

## تأثیر تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه (TDCS) و آموزش آگاهی واج‌شناختی بر بهبود عملکرد بعد دیداری حافظه کاری کودکان نارساخوان

\*لیلا بیات مختاری<sup>۱</sup>، علیرضا آقا یوسفی<sup>۲</sup>، حسین زارع<sup>۳</sup>، وحید نجاتی<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری روانشناسی دانشگاه پیام نور تهران، ایران.

۲. دانشیار دانشگاه پیام نور تهران، ایران

۳. استاد دانشگاه پیام نور تهران، ایران

۴. دانشیار دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران

(تاریخ وصول: ۹۶/۰۲/۰۲ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۲۸)

### The considering of the impact of transcranial direct current stimulation (TDCS) and phonological awareness training on improvement of the visual aspect function of the working memory in children with dyslexia

\* Leila Bayat Mokhtari<sup>1</sup>, Ali Reza Agha Yousefi<sup>2</sup>, Hossein Zare<sup>3</sup>, Vahid Nejadi<sup>4</sup>

1. Ph.D. student of Psychology in Payam Noor University, Tehran, Iran.

2. Associate Professor in Payam Noor University, Tehran, Iran.

3. Professor in Payam Noor University, Tehran, Iran.

4. Associate Professor in Beheshti University of Tehran, Iran

Received: (Apr. 22, 2017)

Accepted: (Jun. 18, 2017)

#### Abstract:

**Introduction:** This survey was done in order to consider the impact of transcranial direct current stimulation on the visual/spatial working memory in the area of dorsolateral prefrontal cortex. **Methods:** This survey plan was experimental in the kind of pretest/after test together placebo group and arbitrary selection. The study sample contains 20 boy students with dyslexia with 8 to 10 years old that have inclusion criteria in this study. Two kinds of anode and sham stimulation, with 1.5 mA circuitry for 20 minutes and 15 minutes phonological awareness training on 20 participants in 10 sessions were presented. The participants before and after stimulation with N- Beck task, Shirazi and Nilipour reading test were tested. **Findings:** The covariance results showed that anode stimulation has a significant impact on improving performance in the visual/spatial aspect of the working memory compared to the sham stimulation. **Conclusion:** Overall, this study showed that the anode stimulation increased and improved individual performance on tasks involving visual working memory and has led to improved dyslexia in children.

**KeyWord:** transcranial direct current stimulation (TDCS), dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC), working memory, n-back task

#### چکیده:

**مقدمه:** این پژوهش به منظور بررسی تأثیر تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه و آموزش آگاهی واج‌شناختی بر روی حافظه کاری کودکان نارساخوان انجام شد. روش: طرح این پژوهش، آزمایشی از نوع پیش‌آزمون/پس‌آزمون با گروه پلاسیبو و جایگزینی تصادفی بود. نمونه پژوهش شامل ۲۰ دانش‌آموز پسر نارساخوان ۸ تا ۱۰ ساله که معیارهای ورود به مطالعه را داشتند، بود. دو نوع تحریک آندی و ساخنگی با شدت جریان ۱/۵ میلی‌آمپر به مدت ۲۰ دقیقه و ۱۵ دقیقه آموزش آگاهی واج‌شناختی بر ۲۰ نفر شرکت‌کننده طی ۱۰ جلسه ارائه گردید. شرکت‌کنندگان قبل و بعد از تحریک با تکلیف ان‌بک و آزمون خواندن شیرازی و نیلی پور مورد سنجش قرار گرفتند. داده‌های این پژوهش با آزمون تحلیل کوواریانس و نرم‌افزار SPSS.19 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. یافته‌ها: نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد تحریک آندی، تأثیر معناداری در بهبود عملکرد فرد در بعد دیداری/فضایی حافظه کاری نسبت به گروه تحریک ساخنگی (پلاسیبو) دارد. نتیجه‌گیری: در مجموع مطالعه حاضر نشان داد که تحریک آندی سبب بهبود عملکرد فرد در حافظه دیداری/فضایی شده و در پی آن منجر به بهبود مشکل نارساخوانی در کودکان شده است.

**واژگان کلیدی:** تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه (TDCS)، قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی (DLPFC)، حافظه کاری، تکلیف n-back

## مقدمه

کاری<sup>۳</sup> (حافظه فعال) در ابتدا یا عدم ابتدا به اختلال خواندن<sup>۴</sup> سهم بسزایی دارد. گدرکول، آلاوی، ویلیس و آدامز<sup>۵</sup> (۲۰۰۶)، حافظه کاری را سیستمی می‌داند که مسئول دست‌کاری و ذخیره-سازی موقت اطلاعات است و به‌عنوان یک فضای کاری ذهنی عمل می‌کند که می‌تواند به‌طور انعطاف‌پذیر برای حمایت از فعالیت‌های شناختی روزانه که نیاز به پردازش دارد و هم ذخیره‌سازی، مورد استفاده قرار بگیرد. این حافظه، یکی از فرایندهای شناختی مهم است که زیربنای تفکر و یادگیری می‌باشد و نقش حساسی در یادگیری خواندن دارد.

ظرفیت ناکافی حافظه کاری به همراه سازمان‌دهی ضعیف حافظه بلندمدت می‌تواند باعث نارساخوانی و ایجاد مشکلاتی در درک مطلب خواندن شود. مشکلات حافظه کاری به‌ویژه مانع پردازش ساخت جمله طولانی و درک آن می‌شود (کریمی و عسکری، ۱۳۹۲).

طبق نظر بدلی<sup>۶</sup> (۲۰۰۰)، حافظه کاری دارای چهار مؤلفه مجری مرکزی، حلقه واج‌شناختی، صفحه دیداری-فضایی و مخزن رویدادی است. این چهار مؤلفه نقش‌های ویژه‌ای در یادگیری دانش‌آموزان دارند به‌طوری‌که اختلال در عملکرد هر یک از مؤلفه‌های حافظه کاری با نقایصی در

خواندن یکی از فعالیت‌های بسیار هوشمندانه‌ای است که انسان در طول زندگی یاد می‌گیرد. مهارتی است که بر پیش‌نیازهای فراوانی مبتنی بوده و ماهر شدن در همه ابعاد آن مستلزم زمان طولانی است. کنش‌های پیچیده ذهنی همانند زبان و خواندن از زوایای فراوانی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. بروکس، برنینجر و ابوت<sup>۱</sup> (۲۰۱۱)، نارساخوانی را نوعی اختلال در اشتباه کردن کلمات مشابه، حدس زدن کلمات با در نظر گرفتن حروف ابتدا و انتهای کلمات، وارونه‌خوانی کلمات و دشواری در شناسایی جزء از کل تعریف نموده‌اند. این اختلال، ۱۰ تا ۱۵ درصد از کودکان سن مدرسه را درگیر می‌کند (ولوتینو، فلتچر، اسنولینگ و اسکنون<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴)؛ و میزان شیوع آن در جمعیت دانش‌آموزی ایران ۴ تا ۱۲ درصد گزارش شده است (شیرازی و نیلی‌پور، ۱۳۸۳). مطالعات نشان می‌دهد حدود ۸۰ درصد کودکان مبتلا به اختلالات یادگیری، در زمینه خواندن نارسایی دارند (زارع بهرام‌آبادی و گنجی، ۱۳۹۳). عوامل متعددی در شکل‌گیری اختلال خواندن نقش دارد که از آن جمله می‌توان به عوامل ژنتیکی، عصب‌شناختی، شناختی و محیطی اشاره کرد (رضاعی، ۱۳۹۱). بررسی پژوهش‌های انجام‌گرفته در حوزه نارساخوانی، حاکی از آن است که سلامت و اختلال در عملکرد حافظه

3 Working memory  
4 reading disability  
5 Gathercole, Alloway, Willis & Adams  
6 Baddeley

1 Brooks, Berninger, Abbott  
2 Vellutino, Fletcher, Snowling, & Scanlon,

لیلا بیات مختاری و همکاران: تأثیر تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه (TDCS) و آموزش آگاهی واج‌شناختی ...

