

ORIGINAL ARTICLE

The effectiveness of tDCS on auditory memory and anxiety in student with learning disorders

Niloofer Soltani¹, Azadeh Choobforoushzadeh² (ORCID:0000000257781165), Kimia Sahraian³

1. M.Sc. Student of Psychology, Ardakan University, Ardakan, Iran

2. Associate Prof., Department of Psychology, Ardakan University, Ardakan, Iran

3. Assistant Prof., Faculty of Psychology, Higher Education Center of Eghlid, Eghlid, Iran

Correspondence:

Azadeh Choobforoushzadeh

Email:

azadechoobforoush@ardakan.ac.ir

Received: 23/Dec/2023

Accepted: 11/Mar/2024

How to cite:

Soltani, N. , Choobforoushzadeh, A. and Sahraian, K. (2024). The Effectiveness of Transcranial Brain Stimulation Using Direct Electric Current on Auditory Memory and Anxiety in Students with Learning Disabilities. *Neuropsychology*, 10(36), 47-59. doi: 10.30473/clpsy.2024.70048.1745

ABSTRACT

Learning disorder is associated with numerous physical and mental stressors that affect the quality of life of students; Among these factors, we can mention the reduction of auditory memory and anxiety. The purpose of this research is to determine the effectiveness of transcranial brain stimulation using direct electric current on auditory memory and anxiety in students with learning disabilities. The research method is semi-experimental and pre-test and post-test with a control group. 30 students with learning disorders were selected by available sampling method and randomly divided into two groups of 15 people, control and experimental. The pre-test was taken from both, and then the intervention was performed only on the experimental group in 10 2-hour sessions, and the control group did not receive any intervention. Then both groups completed the same questionnaires as a post-test. The data collection tool was Wechsler's listening memory subscale and Spence Children's Anxiety Scale (SCAS). SPSS-24 software and covariance analysis were used to analyze the scores. The results showed that transcranial brain stimulation using direct electric current is effective in improving auditory memory and reducing anxiety in students with learning disabilities. The results of this research can be used in counseling, psychology and rehabilitation centers.

KEYWORDS

Transcranial brain stimulation, auditory memory, anxiety, learning disorder



مقدمه

یادگیری، مهم‌ترین فرآیندی است که توسط آن، فرد با گذشت زمان و در تعامل با محیط رشد یافته و توانا می‌شود. از طرفی ناتوانی‌های یادگیری نیز یکی از پیچیده‌ترین اختلال‌هایی است که در حیطه کودکان مطرح است. این اختلال باعث مشکلات اساسی در خواندن و نوشتن و ریاضیات شده و با توانایی ذهنی مورد انتظار هم‌خوانی ندارد (گنجی و همکاران، ۱۳۹۲). اختلال یادگیری یک اختلال نسبتاً شایع و فراگیر است که بیشتر جوامع با آن مواجه هستند. کودکان مبتلا به اختلال یادگیری با وجود اینکه هوش طبیعی و عادی دارند ولی در یادگیری مفاهیم و مهارت‌های مختلف با مشکل روبرو هستند (اکبری و همکاران، ۱۳۹۸). اختلال یادگیری به صورت عدم توانایی در صحبت کردن، گوش دادن، املا و خواندن و محاسبات ریاضی مشخص می‌شود. البته این اختلال بر اثر مشکلات دیداری، شنیداری، عقب ماندگی ذهنی و شرایط نامطلوب اقتصادی و فرهنگی نیست (مک کلین^۱ و همکاران، ۲۰۱۱). دانش‌آموزان دارای اختلال یادگیری، در پنجمین نسخه‌ی راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی^۲ (DSM-5) به نام دانش‌آموزان با اختلال یادگیری خاص معرفی می‌شوند که ریشه‌ی فیزیولوژیک دارد و باعث یکسری ناهنجاری‌ها در سطح شناختی می‌شود (استرنبرگ^۳، ۲۰۱۸). همچنین اختلال یادگیری که جمعیت زیادی حدود ۵ تا ۱۵ درصد دارد می‌تواند زمینه‌ی اختلالات اضطرابی را فراهم کند (چمبریر و زسینگر^۴، ۲۰۱۸؛ جامورو پریموزیچ و فارنهام^۵، ۲۰۰۹).

اضطراب^۶ یکی از شایع‌ترین مشکلات روانی-اجتماعی در جوامع امروز است. ویژگی اصلی اضطراب شامل یک احساس مبهم، فراگیر و ناخوشایند است که بیشتر با علائمی مثل عرق کردن، سردرد، احساس تنگی و فشردگی در قفسه‌ی سینه، تپش سریع قلب، ناراحتی در معده و بی‌قراری

همراه است که همه‌ی این‌ها جز نشانه‌های آشفتگی در دستگاه عصبی مرکزی است (سادوک و همکاران، ۲۰۱۵؛ ترجمه گنجی، ۱۳۹۴). اضطراب یک وضعیتی است که هرکدام از انسان‌ها در زندگی حداقل یکبار آن را در درجه‌های مختلف تجربه کرده‌اند (فایل و هاید^۷، ۲۰۱۲). اضطراب در کودکان به صورت‌های مختلفی وجود دارد. کودکان مضطرب، کودکانی ساکت، شاکی، کم‌طاقت و ناراضی هستند که اغلب اوقات با همه چیز مشکل دارند و اگر اضطراب در کودکان ادامه پیدا کند باعث بروز یکسری مشکلات مثل نداشتن رابطه دوستی با دیگران، شکست‌ها و نداشتن اعتماد به نفس در آینده منجر خواهد شد (اصلی آزاد و همکاران، ۲۰۱۳). در اصل فردی که دچار اضطراب است برای اینکه تکالیف خود را انجام دهد نمی‌تواند تمام انرژی خود را به کار گیرد به همین علت یادگیری در او کاهش پیدا می‌کند (بیات و همکاران، ۱۳۹۶؛ میتی^۸، ۲۰۱۲).

