی زیاد). نمره کل آزمون دامنه‌ای از ۲۶ تا ۱۰۴ خواهد داشت. اگر نمره کودک بالاتر از ۳۴ به‌دست آید، بیانگر اختلال نقص توجه است و هرچه امتیاز بالاتر رود، میزان و شدت اختلال توجه بیشتر خواهد شد و برعکس (کانرز و همکاران، ۱۹۹۹). کانرز و همکاران (۱۹۹۹) پایایی این مقیاس را ۹۰ درصد گزارش کرده‌اند. اعتبار این پرسشنامه هم از سوی مؤسسه علوم شناختی ۰/۸۵ گزارش شده است (علیزاده، ۱۳۸۴).

تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه:[۱۱] تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی، یک فناوری به‌نسبت قدیمی است که کاربرد آن دوباره رایج شده است، به‌طوری‌که مرور مقالات روز دنیا بیانگر کاربرد آن در طیف گسترده‌ای از بیماری‌های مغزی و از جمله اختلال‌های یادگیری است (اختیاری و پرهیزگار، ۱۳۸۷). این درمان با

[Downloaded from joec.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.16826612.1399.20.4.3.0]

استفاده از دستگاهی انجام می‌شود که به همین نام شهرت دارد (tDCS) دستگاه ساخته‌شده شرکت مایند الایف کشور کانادا است. دستگاه مذکور، یک دستگاه کوچک تحریک‌کنندهٔ 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 جمجمه به مغز منتقل می‌کند. الکترودها، کربنی و رسانا هستند و برای جلوگیری از واکنش شیمیایی نقطهٔ تماس بین الکترود و پوست، درون اسفنج‌های مصنوعی آغشته به سالین قرار داده می‌شوند (آذری پیشکناری، ۱۳۹۰). ابعاد الکترودها در این آزمون ۵×۵ سانتیمتر بود. الکترودها در این مطالعه با شدت ۱/۵ میلی‌آمپر به مدت ۲۰ دقیقه در هر جلسه روی ناحیه موردنظر قرار گرفتند. داده‌ها با روش آماری تحلیل کوواریانس و نرم‌افزار SPSS 20 تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

مطالعه حاضر نشان می‌دهد که دانش‌آموزان شرکت‌کننده در مطالعه، در تمام جلسه‌ها از مرحله پیش‌آزمون تا پس‌آزمون شرکت داشتند. شرکت‌کنندگان در مطالعه، در دامنه سنی ۸ تا ۱۱ سال قرار دارند. بهره هوشی آنها در دامنه ۸۵ تا ۱۰۵ با میانگین ۹۵/۲۵ و انحراف معیار ۹/۷۵± می‌باشد. میانگین و انحراف معیار گروه آزمایشی و کنترل به‌ترتیب (۸/۲۵± ۹۴/۷۵؛ ۶/۵۰± ۹۶/۲۵) است. در این مطالعه اثربخشی tDCS در گروه آزمایش و گروه کنترل بر توجه، حافظه کاری دیداری و شنیداری بررسی شدند.

بررسی تفاضل میانگین‌ها قبل و بعد از ارائه متغیر مستقل در جدول ۱، نشان‌دهنده وجود تفاوت مثبت است و همچنین بیانگر اثر tDCS در گروه آزمایش بر بعد دیداری و شنیداری حافظه کاری و همچنین توجه در مقایسه با دریافت ساختگی tDCS در گروه کنترل می‌باشد. مفروضه همگنی شیب رگرسیون‌ها آزمون شد و نشان داد که بین شیب رگرسیون‌ها تفاوت معنادار وجود نداشته است (F=۱/۴۶، p= ۰/۱۵). آزمون لوین برای همسانی خطای واریانس انجام شد. نتایج آزمون لوین برای حافظه کاری دیداری (F=۰/۰۶، p= ۰/۷۸)، حافظه کاری شنیداری (F= ۱/۵۷، p= ۰/۰۸) و توجه (F= ۰/۸۱، p= ۰/۲۱) است. داده‌های مفروضه تساوی خطای واریانس را زیر سؤال نبرده است و آزمون لوین، همگنی واریانس‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون را تأیید کرده است.