گروهی از مهارت‌های زبان کلامی را توصیف می‌کند و به صورت آگاهی از صداهای زبان گوینده و توانایی و مهارت کاربرد آن‌ها می‌باشد. همچنین آگاهی واج‌شناختی، شامل مهارت‌هایی چون تشخیص کلمات با صدای آغازین یکسان مثل «سیب، سیر» و یا با صدای انتهایی یکسان مانند «موش، گوش»، تشخیص صدای اول و انتهای کلمه و تغییر بافت آوایی کلمه با حذف یا اضافه کردن صدای خاص است. در واقع آگاهی واج-شناختی، آگاهی و وقوف بر ساختمان آوایی و واجی و هجایی کلمات است (دستجردی و سلیمانی، ۱۳۸۵).

فیاضی (۱۳۸۸)، در مطالعه خود نشان داد کودکان عادی در روند رشد طبیعی پس از گذراندن پایه سوم، در حد کمال به مهارت‌های آگاهی واج‌شناختی دست می‌یابند. بررسی مطالعات انجام‌گرفته در زمینه نقش آگاهی واج-شناختی در نارساخوانی نشان می‌دهد، آگاهی واجی مهمترین هسته و فاکتور جداکننده خوانندگان عادی از نارساخوان است (پیرزادی، غباری بناب، شکوهی یکتا و همکاران، ۱۳۹۱؛ سلیمانی، ۱۳۸۹؛ فصیحانی‌فرد، ۱۳۸۹؛ فیاضی، ۱۳۸۸؛ مستقیم‌زاده و سلیمانی، ۱۳۸۴؛ میکایلی و فراهانی، ۱۳۸۴).

علاوه بر آموزش آگاهی واج‌شناختی که یک درمان شناختی است، در این پژوهش جهت بهبود حافظه کاری از درمان‌های جدید عصب‌شناسی<sup>۸</sup>

یادگیری همراه است. مطالعه شریفی، زارع و حیدری (۱۳۹۲) تفاوت معنادار بین حافظه کاری دانش‌آموزان نارساخوان با دانش‌آموزان عادی را نشان می‌دهد. همچنین مطالعات مابوت و بی‌سنز<sup>۱</sup> (۲۰۰۸)، ایمبو و ون‌دیرنداک<sup>۲</sup> (۲۰۰۷)، گدرکول و همکاران (۲۰۰۶)، سوانسون، کهلر و ژرمن<sup>۳</sup> (۲۰۱۰)، دی‌استفانو و لفور<sup>۴</sup> (۲۰۰۴)، پیکرینگ و گدرکول<sup>۵</sup> (۲۰۰۴)، سوانسون و ساچزلی<sup>۶</sup> (۲۰۱۰)، در خارج از کشور و مطالعات کریمی و عسکری (۱۳۹۲)، الهی (۱۳۹۰)، میرمهدی، عزیززاده و سیف‌نراقی (۱۳۸۸)، ارجمندنیا و سیف-نراقی (۱۳۸۸)، میکایلی (۱۳۸۴)، در ایران نشان می‌دهد عملکرد کودکان مبتلا به نارساخوانی، از نظر حافظه کاری، بسیار ضعیف‌تر از کودکان عادی است. حافظه و خواندن در تعامل نزدیک با یکدیگر هستند. لذا برای بهبود حافظه کاری، روش‌های متعددی از جمله درمان‌های شناختی، رفتاری، نوروفیدبک، بیوفیدبک وجود دارد. در این پژوهش از درمان‌های شناختی به آگاهی واج-شناختی و از درمان‌های نوظهور عصب‌شناختی به تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه<sup>۷</sup> (tDCS)، پرداخته شده است.

شرواستانوویچ (اشتری و شیرازی، ۱۳۸۳)، آگاهی واج‌شناختی را اصطلاحی می‌داند که

- 1 Mabbott & Bisanz
- 2 Imbo & Vandierendonck
- 3 Swanson, Kehler & Jerman
- 4 DeStefano & Lefevre
- 5 Pickering & Gathercole
- 6 Sachse-Lee
- 7 transcranial direct current stimulation

های درمانی عصب‌شناختی، درمان به وسیله تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی مجموعه (tDCS) است. tDCS، یک روش درمانی غیرتهاجمی، بدون درد و ارزان قیمت است (کراس و کادوش، ۲۰۱۳؛ باستانی و جبارزاده، ۲۰۱۲؛ جاکوبسن، عزرا، برگر و لویدر، ۲۰۱۲؛ استاگ، جایارما، پاستور، کینسز، مدتواز و جانسون-برگ، ۲۰۱۱؛ فرگنی، باجیو، لیما، فری-را، واگنر، ریگاناتی<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۰۶) که طی آن جریان مستقیم ضعیفی (۱ تا ۴ میلی‌آمپر بر پوست سر وارد می‌شود و با استفاده از آن تغییرات بلندمدت در قطبیت قشر مغز به دنبال دیپولاریزاسیون و هیپرپلاریزاسیون نوروها و تأثیر بر گیرنده‌های عصبی، ایجاد می‌شود، به عبارت دیگر در این تحریک الکتریکی نقاطی از سر با استفاده از جریان‌های ضعیف الکتریکی هدف قرار می‌گیرند (اکبری، طالبی و فتحی‌آشتیانی، ۱۳۹۴).

درباره اثربخشی tDCS بر حافظه کاری می‌توان به پژوهش اندریوز، هوی، ایتی‌کات، دسکالاکیز و فیتزگرالد<sup>۱۰</sup> (۲۰۱۱)، جو، کیم، کو، اوهن، جوین و لی<sup>۱۱</sup> (۲۰۰۹)، فروسی، ماملی، گایدی، مارکیک-اسپوستا، ورگاریا، مارکگیلیا<sup>۱۲</sup> (۲۰۰۸)، اشاره کرد.

استفاده شده است. این علم با کمک تصویربرداری مغز، نقاط حساس به هر عملکرد، کنش و واکنش را مشخص نموده و با روش‌ها و فنون جدید خود، به تحریک آن نقطه در جهت هدف (افزایش یا کاهش آن کنش) اقدام می‌نماید (تامسون، دوروک، ماسیکو، فرگنی و کروتی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵).

مطالعات تصویربرداری کارکردی، در دو دهه دخیر نشان دادند نیمکره چپ، لوب گیجگاهی (اسپیرونلی، پنولازی و انگریلی<sup>۲</sup>، ۲۰۰۸؛ لیون، شیوتز و شیوتز<sup>۳</sup>، ۲۰۰۳)، لوب پیشانی تحتانی، به خصوص نواحی خلفی (تورکلتاب، گاریو، فلوروز، زفیرو و ادن<sup>۴</sup>، ۲۰۰۳؛ مارتین، اسپوروز، کرونیچلر و ری‌چالمن<sup>۵</sup>، ۲۰۱۵)، آن در خواندن نقش مهمی دارند. رامسی، نک، دونچو، ویز، مائوساگ و اندرسون<sup>۶</sup> (۱۹۹۷) در مطالعه خود به مقایسه عملکرد مغزی افراد نارساخوان و عادی در انجام تکالیف خواندن پرداختند نتایج حاکی از آن بود که عملکرد مغزی افراد نارساخوان در بخش‌های مربوط به پردازش تکالیف خواندنی با کاهش همراه است، درحالی‌که عملکرد مغزی افراد عادی در همان بخش‌ها با افزایش همراه بود. این محققان به این نتیجه رسیدند که افزایش عملکرد مغزی، به دقت و سرعت خواندن افراد عادی و نارساخوان کمک می‌کند. یکی از روش-

7 Jacobson, Ezra, Berger & Lavidor  
8 Stagg, Jayaram, Pastor, Kincses, Matthews & Johansen-Berg  
9 Boggio, Lima, Ferreira, Wagner & Rigonatti  
10 Andrews, Hoy, Enticott, Daskalakis & Fitzgerald  
11 Jo, Kim, KO, Ohn, Joen & Lee  
12 Ferrucci, Mameli, Guidi, Mrakic-Spota, Vergari & Marceglia

1 Thomson, Doruk, Mascio, Fregni & Cerruti  
2 Spironelli, Penolazz & Angrilli  
3 Lyon, Shaywitz, & Shaywitz  
4 Turkeltaub, Gareau, Flowers, Zeffiro & Eden  
5 Martin, Schurz, Kronbichler & Richlan,  
6 Rumsey, Nace, Donohue, Wise, Maisog & Andreason

لیلا بیات مختاری و همکاران: تأثیر تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه (TDCS) و آموزش آگاهی واج‌شناختی ...

