# Research Paper

# The Effect of Transcranial direct current stimulation (tDCS) on the verbal working memory in children with mild intellectual disabilities

Nazi Ramezani Golafzani[1], Abolfazl Karami[2*], Reza Rostami[3]
1. Department of psychology, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran
2. * Department of psychology ،Semnan Branch ،Islamic Azad University ،Semnan ،Iran
3. Department of psychology, psychology and education branch, Tehran university, Tehran, Iran

**Received: 2020/11/16**
**Revised: 2021/09/01**
**Accepted: 2021/10/12**

**Use your device to scan and read the article online**

**DOI: 10.30495/jpmm.2021.26570.3245**

**Keywords:**

**Abstract**

**Introduction**: One of the most important areas of cognitive impairment in children with intellectual disabilities is related to working memory. Transcranial direct current stimulation (tDCS) is a noninvasive brain stimulation that has been studied as a way to increase cortical excitability and enhance working memory. This research aimed to analyze the efficacy of tDCS on verbal working memory of children with borderline intellectual functioning.

**Method:** The research method was quasi-experimental pretest-posttest design with control group. The statistical population was children who visited the Atieh clinic and were diagnosed with mild mental disability based on clinical interview and Tehran-Stanford-Binet IQ scale. Through convenience sampling, 30 people were collected from this population and were assigned randomly into experimental and control groups. The experimental group was provided 5 consecutive sessions of electrical stimulation in the Dorsolateral prefrontal cortex area with an intensity of 1 mA and a duration of 30 minutes. The data was analyzed using one-way ANCOVA.

**Results:** results illustrated that the Transcranial direct current stimulation (tDCS) interventions have statistically meaningful positive effect on the verbal working memory of the children with borderline intellectual functioning

**Conclusion:** According to the findings of the present study, it can be concluded that both CBCT and ACT approaches can be used to improve the marital quality of non-clinical couples.

Citation: Ramezani Golafzani N, Karami A, Rostami R. The Effect of Transcranial direct current stimulation (tDCS) on the verbal working memory in children with mild intellectual disabilities Quarterly Journal of Psychological Methods and Models. 2021; 12 (45): 49-58.

***Corresponding author:** Abolfazl Karami
**Address:** Associate Professor, Department of psychology, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran
**Tell:** 09121056534
**Email:** abolfazlkarami1@gmail.com

# Extended abstract

## Introduction

Most children with mild mental retardation have IQ scores with 1 or 2 standard deviations below the mean and cannot compete with their other classmates due to poor learning ability, difficulty with abstract and conceptual understanding, limited range of general information and difficulty with understanding and generalization of the subjects in their lessons. These children are very slow in learning, forget things very quickly and have difficulty with recalling specific information (1). Although these children can learn a large part of general education, they are much slower in learning than normal children, and their deficiencies in certain areas of cognitive skills contribute to this delay. Three areas of the most important cognitive deficits in these children are related to attention (vigilance), working memory and generalization (1).

Working memory is defined as the ability to actively maintain task-related information during a cognitive activity. It is necessary to have this memory to concentrate on a task, avoid distractions and get informed of environmental conditions. Low working memory capacity, especially in the verbal area of brain (Broca's area), can be a risk factor for progress in the early years of primary school (2). Due to the importance of working memory in human cognitive processes, the present study has extensively addressed teaching of this type of memory in the review of literature (3).

Transcranial direct current stimulation (tDCS), is a non-invasive, painless brain stimulation treatment that has been extensively tested over the past decade. This is a non-invasive, inexpensive, and safe technique which changes cortical excitability by changing the resting potential of cortical nerve cells. It also uses direct and weak electrical currents in the cortical areas by connecting two electrodes with different poles and facilitates or inhibits spontaneous neural activity; in other words, it modulates neuronal activity (4).

## Material and methods

This quasi-experimental pretest-posttest design study is carried out with a control group. The statistical population included children aged 7 to 14 years who referred to Atieh Clinic in Tehran for clinical evaluation and then were considered as children with mild mental retardation based on the clinical interview and the new version of the Tehran-Stanford-Binet Intelligence Scale (2006). 30 eligible children who volunteered to participate in the study, were selected by convenience sampling and were randomly divided into experimental and control groups. The experimental group were tested by tDCS in five consecutive sessions and after the sessions, both experimental and control groups were examined by the Tehran-Stanford-Binet Intelligence Scale again. Data were analyzed by Univariate Analysis of Variance in SPSS software.

## Findings

In total, 9 girls and 11 boys were divided into the experimental and control groups. The experimental group consisted of 5 girls (50%) and 5 boys (50%) and the control group consisted of 4 girls (40%) and 6 boys (60%). The results of independent t-test showed that the experimental and control groups in terms of age ($p = 0.448$) and IQ ($p = 0.887$) were not significantly different. On the other hand, after removing the pre-test effect, the result of Univariate Analysis of Variance on the mean scores of verbal working memory posttest in the experimental and control groups showed that there was a significant difference between the two groups in the posttest ($p <0.001$). Also, Eta coefficient (0.55) showed the value of the effect of the intervention.

## Discussion

The present study tries to evaluate the effectiveness of Transcranial direct current stimulation by connecting two electrodes to verbal working memory in children with mild mental retardation and the results showed that there was significant rate of change of verbal working memory level

score before and after electrical stimulation. This means that five 30-minute sessions of anodic stimulation of the lateral prefrontal cortex (LPFC) with a current of 1 mA improved the verbal working memory of the children.