اضطراب بر روی کودکان تأثیرات منفی را دارد. یکی از این تأثیرات شامل این است که کودکانی که اضطراب بالایی دارند، میزان عملکرد حافظه‌ی کاری^۹ در آن‌ها کاهش می‌یابد (رامیرز، گاندرسون، لوین بیلوک^{۱۰}، ۲۰۱۳). پژوهش‌ها نشان دهنده‌ی این است که اضطراب با یادگیری رابطه‌ی مهمی دارد و ریشه‌ی زیادی از مشکلات جسمانی و ناکامی‌هایی که آن‌ها را نمی‌توان از بین برد و همیشه وجود دارند ناشی از اضطراب و فشارهای عصبی است (هتاما^{۱۱} و همکاران، ۲۰۰۸). اختلال یادگیری حتی می‌تواند مشکلاتی را در توجه، حافظه و در فکر کردن و حتی استفاده از زبان به وجود آورد (سوانسون^{۱۲}، ۲۰۱۴).

حافظه یکی از قابلیت‌های عالی مغز است که باعث می‌شود انسان این توانایی را به دست آورد که یکسری اطلاعات را ثبت و ذخیره کند تا زمانی که به آن نیاز دارد آن را فراخوانی کند (باددلی^{۱۳}، ۲۰۱۲). یکی از سازه‌های شناختی نیرومند

8. Meetei

9. Working memory

10. Ramirez G, Gunderson EA, Levine SC, Beilock SL

11. Hettema

12. Swanson

13. Baddeley

1. Mcquillan

2. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder

3. Sternberg

4. Chamberir & Zessinger.

5. Jamuro-Primozich & Farnham

6. Anxiety

7. File & Hyde

گاب^۷ و همکاران، ۲۰۰۳؛ گریمالت^۸ و همکاران، ۲۰۰۹؛ کامار^۹ و همکاران، ۲۰۲۱). با تمام این تفاسیر باید عنوان شود که درمان‌های متفاوتی برای کودکان دارای اختلال یادگیری پیشنهاد شده است.

تحریک فراجمجهای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی^{۱۰} (TDCS) نیز یک تکنیک درمانی عصبی است که هدف آن این است که جریان مستقیم و ضعیف را به مناطق قشری وارد و فعالیت خودانگیخته عصبی را تسهیل و یا بازداری کند (برونی^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۲). با این وجود تغییر در تحریک پذیری، به محل قرارگیری و قطبیت تحریک وابسته است. جریان الکتریکی پتانسیل استراحتی غشاء نورون‌های هدف را تغییر می‌دهد به طوری که نورون‌ها توسط الکتروود آندی تحریک و با کاتدی مهار می‌شوند (جورج، آستونجونز^{۱۲}، ۲۰۱۰). این اثرات می‌تواند تا ۹۰ دقیقه بعد از ۹ تا ۱۳ تحریک باقی بماند (نیتسچ و پائولوس، ۲۰۰۱). در طی این روش جریان مستقیم ضعیفی ۱-۴ میلی آمپر بر پوست سر فرد وارد می‌شود و بعد با استفاده از آن تغییرات بلندمدت در قطبیت قشر مغز به دنبال دپولاریزاسیون و هیپوپلاریزاسیون نورون‌ها و تأثیر آن بر گیرنده‌های عصبی ایجاد می‌شود و به طریقی دیگر در این تحریک الکتریکی نقاطی از سر با استفاده از جریان‌های ضعیف الکتریکی مورد هدف قرار می‌گیرند (اکبری و همکاران، ۱۳۹۴). با توجه به اثرات مداوم و احتمالاً بالینی مفید روش تحریک فراجمجهای 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 واقع یک روش غیرتهاجمی جدید است که در پژوهش کروس^{۱۳} و همکاران (۲۰۱۳) در درمان نشانه‌های اختلال یادگیری ریاضی در بزرگسالان از آن استفاده شده است. پژوهش‌هایی هم که در حوزه اضطراب انجام شده است معمولاً بین مولفه‌های حالتی و

که از عوامل زمینه ساز در اختلال یادگیری مطرح شده، حافظه کاری است (خراسانی زاده و همکاران، ۱۳۹۹). بخشی از نظام حافظه‌ای انسان، حافظه‌ی کاری است و با وجود ظرفیت کمی که دارد اطلاعات را به صورت موقتی فعال نگه می‌دارد تا بتواند روی آن‌ها عملیات دیگری را انجام دهد (لويس، کارپندال^۱، ۲۰۰۹).

یکی از عوامل مهم در امر یادگیری، حافظه خصوصاً حافظه‌ی کاری است به طوری که از دیگر مشخصه‌های کودکان دارای اختلال یادگیری مشکل در کارکردهای حافظه مثلاً نقص در حافظه کوتاه مدت و حافظه کاری و نقص خفیف در رمزگردانی و راهبردهای شناختی و فراشناختی است (نریمانی و سلیمانی، ۱۳۹۲). یکی از انواع حافظه کاری، حافظه شنیداری است که به ذخیره سازی و بازخوانی شنیده‌های فرد می‌پردازد (مقدسی، ۲۰۰۹). دو نوع حافظه فعال وجود دارد: حافظه‌های فعال سمعی و بصری. حافظه کاری شنیداری نوعی حافظه است که گفتار داخلی را برای درک کلامی و آموزش واج شناسی حفظ می‌کند (کلمن^۲، ۲۰۱۵). این اصوات را برای مدتی کوتاه در ذهن نگه می‌دارد، وقتی دیگر در محیط وجود ندارد. این در مدل باددلی و هیتچ^۳ (۲۰۰۰) به عنوان حلقه‌ی آواشناسی (اطلاعات مبتنی بر گفتار) شناخته می‌شود. تحقیق در مورد بررسی نقش مناطق مغز در حافظه‌ی کاری شنوایی نسبتاً محدود است. به طور خاص اگرچه تحقیقات در مورد مکانیسم‌های عصبی، زمینه ساز حافظه فعال کلامی در حال رشد است (فیباج و همکاران^۴، ۲۰۰۶؛ ایوانوا^۵ و همکاران، ۲۰۱۸). تحقیقات قبلی در مورد حافظه فعال شنیداری از تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی (fMRI) مگنتوآنسفالوگرافی یا انتشار پوزیترون به تصویربرداری استفاده کرده است. با توجه به قشرحسی، داده‌های این مطالعات متناقض است. درحالی که اکثر مطالعات افزایش فعالیت در قشر شنوایی را در طول دوره تاخیر نشان داده‌اند