جدول ۱ یافته‌های توصیفی آزمون حافظه فعال N-back و پرسشنامه توجه کانرز

گروه	متغیر	پیش‌آزمون			پس‌آزمون		
		تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
آزمایشی	حافظه فعال دیداری	۱۲	۳۷/۶۷	۴/۷۷۴	۱۱	۴۶/۰۹	۷/۹۱۸
	حافظه فعال شنیداری	۱۲	۳۸/۱۷	۴/۶۲۹	۱۱	۴۰/۵۵	۴/۱۵۶
	توجه	۱۲	۶۰/۶۷	۱۱/۱۶۱	۱۱	۴۲/۶۷	۱۰/۲۲۶
کنترل	حافظه فعال دیداری	۱۲	۳۹/۰۰	۵/۴۱۰	۱۰	۳۸/۵۰	۳/۳۴۲
	حافظه فعال شنیداری	۱۲	۳۷/۶۷	۴/۴۳۸	۱۰	۳۸/۴۰	۳/۴۷۱
	توجه	۱۲	۶۱/۷۵	۱۱/۷۱۷	۱۰	۵۹/۸۰	۱۱/۸۵۸

برای بررسی فرضیه پژوهش از طرح نیمه‌آزمایشی پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل استفاده شد. برای بررسی فرض پژوهش نیز از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس در جدول ۲ نشان می‌دهد که تحریک الکتریکی مغزی بر هر سه وجه شناختی توجه، حافظه کاری دیداری و شنیداری تأثیر مثبت داشته است، اما این تغییرات تنها در توجه و حافظه کاری دیداری معنادار بود (p= ۰/۰۰۱) و با وجود تغییرات مثبت در حافظه کاری شنیداری، تغیرات معنادار ایجاد نکرده است (p= ۰/۱۰۲).

[Downloaded from joec.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.16826612.1399.20.4.3.0]

جدول ۲ نتایج تحلیل کوواریانس تأثیر tDCS بر توجه، حافظه کاری دیداری و شنیداری دانش‌آموزان نارساخوان

منبع واریانس		مجموع مجذورات	df	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور اتا
حافظه کاری دیداری	اثر آزمون	۱۳۸/۱۹۱	۴	۱۳۸/۱۹۱	۴/۶۴۰	۰/۰۱۱	۰/۵۳۷
	اثر گروه	۳۸۶/۰۳۳	۱	۳۸۶/۰۳۳	۱۲/۹۶۳	۰/۰۰۲	۰/۴۴۸
حافظه کاری شنیداری	اثر آزمون	۶۶/۰۸۸	۴	۶۶/۰۸۸	۲۵/۸۶۱	۰/۰۰۰	۰/۸۶۶
	اثر گروه	۷/۳۸۸	۱	۷/۳۸۸	۲/۸۹۱	۰/۱۰۸	۰/۱۵۳
توجه	اثر آزمون	۸۹۲/۴۸۰	۴	۸۹۲/۴۸۰	۳۸/۸۸۶	۰/۰۰۰	۰/۹۰۷
	اثر گروه	۱۳۰۷/۴۷۵	۱	۱۳۰۷/۴۷۵	۵۶/۹۶۷	۰/۰۰۰	۰/۷۸۱

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه آزمایشی تفاوت مشاهده می‌شود. ازاین‌رو به منظور تحلیل نتایج حاصل‌شده از روش تحلیل کوواریانس استفاد شد تا اثرهای پیش‌آزمون به‌عنوان یک متغیر تصادفی بررسی شود.

جدول ۳ مقایسه پیش‌آزمون پس‌آزمون، آزمون خواندن در گروه آزمایش و کنترل در عملکرد خواندن

گروه/ آزمون		میانگین	انحراف استاندارد
آزمایش	پیش‌آزمون	۵۹۱/۶۳	۶۱/۷۱
	پس‌آزمون	۶۰۷/۴۹	۶۲/۵۶
کنترل	پیش‌آزمون	۶۰۱/۳۷	۵۸/۸۰
	پس‌آزمون	۶۰۳/۱۵	۵۷/۴۵

نتایج حاصل‌شده از تحلیل کوواریانس داده‌ها در جدول ۴ نشان می‌دهد که بین دو گروه آزمایشی و کنترل تفاوت معنادار وجود دارد، به این معنا که تحریک الکتریکی آندی بر عملکرد خواندن دانش‌آموزان نارساخوان اثر مثبت و معنادار دارد (F=۳۲۴۶/۳۴، p= ۰/۰۰۱). نتایج نشان‌دهنده تأثیر ۴۲ درصدی تحریک الکتریکی آندی بر عمل‌کردن خواندن دانش‌آموزان نارساخوان بوده است.