## Conclusion

This study is consistent with the previous studies and it can be said that anodic stimulation can affect the resting potential of nerve cell membranes (neuronal depolarization), change the neuronal resting time and reduce cell resting time and thus increase its excitability and firing rate.
Brain imaging also shows that the stimulation of DLPFC region of the brain can increase dopamine secretion, and since dopamine is one of the major transporters in the memory process, it increases the surface excitability in the frontal cortex and the performance of verbal working memory (5).

## Ethical Considerations

## Compliance with ethical guidelines

All subjects full fill the informed consent.

## Funding

No funding.

## Authors' contributions

Design and conceptualization: Nazi Ramezani
Methodology and data analysis: Nazi Ramezani
Supervision and final writing: Abolfazl Karami, Reza Rostami

## Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

# مقاله پژوهشی

# تاثیر تحریک الکتریکی مغز با استفاده از جریان مستقیم بر حافظه کاری کلامی کودکان با کم توانی ذهنی خفیف

نازی رمضانی گل افزانی[۱]، دکتر ابوالفضل کرمی[۲*]، دکتر رضا رستمی[۳]
۱. دانشجوی دکتری روانشناسی عمومی، گروه روان‌شناسی، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران
۲. دانشیار گروه روانشناسی، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران
۳ . استاد ، گروه روان‌شناسی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

**تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۲۶**
**تاریخ داوری: ۱۴۰۰/۰۶/۱۰**
**تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۲۰**

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن
مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

**DOI:**
**10.30495/jpmm.2021.26570.3245**

**واژه‌های کلیدی:**
تحریک الکتریکی مستقیم مغز، حافظه کاری کلامی، کم توانی ذهنی خفیف، هوش آزمای تهران استانفورد بینه

## چکیده

**مقدمه:** این پژوهش با هدف تعیین اثر بخشی تحریک الکتریکی از روی جمجمه با جریان مستقیم بر حافظه کاری کلامی کودکان با کم توانی ذهنی خفیف انجام شده است.

**روش:** روش پژوهش حاضر نیمه آزمایشی از نوع طرح پیش آزمون- پس آزمون با گروه گواه بود. جامعه آماری شامل کودکان ۷ تا ۱۴ ساله ای بود که جهت ارزیابی بالینی به کلینیک آتیه تهران مراجعه کرده و بر اساس مصاحبه بالینی و نسخه‌ی نوین هوش‌آزمای تهران – استانفورد بینه (۱۳۸۵) ، در گروه کودکان با کم توانی ذهنی خفیف قرار گرفتند. گروه نمونه شامل ۳۰ کودک واجد شرایط داوطب بود که با روش نمونه گیری در دسترس، از جامعه مذکور وارد مطالعه شده و بصورت تصادفی در دو گروه آزمایش و گواه قرار گرفتند. گروه آزمایش ۵ جلسه متوالی tDCS دریافت کردند و پس از اتمام جلسات، از هر دو گروه آزمایش و گواه مجددا آزمون هوش تهران- استانفورد بینه به عمل آمد. داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS و بوسیله آزمون کوواریانس تک متغیری تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سطح معناداری در همه آزمونها ۰/۰۱ در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** یافته ها نشان داد که تحریک الکتریکی قشر مغز، باعث افزایش عملکرد حافظه کاری در گروه مداخله در مقایسه با گروه گواه، شد (P=۰/۰۰۲).

**نتیجه‌گیری:** باتوجه به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که می توان از روش تحریک الکتریکی قشر مغز بوسیله جریان مستقیم (tDCS) جهت بهبود عملکرد حافظه کاری کلامی در کودکان دارای کم توانی ذهنی خفیف استفاده کرد.

* **نویسنده مسئول:** دکتر ابوالفضل کرمی
**نشانی:** تهران، دهکده المپیک، دانشگاه علامه طباطبایی، دانشکده روان شناسی و علوم تربیتی، اتاق ۲۲۱
**تلفن:** ۰۹۱۲۱۰۵۶۵۳۴
**پست الکترونیکی:** abolfazlkarami1@gmail.com

