

اثربخشی تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر حافظه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ویژه

*محمدصادق رجایی‌پور^۱، محسن سعید منش^۲

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

۲. دکتری علوم اعصاب شناختی، استادیار دانشگاه علم و هنر یزد، یزد، ایران

(تاریخ وصول: ۹۷/۰۶/۱۹ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۶/۲۵)

The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) from the Skull on Memory Students with Especially Learning Disorders

*Mohammadsadegh Rajaeepour¹, Mohsen Seedmanesh²

1. MSc in Clinical Psychology of Children and Adolescents, Science and arts university, yazd, Iran.

2. PhD in Cognitive Neuroscience, Assistant Professor, Science and arts university, yazd, Iran.

(Received: Sep . 10, 2018 - Accepted: Sep . 16, 2018)

Abstract

Introduction: The purpose of this study was to determine the effect of electrical stimulation of the brain from the skull on the memory of students with special learning disorder. **Method:** The present study was a semi-experimental pre-test-post-test with control group. To this end, the sample was selected through a sampling method from among students with learning disabilities who were eligible to participate in the study. Twenty people were selected and randomly divided into two experimental and control groups. The geometric image analysis of Andre-Ray (1942) was used to measure memory variables in the form of pre-test and post-test. The F3, F4 students in the experimental group were brainwashed in 10 sessions, while the control group students were only stimulated by the same conditions. The protocol in this study was a two-way stimulation of the left and right DLPFC area, which was performed in 2 15-minute intervals. **Findings:** In order to test the research hypothesis, in other words, generalization of the results of the sample to the statistical population of the study, one-way covariance analysis (ANCOVA) was used. **Conclusion:** The results showed that there was a significant difference between the two experimental and control groups in memory improvement ($P < 0.05$ and $F = 29.66$). From the results, it can be concluded that the electrical stimulation of the brain from the tDCS skull is effective on the memory performance of students with special learning disabilities.

Key words: Transcranial direct current stimulation (tDCS), Specific learning disorder, memory

چکیده

مقدمه: پژوهش حاضر با هدف تعیین اثربخشی تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر حافظه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ویژه انجام گرفته است. روش: روش انجام پژوهش حاضر از نوع نیمه آزمایشی پیش‌آزمون-پس‌آزمون همراه با گروه کنترل است. بدین منظور نمونه مورد نظر به روش نمونه‌گیری در دسترس از میان دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری که واجد شرایط حضور در پژوهش بودند، ۲۰ نفر انتخاب و بصورت تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شدند. از آزمون تصاویر هندسی درهم‌آندره‌ری (۱۹۴۲) جهت سنجش متغیر حافظه در قالب پیش‌تست و پس‌تست استفاده گردیده است. مناطق F3, F4 دانش‌آموزان گروه آزمایش در ۱۰ جلسه تحت تحریک مغزی قرار گرفت، در حالی که دانش‌آموزان گروه کنترل در شرایط مشابه صرفاً تحت تحریک شام قرار داشتند. پروتکل مورد نظر در این پژوهش تحریک دوطرفه ناحیه DLPFC چپ و راست بود که در ۲ نوبت ۱۵ دقیقه‌ای انجام گردید. **یافته‌ها:** به منظور آزمون فرضیه پژوهش و به عبارتی تعمیم نتایج بدست آمده از نمونه به جامعه آماری پژوهش، از تحلیل کوواریانس یک متغیری (ANCOVA) استفاده شد. نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که بین دو گروه آزمایش و کنترل در بهبود حافظه تفاوت معناداری وجود دارد ($P < 0.05$ و $F = 29.66$). از نتایج می‌توان چنین برداشت کرد که روش تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر عملکرد حافظه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ویژه مؤثر است.

واژگان کلیدی: تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS)، اختلال یادگیری ویژه، حافظه

مقدمه

کند، تکرار پایه‌های تحصیلی، تفاوت بین سطح یادگیری در دروس مختلف، نداشتن انعطاف در استفاده از راهبردهای آموزشی، تفاوت قابل توجه بین توانایی‌ها و مهارت‌ها و کوتاهی دامنه توجه است (عاشوری و جلیل آبکنار، ۱۳۹۲).

اختلال یادگیری خاص، مشکلی است که بر توانایی کودک برای دریافت، پردازش، تجزیه و تحلیل و ذخیره اطلاعات تأثیر می‌گذارد. در این اختلال خواندن، نوشتن، هجی کردن یا حل مسائل ریاضی برای کودک دشوار است (نصرتی و همکاران، ۱۳۹۵).

هالاها^۱ و همکاران (۱۳۹۴) بیان می‌کنند، مهمترین عوامل موثر در این اختلال، عوامل ژنتیکی، تراژون، بدکاری عصبی مرکزی و اختلال‌های پردازش روانشناختی هستند. برخی پژوهش‌ها ضعف در عملکردهای اجرایی و حافظه فعال را علت اصلی در پیدایش مشکل در ریاضیات می‌دانند (بوتگ^۲ و همکاران ۲۰۰۱، گری^۳، ۲۰۰۵، راسل و نوئل^۴، ۲۰۰۷، کارکمن و پسون^۵، ۱۹۹۴، سوانسون و سیگل^۶، ۲۰۰۱، ارجمندنیاشریفی و رستمی، ۱۳۹۲، کوهبانی و همکاران، ۱۳۹۲).

دانش‌آموزان با اختلال یادگیری شواهدی از حافظه کاری در انتقال و انطباق ناحیه‌کاری و

به جرات می‌توان یادگیری را بنیادی‌ترین فرآیندی دانست که در نتیجه آن موجودی ناتوان و درمانده در طی زمان و در تعامل و رشد جسمی به فردی تحول یافته می‌رسد که توانایی‌های شناختی و قدرت اندیشه و حد و مرزی نمی‌شناسد تنوع بسیار زیاد و گسترش زمانی یادگیری انسان که به وسعت طول عمر او است، باعث شده است علی‌رغم تفاوت‌های زیادی که در یادگیری با هم دارند برخی افراد در روند عادی یادگیری و آموزش دچار مشکل شوند. اختلال یادگیری به عنوان مشکل عصب-روانشناختی در نظر گرفته شده است که با مشکلات جدی در ناتوانی خواندن، ریاضیات و نوشتن همراه بوده و با توانایی ذهنی مورد انتظار همخوانی ندارد (گنجی، محمدی و تبریزیان، ۱۳۹۲). ناتوانی یادگیری می‌تواند شامل مشکلات توجه، حافظه، اختلال در فکر کردن و استفاده از زبان باشد (دهقانی و همکاران، ۱۳۹۵).

ناتوانی یادگیری خاص عبارت است از وجود اختلال در یک یا بیش از یک فرآیند روانشناختی پایه که در فرایند درک و کاربرد زبان شفاهی یا نوشتاری نقش دارد (شکوهی یکتا و پرنده، ۱۳۸۵). کودکان مبتلا به ناتوانی یادگیری گروه ناهمگنی هستند که وجوه مشترکی در خصوص عملکرد تحصیلی دارند (ارجمندنیاشریفی و همکاران، ۱۳۹۵) و ویژگی‌های اختلال یادگیری در دانش‌آموزان شامل: بهره هوشی طبیعی، کارکرد تحصیلی پایین از حد انتظار، سرعت کم در یادگیری، پیشرفت

1. hallahan
2. bottge
3. Geary
4. Rousselle & noel
5. Korkman & Pesonen
6. Swanson & Siegel

مهارت‌ها و کوتاهی دامنه توجه است (عاشوری و جلیل آبکنار، ۱۳۹۲). مشخصه این اختلال، مشکلات پایدار در زمینه یادگیری مهارت‌های تحصیلی مربوط به خواندن، بیان نوشتاری و ریاضیات است که در اوایل کودکی شروع می‌شود و با توانایی هوشی کلی کودک همخوانی ندارد (کاپلان و سادوک، ۱۳۹۵).