جدول ۴ نتایج تحلیل کوواریانس اثر tDCS بر عملکرد دانش‌آموزان نارساخوان

منبع واریانس	مجموع مجذورات	df	میانگین مجموع مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور اتا
اثر پیش‌آزمون	۱۱۳۵۴۱/۴۶	۱	۱۱۳۵۴۱/۴۶	۳۲۴۶/۳۴	۰/۰۰۱	۰/۸۷۳
اثر گروه	۸۰۹/۸۷	۱	۸۰۹/۸۷	۲۴/۶۵	۰/۰۰۱	۰/۴۲۱

بحث و نتیجه‌گیری

عملکردهای اجرایی مانند توجه و حافظه کاری از فعالیت‌های مهم شناختی برای یادگیری است که مسئولیت ذخیره‌سازی اطلاعات به‌طور موقت برای انجام پردازش شناختی را به عهده دارد. آسیب به توجه و حافظه کاری از علت‌های اصلی ابتلابه اختلال‌های یادگیری ازجمله اختلال خواندن است (باجیو، فروسی، ریگانوتی، کاور، نیچه، پاسکال-لئون و همکاران[۱۲]۲۰۰۶). مطالعه‌های تصویربرداری عصبی، قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی مغز (DLPFC) را به‌عنوان ناحیه مهم و حیاتی درگیر در فرایندها و کمبودهای عملکردهای شناختی مشخص کرده‌اند.

این پژوهش با هدف بررسی اثربخشی درمان تحریک الکتریکی مغزی بر توجه و جنبه‌های دیداری و شنیداری حافظه کاری دانش‌آموزان نارساخوان انجام شد. نتایج تحلیل کوواریانس نشان می‌دهد که با توجه به تفاوت میانگین نمرات در پیش‌آزمون و پس‌آزمون حافظه فعال دیداری، شنیداری و توجه در گروه آزمایشی در مقایسه با گروه کنترل، نشان‌دهنده معناداربودن اثربخشی تحریک الکتریکی مغزی بر متغیرهای وابسته است که موجب بهبود در حافظه فعال دیداری و توجه در کودکان نارساخوان شده است (p≤۰/۰۱).

[Downloaded from joec.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.16826612.1399.20.4.3.0]

نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های چاروت، شاو، دابس و همکاران (۲۰۱۸)؛ آنکری، میرون و براو (۲۰۱۷)؛ نلسون، مک کینلی، گلوب، وارم و پاراشورمن (۲۰۱۴)؛ تانو و (۲۰۱۳)؛ نوزری و تامسون- اسکیل (۲۰۱۳) و جون و هان (۲۰۱۲) همسو بود که نشان دادند که تحریک الکتریکی مغزی TDCS بر مهارت‌های توجه تأثیر مثبت و معناداری دارد. یافته‌های این پژوهش در راستای پژوهش‌های قبلی از جمله عابدی (۲۰۱۰) است که اشاره کرد آموزش توجه در بهبود عملکرد تحصیلی مؤثر بوده است. نتایج مطالعه همسو باگرلی و پارکر (۲۰۰۵) نشان داد که چگونه بهبود توجه همراه با بازخورد نظرها می‌تواند اثرهای کوتاه‌مدت و بلندمدت بر توجه و مهار رفتار دانش‌آموز داشته باشد. همچنین بهبود توجه می‌تواند اثرهای پایدار بر امواج مغزی (در بخشی از مغز که مربوط به توجه است) در دانش‌آموزان با مشکل توجه داشته باشد. فیدر و مجنیمر (۲۰۱۳) نیز بر ضرورت انجام و اثربخشی مداخله‌های روان‌شناختی از جمله تقویت توجه دانش‌آموزان نارساخوان و نارسانویس تأکید کردند. پژوهش‌های هم‌راستا با این مطالعه به‌وسیله استر (۲۰۱۴)؛ گارسیا، پریا و فوکودا (۲۰۰۷) نشان داده‌اند که بهبود مؤلفه‌های توجه اعم از توجه پایدار، انتخابی، تقسیم‌شده، شنوایی، دیداری (که با روش‌های مختلف آموزش داده می‌شوند) موجب افزایش و بهبود توجه شده و به دنبال آن عملکرد تحصیلی در دانش‌آموزان تقویت می‌شود. کودکان با اختلال نارساخوان با اینکه عملیات خواندن را می‌دانند، اما به‌دلیل نارسایی در توجه دچار اشتباهاتی از قبیل نادیده‌انگاری علامت‌ها، توجه‌نکردن به جای نقاط در کلمات، کم‌وزیاد کردن تعداد حروف یک کلمه و مانند آن می‌شوند و همچنین به‌دلیل کاهش ظرفیت حافظه فعال دیداری کلمات (که آنها زمان خواندن به یاد آورند) را به یاد نمی‌آورند یا به صورت ناقص به یاد می‌آورند که این مسائل بر کیفیت خواندن آنها و به‌دنبال آن بر عملکرد تحصیلی دانش آموز آسیب وارد می‌کند (کرونن برگر، ۲۰۰۳).