## مقدمه

گستره زمانی زیادی در دوران کودکی صرف توسعه مهارت های پیچیده شناختی مانند یادگیری زبان، خواندن، ریاضیات، استدلال و ... می شود که فرد را برای دوره بزرگسالی مجهز می کند(۶). توانایی های بسیاری هستند که به افراد اجازه می دهد بتوانند بیشترین بهره برداری را از آموزش و به طور کلی زندگی داشته باشد. افراد بسته به ظرفیت های ذهنی و شناختی خود می توانند از آموزش های ارائه شده در طول زندگی استفاده کنند.کودکان با ناتوانی های عقلانی خفیف بوسیله تاخیر کلی در رشد شناختی شناسایی می شوند که کسب زبان و مهارت های تحصیلی آن ها را تحت تاثیر قرار می دهد. هرچند این افراد می توانند اطلاعات زیادی را که بخشی از برنامه درسی- آموزشی عمومی است یاد بگیرند اما بسیار کندتر از کودکان عادی عمل می کنند که نقص در حوزه های خاص مهارت های شناختی به این تاخیر کمک می کند. سه حوزه از مهمترین نقایص شناختی که در کودکان با ناتوانایی های عقلانی خفیف وجود دارد مربوط به توجه، حافظه و تعمیم دهی است (۱). دانش آموزان با ناتوانی های عقلانی خفیف دشواری هایی در به خاطر آوردن اطلاعات دارند برای مثال این دانش آموزان ممکن است در به یادآوری عملیات ریاضی و یا هجی کردن کلمات مشکل داشته باشند و یا حتی ممکن است یک روز این اطلاعات را به خاطر داشته باشند و روز بعد فراموش کنند(۷)کودکان با کم توانی ذهنی خفیف، کودکانی هستند که عمدتا بهره هوشی ۱ تا ۲ انحراف معیار زیر هوش متوسط دارند و در سنین مدرسه به علت قدرت یادگیری پایین، عدم درک مفاهیم انتزاعی، دامنه محدود اطلاعات عمومی و عدم درک و تعمیم مسائل درسی قادر به رقابت با سایر همکلاسی های خود نیستند. این کودکان در یادگیری مطالب بسیار کند بوده و خیلی زود مطالب را فراموش میکنند (۱). این دسته از کودکان از جمله کودکانی هستند که به دلیل مشکلات ناشی از هوش در یادگیری و تحصیل دچار مشکل می باشند. کارکرد هوش مرزی اصطلاحی است که برای تفکیک سطح قوای هوش افراد با عملکرد طبیعی و مستقل در اجتماع از افراد کم توان ذهنی به کار برده می شود. این دسته از افراد مشکل چندانی در حوزه رفتار های سازشی مانند برقرای ارتباط یا رفتار های اجتماعی ندارند اما هوش آنها در محدوده نمره ۷۰ تا ۸۵ و مشکل اصلی آنها در زمینه های تحصیلی است. این دانش آموزان بیش از سایر افراد در معرض ناتوانی تحصیلی مزمن، غیبت از مدرسه، تکرار پایه، ترک تحصیل و یا اخراج از مدرسه قرار دارند (۲). پژوهشها در این خصوص نشان می دهد حافظه کاری[۱] ارتباط نزدیکی با موفقیت تحصیلی دارد. مهارت های حافظه کاری در سن پنج سالگی عامل پیش بینی بهتری برای موفقیت در یاد گیری هنگام تحصیل نسبت به هوش است(۸). نتایج پژوهشها نشان می دهد که دانش آموزان با IQ پایین نقایص جدی در حافظه کاری و عملکرد های اجرایی دارند (۸).

حافظه کاری بصورت "توانایی نگهداری فعال اطلاعات وابسته به تکلیف در طول انجام یک فعالیت شناختی" تعریف می شود. این حافظه برای متمرکز ماندن بر روی یک کار، جلوگیری از حواسپرتی و آگاه شدن از شرایط محیطی ضروری است. بر اساس مدل بدلی[۲]، حافظه کاری شامل سه بخش می باشد. حلقه آواشناختی[۳] که مسئول نگهداری و ذخیره سازی اطلاعات کلامی و شنیداری است، صفحه بینایی-فضایی[۴] که اطلاعات دیداری و فضایی را ذخیره می کند و اجراکننده مرکزی[۵] که این بخش ها را هماهنگ کرده و منابعی را بسته به تقاضای محیط به آن ها اختصاص می دهد. حلقه آوا شناختی شامل ذخیره سازی منفعلانه و مرور فعالانه اطلاعات کلامی است. این بخش از حافظه کاری پایه و اساس رشد توانمندیهای زبانی و فرایند یادگیری می باشد به گونه ای که زبان بدون وجود آن معنا و مفهومی نخواهد داشت (۹).

ظرفیت پایین حافظه کاری بخصوص در بخش کلامی می تواند به عنوان یک عامل خطر ساز برای پیشرفت در سال های اولیه دبستان باشد(۲) و از آنجا که صدمات شناختی و مشکلات حافظه معمولا پایدارند و رویکرد های سنتی مانند دارودرمانی و توانبخشی شناختی، پیشرفت های محدودی در زمینه درمان این نقایص داشته اند، بنابر این یافتن رویکردهای نوین برای بهبود عملکرد حافظه کاری با توجه به نقش مهمی که در عملکرد شناختی دارد بسیار مهم است (۱۰). به دلیل این اهمیت، دامنه گسترده ای از مداخلات جهت پیشگیری و حتی جبران نقایص حافظه کاری انجام شده است. محققان بوسیله روشهای تصویر برداری از مغز در یافته اند که بخشهای خاصی از لب پیشانی بخصوص کورتکس پیشانی خلفی جانبی(DLPFC[6]) نقش موثری در عملکرد حافظه کاری دارد (۱۱). همچنین یافته ها نشان می دهد که سمت چپ این منطقه برای دانش فضایی و کلامی و سمت راست آن برای استدلال فضایی و کلامی اختصاصی شده اند(۱۲). بنابراین تکنیک هایی که منجر به فعالیت بیشتر کورتکس پیشانی خلفی جانبی چپ می شود، می تواند قابلیت بهبود حافظه کاری کلامی را داشته باشد.