حافظه به ویژه حافظه کاری نیز به عنوان یکی از عوامل مهم در امر یادگیری است. به طوری که اختلال در کارکردهای حافظه (مثلاً نقص در حافظه کوتاه مدت و حافظه کاری و نقص خفیف در رمزگردانی و راهبردهای شناختی و فراشناختی) از ویژگی‌های مهم دیگر کودکان دارای ناتوانی یادگیری است (نریمانی و سلیمانی، ۱۳۹۲). کودکان مبتلا به اختلال در خواندن در به یاد آوردن اطلاعاتی که قبلاً آموخته‌اند دچار مشکل هستند. مثلاً قادر نیستند تصویر حرف «پ» را به یاد بیاورند و عده‌ای دیگر قادر نیستند توالی صدا در یک کلمه را بخاطر بیاورند. مثلاً «کبریت را کبریت» و «قفسه را قفسه» میخوانند (قلاوند، چناری، روزگار، ۱۳۹۶). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که کودکان دچار ناتوانی‌های خواندن کارکرد ضعیفی در انواع کارکردهای حافظه از جمله کمبودهای فراخنای اعداد بازیابی حروف واژه‌های بی معنی و ترتیب واژه‌ها دارند (جارولد^۵ و همکاران، ۲۰۰۴). (۲۰۰۴)

حافظه دیداری فضایی نشان داده‌اند و این نارسایی در بروز مشکل‌های ریاضی در گفتن زمان و حساب تقریبی و همچنین در بروز اختلال در خواندن ضعف در حافظه کوتاه مدت کلامی و سرعت پردازش بروز می‌کنند (جنکس، لیشت^۱، ۲۰۰۹).

کودکان دچار ناتوانی‌های یادگیری بزرگترین و رو به رشدترین جمعیت کودکان با نیازهای ویژه را در مدارس تشکیل می‌دهند. محاسبات نشان داده‌اند که ۵ تا ۸ درصد کودکانی که به مدارس دولتی می‌روند دچار ناتوانی‌های یادگیری هستند (سمرود-کلیکمن^۲ و همکاران، ۲۰۰۰، گری^۳، ۲۰۰۴). کودکان مبتلا به ناتوانی یادگیری، گروه ناهمگنی هستند که وجوه مشترکی در خصوص عملکرد تحصیلی دارند (ارجمندنی و همکاران، ۱۳۹۵) و مشخصه اصلی این اختلال‌ها در کودک و نوجوان، عدم پیشرفت تحصیلی در زمینه خواندن، بیان نوشتاری یا ریاضیات در مقایسه با توانایی هوشی کلی کودک است (کاپلان و سادوک^۴، ۱۳۹۵). ویژگی‌های اختلال یادگیری در دانش‌آموزان شامل: بهره هوشی طبیعی، کارکرد تحصیلی پایین‌تر از حد انتظار، سرعت کم در یادگیری، پیشرفت کند، تکرار پایه‌های تحصیلی، تفاوت بین سطح یادگیری در دروس مختلف، نداشتن انعطاف در استفاده از راهبردهای آموزشی، تفاوت قابل توجه بین توانایی‌ها و

1. Jenks & Lieshout
2. Semrud-clikeman
3. Geary
4. Kaplan & sadock

الکتریکی (tDCS) نیز روش غیر تهاجمی جدیدی است که در پژوهش‌های اخیر در درمان نشانه‌های اختلال یادگیری ریاضی در بزرگسالان از آن استفاده شده است (لوکولان و کادوش^۲، ۲۰۱۴، هوشر^۳ و همکاران، ۲۰۱۳، کروس و کادوش^۴، ۲۰۱۳). تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) یک تکنیک درمانی عصبی است که جریان مستقیم و ضعیف را به مناطق قشری وارد و فعالیت خود انگیخته عصبی را تسهیل و یا بازداری می‌کند (بروننی^۵ و همکاران، ۲۰۱۲).

با توجه به اثرات مداوم و احتمالاً بالینی مفید روش تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS)، توسط پزشکان و متخصصان علوم اعصاب برای درمان اختلالات روانی و عصبی مورد استفاده قرار گرفته است.

در بررسی ادبیات پژوهش در زمینه‌ی اثربخشی تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر این جمعیت بالینی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: در پژوهشی ارجمندنیا و همکاران (۱۳۹۵)، اثربخشی تاثیر تحریک الکتریکی مستقیم از روی جمجمه (tDCS) بر افزایش حافظه فعال کودکان مبتلا به اختلال ریاضی را بررسی کردند. در این پژوهش ۱۰ نفر از ۲۰ دانش‌آموز دارای اختلال ریاضی که

خوشبختانه پژوهشگران علاقه زیادی به پژوهش درباره این جمعیت بالینی از خود نشان داده‌اند. در پژوهشی بهزادی، رحیمی و محمدی (۱۳۹۳) اثربخشی درمان نوروفیدبک بر ادراک بینایی دانش‌آموزان ابتدایی با اختلال یادگیری ریاضی را بررسی نمودند. در پژوهشی دیگر نصرتی و همکاران (۱۳۹۵) اثر بخشی آموزش مستقیم بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان با اختلال یادگیری خاص را بررسی نمودند. شکوهی یکتا و همکاران (۱۳۹۵) در کار پژوهشی خود به بررسی اثربخشی برنامه آموزشی پویس بر عزت نفس کودکان با مشکلات یادگیری پرداختند. قائمی و همکاران (۱۳۹۴) اثر بخشی روش درمانی نوروفیدبک را بر مهارت‌های سرعت و صحت خواندن کودکان دچار اختلال یادگیری، بررسی نمودند. اسماعیل پور و پاکدامن (۱۳۹۵) نیز از آموزش مهارت‌های ادراکی - حرکتی بر عملکرد شناختی دانش‌آموزان دختر پایه سوم دچار اختلال یادگیری استفاده نمودند. با این وجود جای خالی پژوهش در این زمینه و بررسی اثربخشی روش‌های نوین درمانی مانند تحریک الکتریکی مغز از روی جمجمه tES همچنان احساس می‌شود.

تحریک الکتریکی مغز از روی جمجمه (tES) به تازگی به عنوان یک ابزار امیدوار کننده برای تحریک یا بازداری مهارت‌های شناختی و حرکتی بکار می‌رود (هایلی^۱، ۲۰۱۷). استفاده از تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم

2. Iuculano & kadosh
3. hauser
4. Krause & kadosh
5. brunoni

1. Hayley

انجام داده بودند متوجه شدند که استفاده از پروتکل تحریک دو طرفه قشر خلفی جانبی پیش پیشانی چپ (DLPFC) ۱ میلی آمپری، ۲۰ دقیقه‌ای، تحریک الکتریکی مغز از روی مجموعه (tDCS) در مقایسه با گروه گیرنده تحریک شَم، می‌تواند بهبودی در حافظه فعالشان حاصل شود. اندروز^۲ و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهش خود ناحیه DLPFC قشر مغز ۱۰ فرد سالم را با هدف بررسی تاثیر تحریک الکتریکی مغز در بهبود عملکرد حافظه کاری، تحریک کردند. نتایج نشان داد گروهی که تحریک الکتریکی را دریافت نمودند در مقایسه با گروهی که تحت تحریک ساختمانی قرار گرفته بودند، در آزمون حافظه n-back عملکرد بهتری از خود نشان دادند.