همچنین تحریک tDCS همان ناحیه F3 بر حافظه کاری دیداری دانش‌آموزان نارساخوان اثربخشی مثبت و معنادار داشت (p=۰/۰۱۱). که با پژوهش‌های مانکوسو و همکاران (۲۰۱۶)؛ کاروالو، باگیو، کانکالویز و همکاران (۲۰۱۵)؛ وندرهسلیت، رادیت، برونی و همکاران (۲۰۱۳)؛ مانتنی، برامبیلا، پیتسی، فراری و کاتولی (۲۰۱۳)؛ میرون و لویدر (۲۰۱۳)؛ کنگ تونگ، مینامی و ناکاچی (۲۰۱۳)؛ هوی و ایمنسون، آرنولد و همکاران (۲۰۱۳)؛ همسو بود. درباره اثربخشی tDCS بر حافظه کاری می‌توان به پژوهش اندریوز، هوی، اینتی‌کات، دسکالاکیز و فیتزگرالد (۲۰۱۱)؛ جو، کیم، کو، اوهن، جوین و لی (۲۰۱۱)؛ فروسی، ماملی، گایدی، مارکیک-اسپوستا، ورگاریا، مارک‌گیلیا (۲۰۰۸) نیز اشاره کرد. یافته‌های پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که کودکان با اختلال یادگیری در حافظه فعال عملکرد ضعیفی دارند و محدودیت ظرفیت حافظه فعال باعث مشکلاتی در خواندن می‌شود. توجه به بهبود حافظه فعال به‌عنوان مهارت اساسی و زیربنای اختلال‌های یادگیری می‌تواند رویکردی مؤثر در درمان اختلال یادگیری و نارساخوانی باشد که این موضوع به نوبه خود باعث بهبود عملکرد تحصیلی شود (لوپر، ۱۹۸۲).

تحریک الکتریک مغزی با وجود تأثیر مثبت بر حافظه کاری شنیداری تأثیرات معناداری نبود و با پژوهش‌های (پسترانک و گرینلی (۲۰۰۵)؛ البوی، ویس، بایلت و زاترو (۲۰۱۷)؛ اشرافی، اعراب شیبانی، زارع و علمی منش (۲۰۱۸) ناهمسو می‌باشد. با توجه به نتایج این پژوهش و پژوهش‌هایی که اشاره شد، می‌توان نتیجه گرفت که ناحیه F3 و F4 از مناطق ویژه در فعالیت شناختی می‌باشند و تحریک الکتریکی آندی این ناحیه می‌تواند عملکردهای شناختی زیادی را در افراد و بیماران مختلف به‌ویژه نارساخوانی

[Downloaded from joec.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.16826612.1399.20.4.3.0]

تحریک و فعال کند و مشکلات کودکان نارساخوان را کاهش دهد.

پژوهش‌های زیادی اثربخشی tDCS بر ناحیه قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی چپ F3 بر کارکردهای شناختی ازجمله حافظه، زبان، یادگیری و توجه را نشان داده‌اند؛ یعنی ممکن است تحریک این ناحیه باعث بهبود کارکردهای شناختی شود؛ زیرا این ناحیه با فعالیت‌ها و کنش‌های شناختی درگیر است که خود موجب بهبود عملکرد در تکلیف حافظه کاری شود. درمجموع یافته‌های این مطالعه همسو با نتایج مطالعات انجام‌شده در گذشته بود و تأییدی بر اثربخشی تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه بر بهبود عملکرد بعد دیداری حافظه کاری و توجه می‌باشد. براساس نظریه‌های مختلف هر آنچه که باعث تقویت و بهبود توجه و حافظه فعال در دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری شود، آنها را قادر می‌سازد که در فرایند خواندن و نوشتن خود نظارت و توجه بیشتری کنند؛ خطاهای خود را تشخیص دهند و صحیح‌خواندن کلمات را بیشتر یاد بگیرند. به این ترتیب با بهبود عملکردهای اجرایی از قبیل توجه و حافظه فعال دیداری باعث تصحیح خطاهای یادگیری و با دادن الگوی درست و تمرین آن، مهارت‌های خواندن صحیح را کسب می‌کنند و عملکرد تحصیلی آنها افزایش خواهد داد (آنت، ۲۰۰۴). بنابراین برمبنای یافته‌های حاصل از این مطالعه می‌توان گفت تقویت توجه و حافظه فعال دیداری و شنیداری در درمان ناتوانی‌های یادگیری دانش‌آموزان مبتلابه اختلال نارساخوانی، امری ضروری است. در این خصوص باید با شناخت درست و به‌موقع این نقص در عملکردهای اجرایی در کودکان ناتوان یادگیری و استفاده از روش تحریک الکتریکی مغز از مشکل دوم پدید آمده ایجاد شده این اختلال جلوگیری شود.