از نوع هدفمند انتخاب شدند و حجم نمونه ۲۰ نفر تعیین شد، اما بخاطر داشتن ریزش احتمالی ۳۲ دانش‌آموز که معیارهای اولیه ورود به مطالعه (جنسیت پسر، سن تقویمی ۸ تا ۱۰ سال و نارساخوان بودن) را داشتند از سوی مراکز اختلال یادگیری به پژوهشگر ارجاع داده شد، و در نهایت ۲۰ نفر برای ورود به مطالعه انتخاب گردید. سپس به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و پلاسیبو جایگزین شدند. از معیارهای ورود به مطالعه می‌توان به تشخیص اختلال خواندن توسط روانپزشک براساس DSM-5؛ نارساخوان بودن براساس آزمون خواندن شیرازی و نیلی پور؛ نداشتن سوابق بیماریهای ذهنی، آسیب مغزی، اختلال نورولوژیکی و صرع؛ نداشتن مشکلات رفتاری و هیجانی شدید که منجر به تشخیص بالینی گردد؛ عدم مصرف ریتالین و رسپریدون اشاره کرد. درضمن همراهی نقص توجه با نارساخوانی مانعی در ورود به مطالعه نبوده است. معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل عدم همکاری کودک؛ قطع جلسات درمانی توسط والدین کودک؛ داشتن مشکلات خانوادگی مانند طلاق والدین و بزهکار بودن والدین؛ داشتن مشکلات حسی/ حرکتی؛ بروز بیماری به گونه‌ای که منجر به قطع انسجام جلسات شود، می‌باشد؛ که در این مطالعه تمامی افراد شرکت‌کننده تا پایان مطالعه در پژوهش شرکت داشتند.

در گروه آزمایش، ۱۰ نفر از دانش‌آموزان نارساخوان قرار داشتند که طی ۱۰ جلسه بصورت

اندریوز و همکاران (۲۰۱۱)، به بررسی تأثیر ترکیبی فعالیت شناختی (n-back) و تحریک آندی tDCS بر قشر پیش پیشانی خلفی جانبی (DLPFC)، در جهت بهبود حافظه کاری پرداختند یافته‌های آن‌ها حاکی از اثربخشی این مداخله بوده است. جو و همکاران نیز در مطالعه-ی دیگری به بررسی اثر tDCS، بر ارتقاء حافظه کاری افراد مبتلا به سکتۀ مغزی پرداختند نتایج حاصل از آزمون تحلیل اندازه‌گیری مکرر بیانگر معناداری اثر tDCS، بر دقت بازشناسی بود. مطالعه‌ی فروسی و همکاران (۲۰۰۸)، مبین اثر بخشی tDCS، بر افزایش دقت حافظه‌کاری بیماران آلزایمری در بازشناسی کلمات می‌باشد.

مرور مطالعات گذشته نشان می‌دهد که پژوهش‌های متعددی در حیطه‌ی اثربخشی tDCS، بر بهبود حافظه‌ی کاری بر روی نمونه‌های متفاوت از افراد انجام گردیده. در مطالعه- حاضر محقق به بررسی اثر ترکیبی tDCS و آموزش آگاهی واج‌شناختی بر بعد دیداری حافظه‌ی کاری افراد نارساخوان پرداخته است.

## روش

روش پژوهش حاضر، آزمایشی و نوع طرح آن پیش‌آزمون، پس‌آزمون با گروه پلاسیبو است. جامعه آماری این تحقیق شامل کلیه دانش‌آموزان مراجعه‌کننده به مراکز اختلالات یادگیری دولتی و غیر دولتی شهر مشهد در سال ۹۵ می‌باشد. شرکت‌کنندگان به روش نمونه‌گیری غیراحتمالی

ساختار صرفی، نحوی و معنایی هر سه متن، کتاب فارسی کلاس اول ملاک کار بوده است. ۲- آزمونهای تکمیلی: این بخش مشتمل بر آزمون املا، آزمون تناظر نویسه - واج، آزمون خواندن کلمات بی قاعده، آزمون خواندن ناکلمه ها و آزمون رونویسی می باشد. پایایی<sup>۱</sup> عامل خواندن ۰/۸۱ و نوشتن ۰/۸۸ می باشد (پهلوان نشان، پهلوان نشان و رستمی راوری، ۱۳۹۵). روایی<sup>۲</sup> آزمون در بخش متنهای خواندن ۰/۸۷ و در بخش سرعت و دقت متن های خوانده شده ۰/۹۴ گزارش شده است.

با توجه به اینکه متن های خواندن این آزمون بر روی جمعیت دانش آموزان پایه اول ابتدایی اعتباریابی شده است و در پژوهش حاضر، آزمودنی های شرکت کننده بین پایه دوم و چهارم قرار دارند، لذا از متن های خواندن محسن اصغری نکاح که متناسب با جمعیت هدف می باشد به همراه پروتکل آزمون خواندن شیرازی و نیلی پور استفاده می شود. روایی متن های اصغری نکاح مورد تایید معلمان دبستان قرار گرفته است (کلانی، اصغری نکاح و غنایی چمن آباد، ۱۳۹۴).  
**آزمون حافظه کاری انبک<sup>۳</sup>:** این آزمون، یک تکلیف سنجش عملکرد شناختی مرتبط با کنش های اجرایی است و نخستین بار در ۱۹۵۸ توسط کرچنر<sup>۴</sup> معرفی شد. از آنجا که این

مداوم، آموزش آگاهی واج شناختی به همراه TDCS برای هر کدام بصورت انفرادی ارائه شد. بر اساس نتایج درمانی بدست آمده در سایر پژوهش ها، نقطه کورتکس پیش پیشانی خلفی جانبی چپ (dlpfc) برای ارائه TDCS تعیین شد. بطوری که الکتروود آند روی F3 و الکتروود کاتد روی بازوی راست قرار گرفت. مدت زمان تحریک ۲۰ دقیقه با شدت ۱،۵ میلی آمپر به همراه تکلیف آگاهی واج شناختی بود و پس از اتمام ارائه TDCS، تکلیف آگاهی واج شناختی به مدت ۱۵ دقیقه ادامه داده میشد. همچنین گروه پلاسیبو شامل ۱۰ نفر از دانش آموزان نارساخوان بودند که در ۱۰ جلسه مداوم، به مدت ۳۵ دقیقه، تحت آموزش آگاهی واج شناختی بدون ارائه TDCS (بصورت ساختگی) قرار گرفتند. در ابتدا و انتهای مداخله، هر دو گروه با آزمونهای هوش ریون، نارساخوانی شیرازی و نیلی پور و n-back مورد ارزیابی قرار گرفتند.