هوی^۳ و همکاران (۲۰۱۴) به پژوهشی با هدف بررسی شناسایی دوز مناسب تحریک الکتریکی مغز از روی مجموعه tDCS جهت افزایش فعالیت ناحیه DLPFC قشر مغز و بهبود کارایی حافظه کاری پرداختند. نتایج کار آنها نشان داد که tDCS فعال می‌تواند عملکرد رفتاری را افزایش دهد. نتایج با یافته‌های نوروفیزیولوژیک که نشان دهنده بهبود کارایی پردازش شناختی است همسو است. آنها نشان دادند که جریان ۱ میلی آمپر موثرترین اثرات را تولید می‌کند.

اگرچه مطالعات زیادی در زمینه‌های درمان و بهبود عملکرد حافظه کودکان دارای اختلال یادگیری ویژه صورت گرفته است، اما در زمینه

بصورت تصادفی انتخاب شده بودند، روش مداخله را دریافت نمودند و ۱۰ نفر دیگر در گروه گواه قرار گرفتند. گروه آزمایش هر روز به مدت ۱۰ دقیقه تحریک مغزی در ناحیه F3 با شدت ۱ میلی آمپر دریافت نمودند. نتایج پژوهش نشان داد، میان دو گروه گواه و آزمایش در بهبود حافظه فعال تفاوت معناداری وجود دارد (P=0/001). یافته‌های عبادی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی تحت عنوان اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم مغز tDCS بر حافظه ی فعال افراد مبتلا به افسردگی اساسی، بیان می‌کند tDCS بطور معناداری بر حافظه فعال مبتلایان به افسردگی اساسی اثربخش است و از این رویکرد می‌توان در بهبود حافظه فعال استفاده نمود.

سعیدمنش و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی با هدف تعیین اثربخشی تحریک الکتریکی مغز از روی مجموعه tDCS در ناحیه پیش پیشانی خلفی جانبی (DLPFC) و بهبود حافظه فعال و آگاهی واج‌شناختی دانش‌آموزان دارای اختلال خواندن مشاهده کردند، امتیاز آزمون‌های آگاهی واجی، حافظه فعال و خواندن بعد از درمان فعال (P<۰/۰۵) در مقایسه با تحریک الکتریکی ساختمانی به طور معناداری افزایش پیدا کرد. نتایج کار اثربخشی این روش درمانی بر حافظه فعال و آگاهی واج‌شناختی را تأیید نمود. سانتیکووا^۱ و همکاران (۲۰۱۷)، در پژوهش خود که روی کودکان دچار اختلال کاستی توجه-بیش‌فعالی

2. Andrews
3. Hoy

1. Sotnikova

بررسی اثربخشی مداخله تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر بهبود عملکرد حافظه کودکان دارای اختلال یادگیری ویژه پژوهشی انجام نشده است این روش به تازگی در ایران جای خود را پیدا کرده است و در تحقیقاتی که در ایران انجام گرفته است از این روش به صورت محدود استفاده گردیده. بنابراین پژوهش حاضر در صدد پاسخگویی به این سوال است که آیا تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر بهبود حافظه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ویژه اثربخش است؟

روش

پژوهش حاضر با هدف تعیین اثربخشی تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر حافظه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ویژه انجام گردیده است. روش مورد مطالعه در پژوهش حاضر از نوع نیمه آزمایشی پیش‌آزمون-پس‌آزمون همراه با گروه کنترل است. جامعه آماری این پژوهش شامل ۲۰ دانش‌آموز دختر و پسر مقطع ابتدایی دوره اول (سنین ۹ تا ۱۳ سال) دبستان‌های شهرستان اهواز بود. این دانش‌آموزان همگی دارای اختلال یادگیری ویژه بودند که بصورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و بصورت تصادفی به دو گروه، آزمایش (تحریک رییل) و گروه کنترل (تحریک شَم) تقسیم شدند و در هر گروه ۱۰ نفر جای گرفتند. اعضای دو گروه از نظر سن، هوشبهر و دارا بودن اختلال یادگیری هم‌تاسازی شدند.

پیش از شروع جلسات تحریک مغزی (tDCS)، از والدین متقاضی شرکت در این پژوهش دعوت شد تا در یک جلسه توجیهی حضور یابند و توضیحات لازم در رابطه با روش تحریک الکتریکی مغز از روی مجسمه به آن‌ها داده شد. ملاحظات اخلاقی در این پژوهش رعایت گردید، به گونه‌ای که به والدین دانش‌آموزان شرکت کننده در پژوهش در زمینه محرمانه بودن اطلاعات اطمینان داده شد و در جای دیگری اطلاعات آن‌ها با ذکر نام بکار برده نشد. در نهایت والدین با تکمیل فرم رضایتنامه حضور فرزند خود را در این پژوهش اعلام نمودند. در این فرم علاوه بر توضیحات درباره روش تحریک مغزی، درباره تعداد جلسات و اجرای تست‌های مربوطه و ایمنی روش و عدم وجود سوابق اختلالات و آسیب‌های مغزی توضیحاتی داده شده بود.

اعضای گروه آزمایش تحت تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) واقعی (رییل) و اعضای گروه کنترل تحت تحریک مغزی ساختگی (شَم) قرار گرفتند. از جریان ۱ میلی آمپری و تعداد جلسات تحریک واقعی و ساختگی برای هر دو گروه ۱۰ جلسه در نظر گرفته شد. جلسات تحریک بصورت روزانه و با مراجعه به مرکز درمانی انجام گردید. پیش از شروع جلسات تحریک ابتدا از کلیه دانش‌آموزان هر دو گروه آزمون هوش و کسلر کودکان-نسخه ی چهارم اخذ گردید تا صحت تشخیص اختلال یادگیری آن‌ها محرز گردد. پس از تفسیر نتایج آزمون هوش و تشخیص نهایی بر اختلال

یادگیری ویژه از اعضای هر دو گروه جهت سنجش متغییر حافظه، آزمون حافظه دیداری آندره-ری اخذ گردید. روش اعمال تحریک مغزی بدین صورت بود که در ابتدای هر جلسه تحریک، کودک روی صندلی راحتی می‌نشست و پس از علامت گذاری دقیق و مشخص نمودن نقاط F3, F4 از طریق کلاه سیلیکونی مندرج بر اساس سیستم بین المللی ۱۰-۲۰ نقشه مغزی، الکترودها روی علامت‌ها قرار داده می‌شدند. تحریک در این پژوهش دوطرفه اعمال گردید. مدت زمان هر جلسه تحریک مجموعاً ۳۰ دقیقه

به طول انجامید. بدین صورت که در ۱۵ دقیقه نخست تحریک ابتدا الکترودها روی نقطه F3 و الکترودها روی نقطه F4 و در ۱۵ دقیقه دوم جای الکترودها با یکدیگر تعویض گردید. اندازه الکترودهای استفاده شده در این پژوهش ۲۵ سانتی متر مربع بودند که در کیسه های اسفنجی قرار داده می شدند. به منظور پایین آوردن مقاومت جریان الکتریکی و هدایت آن به پوست سر، اسفنج‌ها به سالیین آغشته می‌شدند. به منظور رعایت موارد بهداشتی و جلوگیری از منتقل شدن امراض پوستی و بیماری‌های واگیردار، هر کودک دارای اسفنج مشخص و معینی بود که بعد از هر جلسه تحریک، اسفنج‌ها و کش‌های نگه دارنده با آب و صابون شسته می‌شدند. در حین جلسات تحریک، به منظور بالا بردن دقت بررسی اثربخشی، همزمان با تحریک الکتریکی مغز، هیچگونه فعالیت و یا تمرین شناختی انجام نمی‌گرفت.