از آن‌جایی‌که این پژوهش روی نمونه کوچکی از دانش‌آموزان انجام شده است، تعمیم نتایج آن با محدودیت همراه است. همچنین تنها ازکودکان دبستانی پسر ۸ تا ۱۱ ساله که در این مطالعه شرکت کردند، استفاده شد. برای مطالعه‌های بعدی پیشنهاد می‌شود که این مطالعه روی کودکان گروه‌های سنی قبل از دبستان و ۱۲تا ۱۶ سال و در جنسیت دختران دبستانی نیز مطالعه شود. علاوه بر این، پژوهش حاضر به بررسی شاخص‌های روان‌شناختی حافظه فعال دیداری و شنیداری و توجه در کودکان نارسانویس پرداخته است. در اینجا پیشنهاد می‌شود تا در پژوهش‌های آینده سایر عملکردهای اجرایی در این کودکان بررسی شده و برای سایر انواع اختلال یادگیری خاص نیز اجرا شود.

تشکر و سپاسگزاری

به علت اینکه در راستای این مطالعه از حمایت‌های مالی سازمان تأمین اجتماعی استفاده شده است، تشکر می‌شود. همچنین از همکاری صمیمانه مسئولان و کارکنان محترم مدرسه‌های اختلال‌های یادگیری سقز که در اجرا و مراحل انجام این پژوهش امکانات لازم را در اختیار پژوهشگران قرار دادند، قدردانی می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

1. N-back
2. Transcranial direct current stimulation
3. Specific Learning Disorder
4. International dyslexia association
5. Working memory
6. Visual memory
7. Auditory memory
8. Ohn, Park, Yoo, Ko, Choi, Kim, Lee, Kim
9. Kane, Conway, Miura & Colflesh
10. Conners
11. tDCS
12. Ferrucci, Rigonatti, Cover, Nitsche, Pascual, Leone

منابع

آذری پیشکناری ل. (۱۳۹۰) *تأثیر ناحیهٔ میانی قشر پیش‌پیشانی بر قضاوت زیبایی‌شناختی با استفاده از روش تحریک الکتریکی مستقیم مغز از روی جمجمه (tDCS)*، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، پژوهشکدهٔ علوم شناختی.

اختیاری ح.، پرهیزگار س. ا. (۱۳۸۷) «تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی یا TDCS: ابزاری کارآمد در انجام مداخلات غیرتهاجمی در اعتیاد و بیماری‌های مختلف مغزی»، *فصلنامهٔ اعتیاد*، (۶): ۱۶-۲۲.

[Downloaded from joec.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.16826612.1399.20.4.3.0]

تقـی‌زاده ط، نجـاتی و.، محمـدزاده ع.، اکبرزاده‌باغبـان ع. (۱۳۹۳) «بررسـی سـیر تحـولی حافظـه کـاری شـنیداری و دیـداری در دانش‌آموزان مقطع ابتدایی»، *پژوهش در علوم توان‌بخشی*، صـص. ۲۳۹- ۲۴۹.

حسینی‌مریوان رضـا (۱۳۷۵) *میـزان شـیوع ناتوانی‌هـای یـادگیری در میان دانش‌آموزان شهر مشـهد*، دانشـکده علـوم تربیتـی دانشـگاه مشهد.

شکوهی‌یکتا محسن، پرند اکرم (۱۳۸۵) *ناتوانی‌هـای یـادگیری*، (چـاپ اول)، تهران: نشر تیمورزاده- طبیب، صص. ۸۱-۸۹.

علیزاده ح. (۱۳۸۴) «تنبیین نظری اختلال بیش‌فعالی و نقـص توجـه: الگوی بازداری رفتـاری و ماهیـت خـودکنترلی»، *مجلـه کودکـان استثنایی*، ۱۷: ۳۲۳- ۳۸۴.