8. Grimault

9. Kumar

10. Transcranial direct current stimulation

11. Brunoni

12. George ms ,Astonjones G

13. Krause

1. Lewis & Carpendal

2. Colman

3. Baddeley & Hitches

4. Fiebach

5. Ivanova

6. Functional magnetic Response imaging

7. Gaab

اسپنس^۲ بود. ۱: آزمون حافظه شنیداری و کسلر که در سال و در سال ۱۹۴۹ این آزمون ساخته شد. ای آزمون در سال ۱۹۷۲ مور تجدید نظر قرار گرفتو در سال ۱۹۷۴ انتشار یافت. این آزمون از ۱۲ خرده مقیاس استفاده شده است که به دو گروه کلامی و غیرکلامی تقسیم می‌شوند. و در این پژوهش از خرده مقیاس شنیداری برای بدست آوردن داده‌ها استفاده می‌شود. همبستگی‌های بین گروهی این آزمون خیلی بیشتر از همبستگی‌های بین گروهی است. در همه‌ی خرده مقیاس‌ها سوال‌ها به ترتیب سطح دشواری یعنی از آسان به مشکل تنظیم شده است. پایایی این آزمون با روش دو نیمه کردن و هم بازآزمایی برای آزمون‌های فرعی و هم برای هوش بهرهای کلامی، عملی و کل محاسبه شده است. میانگین ضرایب پایایی دو نیمه کردن به روش زوج و فرد برای هوش بهرهای کلامی، عملی و کل به ترتیب ۰.۹۰، ۰.۹۴، و ۰.۹۶ بود و ضرایب بازآزمایی به گروه سنی (۶ و نیم تا ۷ و نیم-۱۰ و نیم تا ۱۱ و نیم و ۱۴ و نیم تا ۱۵ و نیم) به ترتیب ۰.۹۳، ۰.۹۰، و ۰.۹۵ بود. بازآزمایی در فاصله تقریباً یک ماه محاسبه کردید. بازآزمایی نشان داد که تمرین روی این آزمون تا حدودی موثر است و مقدار متوسط آن در مقیاس کلامی ۲ و نیم نمره در مقیاس عملی ۹ و نیم نمره و در کل ۷ نمره می‌باشد. برای محاسبه روایی این آزمون از روش‌های مختلفی مثل همبستگی با آزمون استنفورد-بینه برابر با ۰.۷۸ و با آزمون‌های گروهی هوش ۰.۶۶ و با آزمون‌های ملاکی مناسب از جمله آزمون پیشرفت تحصیلی پی بادی کالج ۰.۷۱ و با نمره‌های کلاسی ۰.۳۹ بوده است (کرمی، ۱۳۹۳).

۲: این پرسشنامه در سال ۱۹۹۹ توسط اسپنس ساخته شد. این مقیاس شامل ۳۸ گویه است و سوالات در یک مقیاس لیکرت (هرگز، گاهی اوقات، بیشتر اوقات، همیشه) پاسخ داده می‌شوند و پاسخ‌ها به ترتیب از ۵ (هرگز) تا ۳ (همیشه) نمره‌گذاری می‌شوند (اسپنس و همکاران، ۲۰۰۳). اعتبار آزمون اضطراب اسپنس کودکان در پژوهشی که در شهر خرم‌آباد از یک نمونه ۳۹۶ نفری دانش‌آموزان پایه اول راهنمایی صورت گرفت نشان دهنده ی آن است که میانگین نمره کل اضطراب آزمودنی‌ها برابر با ۶۸/۳۸ و

صفتی تفاوت قائل می‌شوند (چنگ و هاردی، ۲۰۱۶). اضطراب صفتی که رفتار را تحت تأثیر قرار می‌دهد بخشی از شخصیت و استعداد فرد است و فرد را آماده برای شرایطی می‌کند که از جنبه‌های روان‌شناختی یا جسمانی خطرناک نبوده ولی فرد آن‌ها را به صورت تهدید کننده تصور می‌کند. از طرف دیگر اضطراب، حالتی هیجانی موقت و متغیر است که از ادراک آگاهانه و تنش فرد ناشی می‌شود و در ارتباط با فعالیت سیستم عصبی خودمختار است (چنگ و هاردی، ۲۰۱۶). اما پژوهشی که با این روش بر روی کودکان دارای اختلال یادگیری انجام شده باشد، صورت نگرفته است. با توجه به اهمیت این موضوع و دوران طلایی که کودکان دارای اختلال یادگیری برای آموزش دارند، سوال پژوهش این است که آیا تحریک فراجمعه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (TDCS) بر بهبود حافظه شنیداری و کاهش اضطراب در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری موثر می‌باشد؟

روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش این مطالعه، شبه آزمایشی از نوع پیش آزمون - پس آزمون با گروه کنترل و از لحاظ هدف کاربردی است. این طرح دو گروه ناهمسان را مقایسه می‌کند. یک گروه دو بار مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد، یکبار قبل از عمل آزمایشی و یکبار بعد از عمل آزمایشی. گروه دیگر نیز در دو زمان مشابه اندازه‌گیری می‌شوند اما هیچ گونه مداخله‌ای را دریافت نمی‌کنند. به این دلیل که این طرح تلاش می‌کند تا تهدیدهای روایی درونی را محدود کند، بعنوان طرح شبه‌آزمایشی طبقه‌بندی می‌شود.

جامعه آماری این پژوهش کلیه دانش‌آموزان با اختلال یادگیری ۷-۱۲ ساله شهر یزد در سال ۱۴۰۲ بود. نمونه شامل ۳۰ نفر دانش‌آموزان بود که به شیوه غیرتصادفی در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفره آزمایش و کنترل قرار گرفتند.

ابزار گردآوری در این پژوهش، دو پرسش‌نامه ۱: آزمون حافظه شنیداری و کسلر^۱، ۲: پرسشنامه اضطراب کودکان

پایایی این مقیاس به روش آلفای کرونباخ برابر با ۰/۸۵ است (بررسی تحلیل عامل تاییدی مقیاس اضطراب اسپنس - سامانه مدیریت اطلاعات پژوهشی) در تحقیق دیگری که توسط سیلورمن و آلبانو^۱ انجام شد. پایایی این آزمون در مطالعه انجام شده ۰/۹۳ گزارش شده است. در پژوهشی دیگر که توسط جعفر انیسی در سال ۱۳۸۷ انجام گرفت. اعتبار همسانی درونی مقیاس با آلفای کرونباخ ۰/۹۲ و اعتبار بازآزمایی مقیاس به مدت ۶ ماه ۰/۶۰ به دست آمد. قابلیت اعتماد یا پایایی یک ابزار عبارت است از درجه ثبات آن در اندازه‌گیری هر آنچه اندازه می‌گیرد یعنی اینکه ابزار اندازه‌گیری در شرایط یکسان تا چه اندازه نتایج یکسانی به دست می‌دهد (سرمد و همکاران، ۱۳۹۰).