ملاک‌های ورود به مداخله: تشخیص اختلال یادگیری ویژه، عدم وجود اختلال همراه با اختلال یادگیری، حداقل در یکی از زمینه‌های تحصیلی (خواندن، نوشتن، ریاضی) افت قابل ملاحظه‌ای دیده شود، بصورت همزمان درمان‌های دیگری در رابطه با اختلال یادگیری دریافت نکنند، عدم مصرف داروهای روانپزشکی، دارا بودن سطح ضریب هوشی نرمال (۱ انحراف استاندارد پایین‌تر از میانگین)، دامنه سنی ۹ تا ۱۲ سال (دوره اول مقطع ابتدایی)، تکمیل فرم رضایت‌نامه توسط والدین

ملاک‌های خروج از مداخله: وجود اختلالات عصبی مانع از دریافت تحریک الکتریکی مغز (سابقه تشنج، آسیب مغزی، جراحی مغزی، صرع و...)، وجود اختلالات دیگر پزشکی مانند مشکلات انکساری بینایی، عقب ماندگی ذهنی، اختلالات حرکتی و...، ایمپلنت های درون جمجمه‌ای (از قبیل: شانت، تحریک کننده ها، الکترودهای درون جمجمه‌ای و...)، عدم حضور منظم در جلسات تحریک الکتریکی مغز، داشتن غیبت بیش از ۲ جلسه .

آزمون تصاویر هندسی درهم آندره‌ری: آزمون «تصاویر هندسی درهم» (حافظه دیداری) را پروفسور آندره‌ری در سال ۱۹۴۲ به منظور سنجش نوع فعالیت ادراکی حافظه دیداری مراجعه کنندگان به درمانگاه‌های روانشناسی و روانپزشکی ابداع کرد. آزمون متشکل از دو کارت A و B است که هر یک به طور مجزا و به مناسبت، انتخاب و اجرا می‌شوند هم چنین از

بی‌خط رسم کند. در نوبت دوم و در حالی که کارت از جلوی آزمودنی برداشته شده و سه دقیقه نیز گذشته است، از او خواسته می‌شود این بار به طور حفظی تصویر مشاهده شده قبلی را با دقت ترسیم کند (بهرامی، ۱۳۷۷).

این کارت برای بزرگ سالانی که عقب ماندگی ذهنی شدید دارند نیز استفاده می‌کنند. در نوبت اول، کارت A یا B در جهت مناسب جلوآزمودنی گذاشته می‌شود و به او پیشنهاد می‌گردد که مشابه آن را روی یک کاغذ سفید

یافته‌ها

جدول ۱. اطلاعات متغیر حافظه پژوهش در پیش-آزمون و پس-آزمون به تفکیک گروه آزمایش و کنترل

گروه	آزمون	تعداد	کمترین	بیشترین	میانگین	انحراف استاندارد
کنترل	پیش آزمون	۱۰	۱۶	۲۹	۲۲/۷۰	۳/۶۵
	پس آزمون	۱۰	۱۴	۲۸	۲۲/۳۰	۴/۱۶
آزمایش	پیش آزمون	۱۰	۱۷	۲۷	۲۱/۹۰	۳/۲۶
	پس آزمون	۱۰	۲۲	۳۴	۲۸/۴۰	۴/۳۵

چندمتغیری (مانکوا) و تحلیل کواریانس تک متغیری (آنکوا) برای بررسی این فرضیه‌ها در نظر گرفته شده است.

فرضیه پژوهش: تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر بهبود حافظه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ویژه اثربخش است.

برای آزمون فرضیه بالا با توجه به وجود پیش‌آزمون و پس‌آزمون باید از تحلیل کواریانس کمک گرفت ولی قبل از انجام تحلیل کواریانس باید ابتدا مفروضه‌های آن مورد بررسی قرار گیرد، و در صورت برقراری مفروضه‌ها، تحلیل

اطلاعات توصیفی مربوط به متغیر پژوهش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به تفکیک گروه نمونه و کنترل در جدول بالا گزارش شده است. با توجه به اطلاعات جدول میانگین گروه آزمایش در پس‌آزمون برای متغیر بهبود یافته است، ولی برای تعیین معناداری این افزایش از نظر آماری باید به یافته‌های استنباطی رجوع کرد، لذا در ادامه با کمک آزمون‌های آماری به بررسی فرضیه پژوهش پرداخته شده است.

فرضیه پژوهش بدنبال مقایسه وضعیت گروه کنترل و آزمایش با یکدیگر است، همچنین هر یک از گروه‌های آزمایش و کنترل در دو نوبت تحت آزمون (پیش‌آزمون، پس‌آزمون) قرار گرفته‌اند. روش‌های آماری تحلیل کواریانس

کوارینانس انجام شود. بنابراین ابتدا ۴ مفروضه
 تحلیل کوارینانس مورد بررسی قرار می‌گیرد.
 ۱- توزیع صفت در گروه‌ها نرمال باشد: برای
 بررسی نرمال بودن صفت از آزمون
 کولموگروف-اسمیرنوف و شاپیرو-ویلک
 استفاده شده است.

جدول ۲. نتیجه آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف و شاپیرو-ویلک و شاخص‌های کجی و کشیدگی

آزمون	گروه	کولموگروف-اسمیرنوف			شاپیرو-ویلک			کجی	کشیدگی
		آماره	درجه آزادی	سطح معناداری	آماره	درجه آزادی	سطح معناداری		
پیش آزمون	کنترل	۰/۱۲	۱۰	۰/۲۰	۰/۹۹	۱۰	۰/۹۹	-۰/۱۶	۰/۴۸
	آزمایش	۰/۱۹	۱۰	۰/۲۰	۰/۹۴	۱۰	۰/۵۷	۰/۲۰	-۰/۷۲
پس آزمون	کنترل	۰/۱۳	۱۰	۰/۲۰	۰/۹۶	۱۰	۰/۷۷	-۰/۵۴	۰/۴۷
	آزمایش	۰/۱۴	۱۰	۰/۲۰	۰/۹۳	۱۰	۰/۴۳	-۰/۳۸	-۱/۲۱

توزیع متغیر حافظه براساس هر دو آزمون
 شاپیرو-ویلک و کولموگروف-اسمیرنوف با توزیع
 نرمال تفاوت معنادار ندارد ($P > 0/05$)، همچنین
 شاخص‌های کجی و کشیدگی آن‌ها در محدوده
 قابل قبول (۲ و ۲-) قرار دارند. بنابراین مفروضه
 نرمال بودن برقرار است.

۲- مفروضه همگنی واریانس‌ها: جهت بررسی
 یکسان بودن واریانس‌های دو گروه (آزمایش و
 کنترل) در این اندازه‌گیری از آزمون لوین استفاده
 شد. همگنی واریانس‌ها به این معناست که بین
 واریانس دو گروه نباید تفاوت معنادار وجود
 داشته باشد.