با توجه به اهمیتی که حافظه کاری در فرایند های شناختی انسان دارد، ادبیات پژوهشی بصورت گسترده به امکان آموزش این نوع حافظه با تجزیه و تحلیل اینکه چطور بهبود آن می تواند بر فرایند های شناختی مرتبط با آن تاثیر گذار باشد، به عنوان یک مسئله بسیار مهم پرداخته است (۳). تا به امروز روشهای مختلفی جهت دستیابی به این مهم معرفی شده اند اما در این میان تنها چند روش کارآمدی بیشتری را نسبت به سایر روشها نشان داده اند. برای مثال در دهه های اخیر تحقیق در باره کارآمدی تکنیک های غیر تهاجمی تحریک مغز افزایش یافته است. به خصوص تحریک مغز از روی جمجمه با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی (tDCS[7]) نتایج امیدوار کننده ای نشان داده است (۱۳). تحریک الکتریکی مغز با استفاده از جریان

۱ Working memory
۲ Baddeley
۳ Phonological loop
۴ Visio-spatial sketchpad
۵ Central executive
6 Dorsolateral prefrontal cortex
7 Trans cranial direct current stimulation

مستقیم(tDCS) یک تکنیک تحریک غیر تهاجمی مغز می باشد که در یک دهه گذشته به طور گسترده مورد آزمایش و بررسی قرار گرفته است و به عنوان یک روش جایگزین غیر تهاجمی، ارزان و ایمن برای تغییر تحریک پذیری قشر مغز از طریق تغییر پتانسیل استراحت سلول های عصبی قشر مغز عمل میکند. در این شیوه جریان مستقیم و ضعیفی، از طریق اتصال دو الکترود با قطب های متفاوت به مناطق قشری وارد و فعالیت خودانگیخته عصبی را تسهیل یا بازداری میکند (۴). تحریک الکتریکی مستقیم مغز tDCS با تغییر تحریک پذیری نورون ها و جابجایی پتانسیل غشای نورون های سطحی در جهت دپولاریزاسیون یا هایپرپولاریزاسیون، موجب شلیک بیشتر یا کمتر سلول های مغز می شود (۱۴). تحریک کاتد باعث کاهش تحریک پذیری سلولهای عصبی و تحریک آند منجر به افزایش تحریک پذیری نورونها می شود .مطالعات تصویر برداری مغزی کارکردی حجم فزاینده و غنی ای از شواهد را در ارتباط با حافظه فعال و ساختارهای بخش پشتی–جانبی منطقه پیش پیشانی ارائه کرده اند به صورتی که تکلیف حافظه فعال کلامی، بخش پشتی–جانبی منطقه پیش پیشانی چپ و تکلیف حافظه فعال فضایی، بخش پشتی–جانبی منطقه پیش پیشانی راست را فعال می کند(۱۵). بر این اساس در اغلب پژوهش ها الکترودها بر روی این نواحی قرار می گیرد که طبق سیستم بین المللی ۱۰–۲۰ شامل نواحی F3, F4 و DLPFC می شود. پژوهشهای متعددی اثر بخشی این روش را بر بهبود حافظه نشان داده اند(۱۶–۱۸). اغلب این پژوهشها بر روی بزرگسالان سالم انجام شده و نتایج آنها حاکی از آن بوده است که تحریک آندی قشر مغز در ناحیه DLPFCمی تولند منجر به بهبود عملکرد حافظه کاری هم در افراد سالم و هم در جمعیت بالینی شود. هر چند پژوهشهای اندکی در این حوزه بر روی کودکان دیده می شود اما نتایج آنها نیز تایید کننده اثر بخشی این روش می باشد (۱۹,۲۰). برای مثال نتایج یک پژوهش نشان داد تحریک آندی منطقه DLPFC به همراه آموزش خواندن، سبب افزایش عملکرد فرد در تکلیف مربوط به حافظه کاری و بهبود آن شده است (۲۱).

نتایج مطالعه ای دیگر با عنوان " بهبود طولانی مدت به دنبال tDCS همراه با آموزش خواندن در کودکان و نوجوانان مبتلا به نارساخوانی " بر روی ۲۶ آزمودنی که طی ۱۸ جلسه، همراه با آموزش خواندن، ۲۰ دقیقه تحریک الکتریکی دریافت کردند، نشان داد تحریک الکتریکی در خلال آموزش خواندن، منجر به بهبود طولانی مدت در کودکان مبتلا به نارساخوانی می شود (۲۲).

با وجود تنوع زیاد در پژوهش های مربوط به روشهای بهبود حافظه کاری، چه بوسیله روش های مبتنی بر فن آوریهای جدید مانند تحریک مغز و چه روشهای قدیمی توانبخشی شناختی، همانطور که اشاره شد، پژوهشی که به وسیله TDCS و به طور خاص بر روی درمان نقایص حافظه در کودکان با نقایص شناختی جزیی انجام شده باشد محدود است با توجه اهمیت افزایش ظرفیت کاری جهت بهبود کیفیت زندگی و پیشرفت تحصیلی کودکان با کم توانی های ذهنی خفیف، یافتن روشی که بوسیله آن بتوان حافظه فعال را به طریق موثر و پایدار تقویت نمود اهمیت ویژه ای دارد. از این رو هدف از انجام این مطالعه تعیین اثربخشی تحریک الکتریکی مغز بر ظرفیت حافظه کاری کلامی کودکان با کم توانی ذهنی خفیف بود.