#### ابزار

آزمون تشخیص خواندن شیرازی و نیلی پور: این آزمون یک آزمون انفرادی بوده و مرکب از آزمونهای تکمیلی است و با آن می توان سطح خواندن دانش آموز را بررسی کرد. همچنین چگونگی دقت و دستخط و مهارت رو نویسی نیز مشخص می شود. این آزمون شامل بخشهای ذیل می باشد، ۱- آزمون متنهای خواندن: که شامل سه بخش داستانی است. متن اول راهنما و دو متن دیگر متنهای همتا هستند. در انتخاب کلمات و

1 reliability  
2 validity  
3n-back  
4Kirchner

لیلا بیات مختاری و همکاران: تأثیر تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه (TDCS) و آموزش آگاهی واج‌شناختی ...

که هر دو به صورت فردی و انتزاعی تشکیل شده است. آزمون ریون از ماتریس‌ها یا سری تصاویر انتزاعی تشکیل شده است که یک توالی منطقی را به وجود می‌آورند و با درجه دشواری فزاینده‌ای مرتب شده‌اند. آزمودنی باید از میان ۶ تا ۸ تصویر جداگانه پایین، تصویری را انتخاب کند که ماتریس بالایی را کامل کند. تجزیه و تحلیل نتایج این آزمون نشان می‌دهد که اعتبار این آزمون در تشخیص عامل  $G$  (هوش کلی)، بسیار بالا است (کرمی، ۱۳۷۹).

**تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه:**  
تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی یا tDCS، یک فناوری نسبتاً قدیمی است که کاربرد آن دوباره رایج گردیده، به طوری که مرور مقالات روز دنیا بیانگر، کاربرد آن در طیف گسترده‌ای از بیماریهای مغزی و از جمله اختلالات یادگیری است (اختیاری و پرهیزگار، ۱۳۸۷). این درمان، با استفاده از دستگاهی انجام می‌گردد که به همین نام شهرت دارد. دستگاه tDCS، مربوط به شرکت mind alive inc، یک دستگاه کوچک تحریک‌کننده مغز است که از طریق 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 بوده و برای جلوگیری از واکنش شیمیایی نقطه تماس بین الکترودها و پوست، درون اسفنج‌های مصنوعی اغشته به سالیین

تکلیف، شامل نگهداری اطلاعات شناختی و دست‌کاری آن‌ها می‌گردد، برای ارزیابی حافظه کاری مورد استفاده قرار می‌گیرد (کسانیان، کیامنش و بهرامی، ۱۳۹۳). این آزمون دارای دو مولفه دیداری و شنیداری است که در نوع دیداری آن، تعدادی محرک بینایی با فاصله ۱۸۰۰ میلی ثانیه به صورت سریال بر روی صفحه نمایشگر ظاهر شده و فرد بایستی هر محرک را با محرک قبل مقایسه کند (نجاتی، بهرامی، آبروان، روبن‌زاده و مطیعی، ۱۳۹۲). در صورت تشابه، هر محرک با محرک قبل کلید شماره «یک» و در صورت عدم تشابه کلید شماره «دو» صفحه کلید را فشار دهد (نجارزادگان، نجاتی و امیری، ۱۳۹۵). از این آزمون دو نمره، درصد بازشناسی غلط با ضریب پایایی ۰/۵۱ و درصد عدم بازشناسی با ضریب پایایی ۰/۷۶، بدست آمده است (قدیری، جزایری، عشایری و قاضی طباطبایی، ۱۳۸۵).

**ماتریس‌های پیشرونده ریون کودکان:** آزمون ماتریس‌های پیشرونده ریون کودکان توسط ریون در سال ۱۹۴۷ تدوین گردید. این آزمون، ۳۶ تصویر دارد؛ و در سال ۱۳۷۱ توسط براهنی و همکاران بر روی ۷۲۵ کودک گروه سنی ۵ تا ۱۱ ساله شهر تهران اعتباریابی شد، روایی همزمان این آزمون با آزمون بندرگشتالت در دامنه‌ای از ۰/۵۲ تا ۰/۷۵ بود، پایایی این آزمون به روش بازآزمایی در دامنه‌ای از ۰/۶۹ تا ۰/۹۱، به روش دونیمه کردن در دامنه‌ای از ۰/۸۰ تا ۰/۹۳ برای گروه‌های سنی مختلف بدست آمد. این آزمون ۲ فرم دارد

کلمه؛ جلسه ششم، آگاهی هجایی؛ جلسه هفتم، آگاهی واجی؛ جلسه هشتم، شناسایی صدا/کلمه و قافیه‌سازی؛ جلسه نهم، بازی اسامی، قسمت‌بندی واجی و تحلیل قافیه؛ جلسه دهم، حذف، دست‌کاری و ترکیب واجی.

در ادامه داده‌های پژوهش حاضر با آزمون تحلیل کوواریانس و به کمک نرم‌افزار SPSS.19 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

#### یافته‌ها

مطالعه حاضر نشان می‌دهد دانش‌آموزان شرکت‌کننده در مطالعه، در تمام جلسات، از مرحله پیش‌آزمون تا پس‌آزمون شرکت داشتند. شرکت‌کنندگان در مطالعه، در دامنه‌ی سنی ۸ تا ۱۰ سال قرار دارند. بهره‌ی هوشی آن‌ها، در دامنه‌ی ۸۵ تا ۱۱۵ با میانگین و انحراف معیار  $(9/92 \pm 98/25)$  در کل شرکت‌کنندگان،  $(10/61 \pm 99/60)$  در گروه پلاسیبو و  $(9/55 \pm 96/90)$  در گروه آزمایش می‌باشد. در این مطالعه اثربخشی آموزش آگاهی واج‌شناختی به همراه دریافت واقعی tDCS، در گروه آزمایش با آموزش آگاهی واج‌شناختی به همراه دریافت ساختگی tDCS، در گروه پلاسیبو بر بعد دیداری حافظه کاری موردبررسی قرار گرفت. جهت این بررسی، از آزمون تحلیل کوواریانس یک‌راهه، استفاده گردید. ابتدا مفروضه همگنی شیب رگرسیون‌ها مورد آزمون قرار گرفت، نتایج نشان داد این مفروضه رعایت گردیده است و بین شیب رگرسیون‌ها تفاوت

قرار داده می‌شوند (آذری پیشکناری، ۱۳۹۰). ابعاد الکترودها در این آزمون  $5 \times 5$  سانتی‌متر بود. الکترودها در این مطالعه، با شدت  $1/5$  میلی‌آمپر به مدت ۲۰ دقیقه در هر جلسه، بر روی ناحیه قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی نمیکره‌چپ قرار گرفته است.

**پک آموزشی آگاهی واج‌شناختی: آگاهی واج-شناختی**، از بسته آموزشی آگاهی واج‌شناختی برنامه آموزشی وزارت آموزش و پرورش ایالت ویرجینیا اقتباس شده و توسط فرخ‌نیا، حسینی، یزدان‌دوست و صمیمی با نظارت باعزت در سال ۱۳۸۷ در دانشگاه شهید بهشتی با توجه به ویژگی‌های زبان فارسی معادل‌سازی شده است (فهیمی، ۱۳۸۸). جهت آموزش آگاهی واج-شناختی، درمانگر در ابتدا مشکلات آگاهی شنیداری دانش‌آموز را که با فراگیری خواندن و نوشتن او تداخل می‌کند به وسیله چک‌لیست پردازش شنوایی/آگاهی واجی شناسایی می‌کند. چک‌لیست شامل مواردی از قبیل اشتباه شنیدن صداها و واژه‌ها، اشکال در دنبال کردن دستورات شفاهی، دشواری در املای کلمات، اجتناب از فعالیت‌های خواندن/نوشتن و ... است. سپس به اجرای برنامه می‌پردازد. درمان در ۱۰ جلسه ۳۵ دقیقه انجام می‌گیرد.