در این پژوهش ابتدا افراد نمونه انتخاب شدند و به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و آزمایش قرار گرفتند. سپس از هر دو گروه پرسشنامه اضطراب و خرده مقیاس حافظه شنیداری و کسلر به عنوان پیش‌آزمون گرفته شد، سپس فقط گروه آزمایش تحت مداخله ۱۰ جلسه ۲۰ دقیقه قرار گرفتند و گروه کنترل هیچ مداخله‌ای دریافت نکرد. پس از اتمام جلسات دوباره همان پرسشنامه و خرده مقیاس به عنوان پس‌آزمون از هر دو گروه گرفته شد و داده‌ها براساس نرم افزار SPSS و تحلیل کواریانس مورد تجزیه و تحلیل گرفتند.

پروتکل درمانی شامل ۱۰ جلسه ۲۰ دقیقه‌ای تحریک الکتریکی با جریان یک میلی آمپر (الکتروود آند با تحریکی

بر روی نقطه‌ی DLFFC سمت چپ و کاتد بر روی DLFFC سمت راست بود). جلسات درمانی شامل ۱۰ جلسه پشت‌سرهم در طی دو هفته متوالی انجام شد و گروه آزمایش تحت درمان قرار گرفتند اما برای گروه کنترل دستگاه به کودک وصل شد، ولی هیچ‌گونه جریانی دریافت نکردند و هیچ مداخله‌ای انجام نگردید. پژوهش در کلینیک اندیشه و با رضایت از والدین کودکان، محرمانه ماندن اطلاعات و با رعایت دیگر نکات اخلاقی صورت پذیرفت. و در نهایت در پژوهش حاضر به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آمار توصیفی شامل میانگین، انحراف استاندارد، ماکزیمم، مینیمم و جهت بررسی فرضیه‌های پژوهش از تحلیل کواریانس استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

در این فصل ابتدا داده‌های توصیفی بیان می‌شود. سپس داده‌ها را با استفاده از روش‌های آماری مطرح شده در فصل قبل مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و فرضیه‌های پژوهش را بررسی می‌نماییم. تعداد افراد نمونه ۲۰ نفر بودند که از بین مراجعه کنندگان کلینیک ابن سینا که طی ۶ ماه گذشته مراجعه کرده بودند به صورت در دسترس انتخاب شدند و به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و آزمایش قرار گرفتند ضمناً میانگین سنی افراد ۹/۶۵ سال بود. میانگین، انحراف معیار، بالاترین و پایین‌ترین نمرات مربوط به پیش‌آزمون و پس‌آزمون حافظه شنیداری در دو گروه آزمایش و کنترل در جدول و نمودار ۴-۱ ارائه شده است.

جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد آزمون حافظه شنیداری

آزمون	گروه	میانگین	انحراف استاندارد
کنترل	پیش آزمون	۳/۹	۱/۰۸
	پس آزمون	۳/۷	۱/۱۴
آزمایش	پیش آزمون	۳/۴	۱/۴۹
	پس آزمون	۵/۷	۱/۱۵

میانگین، انحراف معیار، بالاترین و پایین‌ترین نمرات مربوط به پیش‌آزمون و پس‌آزمون پرسشنامه اضطراب کودکان اسپنس در دو گروه آزمایش و کنترل در جدول و نمودار ۱ ارائه شده است.

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، میانگین نمرات آزمون حافظه شنیداری در گروه کنترل در مرحله پیش‌آزمون برابر با ۳/۹ و در مرحله پس‌آزمون برابر ۳/۷ است، در حالی که میانگین نمرات آزمون حافظه شنیداری در گروه آزمایش در پیش‌آزمون ۳/۴ و در پس‌آزمون برابر ۵/۷ است.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد پرسشنامه اضطراب کودکان

آزمون	گروه	میانگین	انحراف استاندارد
کنترل	پیش‌آزمون	۲۴/۷۴	۱۰/۰۸
	پس‌آزمون	۲۳/۲	۱۱/۳۲
آزمایش	پیش‌آزمون	۲۳/۶	۱۱/۲
	پس‌آزمون	۱۵/۴	۹/۲

۱۵/۴ است. فرضیه اول: تحریک فراجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر بهبود حافظه شنیداری در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری تأثیر دارد.

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، میانگین نمرات مقیاس اضطراب کودکان در گروه کنترل در مرحله پیش‌آزمون برابر با ۲۴/۷۴ و در مرحله پس‌آزمون برابر ۲۳/۲ است، در حالی که میانگین نمرات مقیاس اضطراب کودکان در گروه آزمایش در پیش‌آزمون ۲۳/۶ و در پس‌آزمون برابر

جدول ۳. نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیره نمرات پس‌آزمون حافظه شنیداری در گروه‌های آزمایش و کنترل

منابع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	ضرایب اتا	توان آزمون
پیش‌آزمون حافظه شنیداری	۳۵/۱۱	۱	۳۳/۲۴	۱۰/۷۶	۰/۰۰۲	۰/۲۲	۰/۸۹
گروه (مستقل)	۳۶/۸۶	۱	۳۴/۸۶	۱۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۲۲	۰/۸۴
واریانس خطا	۳۲۴/۳۸	۳۷					
مجموع	۳۳۵	۴۰			۴۵/۱۱		

مغز بر حافظه شنیداری کودکان دارای اختلال یادگیری تأثیر می‌گذارد. بنابراین فرضیه پژوهش نیز تأیید می‌شود. و میزان تأثیر درمان با توجه به ضرایب اتای به دست آمده به اندازه ۲۲ درصد بر آورد شده است. توان آزمون برابر ۰/۸۴ است که نشان دهنده دقت آماری نسبتاً بالا است. فرضیه دوم: تحریک فراجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم

نتایج تحلیل کوواریانس برای بررسی تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم فراجمه‌ای مغز بر حافظه شنیداری کودکان دارای اختلال یادگیری در جدول ۳ نشان داده شده است. مقدار F بین دو گروه آزمایش و گواه با ثابت نگه داشتن اثر پیش‌آزمون برابر ۱۰/۰۲ و سطح معناداری آن ۰/۰۰۱ است، بنابراین فرضیه آماری پذیرفته شده و می‌توان نتیجه گرفت که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمه‌ای

الکتریکی بر کاهش اضطراب در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری تأثیر دارد.