## روش

روش این پژوهش از نوع شبه آزمایشی با طرح پیش آزمون– پس آزمون با گروه گواه بود. جامعه آماری پژوهش حاضر کلیه کودکان ۷تا ۱۴ ساله بود که در سال ۱۳۹۷ به کلینیک آتیه درخشان ذهن در تهران مراجعه کرده و نمره آزمون هوش آنها بر اساس نسخه پنجم هوش آزمای تهران–استانفورد–بینه بین ۷۰ تا ۸۵ بود. به منظور فراهم کردن امکان انجام آزمون های آماری پارامتریک، حداقل حجم نمونه برای هر گروه ۱۵ نفر در نظر گرفته شد و از میان جامعه آماری تعداد ۳۰ نفر فرد داوطلب واجد شرایط به عنوان نمونه پژوهش، به روش در دسترس و هدفمند وارد مطالعه شدند که موافقت خود را با همکاری در پژوهش اعلام کردند. از تمامی افراد نمونه در ابتدا مصاحبه بالینی کاملی به عمل آمد. در فرایند اجرای پژوهش ۱۲ نفر از ادامه همکاری منصرف شدند و در نهایت داده های ۲۰ نفر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. معیارهای ورود به پژوهش عبارت بود از سن بیشتر از ۷ سال تمام و کمتر از ۱۴ سال تمام و کسب نمره ای بین ۷۰ تا ۸۵ در آزمون هوش تهران–استانفورد بینه. بروز هر گونه عارضه جانبی ناخواسته مانند سردرد در حین جلسات و عدم تمایل به ادامه همکاری، از معیار های خروج از پژوهش بود.

## ابزار جمع‌آوری اطلاعات

ابزار این پژوهش، نسخه‌ی نوین هوش‌آزمای تهران —استانفورد– بینه برگرفته از نسخه‌ی پنجم هوش آزمای استانفورد– بینه بود که در سال ۲۰۰۳ توسط روید ساخته شده (۲۳). این نسخه مشتمل بر دو حیطه‌ی کلامی و غیرکلامی است. هر یک از حیطه‌های نام‌برده دارای ۶ سطح و هر سطح دارای پنج خرده آزمون استدلال سیال ، دانش ، استدلال کمّی ، پردازش دیداری فضایی و حافظه‌ی فعال می باشد . هر کدام از خرده مقیاسها ۶ سوال دارد و میانگین هر خرده آزمون ۱۰ و انحراف معیار آن ۳ می‌باشد همچنین هوشبهر کل نیز با تاکید بر نمرات ترکیبی دارای میانگین ۱۰۰ و انحراف معیار ۱۵ می باشد. از آنجا که دامنه هوشبهر در همه مقیاسها با یکدیگر متفاوت است، نمره بدست آمده از هر خرده آزمون با استفاده از جداول نمرات تراز معادل نمرات خام به نمره تراز تبدیل می شود و بر مبنای جدول و دستور العمل خاصی که در دفترچه راهنمای آزمون قید شده است گزارش می گردد. همچنین مفهوم نمرات بالاتر نیز با استفاده از جداول فوق مشخص می گردد (۲۳). این ابزار توان ارائه ۸ هوش‌بهر شامل؛ استدلال سیال، دانش، هوش‌بهر استدلال کمی، هوشبهر پردازش دیداری— فضایی، هوش‌بهر حافظه‌ی فعال، هوش‌بهر کلامی، هوش‌بهر غیرکلامی و هوشبهر کل در دامنه سنی ۲ تا ۸۵ سال را دارد و از مهمترین دستاوردهای این نسخه تناسب کامل بین محتوای کلامی و غیر کلامی است. در نسخه اصلی، پایایی ضریب آلفای کرونباخ مقیاس استانفورد– بینه، برای نمرات مقیاس کل ۰/۹۸، مقیاس غیر کلامی ۰/۹۵ و کلامی ۰/۹۶ است که نشان دهنده پایایی

مطلوب ابزار می باشد. به علاوه بررسی پایایی به روش آزمون-بازآزمون با مقادیر بالای ۰/۷۵ در تمامی خرده مقیاسها، معرف تجانس و ثبات این آزمون است (۲۴). این ابزار در سال ۱۳۸۵ توسط افروز و کامکاری مورد استانداردسازی قرار گرفت و ویژگیهای روانسنجی منطبق با نسخه اصلی را در مردم ایران نشان داده است (۲۳).

تمامی شرکت کنندگان در جلسه ای جهت آشنایی با مراحل کار، شرح عملکرد دستگاه، مزایا و معایب احتمالی آن، و رفع پرسش های احتمالی شرکت کردند و رضایت نامه شرکت در پژوهش توسط والدین افرادی که در گروه آزمایش قرار داشتند امضا شد. پس از انجام این مراحل افراد گروه آزمایش ۵ جلسه متوالی TDCS با شدت جریان ۱ میلی آمپر و مدت زمان ۳۰ دقیقه دریافت کردند. آند در منطقه F3 نیمکره چپ و کاتد در شانه راست جایگذاری شد. قابل ذکر است که پروتکل این پژوهش با الهام از پژوهش های جانتز و همکاران (۲۵) و پالم و همکاران(۲۶) طراحی شد. بعد از پایان جلسات درمان آزمودنی های هر دو گروه، مجددا آزمون تهران-استانفورد- بینه را انجام دادند .

داده های این پژوهش با استفاده از نسخه ۲۲ نرم افزار SPSS تحلیل شد. پس از انجام تحلیل های توصیفی، از آزمون تی مقایسه میانگین های دو گروه مستقل برای مقایسه سن و نمرات هوشبهر گروههای آزمایش و گواه استفاده شد. همچنین جهت بررسی اثر بخشی مداخله درمانی، از روش تحلیل کوواریانس تک متغیری (بعد از انجام آزمونهای برقرای پیش فرض های تحلیل کوواریانس) استفاده شد. سطح معنا داری در همه آزمونها ۰/۰۱ در نظر گرفته شد.