کسـائیان ک.، کیـامنش ع. ر، بهرامـی ه. (۱۳۹۳) «مقایسـهٔ عملکـرد حافظهٔ فعال و نگهداری توجه دانش‌آموزان با و بـدون ناتوانی‌هـای یادگیری»، *مجلهٔ ناتوانی‌های یادگیری، ۳ (۴).*

کرمی‌نـوری رضـا، مـرادی علیرضـا (۱۳۸۷) *آزمـون خوانـدن و نارسـاخوانی*، تهران: انتشـارات جهـاد دانشگاهی، دانشـگاه تربیـت معلم.

مسـلمی بختیـار، قـانعی رضـا (۱۳۹۷) *مقدمـه‌ای بـر درمان‌هـای نوروسایکولوژی*، مشهد: چاپ و نشر ایران.

Abedi A. (2010). Investigation of effectiveness of neuropsychological interventions for improving academic performance of children with mathematics learning disabilities. Advances in Cognitive Sciences. 12 (1): 1-16. [Persian].

Albouy, P., Weiss, A., Baillet, S., & Zatorre, R. J. (2017). Selective entrainment of theta oscillations in the dorsal stream causally enhances auditory working memory performance. Neuron, 94(1), 193-206.

Andrews, S. Hoy, K. Enticott, P. Daskalakis, Z. Fitzgeralda, P. (2011). Improving working memory: the effect of combining cognitive activity and anodal transcranial direct current stimulation to the left dorsolateral prefrontal cortex. Brain Stimulation, 4, 84–9.

Ankri, Y., Meiron, O., & Braw, Y. (2017). Executive attention enhancement under stress: A TDCS randomized controlled trial. Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation. 10(2), 350.

Annette M. (2004). Attention performance in young adults with learning disabilities. Learn Individ Differ.14(2): 125- 133.

Ashrafi, H., Arab Sheibani, KH., Zare, H., Elmi Mansesh, N. (2019). The Effectiveness of Trans cranial direct-current stimulation on the improvement of visual and auditory attention in People with attention deficit-hyperactivity disorder(ADHD). JOEC; 18 (4):19-30

Association D-AP. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders. Arlington.

Baddeley, A., and Hitch, G. (1974). Working memory. The Psychology of Learning and Motivation. Academic Press, 28, 47-89.

Baggerly J, Parker M. (2005). Child-centered group play therapy with African - American boys at the
elementary school level. J Couns Dev. 83(4): 387-96.

Bartelet, D., Ansary, D., Vaessen, A., Blomert, l. (2014). Cognitive subtypes of Bellisle, F. (2004). Effects of diet on behaviour and cognition inChildren. Br J Nutr, 92(2), 227-32.

Beeli G, Casutt G, Baumgartner T, Jancke L. (2008). Modulating presence and impulsiveness by external stimulation of the brain. Behavioral and Brain Functions. 4:33.

Boggio, P.S., Ferrucci, R., Sergio Rigonatti, S.P., Covre, P., Nitzche, M., Leone, A.P., & Fregni, F. (2006). Effects of Trans cranial direct current stimulation on working memory in patients with Parkinson's disease. Journal of the Neurological Sciences, 249, 31-38.

Brooks AD, Berninger VW, Abbott RD. (2011). Letter naming and letter writing reversals in children with dyslexia: Momentary inefficiency in the phonological and or ethnographic loops of working memory. *Dev Neuropsychol*. 36(7): 84 -95.

Brunoni, A, R. Nitsche, M, A. Blognini, N. Bikson, M. Wagner, T. Merabet, L. et al. (2012). Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): Challenges and future directions. Brain Stimulation. 5(3), 175-195.

Carvalho, S., Boggio, P. S., Gonçalves, Ó. F., Vigário, A. R., Faria, M., Silva, S. ... & Leite, J. (2015). Transcranial direct current stimulation based metaplasticity protocols in working memory. Brain Stimulation. 8(2), 289-294.

Charvet, L., Shaw, M., Dobbs, B., Frontario, A., Sherman, K., Bikson, M. ... & Kasschau, M. (2018). Remotely supervised transcranial direct current stimulation increases the benefit of at-home cognitive training in multiple sclerosis. Neuromodulation: Technology at the Neural Interface. 21(4), 383-389.

Conners C. (1997). Conners' rating scales: revised technical manual. North Tonawanda (NY); Multi-Health Systems, online. Assessed 2008 Mar 3.