در جلسه اول، تشخیص و تولید صدا؛ جلسه دوم، مقایسه شدت صداها و ترتیب‌گذاری؛ جلسه سوم، قافیه؛ جلسه چهارم، تشخیص کلمات گم-شده و دست‌کاری کلمات؛ جلسه پنجم، آگاهی



لیلا بیات مختاری و همکاران: تأثیر تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه (TDCS) و آموزش آگاهی واج‌شناختی ...  
 معناداری وجود ندارد ( $F=0/118, p=0/736$ ). همچنین آزمون لوین، همگنی واریانس‌های پیش-آزمون و پس‌آزمون را تایید نمود ( $p=0/220$ ). نتایج آزمون تحلیل کوواریانس ( $F=1/614$ ).  
 یکراهه در جدول شماره ۱، نشان داد پس از تعدیل نمرات در مرحله پیش‌آزمون، اثر عامل بین‌آزمودنی‌ها یعنی اثر گروه معنادار است ( $F=5/346, p=0/034$ ).

جدول ۱. شاخص‌های آزمون تحلیل کوواریانس یکراهه (ANCOVA)

منابع	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجموع مجزورات	F	سطح معناداری
اثر پیش‌آزمون	۱/۱۶۴	۱	۱/۱۶۴	۰/۰۳۹	۰/۸۴۶
اثر گروه	۱۶۰/۲۰۸	۱	۱۶۰/۲۰۸	۵/۳۴۶	۰/۰۳۴
خطا	۵۰۹/۴۳۶	۱۷			
کل	۸۲۳۰/۰۰۰	۲۰			
کل اصلاح شده	۷۰۲/۸۰	۱۹			

بررسی تفاضل میانگین‌ها قبل و بعد از ارائه-  
 ی متغیر مستقل در جدول شماره ۲، نشان دهنده-  
 ی وجود تفاوت معنادار به نفع گروه آزمایش  
 است و همچنین بیانگر اثر مثبت آموزش آگاهی  
 واج‌شناختی به همراه دریافت واقعی tDCS در

گروه آزمایش بر بعد دیداری حافظه‌ی کاری، در  
 مقایسه با آموزش آگاهی واج‌شناختی به همراه  
 دریافت ساختگی tDCS، در گروه پلاسیبو می-  
 باشد.

جدول ۲. شاخص‌های توصیفی میانگین‌ها قبل و بعد از تعدیل نمرات پیش‌آزمون و آزمون معناداری آن

گروه‌ها	میانگین		آزمون معناداری مقایسه میانگین‌های تعدیل شده		
	قبل از حذف اثر متغیر تصادفی	بعد از حذف اثر متغیر تصادفی	تفاضل میانگین‌ها	خطای معیار	سطح معناداری
عدم رایه Tdcs	۱۶/۸۱۰	۱۶/۳۸۸	-۶/۰۲۴*	۲/۶۰۵	۰/۰۳۴
رایه tDCS	۲۲/۶۹۳	۲۲/۴۱۲			

### نتیجه‌گیری و بحث

حافظه‌ی کاری ناحیه‌ی قابل توجهی از حافظه برای یادگیری است؛ که مسولیت ذخیره‌سازی اطلاعات به‌طورموقت جهت انجام پردازش شناختی را به عهده دارد. آسیب به حافظه‌ی کاری، یکی از علل

(۲۰۱۲)، باجیو، خوری، مارتینز، ماکیدو و فرگنی<sup>۳</sup>  
(۲۰۰۹)، جو وهمکاران (۲۰۰۹)، ماسورا<sup>۴</sup>  
(۲۰۰۶)، فرگنی، باجیو، نیچه<sup>۵</sup>، برمپول، آنتل،  
فردوز<sup>۶</sup> (۲۰۰۵)، کینزی<sup>۷</sup>، آنتل، نیچه، برتفای و  
پائولس<sup>۸</sup> (۲۰۰۴) همسو است.

تگزیرا-ساناتوس، نفی، سمپایو، لیت و  
کاروالو<sup>۹</sup> (۲۰۱۵) در مرورسیستماتیک خود، به  
نتایج همسویی با یافته‌های مطالعه‌ی حاضر دست  
یافتند. به‌طوریکه مطالعه‌ی آنها نیز بیانگر tDCS  
آندی، بر بهبود عملکرد حافظه کاری را نشان  
می‌دهد. مطالعه ماتزن و ترومبو<sup>۱۰</sup> (۲۰۱۴) نیز،  
بهبود بعد دیداری حافظه‌ی کاری پس از تحریک  
tDCS، در افراد سالم را نشان داد اما این بهبود  
در حدی نبود که تفاوت معنادار را نشان دهد.  
تئو، های، داسکالاکیز و فیتزجرالد<sup>۱۱</sup> (۲۰۱۱)، در  
مطالعه‌ی خود به نتایج همسویی با یافته‌های  
مطالعه حاضر دست یافتند و وجه اشتراک مطالعه  
آنها با مطالعه حاضر، طول زمان ارائه‌ی تحریک  
(۲۰ دقیقه)، است اما یکی از وجوه تفاوت بین دو  
مطالعه در کاربرد شدت جریان ۱ میلی‌آمپری، بود  
که از شدت جریان استفاده شده در این مطالعه  
یعنی ۱/۵ میلی‌آمپری، کمتر بوده است. وجه

اصلی ابتلا به اختلالات روانی و نورولوژیکی و  
همچنین اختلالات یادگیری از جمله اختلال  
خواندن است (باجیو، فروسی، ریگانوتی، کاور،  
نیچه، پاسکال- لئون و همکاران،<sup>۱</sup> ۲۰۰۶).  
مطالعات تصویربرداری عصبی، قشر پیش پیشانی  
خلفی جانبی مغز ((DLPFC را به‌عنوان ناحیه  
مهم و حیاتی درگیر در فرایندها و کمبودهای  
حافظه کاری مشخص نموده‌اند.

این مطالعه با هدف بررسی اثربخشی تحریک  
مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه، به همراه  
آموزش آگاهی واج‌شناختی بر بهبود  
بعد دیداری/فضایی حافظه کاری انجام گردید.  
نتایج این پژوهش نشان داد که ۱۰ جلسه ۳۵  
دقیقه‌ای (۲۰ دقیقه tDCS ۱/۵ میلی‌آمپری آندی  
بر ناحیه قشر پیش پیشانی خلفی جانبی چپ  
(DLPFC) و ۱۵ دقیقه آموزش آگاهی واج-  
شناختی)، به میزان چشم‌گیری باعث افزایش  
عملکرد بعد دیداری/فضایی حافظه کاری در افراد  
نارساخوان در مقایسه با دریافت tDCS ساختگی  
(sham) به همراه دریافت آموزش آگاهی واج-  
شناختی می‌شود. تحریک آندی با افزایش نمره  
تکلیف ان‌بک دیداری در گروه آزمایش نسبت به  
گروه پلاسیبو همراه بود. این یافته با نتایج حاصله  
از مطالعات تامسون و همکاران (۲۰۱۵)،

بوهرینگر، مچر، دکارت، ویلرینگر و پلیگر<sup>۲</sup>

3 Boggio, Khoury, Martins, Macedo, & Fregni

4 Masoura

5 Nitsche

6 BERPohl, Antal, Feredoes

7 Kincses

8 Bartfai, Paulus

9 Teixeira-

Santos, Nafee, Sampaio, Leite, Carvalho

10 Matzen, Trumbo

11 Teo, Hoy, Daskalakis, Fitzgerald

1 Ferrucci, Rigonatti, Cover, Nitsche, Pascual-  
Leone

2 Boehringer, Macher, Dukart, Villringer, Pleger

لیلا بیات مختاری و همکاران: تأثیر تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه (TDCS) و آموزش آگاهی واج‌شناختی ...