## یافته‌های پژوهش

شرکت کنندگان در این پژوهش شامل ۹ دختر و ۱۱ پسر بود که گروه آزمایش شامل ۵ دختر(۵۰ درصد) و ۵ پسر(۵۰ درصد) و گروه گواه شامل ۴ دختر (۴۰ درصد) و ۶ پسر (۶۰ درصد) بود. که شاخصه های سن و هوشبهر آنها بر حسب گروه به همراه نتایج آزمون تی برای مقایسه میانگین های دو گروه مستقل برای مقایسه آنها در جدول ۱ گزارش شده است.

**جدول ۱. شاخصه های توصیفی سن و هوشبهر آزمودنی ها بر حسب گروه**

| متغیر | گروه | شاخصهای توصیفی | | | | آزمون t | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | حداقل | حداکثر | میانگین | انحراف معیار | مقدار t | df | مقدار احتمال |
| سن | آزمایش | ۷/۵۸ | ۱۲/۴۱ | ۹/۹۲ | ۱/۵ | ۰/۷۷ | ۱۴/۵۷ | ۰/۴۴۸ |
| | گواه | ۷/۱۶ | ۱۴/۰۸ | ۱۰/۶۸ | ۲/۶ | | | |
| هوشبهر | آزمایش | ۷۲ | ۸۵ | ۷۸/۵ | ۵/۱ | ۰/۱۴ | ۱۸ | ۰/۸۸۷ |
| | گواه | ۷۱ | ۸۴ | ۷۸/۲ | ۴/۱ | | | |

نتایج جدول ۱ نشان داد گروه های آزمایش و گواه تفاوت معناداری از نظر سن (p=۰/۴۴۸) و نمره هوشبهر (p=۰/۸۸۷) نداشتند. نمرات آزمون حافظه کاری کلامی در گروههای آزمایش و گواه در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون در جدول شماره ۲ آمده است.

**جدول ۲. شاخص‌های توصیفی متغیر حافظه کاری کلامی**

| مرحله | گروه | حداقل | حداکثر | میانگین | انحراف معیار | Z کولموگروف-اسمیرنف | مقدار احتمال |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| پیش آزمون | آزمایش | ۴ | ۷ | ۵/۶ | ۱/۰۷ | ۰/۸۴ | ۰/۴۷ |
| | گواه | ۴ | ۱۰ | ۶/۸ | ۱/۸۱ | ۰/۶۳ | ۰/۸۲ |
| پس آزمون | آزمایش | ۶ | ۱۲ | ۸/۷ | ۱/۸ | ۰/۷۳ | ۰/۶۴ |
| | گواه | ۵ | ۱۰ | ۶/۷ | ۱/۶ | ۰/۹۵ | ۰/۳۳ |

برای بررسی مفروضه های تحلیل کوواریانس، طبق نتایج جدول ۲ مقدار احتمال آماره محاسبه شده برای تمامی متغیر ها بزرگتر از ۰/۰۱ بود بنا براین پیش فرض نرمال بودن توزیع نمرات رد نشد. برای بررسی پیش فرض همگنی شیب خط رگرسیون، اثر متقابل گروه و پیش آزمون محاسبه شد که نتیجه نشان دهنده برقرار بودن این پیش فرض بود (p=۰/۲). همچنین بر اساس نتیجه آزمون لوین و معنا دار نبودن آن، شرط برابری واریانس ها رد نشد (P=۰/۰۸).

نتیجه تحلیل کوواریانس بر روی میانگین نمره های پس آزمون حافظه کاری کلامی در دو گروه آزمایش و گواه در جدول ۳ آورده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده، پس از حذف اثر پیش آزمون، تفاوت دو گروه در پس آزمون معنادار بود (p<۰/۰۰۱). همچنین مقدار ضریب اتا بدست آمده ( ۰/۵۵) نشان دهنده میزان تاثیر مداخله انجام شده بود. از این رو نتیجه گرفته شد که مداخله انجام شده (تحریک الکتریکی مغز با استفاده از جریان مستقیم)، بطور معنا داری سطح حافظه کاری کلامی کودکان با بهره هوشی مرزی را افزایش می دهد.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کواریانس

| منبع | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | F | مقدار احتمال | مجذور اتا |
|---|---|---|---|---|---|---|
| پیش آزمون | ۲۵/۹۲ | ۱ | ۲۵/۹۲ | ۱۴/۵۵ | ۰/۰۰۱ | ۰/۴۶ |
| گروه | ۳۷/۲۷ | ۱ | ۳۷/۲۷ | ۲۰/۹۲ | ۰/۰۰۱ | ۰/۵۵ |
| خطا | ۳۰/۲۷ | ۱۷ | ۱/۷۸ | | | |
| کل | ۱۲۶۲ | ۲۰ | | | | |

## بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف بررسی اثر بخشی تحریک الکتریکی مغز بوسیله جریان الکتریکی بر حافظه کاری کلامی کودکان دارای کم توانی ذهنی خفیف انجام شد. تاثیر معنادار ظرفیت حافظه کاری بر یادگیری در نقایص رشدی گوناگون مانند نقایص زبانی، نارساخوانی، اختلالات طیف اتیسم و حتی مشکلات حرکتی در پژوهشها تایید شده است. همچنین پژوهشها نشان می دهند که دانش آموزان با هوشبهر پایین، نقایص جدی در حافظه کاری و عملکرد های اجرایی دارند (۸).