جدول ۳. نتایج آزمون لوین

متغیر	F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	سطح معناداری
پیشرفت تحصیلی	۴/۳۳	۱	۱۸	۰/۰۵۲

سطح معناداری آزمون بالا بیشتر از ۰/۰۵ است، به این
 معنا که واریانس دو گروه کنترل و آزمایش از نظر آماری
 تفاوت معنادار ندارند. به عبارت دیگر واریانس‌های دو
 گروه همگن هستند. بنابراین مفروضه همگنی واریانس-
 ها برقرار و استفاده از تحلیل کوارینانس مجاز است.

۳- همگنی ضرایب رگرسیون: آزمون همگنی ضرایب
 رگرسیون از طریق تعامل بین پیش آزمون و متغیر
 مستقل مورد بررسی قرار می‌گیرد. در صورت معنادار
 نبودن این تعامل مفروضه همگنی ضرایب رگرسیون
 برقرار است.

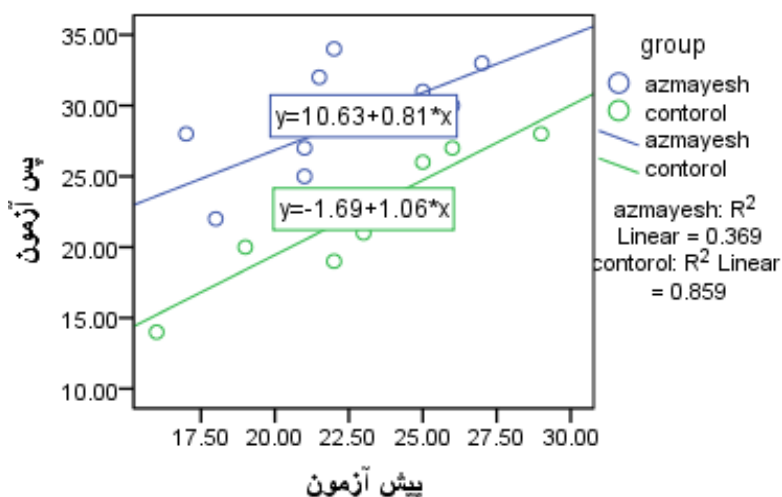
جدول ۴. نتایج تحلیل واریانس برای یکسان بودن شیب خط رگرسیون

منابع تغییر	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	F	سطح معناداری
گروه	۱۵/۹۴	۱	۱۵/۹۴	۱/۹۷	۰/۱۸
پیش آزمون	۱۸۵/۵۱	۱	۱۸۵/۵۱	۲۲/۹۰	۰/۰۰۰۱
گروه × پیش آزمون	۳/۲۰	۱	۳/۲۰	۰/۳۹	۰/۵۴

خطا	۱۲۹/۶۲	۱۶	۸/۱۰
کل	۵۱۲/۵۵	۱۹	

۴- خطی بودن رابطه متغیر وابسته و متغیر همراه: در این مطالعه متغیر وابسته پس آزمون است که می‌بایست با پیش آزمون (متغیر همراه) رابطه خطی^{۷۵} داشته باشد. با توجه به نمودار پراکنش (نمودار ۴-۱) و خطوط رگرسیون مشاهده می‌گردد که رابطه خطی بین متغیرها در دو گروه برقرار است.

با توجه به نتایج حاصل از تحلیل واریانس یکطرفه برای بررسی همگنی ضرایب رگرسیون مشاهده شد که آماره F ، برای تعامل گروه و پیش آزمون برابر (۰/۳۹) است که در سطح ۰/۰۵ با درجه آزادی ۱ و ۱ از نظر آماری معنادار نیست. این نتایج به معنای آن است که تفاوت معناداری میان ضرایب مشاهده نشده و در نتیجه فرض همگنی ضرایب رگرسیون نیز برقرار است.



نمودار ۱. نمودار پراکنش متغیر حافظه به تفکیک دو گروه آزمایش و کنترل

باتوجه به برقراری مفروضه‌ها، استفاده از تحلیل کوواریانس بلامانع است. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس در جدول زیر گزارش شده است.

جدول ۵. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای دو گروه آزمایش و کنترل

منابع تغییر شاخص	مجموع مجدورات	درجه آزادی	میانگین مجدورات	F	سطح معناداری	اندازه اثر
پیش آزمون	۱۹۳/۶۸	۱	۱۹۳/۶۸	۲۴/۷۹	۰/۰۰۰۱	۰/۵۹
تفاوت دو گروه در پس آزمون	۲۳۱/۷۵	۱	۲۳۱/۷۵	۲۹/۶۶	۰/۰۰۰۱	۰/۶۴

			۷/۸۱	۱۷	۱۳۲/۸۲	خطا
				۱۹	۵۱۲/۵۵	کل

این روش از طریق بازداری و مهار کردن فعالیت نورون‌های قشر مغز عمل می‌کند. تحقیقات گسترده‌ای درباره کنش‌های شناختی و فعالیت‌های قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی مغز انجام شده است (تایب و لایودور^۱، ۲۰۱۶، استاس و الکساندر^۲، ۲۰۰۰، فاستر^۳، ۲۰۰۸، نیگ^۴، ۲۰۰۶، پاکدلان^۵، ۱۳۹۴). بنا بر نتایج تحقیقات، انتظار می‌رود تحریک DLPFC با جریان الکتریکی مستقیم از روی مجموعه افزایش فعالیت‌های این ناحیه از قشر مغز، اعم از حافظه، توجه و تمرکز را به دنبال داشته باشد. از آنجایی که قشر پیش‌پیشانی خلفی جانبی چپ و راست (نقاط F3, F4 سیستم بین‌المللی ۱۰-۲۰)، مسئول مستقیم حافظه در قشر مغز هستند. (ارجمندیا و همکاران، ۱۳۹۵، دموس^۵، ۲۰۰۵، پرستون و آیکنباوم^۶، ۲۰۱۳، کاپلان و سادوک، ۱۳۹۵، سمیعی سنجانی، ۱۳۹۴) و یکی از مشکلات اصلی دانش‌آموزان دچار اختلال یادگیری به حافظه آن‌ها برمی‌گردد، ما در پژوهش حاضر به تحریک این مناطق پرداخته‌ایم. بدین منظور در ادامه به بررسی یافته‌های پژوهش می‌پردازیم:

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی تفاوت دو گروه آزمایش و کنترل (ذکر شده در

جدول بالا نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی تفاوت دو گروه آزمایش و کنترل با حذف عامل پیش‌آزمون را نشان می‌دهد. با توجه به سطر دوم جدول و با کنترل اثر پیش‌آزمون مشاهده می‌گردد که دو گروه آزمایش و کنترل دارای تفاوت معناداری در پس‌آزمون هستند ($P < 0/05$ و $F = 29/66$). در نتیجه مقدار آماره مشاهده شده از مقدار بحرانی در سطح اطمینان ۰/۰۵ و درجه آزادی ۱۷ و ۱ بزرگتر است. بنابراین نمرات پس‌آزمون برای دو گروه آزمایش و کنترل با کنترل اثر پیش‌آزمون از لحاظ آماری در سطح اطمینان ۰/۰۵ دارای تفاوت معنادار است و با اطمینان ۹۵ درصد این فرض که تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر بهبود حافظه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ویژه اثربخش است، تایید می‌گردد.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش نشان داد عملکرد حافظه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ویژه بطور معناداری پس از دریافت تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) نسبت به گروه مشابه که تحریک ساختگی (شَم) دریافت کرده بودند، بهبود داشته است. با مطالعه پژوهش‌های انجام شده در زمینه تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) این چنین برمی‌آید که