Dehn, M. J. (2008). Working memory and academic learning: Assessment and Intervention. New Jersey: WILEY, 123-135.

Elmer S, Burkard M, Renz B, Meyer M, Jancke L. (2009). Direct current induced short-term modulation of the left dorsolateral prefrontal cortex while learning auditory presented nouns. Behavioral and Brain Functions, 5:29.

Feder P, Majnemer A. (2013). Children's handwriting evaluation tools and their psychometric properties. Phys Occup Ther Pediatr. 23(3): 65-84.

[Downloaded from joec.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.16826612.1399.20.4.3.0]

Fregni, F. Boggio, P. Nitsche, M. Bermpohl, F. Antal, A. Feredoes, E. Marcolin, M A. Rigonatti, S. Silva, M. Paulus, W. Alvaro. & Pascual-Leone. (2005). Anodal transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex enhances working memory. Brain Res, 166, 23-30.

Fregni, Felipe, Boggio, Paulo S, Nitsche, Michael, Bermpohl, Felix, Antal, Andrea, Feredoes, Eva. Paulus, Walter. (2005). Anodal transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex enhances working memory. Experimental Brain Research, 166(1), 23-30

Ferrucci, R, Mameli, F, Guidi, I, Mrakic-Sposta, S, Vergari, M, Marceglia, S. Priori, A. (2008). Transcranial direct current stimulation improves recognition memory in Alzheimer disease. Neurology, 71(7), 493-498.

Garsia L, Pereira D, Fukuda Y. (2007). Selective attention: Psi performance in children with learning disabilities. Braz J Otorhinolaryngol. 73(3): 404-411.

Gathercole SE, Alloway TP, Willis C, Adams AM. (2006). Working Memory in children with reading disabilities. J Exp Child Psychol. 93(3): 265-81.

Gather Cole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. Developmental Psychology, 40(2), 177.

Heiman, T., and Berger, B. (2007). Parents of Children with Asperger syndrome or with learning disabilities: Family environment and social support. Research in Developmental Disabilities, 29, 289–300.

Hoy KE, Emonson MRL, Arnold SL, Thomson RH, Daskalakis ZJ, Fitzgerald PB. (2013). Testing the limits: Investigating the effect of tDCS dose on working memory enhancement in healthy controls. Neuropsychologia. 51: 1777e84.

International Dyslexia Association. (2008). Just the facts: Definition of dyslexia. *Retrieved July 3*, 2009, from www.interdys.org/ewebeditpro5/ upload/Definition Fact Sheet_3 - 10 – 08.pdf.

Imbo, I., &Vandierendonck, A. (2007). The development of strategy use in elementary school Children: Working memory and individual differences. Journal of Experimental Child Psychology, 96(4), 284–309.

Jenks, K. L. (2009). Arithmetich Difficulties in Children with cerebral palsy are related to Executive Function and Working memory. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 7, 824-825.

Jo JM, Kim YH, Ko MH, Ohn SH, Joen B, Lee KH. (2009). Enhancing the working memory of stroke patients using tDCS. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 8:404-409.

Jeon SY, Han SJ. (2012). Improvement of the working memory and naming by transcranial direct current stimulation. Ann Rehabil Med. 36: 585.

Kaltner, S; Jansen, P. (2014). Mental rotation and motor performance in children with developmental dyslexia. *Research in Developmental Disabilities*. 3(35): 741-754.

Kane, M. J., Conway, A. R., Miura, T. K., & Colflesh, G. J. (2007). Working me mory, attention control, and the N-back task: a question of construct validity. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 33(3), 615.

Karande, S., Mahjan, V., and Kulkarni, M. (2009). Recollection of learning disabled adolescent of their schooling experience: a qualitative study. Indian J Med Sci, 6, 382-391.

Kongthong N, Minami T, Nakauchi S. (2013). Semantic processing in subliminal face stimuli: an EEG and tDCS study. Neurosci Lett. 544: 141e6.

Kronenberger W, & Dunn W. (2003). Learning disorders. Neurologic Clinics. 21(4), 941-952.

Ladeira, A., Fregni, F., Campanhã, C., Valasek, C. A., De Ridder, D., Brunoni, A. R., & Boggio, P. S. (2011). Polarity-dependent transcranial direct current stimulation effects on central auditory processing. PLoS One, 6(9), e25399.

Loper, A. (1982). Metacognitive development implication for cognitive training. Exceptional Education Quarterly, (1): 1-8.