در این پژوهش، میزان تغییرات نمره تراز حافظه کاری کلامی نشان داد که تغیرات نمره قبل و بعد از تحریک الکتریکی معنادار است. به این معنی که ۵ جلسه ۳۰ دقیقه ای تحریک آندی کرتکس پیش پیشانی خلفی- جانبی با شدت جریان ۱ میلی آمپر، منجر به بهبود حافظه کاری کلامی کودکان شرکت کننده در مطالعه شد. که این یافته همسو با پژوهش فرگنی (۲۷) بود که تاثیر TDCSآندی را بر حافظه کاری ۱۵ دانشجوی جوان سالم با استفاده از آزمون N-back مورد ارزیابی قرار دادند. یافته های بدست آمده نشان دهنده اختلاف معنادار میان نتایج آزمون قبل و بعد از تحریک الکتریکی بود.

در پژوهشی مشابه بیات مختاری و همکاران (۲۸) تاثیر تحریک الکتریکی مغز بر بهبود عملکرد بعد شنیداری- کلامی حافظه کاری را بر روی ۲۰ پسر ۸ تا ۱۰ ساله نارساخوان بررسی کردند و نتایج نشان دهنده افزایش عملکرد افراد در تکلیف مربوط به حافظه کاری شنیداری و بهبود آن بعد از تحریک بود.

همچنین نتایج مطالعه ای دیگر که تاثیر تحریک الکتریکی مستقیم را بر افزایش حافظه فعال کودکان مبتلا به اختلال ریاضی را در ۲۰ دانش آموز دارای اختلال ریاضی بوسیله تکلیف N-back بررسی کرده است نشان می دهد که تحریک الکتریکی طی ۱۰ جلسه در بهبود حافظه فعال کودکان مبتلا به این اختلال موثر است (۲۹).

در تبیین این نتیجه می توان گفت که تحریک آندی می تواند با تاثیر بر پتانسیل استراحت غشای سلولهای عصبی (دپلاریزه کردن نورونی)، موجب تغییر در زمان استراحت نورونی شده و باعث کاهش زمان استراحت سلول و در نتیجه افزایش تحریک پذیری آن و افزایش نرخ شلیک در آنها گردد.

همچنین مطالعات تصویر برداری مغز نشان داده است هنگام تحریک ناحیه DLPFC مغز، ترشح دوپامین در آن منطقه افزایش می یابد و از آنجا که دوپامین یکی از انتقال دهندهای اصلی در فرایند حافظه می باشد، بنابراین افزایش دوپامین در هنگام افزایش تحریک پذیری سطحی در کورتکس پیشانی موجب بهبود عملکرد حافظه کاری کلامی می شود(۵).

یکی دیگر از مطالعاتی که نتایجی همسو با پژوهش حاضر دارد، مطالعه بندیرا و همکاران می باشد(۳۰). نتایج مطالعه بندیرا نشان میدهد تحریک الکتریکی می تواند سرعت پردازش را در کودکان دارای بیش فعالی-نقص توجه افزایش دهد و همچنین منجر به بهبود تشخیص محرک و توانایی جابجایی بین دو محرک شود.

در توضیح می توان گفت که تحریک ناحیه یDLPFC ، منجر به تحریک بخشهایی از مغز می شود که از طرفی در بهبود مهارت های برنامه ریزی، توانایی یادگیری و سیالی کلامی نقش دارند و از طرفی نیز با تقویت حافظه مرتبط هستند به همین علت تحریک الکتریکی قشر مغز در ناحیه DLPFC باعث بهبود حافظه کاری کلامی می شود(۵).

از محدودیت های پژوهش حاضر می توان به این نکته اشاره کرد که با توجه به کم توانی ذهنی کودکان، جهت ارزیابی حافظه کاری کلامی، استفاده از آزمونهای دیگر بجز زیر مقیاس حافظه کاری هوش آزمای تهران-استنفورد بینه در پژوهش حاضر میسر نشد و این امر سبب ایجاد محدودیت در اجرای پژوهش بود همچنین برگزاری جلسات پیگیری جهت بررسی پایداری اثربخشی مداخله به علت محدودیت زمانی، میسر نشد. اما با توجه به نتایج و شواهد این پژوهش، علیرغم محدودیت های موجود، پیشنهاد می گردد در کلینیک های روانپزشکی و مراکز خدمات روانشناسی این روش درمانی به عنوان یک روش مداخله ای جهت کمک به افزایش ظرفیت کاری در کنار سایر درمانها به کار گرفته شود.

در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد که مداخله انجام شده بر حافظه کاری کودکان با بهره هوشی مرزی به طور معناداری تاثیر مثبت داشته است.

## ملاحظات اخلاقی

### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در مطالعه حاضر فرمهای رضایت نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد.


## حامی مالی

هزینه‌های مطالعه حاضر توسط نویسندگان مقاله تامین شد.