تفاوت دیگر، در استفاده از آزمون تکلیف ان‌بک (دو عدد به عقب)، می‌باشد. مطالعه‌ی مالکویینی<sup>۱</sup>، های، داسکالاکیز و فیتزجرالد (۲۰۱۱)، نیز با یافته‌های مطالعه‌ی حاضر همسو می‌باشد و نشان-دهنده‌ی تأثیر اثر مثبت تحریک آندی، بر برخی از جنبه‌های کارکردی قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی و بهبود عملکرد حافظه‌ی کاری است، وجه تفاوت مطالعه آن‌ها، در استفاده از شدت جریان ۱ میلی‌آمپری در مقایسه با مطالعه حاضر (۱/۵ میلی-آمپری)، است. باجیو و همکاران (۲۰۰۹)، در مطالعه‌ای بر اثربخشی تحریک tDCS بر عملکرد بیماران مبتلا به آلزایمر، در تکلیف تشخیص دیداری حافظه کاری، متمرکز شده بودند. نتایج مطالعه نشان داد این تحریک قادر به افزایش و بهبود عملکرد در تکلیف تشخیص دیداری حافظه کاری، می‌باشد. یافته‌های آن‌ها که همسو با نتایج مطالعه حاضر می‌باشد از نظر طول مدت تحریک (۲۰ دقیقه) با مطالعه حاضر همسان است یکی از وجوه تفاوت مطالعه آن‌ها، در استفاده از شدت جریان (۲ میلی‌آمپری)، در مقایسه با شدت جریان (۱/۵ میلی‌آمپری) مطالعه حاضر است وجه دیگر تفاوت در ارائه تحریک در ۳ جلسه می‌باشد که در مقایسه با مطالعه حاضر (۱۰ جلسه)، کمتر است. اوهن، پارک، یوو، کو، چوی و کیم<sup>۲</sup> (۲۰۰۸)، در مطالعه‌ی خود بهبود حافظه‌ی کاری در اثر دریافت تحریک آندی را نیز گزارش نمودند.

وجه اشتراک مطالعه آن‌ها با مطالعه حاضر، طول مدت ارائه تحریک (۲۰ دقیقه)، بود و تفاوت آن‌ها در استفاده از شدت جریان (۱ میلی‌آمپری)، در مقایسه با (۱/۵ میلی‌آمپری)، وجه دیگر تفاوت آن‌ها در مطالعه حاضر بود. وجه تفاوت مطالعه از تکلیف ان‌بک (۳ عدد به عقب)، است. فرگنی (۲۰۰۵)، در مطالعه خود، نشان داد تحریک آندی فعال ناحیه پری فرونتال چپ، نه تحریک کاتدی آن، در مقایسه با تحریک ساختگی، با افزایش دقت در انجام صحیح عملکرد همراه است. در تبیین چگونگی تأثیر tDCS، بر قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی چپ (DLPFC)، می‌توان گفت که ارائه تحریک tDCS، با تغییر تحریک‌پذیری نورون‌ها و جابجایی پتانسیل غشای نورون‌های سطحی در جهت دپولاریزاسیون یا هایپرپولاریزاسیون، باعث شلیک بیشتر یا کمتر سلول‌های مغز می‌شود (نیچه، سیرا<sup>۳</sup>، فرامن، کلین، راجفورد<sup>۴</sup>، نیچه و همکاران، ۲۰۰۵). در مطالعه حاضر، قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی چپ (DLPFC)، از طریق یک جریان الکتریکی ضعیف به شیوه غیرتهاجمی مورد تحریک قرار گرفت. تحریک tDCS، به‌منظور تغییر تحریک‌پذیری قشری در ناحیه قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی انجام می‌شود که در نتیجه آن، کارکرد نورون‌های مغز، افزایش یا کاهش می‌یابد (نیچه و همکاران،

3 Seeber

4 Frommann, Klein, Rochford

1 Mulquiney

2 Ohn, Park, Yoo, Ko, Choi, Kim

اثربخشی tDCS بر ناحیه قشر پیش پیشانی خلفی جانبی چپ (DLPFC) بر کارکردهای شناختی از جمله 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 خودموجب بهبود عملکرد در تکلیف حافظه کاری شود.

در مجموع یافته‌های این مطالعه همسو با نتایج مطالعات انجام گردیده در گذشته بود و تاییدی بر اثربخشی تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه بر بهبود عملکرد بعد دیداری حافظه کاری می‌باشد. لذا کاربرد tDCS در بهبود حافظه کاری در دانش-آموزان نارساخوان، در نهایت منجر به بهبود وضعیت خواندن می‌گردد و می‌تواند راهکاری سریع، مطمئن و نسبتاً ارزان در بهبود سریعتر این دانش‌آموزان باشد.

#### تشکر و قدر دانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه دکتری می‌باشد که تحت نظر اساتید محترم دانشگاه‌های پیام نور و شهید بهشتی تهران انجام شده است. در پایان از مسئولان مراکز اختلال یادگیری سوم شعبان، بهارستان و ایمان شهر مشهد و کودکان شرکت کننده در پژوهش و والدین آنها سپاسگزارم.

از آنجایی که کانون تحریک tDCS، از روی جمجمه تا اندازه‌ای محدود است لذا تاثیرات کارکردی آن به طور مستقیم در ناحیه محدود زیر الکترودها ظاهر می‌شود (نیچه، لمپ<sup>۱</sup>، آنتل، لیبتانز، لانگ، ترگو<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). میزان تأثیر tDCS در ناحیه مورد نظر به قطبیت الکترودها (آندی، کاتدی) در طول زمان تحریک و ناحیه مورد تحریک در مغز بستگی دارد (فرگنی و همکاران، ۲۰۰۵).

از طرف دیگر مطالعات اخیر نشان می‌دهد که در طول تکلیف مرتبط با حافظه کاری، دوپامین در نواحی پیش پیشانی افزایش می‌یابد (باجیو و همکاران، ۲۰۰۹)، به عبارت دیگر افزایش تحریک‌پذیری سطحی در کرتکس پیش پیشانی موجب افزایش در رهاسازی دوپامین شود که خود موجب بهبود عملکرد حافظه کاری می‌شود. ممکن است تحریک دوپامینرژیک برای حفظ فعالیت کرتکس پیش پیشانی و فرایندهای حافظه کاری ضروری باشد، بنابراین tDCS آندی موجب آثار بهبود تحریکی می‌شود که آن شاید سطوح گلوتامات، آمینواسید مرتبط با حافظه کاری، بازشناسی حافظه و یادگیری محرک-پاسخ را افزایش می‌دهد (اولیویرا، زان، ولینگو، لوتافو، بنسینور، فرگنی و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۳). پژوهش‌های متعددی،

1 Lampe

2 Antal, Liebetanz, Lang, Tergau

3 Oliveria, Zan, Valiengo, Lotufo, Bensenor

لیلا بیات مختاری و همکاران: تأثیر تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه (TDCS) و آموزش آگاهی واج‌شناختی ...