1. Tayeb & Lavidor
2. Stuss & Alexander
3. Fuster
4. Nigg
5. Demos
6. Preston & Eichenbaum

حافظه ی فعال N-back برای سنجش حافظه دو گروه کنترل و آزمایش در مرحله پیش آزمون و پس آزمون استفاده نمودند. تحلیل کوواریانس تک متغیره نمرات پیش آزمون و پس آزمون دو گروه با یکدیگر، حاکی از وجود تفاوت معنادار ($P=0/001$) بود. خدر و همکاران (۲۰۱۴) با تحریک لوب DLPFC چپ (بصورت دو طرفه) توانستند عملکرد شناختی بیماران دچار آلزایمر را بهبود بخشند. سانتیکووا و همکاران (۲۰۱۷) قشر DLPFC چپ ۱۶ کودک دارای نقص توجه- بیش‌فعالی را از طریق تحریک آنودال دوطرفه نمودند. در این پژوهش از آزمون N-back برای سنجش عملکرد هردوگروه آزمایش و کنترل در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون استفاده شد. آنها دریافتند که تحریک آنودال موجب افزایش فعال شدن و اتصالات نورونی می‌شود، و نه تنها در ناحیه قشر زیر الکترود تحریک کننده (یعنی DLPFC سمت چپ) بلکه در دیگر مناطق مغزی دورتر نیز اثراتی را به دنبال دارد.

اولیویرا و همکاران (۲۰۱۳) در یک پژوهش با طرح تصادفی دوسوکور، افراد دچار افسردگی را تحت تحریک مغزی دوطرفه (الکتروود آند روی DLPFC چپ و الکترود کاند روی DLPFC راست) قرار دادند. آنها آزمون حافظه فعال N-back را دقیقاً پیش از شروع تحریک و بعد از اتمام ۱۵ دقیقه تحریک از آزمودنی‌ها اخذ کردند. آنها نتیجه گرفتند که یک جلسه تحریک tDCS به شدت عملکرد حافظه فعال را در افراد افسرده افزایش داد، که نشان می‌دهد tDCS می

جدول ۴) نشان می‌دهد که دو گروه آزمایش و کنترل دارای تفاوت معناداری در پس آزمون هستند ($P<0/05$ و $F=29/66$). در نتیجه با اطمینان ۹۵ درصد این فرض که تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر بهبود حافظه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ویژه اثربخش است، تأیید می‌گردد. نتایج پژوهش با مطالعات عبادی و همکاران (۱۳۹۶)، ارجمندنیا و همکاران (۱۳۹۵)، خدر^۱ و همکاران (۲۰۱۴)، سانتیکووا و همکاران (۲۰۱۷)، اندروز و همکاران (۲۰۱۱)، هوی و همکاران (۲۰۱۳)، اولیویرا^۲ و همکاران (۲۰۱۳)، پاکدلان (۱۳۹۴)، سمیعی سنجان (۱۳۹۴) که موید اثربخشی تحریک الکتریکی مغز از روی جمجمه tDCS بر حافظه است، همخوانی دارد. عبادی و همکاران (۱۳۹۶) از اعمال تحریک مستقیم الکتریکی دوطرفه (الکتروود آند روی DLPFC چپ و الکترود کاند روی DLPFC راست) بر روی افراد مبتلا به افسردگی اساسی استفاده کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که tDCS بر افزایش حافظه فعال افراد مبتلا به افسردگی اساسی موثر و این تأثیر تا ۲ ماه پس از درمان تداوم یافته است. در مطالعه‌ای مشابه، ارجمندنیا و همکاران (۱۳۹۵) با تحریک ناحیه F3 لوب پیشانی کودکان مبتلا به اختلال ریاضی دریافتند که تحریک این ناحیه از قشر در بهبود حافظه کاری اثرگذار است. آنها از آزمون

1. Khedr
2. Oliveira

تواند فرایندهای حافظه "سرد" (غیر عصبی) را در افراد دچار افسردگی بهبود بخشد.

پاکدلان (۱۳۹۴) با تحریک قشر پیشانی افراد سالم (الکتروود آند روی نیمکره چپ و الکتروود کاتد روی نیمکره راست) دریافت که این روش بهبود حافظه و تمرکز افراد را بهبود می‌بخشد و سمعی سنجان (۱۳۹۴) با قرار دادن الکتروود آند در محل ^{۷۸} DLPFC چپ افراد سالم، توانستند حافظه فعال آن‌ها را بهبود بخشند. پژوهش مذکور در یک طرح آزمایشی با گروه گواه انجام گرفت. نتایج نشان داد تحریک آندی DLPFC سبب ارتقا توجه انتخابی و حافظه می‌شود. به منظور سنجش عملکرد حافظه افراد از آزمون حافظه وکسلر در قبل از تحریک، جلسه پنجم تحریک و دو هفته پس از آخرین تحریک استفاده گردید. تحلیل واریانس دو عاملی معناداری میان فراخنای حافظه گروه کنترل و آزمایش را نشان داد.

در تبیین فرضیه پژوهش نیز می‌توان بیان داشت:، اعمال تحریک الکتریکی مغز از روی مجموعه tDCS بر این ناحیه می‌تواند در افزایش کارایی این بخش از قشر مغز را بهبود بخشد. در پژوهش‌های پیشین این روش با هدف بهبود حافظه ی افراد دارای اختلالات دیگر انجام گردیده بود. نتایج این پژوهش‌ها نشان داده بود که تحریک الکتریکی مناطق F3, F4 بر بهبود کارکرد این ناحیه اثربخش بوده است، در پژوهش حاضر نیز با توجه به مشکل حافظه دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ویژه، این روش بر روی این جمعیت بالینی انجام شد. همچنین بهبود

عملکرد آموذنی‌ها در آزمون تصاویر هندسی درهم‌آندره-ری می‌تواند ناشی از افزایش تحریک پذیری نورون‌های ناحیه ی DLPFC قشر مغز باشد. تحریک آندی هر دو لوب DLPFC آموذنی‌ها در این پژوهش با دپولاریزه شدن نورون‌ها همراه بوده و موجب کاهش استراحت نورونی و در نهایت تحریک پذیری بیشتر نورون‌های این ناحیه می‌شود. از سویی دیگر افزایش تحریک پذیری نورون‌های این ناحیه از قشر باعث رهاسازی هرچه بیشتر نورترانسmitterهای مربوطه در این بخش می‌شود و زمان بیشتری نورترانسmitterها در فضای بین سیناپسی باقی می‌مانند و اثرات طولانی مدتی همراه خواهند داشت. ارکان (۱۳۹۳)، معتقد است tDCS آندی موجب آثار بهبود تحریک پذیری در DLPFC می‌شود که شاید ناشی از افزایش سطوح گلوتامات (آمینواسید مرتبط با حافظه، بازشناسی حافظه و یادگیری محرک-پاسخ) است. با توجه به یافته‌ها و ادبیات پژوهش می‌توان بیان نمود، در اصل tDCS پلاستیسیته قشر مغز را افزایش می‌دهد و موجب افزایش توانمندی ناحیه مورد نظر در قشر مغز در رابطه با فعالیت شناختی مورد نظر می‌شود. این ویژگی روش تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) کمک می‌کند تا اثربخشی سایر روش‌های درمانی افزایش پیدا کند ولی بیمار را نسبت به آنها بی‌نیاز نمی‌کند و همواره به عنوان بهترین، اثربخش‌ترین و بی‌عارضه‌ترین روش درمانی همراه از آن یاد می‌شود. از این رو، این

از مهمترین محدودیت‌های پژوهش، عدم امکان انتخاب نمونه بصورت تصادفی بود و به ناچار نمونه بصورت نمونه در دسترس انتخاب شد. همچنین جهت تعمیم نتایج بست آمده در جریان پژوهش، پیشنهاد می‌گردد آن را در جوامع بالینی سایر شهرها و به تفکیک جنسیت در بازه سنی پایه اول دبستان تا پایه دهم انجام گردد.