جدول ۴ نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیره نمرات پس آزمون اضطراب در گروه‌های آزمایش و کنترل

منابع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	ضرایب اتا	توان آزمون
پیش آزمون اضطراب	۶۲۷/۱۱	۱	۶۱۸/۱۱	۱۰/۷۶	۰/۰۰۲	۰/۲۴	۰/۸۹
گروه (مستقل)	۶۲۵/۵۵	۱	۶۲۲/۸۶	۱۰/۰۲	۰/۰۰۳	۰/۲۳	۰/۸۸
واریانس خطا	۶۲۵/۳۸	۳۷					
مجموع	۱۳۴۵	۴۰			۷۶/۱۱		

نتایج تحلیل کوواریانس برای بررسی تأثیر تحریک فراجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر کاهش اضطراب در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری در جدول ۴ نشان داده شده است. مقدار F بین دو گروه آزمایش و گواه با ثابت نگه داشتن اثر پیش آزمون برابر ۱۰/۰۲ و سطح معناداری آن ۰/۰۰۳ است، بنابراین فرضیه آماری پذیرفته شده و می‌توان نتیجه گرفت که تحریک فراجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر کاهش اضطراب در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری تأثیر دارد. بنابراین فرضیه پژوهش نیز تأیید می‌شود. و میزان تأثیر درمان با توجه به ضرایب اتای به دست آمده به اندازه ۲۳ درصد بر آورد شده است. توان آزمون برابر ۰/۸۸ است. که نشان دهنده دقت آماری نسبتاً بالا می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

از گذشته اختلال یادگیری، از جمله مشکلات مورد توجه متخصصان روان‌شناسی و پزشکی بوده است (حمیدی و فیاض بخش، ۱۳۹۵). با این وجود ریشه‌ی فیزیولوژیک اختلالات یادگیری هنوز مشخص نیست (جنکه^۱ و همکاران، ۲۰۱۹). اختلال یادگیری، اختلالی است که استعداد فرد را برای درک و فهم و استفاده از زبان گفتاری و نوشتاری، هماهنگی حرکات و توجه، محاسبات ریاضی به

صورت منفی تحت تأثیر قرار می‌دهد (موسسه ملی اختلالات عصب شناختی^۲، ۲۰۱۸؛ به نقل از آفلی^۳، ۲۰۱۹). اختلال یادگیری یک چالش و مشکل همیشگی است و تقریباً همه‌ی جوانب زندگی کودک را که شامل تحصیلی، عزت نفس و احساس کارایی می‌شود تحت تأثیر قرار می‌دهد (چمبریر و زسینگر^۴، ۲۰۱۸؛ تولین^۵، ۲۰۱۹). به همین دلیل این کودکان اضطراب زیادی را تجربه می‌کنند. با وجود اینکه مقدار کمی اضطراب در زندگی همه‌ی انسان‌ها طبیعی و مورد نیاز است ولی اگر از اندازه بگذرد برای فرد مشکل به وجود می‌آورد که حتی با داشتن مهارت نیز نمی‌تواند آن را کنترل کند (ریچاردسون^۵ و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین، به نظر می‌رسد حافظه شنیداری که بیشتر با قشر چپ پیشانی و پیشانی سمت چپ در ارتباط است (رودریگز-جیمز^۶ و همکاران، ۲۰۰۹) و به عنوان جریان پشتی نیز شناخته می‌شود (کایزر^۷، ۲۰۱۵)، در این کودکان دچار نقص‌هایی باشد. در این پژوهش از تحریک فراجمه‌ای استفاده می‌شود که جریان الکتریکی ضعیف به مغز وارد می‌کند (مونتنیگرو^۸ و همکاران، ۲۰۱۵). با دو الکترود آند و کاتد که به دو طرف سر متصل می‌شوند تغییراتی در فعالیت الکتریکی درون و بیرون نوروها القا می‌شود و با ایجاد تحریکات، تغییر در پتانسیل استراحتی غشاء و در نتیجه اصلاح کارایی سیناپس عصبی صورت

5. Richardson

6. Rodriguez-Jimenez

7. Kaiser

8. Montenegro

1. Jancke

2. National Institute of Neurological Disorders

3. Afeli

4. Tolin

افتاده است (مورفی^۴ و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین، tDCS فعالیت سیستم سروتونرژیک را افزایش می‌دهد. هیچ مدل موجود توضیح نمی‌دهد که چگونه سروتونین ممکن است کاندال را معکوس کند و اثرات آندال tDCS را افزایش دهد. با این وجود، شواهد از یک رابطه دو طرفه حمایت می‌کنند: tDCS عملکرد سیستم سروتونرژیک را ارتقا می‌دهد و سروتونین اثرات tDCS را تسهیل می‌کند و با بهبود خلق، تمرکز و حافظه نیز بهبود می‌یابد.

مکانیسم‌های مولکولی زیربنایی بهبودهای شناختی با واسطه tDCS و فرآیندهای عصبی پلاستیسیته به کانون توجه اخیر تبدیل شده‌اند. بر این اساس، tDCS از طریق تغییراتی که در نوروپلاستیسیته مغز در منطقه تحریکی مورد نظر ایجاد می‌نماید می‌تواند منجر به بهبود عملکردهای شناختی مغز مانند حافظه کاری شود. از طرفی دیگر، tDCS از طریق تسهیل در سیستم سروتونرژیک مغز منجر به بهبود افسردگی در افراد می‌شود (بروننی و همکاران، ۲۰۱۷). نتایج مطالعه‌ی ما نیز تأیید کرد که tDCS آندی/کادی ۲۰ دقیقه‌ای همزمان در ناحیه DLPFC چپ/راست می‌تواند حافظه شنیداری را در کودکان دارای اختلال یادگیری بهبود بخشد.