## منابع

- اختیاری، ح و 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». فصلنامه اعتیاد، ۱(۶)، ۲۲-۱۶.
- آذری پشتکناری، ل (۱۳۹۰). «تأثیر ناحیه میانی قشر پیش پیشانی بر قضاوت زیبایی شناختی با استفاده از روش تحریک الکتریکی مستقیم مغز از روی جمجمه (TDCS)». پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته علوم شناختی (با تاکید بر روان شناسی شناختی)، پژوهشکده علوم شناختی.
- ارجمندینیا، ع.ا و سیف نراقی، م (۱۳۹۲). «تأثیر راهبرد مرور ذهنی بر عملکرد حافظه فعال دانش آموزان نارساخوان». مجله علوم رفتاری، ۳(۳)، ۱۷۳-۱۷۸.
- اشتری، ع و شیرازی، ط.س (۱۳۸۳). «بررسی و مقایسه مهارت های آگاهی واجی و سرعت نامیدن در کودکان نارساخوان و عادی». مجله توانبخشی، ۵(۳)، ۴۹-۵۴.
- اکبری، ف؛ طالبی، م و فتحی آشتیانی، ع (۱۳۹۴). «اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم مغز (TDCS) در کاهش نشانه های افسردگی افراد مبتلا به اختلال افسردگی». مجله علوم رفتاری، ۱۹(۱)، ۹۵-۱۰۱.
- الهی، ط (۱۳۹۰). «بررسی نقش مؤلفه های حافظه کاری در عملکرد ریاضی کودکان مبتلا به اختلال یادگیری ریاضی». پایان نامه کارشناسی ارشد روان شناسی. دانشکده علوم انسانی دانشگاه زنجان. زنجان، ایران.
- پهلوان نشان، س؛ پهلوان نشان، ا و رستمی راوری، م.ع (۱۳۹۵). «اثربخشی آموزش آگاهی واج‌شناختی بر دقت خواندن دانش آموزان نارساخوان پسر». مجله روانشناسی و روانپزشکی شناخت، ۳(۲)، ۱۰۷-۹۴.
- پیرزادی، ح؛ غباری بناب، ب؛ شکوهی یکتا، م؛ یاریاری، ف؛ حسین زاده، س و شریفی، ا (۱۳۹۱). «تأثیر آموزش مستقیم آگاهی واجی بر پیشرفت مهارت خواندن دانش آموزان مبتلا به اختلال خواندن». مجله شنوایی شناسی دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۲۱(۱)، ۸۳-۹۳.
- دستجردی کاظمی، ز و سلیمانی، ز (۱۳۸۵). «آگاهی واج‌شناختی چیست؟ پژوهش در حیطه کودکان استثنایی»، ۶(۴)، ۹۳۱-۹۵۴.
- زارع بهرام آبادی، م و گنجی، ک (۱۳۹۳). «بررسی شیوع اختلال نارسایی توجه/ بیش فعالی و همبودی آن با اختلال یادگیری در دانش آموزان دبستانی». مجله ناتوانی‌های

- یادگیری، ۳(۴)، ۲۵-۴۳.
- سادوک، بی.جی و سادوک، آی.ای، (۲۰۰۷). «خلاصه روان پزشکی» (۱۳۹۱): علوم رفتاری و روان پزشکی بالینی، جلد سوم، ویرایش دهم، ترجمه فرزین رضاعی. تهران: ارجمند.
- سلیمانی، ز (۱۳۸۹). «آزمون آگاهی واج‌شناختی و ویژگی های روانسنجی آن». تهران: پژوهشکده کودکان استثنائی، ۵(۲)، ۵۸-۶۵.
- شریفی، ع.ا؛ زارع، ح و حیدری، م (۱۳۹۲). «مقایسه حافظه فعال بین دانش آموزان نارساخوان و دانش آموزان عادی». مجله ناتوانی های یادگیری، ۲(۱)، ۶-۱۷.
- شیرازی، ط.س و نیلی‌پور، ر (۱۳۸۳). «طراحی و معیارهایی آزمون تشخیصی خواندن». فصلنامه علمی پژوهشی توانبخشی، ۵(۱)، ۷-۱۱.
- فصیحانی فرد، س (۱۳۸۹). «اثربخشی سه روش آموزشی - اصلاحی مبتنی بر مدل پردازش واج - شناختی بر سرعت و صحت خواندن دانش آموزان نارساخوان مقطع ابتدای». مجله کودکان استثنائی، ۱۰(۳)، ۲۶۹-۲۸۲.
- فهیمی، ح (۱۳۸۸). «تأثیر بسته آموزش آگاهی واج‌شناختی (PA) بر تقویت آگاهی واجی و کارآمدی خواندن دانش آموزان مبتلا به نارساخوانی». پایان نامه کارشناسی ارشد رشته روان شناسی، دانشکده روان شناسی و علوم تربیتی دانشگاه شهید بهشتی.
- فیاضی، ل (۱۳۸۸). «اجرای آزمون آگاهی واج‌شناختی و آموزش مهارت آگاهی واج‌شناختی در دانش آموزان دبستانی دارای آسیب شنوایی باغچه بان ۱ تهران». مجله تعلیم و تربیت استثنائی، ۹۵(۹۶)، ۳۲-۳۹.
- قدیری، ف؛ جزایری، ع.ر؛ عشایری، ح و قاضی طباطبایی، م (۱۳۸۵). «نقش توانبخشی شناختی در کاهش نقائص کارکردهای اجرایی و نشانه های وسواسی - اجباری بیماران اسکیزو - وسواسی». مجله توانبخشی، ۴(۷)، ۲۴-۱۵.
- کرمی، ا (۱۳۷۹). اندازه گیری هوش کودک، تهران.
- کریمی، س و عسکری، س (۱۳۹۲). «اثربخشی آموزش راهبردهای حافظه فعال بر بهبود عملکرد خواندن دانش آموزان نارساخوان». مجله ناتوانیهای یادگیری، ۳(۱)، ۷۹-۹۰.
- کسائیان، ک؛ کیامنش، ع.ر و بهرامی، ه (۱۳۹۳). «مقایسه عملکرد حافظه فعال و نگهداری توجه دانش آموزان با و بدون ناتوانی‌های یادگیری». مجله ناتوانی‌های یادگیری، ۲(۴)، ۱۲۳-۱۱۲.
- کلانی، س؛ اصغری نکاح، س.م و غنایی چمن آباد، ع (۱۳۹۴). «اثربخشی برنامه ی مبتنی بر بازی های نرم‌افزاری با رویکرد شناختی بر دقت خواندن و درک مطلب دانش آموزان با

لیلا بیات مختاری و همکاران: تأثیر تحریک مستقیم الکتریکی مغز از روی جمجمه (TDCS) و آموزش آگاهی واج‌شناختی ...

اختلال خواندن». فصلنامه ناتوانی‌های یادگیری، ۴(۴)، ۶۶-۸۴.  
پسر عادی و نارساخوان دبستانی». مجله پژوهش در حیطه کودکان استثنایی، ۵(۴)، ۳۸۰-۴۱۶.

مستقیم زاده، ا و سلیمانی، ز (۱۳۸۴). «تأثیر آموزش آگاهی واج‌شناختی بر توانایی خواندن دختران کم توان ذهنی پایه دوم دبستان». مجله تازه های علوم شناختی، ۷(۲)، ۲۲-۲۸.

میرمهدی، س.ر؛ علیزاده، ح و سیف نراقی، م (۱۳۸۸). «تأثیر آموزش کارکردهای اجرایی بر عملکرد ریاضیات و خواندن دانش آموزان دبستانی با ناتوان یادگیری ویژه». مجله پژوهش در حیطه کودکان استثنایی، ۹(۱)، ۱۲-۱.

نجاتی، و؛ بهرامی، ه؛ آبروان، م؛ روبن زاده، ش و مطیعی، ح (۱۳۹۲). «عملکردهای اجرایی و حافظه کاری در کودکان مبتلا به اختلال کم توجهی/بیش فعالی و سالم». مجله دانشگاه علوم پزشکی گرگان، ۱۵(۳)، ۷۶-۶۹.

نجارزادگان، م؛ نجاتی، و و امیری، ن (۱۳۹۵). «حافظه کاری شاخصی مؤثر در خطرپذیری کودکان مبتلا به اختلال نارسایی توجه/بیش فعالی». دومه‌نامه علمی پژوهشی فیض، ۱۹(۶)، ۵۱۰-۵۰۴.