۷۹

روش برای سایر مشکلات دانش‌آموزان دارای مشکلات یادگیری نیز موثر است.

در یک تبیین کلی از نتایج پژوهش حاضر و ادبیات پژوهش می‌توان بیان کرد که تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) یک روش ایمن، راحت و دارای اثرات طولانی مدت در قشر مغز است. این تغییرات دائمی را بصورت تحریکی و بازسازی می‌توان بر روی دیگر جنبه‌های مشکلات دانش‌آموزان دچار اختلال یادگیری بکار گرفت.

منابع

اسماعیل پور، ملیحه. پاکدامن، مجید. (۱۳۹۵). تاثیر آموزش مهارت‌های ادراکی - حرکتی بر عملکرد شناختی دانش‌آموزان دختر پایه سوم دچار اختلال یادگیری. فصلنامه نسیم تندرستی دانشکده علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری. دوره ۴، شماره ۴، ص ۱-۶.

بهرامی، هادی، آزمون‌های روانی - مبانی نظری و فنون کاربردی. تهران، انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی، ۱۳۷۷.

بهبادی، فرزانه. رحیمی، چنگیز.

محمدی، نوراله. (۱۳۹۳). تاثیر آموزش

نوروفیدبک بر ادراک بینای دانش‌آموزان

ابتدایی با اختلال یادگیری ریاضی. فصلنامه

تازه‌های علم شناختی. سال ۱۶. شماره ۳. ص ۱-

۱۲.

پاکدلان، شهرزاد. (۱۳۹۴). مقایسه اثربخشی

آموزش ذهن آگاهی شناختی با تحریک

ارجمندنیا، شریفی، علی و رستمی، رضا.

(۱۳۹۲). اثربخشی برنامه تمرین رایانه‌ای

شناختی بر عملکرد حافظه فعال دیداری -

فضایی دانش‌آموزان با مشکلات ریاضی.

ناتوانی‌های یادگیری، (۴)، ۲۴-۶.

ارجمندنیا، عل اکبر، اسبقی، مونا، افروز، غلامعلی،

^{۸۰}رحمانیان، مهدیه. (۱۳۹۵). تأثیر تحریک

الکتریکی مستقیم از روی جمجمه (tDCS)

بر افزایش حافظه فعال کودکان مبتلا به

اختلال ریاضی. مجله ناتوانی‌های

یادگیری. دوره ۶. شماره ۱/۲۵-۷.

ارکان، امین. (۱۳۹۳). تاثیر تحریک مغز از روی

جمجمه با استفاده از جریان مستقیم

الکتریکی (tDCS) بر حافظه کاری در افراد

سالم. پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه علوم

انسانی. دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی.

دانشگاه تربیت معلم تهران.

- زارع، حسین. امینی، فهیمه. (۱۳۹۵). اثربخشی نرم افزار آموزش حافظه کاری بر کارکردهای توجه دانش آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی. مجله ناتوانی های یادگیری، پاییز ۱۳۹۵، دوره ۶، شماره ۱/۷۹-۶۰. سعیدمنش، محسن. داوودی مقدم، مهسا. ایلخانی، لیلا. رجائی پور، محمد صادق. ۱۳۹۶. بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مغز از روی مجموعه (tDCS) بر روی بهبود حافظه فعال و آگاهی واجی در کودکان مبتلا به اختلال خواندن. کنفرانس بین المللی روانشناسی، مشاوره، تعلیم و تربیت. مشهد. موسسه آموزش عالی شانندیز. سمیعی سنجانی، منا. (۱۳۹۴). تاثیر تحریک مغز از روی مجموعه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS) بر کارکردهای اجرایی. پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه روانشناسی. دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی. دانشگاه خوارزمی.
- شکوهی یکتا، محسن، پرنده، اکرم. ۱۳۸۵. ناتوانی های یادگیری. تهران: تیمورزاده.
- عابدی، احمد و آقابابایی، سارا. (۱۳۹۰). اثربخشی آموزش حافظه فعال بر بهبود عملکرد تحصیلی کودکان با ناتوانی یادگیری ریاضی. روان شناسی بالینی، (۴)، ۷۳-۸۱.
- عبادی، محبوبه. حسینی، فاطمه. پهلوان، فاطمه. اسمعیل زاده آخوندی، محمد. فرهادی، وحید. اصغری، رقیه. ۱۳۹۶. اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم مغز tDCS بر حافظه فعال
- الکتریکی کورتکس مغز (tDCS) همراه با بازتوانی شناختی در بهبود حافظه و تمرکز دانشجویان دانشگاه پیام نور مرکز تهران جنوب. پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه روانشناسی. دانشکده علوم انسانی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس.
- جلیل آبکنار، سیده میه، عاشورایی، محمد (۱۳۹۲). نکته های کاربردی برای آموزش دانش آموزان با اختلال یادگیری (اختلال در خواندن، نوشتن و دیکته)، تعلیم و تربیت استثنایی، سال سیزده، شماره ۳، پیاپی ۱۱۶.
- خدای، نغمه، عابدی، احمد و آتش پور، حمید. (۱۳۹۰) تاثیر آموزش حافظه ی فعال و فراشناخت بر عملکرد تحصیلی دانش آموزان دختر ناتوان در یادگیری ریاضی. دانش و پژوهش در روان شناسی کاربردی، (۱)، ۴۵-۵۳.
- دانیل. پ. هالاهان، جان. لوید، جیمز م. کافمن، مارگارت پی. ویس، الیزابت ا. مارتینز. (۲۰۰۵). اختلال های یادگیری. ترجمه: علیزاده، حمید. همتی علمدارلو، قربان. رضایی دهنوی، صدیقه. شجاعی، ستاره. (۱۳۹۴). تهران: نشر ارسباران.
- دهقانی، یوسف، صادقی، لیلا، عابدی، احمد، صمصام شریعت، محمدرضا. ۱۳۹۵. اثربخشی برنامه نرم افزاری توکا بر تمیز و حافظه شنیداری کودکان دارای مشکل یادگیری. تحقیقات علوم رفتاری. دوره ۱۴. شماره ۲. ص ۲۵۰-۲۵۶.

(۱۳۹۲). اثربخشی برنامه رایانه یار آموزش حافظه کاری بر کارکردهای اجرایی دانش‌آموزان با اختلال ریاضی. تحقیقات علوم رفتاری، (۱۱)، ۲۰۸-۲۱۸.

گنجی، مسعود و محمدی، جواد و تبریزیان، شروین (۱۳۹۲). مقایسه تنظیم هیجان و مکانیسم‌های دفاعی در مادران دارای دانش‌آموزان با و بدون ناتوانی یادگیری^{۸۱}، مجله ناتوانی‌های یادگیری، دوره ۲، شماره ۳، ۷۲-۵۴.