نتایج تحلیل کوواریانس برای بررسی تأثیر تحریک فرامجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر کاهش اضطراب در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری تأثیر دارد. در جدول ۵ نشان داده شده است. مقدار F بین دو گروه آزمایش و گواه با ثابت نگه‌داشتن اثر پیش‌آزمون برابر ۱۰/۷۶ و سطح معناداری آن ۰/۰۰۱ است، بنابراین فرضیه آماری پذیرفته شده و می‌توان نتیجه گرفت که تحریک فرامجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر کاهش اضطراب در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری تأثیر دارد. بنابراین فرضیه پژوهش نیز تأیید می‌شود و میزان تأثیر درمان با توجه به ضرایب اتای به دست آمده به اندازه ۲۴ درصد برآورد شده است. توان آزمون برابر ۰/۸۸ است. که نشان دهنده دقت آماری نسبتاً بالا است.

می‌پذیرد (فرتونانی و مینیوسی^۱، ۲۰۱۶). با توجه به نتایج پژوهش حاضر، این روش بر روی کودکان دارای اختلال یادگیری تأثیرگذار بود.

نتایج تحلیل کوواریانس برای بررسی تأثیر تحریک فرامجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر بهبود حافظه شنیداری در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری در جدول ۳ نشان داده شده است. مقدار F بین دو گروه آزمایش و گواه با ثابت نگه‌داشتن اثر پیش‌آزمون برابر ۱۰/۷۶ و سطح معناداری آن ۰/۰۰۱ است، بنابراین فرضیه آماری پذیرفته شده و می‌توان نتیجه گرفت که تحریک فرامجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر بهبود حافظه شنیداری در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری تأثیر می‌گذارد و فرضیه پژوهش نیز تأیید می‌شود. میزان تأثیر درمان با توجه به ضرایب اتای به دست آمده به اندازه ۲۲ درصد برآورد شده است. توان آزمون برابر ۰/۸۹ است که نشان دهنده دقت آماری نسبتاً بالا می‌باشد.

در تبیین این یافته می‌توان گفت اکثر مطالعاتی که اثرات رفتاری tDCS آندال القا کننده پلاستیسیته LTP را بر روی عملکردهای حرکتی در پیری بررسی کرده‌اند، مطابق با ارتباط فرضی LTP برای عملکردهای شناختی، مانند یادگیری و تشکیل حافظه، اثرات تحریکی مفیدی را نشان داده‌اند (برنان^۲ و همکاران، ۲۰۱۷).

هر دو مطالعات پاراکلینیکی و کلینیکی اثرات درمانی tDCS را نشان داده‌اند. در واقع، در مطالعات انسانی، tDCS آندال به طور متناوب در قشر پری فرونتال (PFC) در طول دوره خواب با موج آهسته اعمال می‌شود و یادآوری خاطرات بیانی (جفت کلمات) را بهبود می‌بخشد. همچنین، tDCS آندال روی قشر پیش‌پیشانی پشتی جانبی (DLPFC)، حافظه کاری در بیماران مبتلا به PD و در بیماران دچار افسردگی اساسی را با افزایش تحریک‌پذیری قشر مغز بهبود می‌بخشد (بروننی^۳ و همکاران، ۲۰۱۰).

tDCS و سروتونین عملکرد یکدیگر را تقویت می‌کنند. به عنوان مثال، tDCS علائم اختلالات افسردگی اساسی را کاهش می‌دهد، که در آن سیستم سروتونرژیک به خطر

پلاستیسیته ناشی از tDCS به مکانیسم‌های گلوتاماترژیک، شامل گیرنده‌های NMDA، و وابسته به کلسیم بستگی دارد. کاهش همزمان فعالیت GABA ممکن است به عنوان یک مکانیسم دروازه‌ای عمل کند. فراتر از اثرات منطقه‌ای، tDCS فعالیت شبکه عصبی عملکردی را تغییر می‌دهد، همان‌طور که توسط تکنیک‌های تصویربرداری عصبی عملکردی بررسی شده است، ممکن است برای تأثیر tDCS بر فرآیندهای شناختی مرتبط باشد (فرگنی^۲ و همکاران، ۲۰۰۶). این مکانیسم‌ها در کنار هم بر حافظه شنیداری و اضطراب تأثیر می‌گذارند. مطالعه حاضر نشان داد که تحریک فراجمجهای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی بر بهبود حافظه شنیداری و اضطراب در دانش‌آموزان با اختلال یادگیری اثربخش است.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به استفاده از شیوه نمونه گیری غیرتصادفی در دسترس و همزمان بودن پژوهش با همه‌گیری شیوع کرونا اشاره کرد. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده به بررسی تأثیر تحریک الکتریکی مغز آندی و کاتدی مجزا بر روی دیگر عملکردهای کودکان با اختلال یادگیری و بررسی مقایسه‌ای تأثیر تحریک الکتریکی مغزی در کودکان با اختلال یادگیری با روش‌های دیگر درمانی بپردازد.

منابع

- Akbarifar, H., sharifidaramadi, P., Rahimzade, H., & Pezeshk, S. (2019). The Effectiveness of the Intervention of Active Plays on Working Memory in Students with Dyslexia. *Neuropsychology*, 5(16), 149-162. [In Persian]
- Akbari.,F (2017). Effectiveness of direct electrical brain stimulation (tDCS) in reducing depressive symptoms in people with depressive disorder. *Journal of Behavioral Sciences*.9(1).23-24. [In Persian]
- Asli-Azad M, Arefi M, Farhadi T, Sheikh mohammadi R. (2013). The

در تبیین این یافته می‌توان گفت استفاده از tDCS به دلیل ماهیت غیرتهاجمی و عوارض جانبی و بار اقتصادی کم، به سرعت در حال افزایش است. این روش به‌طور گسترده برای درمان اختلال افسردگی اساسی (MDD) آزمایش شده است. هر دو آزمایشات بالینی و مرورهای سیستماتیک با متاآنالیز نشان داده‌اند که tDCS نه تنها پتانسیل بهبود علائم خلقی را در بیماران مبتلا به افسردگی دارد بلکه قادر به تقویت عملکردهای شناختی است. بررسی‌های سیستماتیک اخیر در مورد اثربخشی tDCS نشان داده است که می‌تواند منجر به بهبود جزئی تا متوسط در نمرات افسردگی و اضطراب شود که نتایج پژوهش حاضر نیز همین مطلب را تأیید می‌کند (سامپایو^۱ و همکاران، ۲۰۱۸).