میکائیلی، ف و فراهانی، م.ت (۱۳۸۴). «بررسی مدل واج‌شناختی خواندن در دانش آموزان 123(4), 644-657.

Andrews, Sophie C, Hoy, Kate E, Enticott, Peter G, Daskalakis, Zafiris J, & Fitzgerald, Paul B. (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(2), 84-89.

Boehringer, A, Macher, K, Dukart, J, Villringer, A. & Pleger, B. (2013). "Cerebellar transcranial direct current stimulation modulates verbal working memory". *Brain stimulation*, 6(4), 649-653.

Baddeley, A. (2000). "The episodic buffer: a new component of working memory"? *Trends in cognitive sciences*, 4(11), 417-423.

Boggio, P S, Ferrucci, R, Rigonatti, S P, Covre, Priscila, Nitsche, M. Pascual-Leone, A. & Fregni, F. (2006). "Effects of transcranial direct current stimulation on working memory in patients with Parkinson's disease". *Journal of the neurological sciences*, 249(1), 31-38.

Bastani, A, & Jaberzadeh, S. (2012). "Does anodal transcranial direct current stimulation enhance excitability of the motor cortex and motor function in healthy individuals and subjects with stroke: a systematic review and meta-analysis". *Clinical Neurophysiology*,

Boggio, Paulo S, Khoury, Lais P, Martins, Debora CS, Martins, Oscar EMS, De Macedo, EC, & Fregni, Felipe. (2009). "Temporal cortex direct current stimulation enhances performance on a visual recognition

- memory task in Alzheimer disease". *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 80(4), 444-447.
- Brooks, Allison D, Berninger, Virginia W, & Abbott, Robert D. (2011). "Letter naming and letter writing reversals in children with dyslexia: Momentary inefficiency in the phonological and orthographic loops of working memory". *Developmental neuropsychology*, 36(7), 847-868.
- DeStefano, Diana, & LeFevre, Jo-Anne. (2004). The role of working memory in mental arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16(3), 353-386.
- Ferrucci, R, Mameli, F, Guidi, I, Mrakic-Spota, S, Vergari, M, Marceglia, S et,... Priori, A. (2008). Transcranial direct current stimulation improves recognition memory in Alzheimer disease. *Neurology*, 71(7), 493-498.
- Fregni, Felipe, Boggio, Paulo S, Lima, Moises C, Ferreira, Merari JL, Wagner, Tim, Rigonatti, Sergio P,... Freedman, Steven D. (2006). A sham-controlled, phase II trial of transcranial direct current stimulation for the treatment of central pain in traumatic spinal cord injury. *Pain*, 122(1), 197-209.
- 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.
- Gathercole, Susan Elizabeth, Alloway, Tracy Packiam, Willis, Catherine, & Adams, Anne-Marie. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of experimental child psychology*, 93(3), 265-281.
- 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.
- 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.
- Jo, J M, Kim, Y.H, Ko, Myoung-Hwan, Ohn, S H, Joen, B. & Lee, K H. (2009). "Enhancing the working memory of stroke patients using tDCS". *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 88(5), 404-409.
- Kincses, T Z, Antal, A Nitsche, M A, Bártfai, O. & Paulus, W. (2004). "Facilitation of probabilistic classification learning by transcranial direct current stimulation of the prefrontal cortex in the human". *Neuropsychologia*, 42(1), 113-117.
- Krause, B, & Kadosh, R C. (2013). "Can transcranial electrical stimulation improve learning difficulties in atypical brain development? A future possibility for cognitive training". *Developmental cognitive neuroscience*, 6, 176-194.
- Lyon, G R, Shaywitz, S E, & Shaywitz,



- B A. (2003). *A definition of dyslexia*. *Annals of dyslexia*, 53(1), 1-14.
- Mabbott, D J, & Bisanz, J. (2008). "Computational skills, working memory, and conceptual knowledge in older children with mathematics learning disabilities". *Journal of Learning Disabilities*, 41(1), 15-28.
- 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.
- Masoura, E V. (2006). "Establishing the link between working memory function and learning disabilities". *Learning disabilities: A contemporary journal*, 4(2), 29-41.
- Matzen, L E, & Trumbo, M C. (2014). "Effects of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Human Memory: Sandia National Laboratories (SNL-NM)", Albuquerque, NM (United States).
- Mulquiney, P G, Hoy, K E, Daskalakis, Z J, & Fitzgerald, P B. (2011). "Improving working memory: exploring the effect of transcranial random noise stimulation and transcranial direct current stimulation on the dorsolateral prefrontal cortex". *Clinical Neurophysiology*, 122(12), 2384-2389.
- Nitsche, M A, Lampe, C, Antal, A, Liebetanz, D, Lang, N, Tergau, F, & Paulus, W. (2006). "Dopaminergic modulation of long-lasting direct current-induced cortical excitability changes in the human motor cortex". *European Journal of Neuroscience*, 23(6), 1651-1657.
- Nitsche, M A, Seeber, A, Frommann, K, Klein, C C, Rochford, C, Nitsche, M S, Antal, A, & ... (2005). "Modulating parameters of excitability during and after transcranial direct current stimulation of the human motor cortex". *The Journal of physiology*, 568(1), 291-303.
- Ohn, S H, Park, C, Yoo, W K, Ko, M H, Choi, K P, Kim, G M, Kim, Y H, & ... (2008). "Time-dependent effect of transcranial direct current stimulation on the enhancement of working memory". *Neuroreport*, 19(1), 43-47.
- Oliveira, J F, Zanão, T A, Valiengo, L, Lotufo, P A, Benseñor, I M, Fregni, F, & Brunoni, A R. (2013). "Acute working memory improvement after tDCS in antidepressant-free patients with major depressive disorder". *Neuroscience letters*, 537, 60-64.
- Pickering, S J, & Gathercole, S E. (2004). "Distinctive working memory profiles in children with special educational needs". *Educational Psychology*, 24(3), 393-408.
- Rumsey, J M, Nace, K, Donohue, B, Wise, D, Maisog, J M, & Andreason, P. (1997). "A positron emission tomographic study of impaired word recognition and phonological processing in dyslexic men". *Archives of Neurology*, 54(5), 562-573.
- Spironelli, C, Penolazzi, B, & Angrilli, A. (2008). "Dysfunctional hemispheric

- asymmetry of theta and beta EEG activity during linguistic tasks in developmental dyslexia". *Biological psychology*, 77(2), 123-131.
- Stagg, C J, Jayaram, G, Pastor, D, Kincses, Z T, Matthews, P M, & Johansen-Berg, H. (2011). "Polarity and timing-dependent effects of transcranial direct current stimulation in explicit motor learning". *Neuropsychologia*, 49(5), 800-804.
- Swanson, H L, & Sachse-Lee, C. (2001). "Mathematical problem solving and working memory in children with learning disabilities: Both executive and phonological processes are important". *Journal of experimental child psychology*, 79(3), 294-321.
- 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.
- Teixeira-Santos, A C, Nafee, T, Sampaio, A, Leite, J, & Carvalho, S. (2015). "Effects of transcranial direct current stimulation on working memory in healthy older adults: a systematic review". *Principles and Practice of Clinical Research*, 1(3).
- Teo, F, Hoy, K E, Daskalakis, Z J, & Fitzgerald, P B. (2011). "Investigating the role of current strength in tDCS modulation of working memory performance in healthy controls". *Frontiers in psychiatry*, 2, 45.
- Thomson, J M, Doruk, D, Mascio, B, Fregni, F, & Cerruti, C. (2015). "Transcranial direct current stimulation modulates efficiency of reading processes". *Frontiers in human neuroscience*, 9.
- 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.
- Vellutino, F R, Fletcher, J M, Snowling, M J, & Scanlon, D M. (2004). "Specific reading disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades"? *Journal of child psychology and psychiatry*, 45(1), 2-40.