نریمانی، محمد. سلیمانی، اسماعیل. (۱۳۹۲). اثربخشی توان بخشی شناختی بر کارکردهای اجرایی (حافظه کاری و توجه) و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی. مجله ناتوانی‌های یادگیری. دوره ۲، شماره ۳/۱۱۵-۹۱.

نصرتی، فاطمه، غباری بناب، باقر، و کیلی نژاد، مریم، کشاورز افشار، حسین (۱۳۹۵). اثربخشی آموزش مستقیم بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان با اختلال یادگیری خاص. مجله ناتوانی‌های یادگیری. دوره ۵، شماره ۴/۱۲۲-۱۰۸.

افراد مبتلا به افسردگی اساسی. مجله علمی-پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک. سال ۲۰. شماره ۱۲۲. صفحات ۳۸-۴۷.

فهیمی، مهنوش، ارجمندنیا، علی اکبر و فتح آبادی، جلیل (۱۳۹۳). بررسی اثربخشی نرم افزار تقویت حافظه فعال بر عملکرد حافظه ی فعال دانش‌آموزان. پژوهش‌های کاربردی روان‌شناختی، (۲)، ۵، ۸۰-۶۵.

قائم‌ی، حمیده، محمدی، نفیسه، سبحانی راد، داوود، یزدانی، راضیه (۱۳۹۴). بررسی تعیین تاثیر نوروفیدبک بر مهارت‌های سرعت و صحت خواندن کودکان دچار اختلال یادگیری در بازه سنی ۷-۱۰ سال. فصلنامه علمی - پژوهشی طب توانبخشی.

قلاوند، محمد. چناری، بهروز. گل افروز. روزگار، محمد. اختلال خواندن، روش‌های شناسایی و بهبود. ۱۳۹۶. کنفرانس بین‌المللی توسعه و ترویج علوم انسانی در جامعه. دوره اول.

کاپلان، هارولد و سادک، بنیامین. ۲۰۱۵. خلاصه روانپزشکی بالینی. (جلد سوم). ترجمه: رضاعی، فرزین. ۱۳۹۵. تهران: انتشارات ارجمند. کوهبانی، سکینه، علیزاده، حمید، هاشمی، ژانت، صرامی، غلام رضا و موهبنانی، ساجده.

Bottge, BA., Heinrichs, M., Chan, SY., and Serlin, RC. (2001). Anchoring Adolescents' Understanding of Math Concepts in Rich Problem-Solving Environments. Remedial and Special Education. 22(5), 299-314.

Andrews SC, Hoy KE, Enticott PG, Daskalakis ZJ, Fitzgerald PB. Improving working memory: the effect of combining cognitive activity and anodal transcranial direct current stimulation to the left dorsolateral prefrontal cortex. Brain Stimul. 2011;4(2):84-89.

- 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.
- Demos, J. N. (2005). Getting started with neurofeedback: WW Norton and Company. *ctrophysiological evidence*. BMC Neuroscience.
- Fuster, J.M. (2008). *The Prefrontal Cortex*(fourth Eds).New York: Academic Press.
- Geary, D. C. (2005). Role of cognitive theory in the study of learning disability in mathematics. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 305.
- Geary, D.C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disability*. 37, 4-15.
- Hauser, T., Rotzer, S., Grabner, R., Mérrillat, S, and Jäncke, L. (2013). Enhancing performance in numerical magnitude processing and mental arithmetic using transcranial Direct Current Stimulation (tDCS). *Humdn neuroscience*, 7, 244.
- Hayley Thair, Amy L. Holloway, Roger Newport, Alastair D. Smith, 2017. Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS): A Beginner's Guide for Design and Implementation. *Front Neurosci*. 2017; 11: 641.. Published online 2017 Nov 22. doi: [10.3389/fnins.2017.00641](https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00641)
- Hoy KE, Arnold SL, Emonson MR, Daskalakis ZJ, Fitzgerald PB. An investigation into the effects of tDCS dose on cognitive performance over time in patients with schizophrenia. *Schizophr Res*. 2014;155:96–100.
- Iuculano, T., Kadosh, R. C. (2013). the Mental Cost of Cognitive Enhancement. *The Neuroscience*, 33(10),4482– 4486
- Jarrold, C., Baddeley, A. D., Hewes, A. k., Leeke. T. C. & Phillips, C. E. (2004). What links verbal short-term memory performance and vocabulary level? Evidence of change relationships among individuals with learning disability. *Journal of Memory and Language*, 50, 134-148.
- Jenks, K. & Lieshout, E. (2009). Arithmetic Difficulties in children with Cerebral Palsy are Related to Executive Function and Working memoty. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*: 50(7), 824-833.
- Khedr.Eman M. , Nageh F. El Gamal, Noha Abo El-Fetoh, Hosam Khalifa, Elham M. Ahmed, Anwer M. Ali, Mostafa Noaman, Ahmed Abd El-Baki, and Ahmed A. Karim.(۲۰۱۴) A Double-Blind Randomized Clinical Trial on the Efficacy of Cortical Direct Current Stimulation for the Treatment of Alzheimer's Disease. *Front Aging Neurosci*. 2014; 6: 275.
- Korkman, M., & Pesonen AE. (1994). A comparison of neuropsychological test profiles of children with attention deficits hyperactivity disorder and/or learning disorder. *Journal of Learning disabilities*, 27(6), 383-92.
- Krause, B. Kadosh, R, C. (2013). Can transcranial electrical stimulation improve learning difficulties in atypical brain developmental? A future possibility for cognitive

- training. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 6, 176-194.
- Nigg, J.T. (2006). *What causes ADHD?: Understanding What Goes Wrong and Why*. New York: The Guilford Press.
- Oliveira JF, Zanão TA, Valiengo L, Lotufo PA, Benseñor IM, Fregni F, Brunoni AR. 2013. Acute working memory improvement after tDCS in antidepressant-free patients with major depressive disorder. *Neurosci Lett*. 2013 Mar 14;537:60-4.
- Preston, Alison R. Eichenbaum, Howard. 2013. Interplay of hippocampus and prefrontal cortex in memory. *Curr Biol*. 2013 Sep 9; 23(17): R764–R773.
- Rousselle, L., & Noel, MP. (2007). Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: A comparison of symbolic vs non-symbolic number magnitude processing. *Cognition*. 102(3), 361-395.
- Semrud-clikeman, M. Griffin, J.D. Guy, K. hynd, G.W. (2000). Rapid naming deficits in children and adolescents with reading disabilities and attention deficit hyperactivity disorder. *Brain and Language*, 74, 70-83.
- Semrud-clikeman, M. Griffin, J.D. hynd, G.W. (2000). Rapid naming deficits in children and adolescents with reading disabilities and attention deficit hyperactivity disorder. *Brain and Language*, 74, 70-83.
- Sotnikova A, Soff C, Tagliazucchi E, Becker K, Siniatchkin M. (2017). Transcranial Direct Current Stimulation Modulates Neuronal Networks in Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Brain Topogr*. 2017 Sep;30(5):656-672.
- Stuss, D. T., & Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes: A conceptual review. *Psychological Research*, 63, 289–298.
- Swanson, HL., & Siegel, L. (2001). Learning disabilities as a working memory deficit. *Issues in Education*.
- Tayeb, Y. & Lavidor, M. (2016). Enhancing switching abilities: Improving practice effect by stimulating the dorsolateral prefrontal cortex. *Neuroscience*. 313. 92-98.