در دهه‌های گذشته، علاقه تحقیقاتی فزاینده‌ای به استفاده از تکنیک‌های تحریک غیرتهاجمی مغز، از جمله تحریک جریان مستقیم ترانس کرانیال (tDCS)، برای تعدیل انعطاف‌پذیری قشر مغز و افزایش عملکرد مغز انسان وجود داشته است. tDCS شامل انتقال یک جریان الکتریکی ضعیف از طریق الکترودها از طریق پوست سر است که منجر به مدولاسیون زیرآستانه پتانسیل‌های غشای استراحت می‌شود که وابسته به قطبیت تحریک، تحریک‌پذیری و فعالیت قشر مغز را تغییر می‌دهد: دپلاریزاسیون تحریک‌پذیری و فعالیت عصبی خود به خودی را افزایش می‌دهد، در حالی که هایپرپلاریزاسیون اثرات متضاد دارد. در سطح ماکروسکوپی، با پروتکل‌های تحریک کلاسیک، tDCS آندال (تحریک با آند در ناحیه هدف) افزایش می‌یابد، در حالی که tDCS کاتدی تحریک‌پذیری جمعیت‌های عصبی آسیب‌دیده را کاهش می‌دهد. تحریک برای چند دقیقه منجر به عواقب یکسانی می‌شود. در اینجا، tDCS آندال باعث ایجاد شکل‌پذیری پتانسیل طولانی مدت (LTP مانند) می‌شود، در حالی که tDCS کاتدی باعث ایجاد انعطاف‌پذیری طولانی مدت مهاری مانند (LTD-like) می‌شود. مطالعات فارماکولوژیک و تصویربرداری عصبی نشان داد که

- of children with mathematical learning disabilities? *Acta Psychologica*, 190: 95-102.
- Cheng, W. N. K. , & Hardy, L. (2016). Three-dimensional model of performance anxiety: Tests of the adaptive potential of the regulatory dimension of anxiety. *Psychology of Sport and Exercise*. 22. 255-263.
- Chamorro-Premuzica, T., & Furnhamb, A. (2009). Mainly openness: The relationship between the bigfive personality traits and learning approaches. *Journal of Learning and Individual Differences* .19(4). 524-529.
- File, S. E., & Hyde, J. R.G. (2012). Can social interaction be used to measure anxiety? *British Journal of Pharmacology*. 62 (1). 19-24.
- Fregni, F., R. Marcondes, P.S. Boggio, M.A. Marcolin, S.P. Rigonatti, T.G. Sanchez, M.A. Nitsche, A. Pascual Leone, 2006. Transient tinnitus suppression induced by repetitive transcranial magnetic stimulation and transcranial direct current stimulation. *European Journal of Neurology*, 13(9): 996-1001.
- Fertonani A., Miniussi C. transcranial electrical stimulation: what we know and do not know about mechanisms. *Neuroscientist* 2016; 1-15. doi:10.1177/1073858416631966.
- Fiebach, C. J., Rissman, J., D'Esposito, M., 2006. Modulation of inferotemporal cortex activation during verbal working memory maintenance. *Neuron* 51, 251-261.
- Gaab, N., Gaser, C., Zaehle, T., Jancke, L., Schlaug, G. (2003). Functional anatomy of pitch memory—an fMRI study with sparse temporal sampling. *Neuroimage* 19. 1417-1426.
- Ganji, M., Mohammadi, J., and Tabrizian, Sh. (2012). Comparison of emotion regulation and defense mechanisms in mothers with students with and without learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*.3(2). 54-72. [In Persian]
- Grimault, S., Robitaille, N., Grova, C., Lina, J. M., Dubarry, A. S., & Jolicœur, P. (2009). Oscillatory activity in parietal effectiveness of child-centered play therapy on anxiety and depression in children with anxiety disorders and depression in primary girl school. *Methods and Psychological Models* 2013; 9(2): 71-90. [Persian].
- Afeli S., A. (2019). Academic accommodation strategies for pharmacy students with learning disabilities: What else can be done? *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*.
- Bayat mokhtari, L., Aghayousefi, A., Zare, H., & Nejati, V. (2017). 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. *Neuropsychology*, 3(8), 51-68.
- Baddeley, A. (2012). "Working memory: theories, models, and controversies". *Annu Rev Psychol*, 63, 1-29. [In Persian]
- Brennan S, McLoughlin DM, O'Connell R, Bogue J, O'Connor S, McHugh C, Glennon M. Anodal transcranial direct current stimulation of the left dorsolateral prefrontal cortex enhances emotion recognition in depressed patients and controls. *J Clin Exp Neuro psychol*. 2017 May;39(4):384-395. doi: 10.1080/13803395.2016.1230595. Epub 2016 Sep 23. PMID: 27662113.
- Brunoni, A. R., Nitsche, M. A., Bolognini, N., Bikson, M., Wagner, T., Merabet, L., ... & Ferrucci, R. (2012). Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): challenges and future directions. *Brain stimulation*, 5(3), 175-195.
- Colman, A. M. (2015). *A Dictionary of Psychology*. Oxford Quick Reference, UK. Cornelisse, S., Van Stegeren, A. H., Joels, M., 2010. Implications of psychological stress on memory formation in a typical male versus female students sample. *Psychoneuro endocrinology* 36, 569-578.
- Chambrier, A. F., & zesiger, P. (2018). Is a fact retrieval deficit the main characteristic