Mancuso, Lauren E; Illieva, Irena P; Hamilton, Roy H; Farah, MJ. (2016). "Does Transcranial Direct Current Stimulation Improve Healthy Working Memory? A Meta-analyic Review." Journal of Cognitive Neuroscience 28 (8): 1063-1089.

Manenti R, Brambilla M, Petesi M, Ferrari C, Cotelli M. Enhancing verbal episodic memory in older and young subjects after non-invasive brain stimulation. Front Aging Neurosci 2013; 5: 49.

Martin, A, Schurz, M, Kronbichler, M, & Richlan, F. (2015). "Reading in the brain of children and adults: A meta-analysis of 40 functional magnetic resonance imaging studies". Human Brain Mapping, 36(5), 1963-1981.

Meiron O, Lavidor M. (2013). Unilateral prefrontal direct current stimulation effects are modulated by working memory load and gender. Brain Stimul. 6: 440e7.

Miler, J. A., Meron, D., Baldwin, D. S., & Garner, M. (2018). The effect of prefrontal transcranial direct current stimulation on attention network function in healthy volunteers.

[Downloaded from joec.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.16826612.1399.20.4.3.0]

Neuromodulation: Technology at the Neural Interface, 21(4), 355-361.

Narimani, M., Ali Sarinasirlou, K. & Mousazadeh, T. (2014). Comparison of the effectiveness of the training focused on emotion and impulse control on academic burnout and positive and negative emotions in students with learning disabilities. Journal of Learning Disabilities, 3(3), 79-99. (Persian).

Nelson JT, McKinley RA, Golob EJ, Warm JS, Parasuraman R. (2014). Enhancing vigilance in operators with prefrontal cortex transcranial direct current stimulation (tDCS). Neuroimage. 85: 909e17.

Nitsche, M.A., Lampe, C., Antal, A., Liebetan, D., Lang, N., Tergau, F., & Paulus, W. (2006). Dopaminergic modulation of long-lasting direct current-induced cortical excitability changes in the humanmotor cortex. Eur. Journal Neurosci, 23, 1651–1657.

Nozari N, Thompson-Schill SL. (2013). More attention when speaking: does it help or does it hurt? Neuropsychologia. 51: 2770e80.

Ohn, SH., Park, C., Yoo, W., Ko, M., Choi, K.P., & Kim, G. (2008). Time-dependent effect of transcranial direct current stimulation on the enhancement of working memory. Neuroreport, 19, 43–47.

Pasternak, T., & Greenlee, M. W. (2005). Working memory in primate sensory systems. Nature Reviews Neuroscience, 6(2), 97.

Reteig, L. C., Talsma, L. J., van Schouwenburg, M. R., & Slagter, H. A. (2017). Transcranial electrical stimulation as a tool to enhance attention. Journal of Cognitive Enhancement, 1(1), 10-25.

Shaywitz, S. E., (1998). Current concepts: Dyslexia. New England journal of Medicine, 338, 307-312.

Sterr M. (2014). Attention performance in young adults with learning disabilities. Learn Individ Differ.
14(2): 125–133.

Swanson, L. H., and Jerman, O. (2007). The influence of working memory on reading growth in subgroups of Children with reading disabilities. Journal of Experimental Child Psychology, 96(4), 249-283.

Swanson, H. L., Kehler, P., & Jerman, O. (2010). Working memory, strategy Knowledge, and strategy instruction in children with reading disabilities. Journal of Learning Disabilities, 43 (1), 24-47.

Swanson, H., Saches-Lee, C. S. (2001). Mathematical problem solving and working memory in Children with learning disabilities: Both executive and phonological processes are important. J Exp Child Psychol, 79, 294-321

Tanoue RT, Jones KT, Peterson DJ, Berryhill ME. (2013). Differential frontal incolvement in shifts of internal and perceptual attention. Brain Stimuli. 6:675e82.

Turkeltaub, P. E., Gareau, L., Flowers, D. L., Zeffiro, T. A., & Eden, G. F. (2003). Development of neural mechanisms for reading. *Nature neuroscience*, *6*(7), 767-773.

Vafaie MA. (2012). Comparative study of rapid naming and Working Memory aspredictors of word recognition and reading comprehension in relation to phonological awareness in Iranian dyslexic and normal children. Procedia Soc Behav Sci. 32(3): 14-21.

Vanderhasselt M-A, De Raedt R, Brunoni AR, et al. (2013). tDCS over the left prefrontal cortex enhances cognitive control for positive affective stimuli. PLoS One. 8: e62219.

[Downloaded from joec.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.16826612.1399.20.4.3.0]