- challenges. *Psychonomic Bulletin & Review*, 28(1), 40-80.
- Lewis C, Car pendale JIM. (2009). Social interaction and the development of executive function. *New directions for child and adolescent development*, no. 123. San Francisco: Jossey-Bass;2009. 1-86.
- Meetei, R. (2012). A critical study of impact of academic anxiety on academic achievement of class ixth students. Retrieved 20 January 2018 from <http://www.scribd.com/doc/23767970/A-Critical-Study-of-Impact-of-Academic-Anxiety-on-Academic-Achievement-of-Class-Ixth-Students-Bareilly>.
- Mcquillan, M. K., Coleman, G. A., Tucker, C. R. & Thompson, A. L. (2011). Guidelin for identifying children with learning disability. Connecticut State: Department of Education.
- Moghadas A. (2009). How to strengthen your child's memory learning disabilities? Iran Newspaper. 2009. 4178, 1/18.39.
- Montenegro R, Okano A, Gurgel L, Porto F, Cunha F, Massafferri R, Farinatti P., (2015). Motor cortex tDCS does not improve strength performancr in healthy subject. *Mot Rio Claro* 2015; 21:185-93. doi:10.1590/S1980-65742015000200009.
- Narimani, M., and Soleimani, A. (2012). The effectiveness of cognitive rehabilitation on executive functions (working memory and attention) and academic progress of students with math learning disorders. *Journal of learning disabilities*. 3. 115-91. [In Persian]
- Nitsche MA, Paulus W. (2001). Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans. *Neu*
- Nauta, schooling, Rapee, Abbott, spence and waters. (2004). A parent report measure of childrens anxiety .*Behavior research and therapy* .42(7) .813-839.
- jancke, L., Saka, MY., Badawood, O., Alhamadi, N. (2019). Resting-state electroencephalogram in learning-disabled children: power and and dorsolateral prefrontal cortex during retention in visual short term memory: additive effects of spatial attention and memory load. *Human brain mapping*, 30(10), 3378-3392.
- George MS, Astonjones G. (2010). Non invasive techniques for probing neurocircuitry and treating illness: vagus nerve stimulation transcranial magnetic stimulation and transcranial direct current stimulation. *Neuropsychopharmacology* 2010; 35:301-16. doi: 10.1038/npp.2009.87
- Yousefi, R., and Taghani, E. (2015). Comparison of psychological resilience and defense mechanisms in military and civilian people. *Journal of Military Medicine*, [In Persian]
- Hamidi, F., and Fayaz Bakhsh, M. (2015). Effectiveness of working memory training on improving reading skills of dyslexic students. *Education and Evaluation (Educational Sciences)*, 9(35), 13-35. [In Persian]
- Hettema, J. M., Neale, M. C., & Kindler, K. S. (2008). A review and meta analysis of the genetic epidemiology of anxiety disorder. *American Journal of Psychiatry*, 158:1568-1578.
- Ivanova, M. V., Dragoy, O., Kuptsova, S. V., Akinina, S. Y., Petrushevskii, A. G., Fedina, O. N., ... & Dronkers, N. F. (2018). Neural mechanisms of two different verbal working memory tasks: a VLSM study. *Neuropsychologia*, 115, 25-41.
- Kaiser, J., (2015). Dynamics of auditory working memory. *Front. Psychol.* 6, 613.
- Karmi., A. (2013). *Children's Wechsler Intelligence Test Guide*. Psychometry: Tehran. [In Persian]
- Khorasani zade gazki A, Bahrami H, Ahadi H. (2020). Effectiveness of working memory training on increasing the attention of children with attention - deficit / hyperactivity. *Journal of Psychological Science*. 19(88), 503-509. [In Persian]
- Kumar, A. A. (2021). Semantic memory: A review of methods, models, and current

- Swanson, L. J. (2014). Do the means justify the ends, or do the ends justify the means? Value protection model of justice. Reasoning. Personality and Social Psychology Bulletin. 28(8). 452-461.
- Sternberg, R. (2018). Perspectives on learning disabilities: biological. Cognitive. contextual. Routledge.
- Murphy, D. N., Boggio, P., & Fregni, F. (2009). Transcranial direct current stimulation as a therapeutic tool for the treatment of major depression: insights from past and recent clinical studies. *Current opinion in psychiatry*, 22(3), 306-311.
- Spence, S. H., Barrett, P. M., & Turner, C. M. (2003). Psychometric properties of the Spence Children's Anxiety Scale with young adolescents. *Journal of anxiety disorders*, 17(6), 605-625.
- Tolin, D. F. (2019). Inhibitory learning for anxiety-related disorders. *Cognitive and Behavioral Practice*, 26(1), 225-236.
- Krause, B., Márquez-Ruiz, J., & Kadosh, R. C. (2013). The effect of transcranial direct current stimulation: a role for cortical excitation/inhibition balance?. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 602.
- connectivity analyses". *Neuro report.*, 16; 30(2). 95-101. DOI: 10.1097/WNR.0000000000001166.
- Ramirez G, Gunderson EA, Levine SC, Beilock SL. (2013). Math anxiety, working memory, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*. 2013;14(2):187-202.
- Richardson-Jones, J.W., Craigie, C.P., Nguyen, T.H., Kung, H.F., Gardier, A. M., Dranovsky, A., & Leonardo, E.D. (2011). Serotonin-1A auto receptors are necessary and sufficient for the normal formation of circuits underlying innate anxiety. *The Journal of Neuroscience*. 31 (16). 6008-6018.
- Rodriguez-Jimenez, R., Avila, C., Garcia-Navarro, C., Bagney, A., Aragon, A. M., Ventura-Campos, N., Martinez-Gras, I., Forn, C., Ponce, G., Rubio, G., Jimenez-Arriero, M.A., Palomo, T., (2009). Differential dorsolateral prefrontal cortex activation during a verbal n-back task according to sensory modality. *Behav. Brain Res*. 20. 299-302.
- Sampaio-Junior B, Tortella G, Borrión L, Moffa AH, Machado-Vieira R, Cretaz E, Fernandes da Silva A, Fraguas R, Aparício LV, Klein I, Lafer B, Goerigk S, Benseñor IM, Lotufo PA, Gattaz WF, Brunoni AR. Efficacy and Safety of Transcranial Direct Current Stimulation as an Add-on Treatment for Bipolar Depression: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Psychiatry*. 2018 Feb 1;75(2):158-166. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2017.4040. PMID: 29282470; PMCID: PMC5838572.
- Sadok, B., Alkotsadok, V., and Roetiz, P. (2014). Summary of psychiatry/behavioral sciences/clinical psychiatry. Translation by Riza'i., F. Tehran. : Esteemed Publications. [In Persian]
- Sarmad, Z., Hijazi, A., and Bazargan, A. (2018). Research methods in behavioral sciences. Tehran. Aware publications. [In Persian]