**مشارکت نویسندگان**

نازی رمضانی گل افزانی: دانشجوی دکتری و انجام دهنده پژوهش

دکتر ابوالفضل کرمی: استاد راهنما و نویسنده مسئول مقاله

دکتر رضا رستمی: استاد مشاور

**تعارض منافع**

بنابر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

## References

1. McLeskey MSRJ. Primary characteristics of students with intellectual disabilities. Special Education for Today's Teachers. 2013;
2. Alloway TP, Gathercole SE, Kirkwood H, Elliott J. The cognitive and behavioral characteristics of children with low working memory. Child Development. 2009;80(2).
3. Lanfranchi S, Carretti B. Editorial: Improving working memory in learning and intellectual disabilities. Vol. 7, Frontiers in Psychology. 2016.
4. Brunoni AR, Nitsche MA, Bolognini N, Bikson M, Wagner T, Merabet L, et al. Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): Challenges and future directions. Vol. 5, Brain Stimulation. 2012.
5. Cooke SF, Bliss TVP. Plasticity in the human central nervous system. Vol. 129, Brain. 2006.
6. Minear M, Shah P. Sources of Working Memory Deficits in Children and Possibilities for Remediation. In: Working Memory and Education. 2006.
7. Palomino E, López-Frutos JM, Botella J, Sotillo M. Impairment of cognitive memory inhibition in individuals with intellectual disability: A meta-analysis. Psicothema. 2019;31(4).
8. Alloway TP. Working memory and executive function profiles of individuals with borderline intellectual functioning. Journal of Intellectual Disability Research. 2010;54(5).
9. Park DC, Lautenschlager G, Hedden T, Davidson NS, Smith AD, Smith PK. Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. Psychology and Aging. 2002;17(2).
10. Liebetanz D, Nitsche MA, Tergau F, Paulus W. Pharmacological approach to the mechanisms of transcranial DC-stimulation-induced after-effects of human motor cortex excitability. Brain. 2002;125(10).
11. Zaehle T, Sandmann P, Thorne JD, Jäncke L, Herrmann CS. Transcranial direct current stimulation of the prefrontal cortex modulates working memory performance: Combined behavioural and electrophysiological evidence. BMC Neuroscience. 2011;12.
12. Barbey AK, Koenigs M, Grafman J. Dorsolateral prefrontal contributions to human working memory. Cortex. 2013;49(5).
13. Ohn SH, Park C il, Yoo WK, Ko MH, Choi KP, Kim GM, et al. Time-dependent effect of transcranial direct current stimulation on the enhancement of working memory. NeuroReport. 2008;19(1).
14. Nitsche MA, Seeber A, Frommann K, Klein CC, Rochford C, Nitsche MS, et al. Modulating parameters of excitability during and after transcranial direct current stimulation of the human motor cortex. Journal of Physiology. 2005;568(1).
15. DaSilva AF, Volz MS, Bikson M, Fregni F. Electrode positioning and montage in transcranial direct current stimulation. Journal of Visualized Experiments. 2011;(51).
16. Talsma LJ, Kroese HA, Slagter HA. Boosting cognition: Effects of multiple-session transcranial direct current stimulation on working memory. Journal of Cognitive Neuroscience. 2017;29(4).

17. Au J, Katz B, Buschkuehl M, Bunarjo K, Senger T, Zabel C, et al. Enhancing working memory training with transcranial direct current stimulation. Journal of Cognitive Neuroscience. 2016;28(9).
18. Hoy KE, Arnold SL, Emonson MRL, Daskalakis ZJ, Fitzgerald PB. An investigation into the effects of tDCS dose on cognitive performance over time in patients with schizophrenia. Schizophrenia Research. 2014;155(1–3).
19. Lanfranchi S, Cornoldi C, Vianello R. Verbal and visuospatial working memory deficits in children with Down syndrome. American Journal on Mental Retardation. 2004;109(6).
20. Peng P, Fuchs D. A Meta-Analysis of Working Memory Deficits in Children With Learning Difficulties: Is There a Difference Between Verbal Domain and Numerical Domain? Journal of Learning Disabilities. 2016;49(1).
21. Nejati V, Salehinejad MA, Nitsche MA, Najian A, Javadi AH. Transcranial Direct Current Stimulation Improves Executive Dysfunctions in ADHD: Implications for Inhibitory Control, Interference Control, Working Memory, and Cognitive Flexibility. Journal of Attention Disorders. 2020;24(13).
22. Costanzo F, Rossi S, Varuzza C, Varvara P, Vicari S, Menghini D. Long-lasting improvement following tDCS treatment combined with a training for reading in children and adolescents with dyslexia. Neuropsychologia. 2019;130.
23. Shiri Aminloo M, Kamkary K, Shokrzadeh S. The concurrent validity of the new version of the Tehran. Stanford-Binet intelligence scale with the Wechsler intelligence scale for children-revised. Except Educ [Internet]. 2013 [cited 2021 Oct 8];7(120):50–61.
24. Stanford-Binet Intelligence Scales and Revised Versions. In: SpringerReference. 2012.
25. Jantz TK, Katz B, Reuter-Lorenz PA. Uncertainty and Promise: the Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Working Memory. Current Behavioral Neuroscience Reports. 2016;3(2).
26. Palm U, Segmiller FM, Epple AN, Freisleder FJ, Koutsouleris N, Schulte-Körne G, et al. Transcranial direct current stimulation in children and adolescents: a comprehensive review. Vol. 123, Journal of Neural Transmission. 2016.
27. Fregni F, Boggio PS, Nitsche M, Bermpohl F, Antal A, Feredoes E, et al. Anodal transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex enhances working memory. Experimental Brain Research. 2005;166(1).
28. Bayat Mokhtari leila, Agha Yousefi AR, Zare H, Nejati V. The Impact of Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS) and Phonological Awareness Training on the Auditory Function of Working Memory in Children with Dyslexia. Journal of Exceptional Children [Internet]. 2018 [cited 2021 Oct 8];17(4):37–48.
29. Arjmandnia AA, Asbaghi M, Afrooz GA, Rahmanian M. The effect of transcranial direct current stimulation (tDCS) on improving working memory performance in children with mathematical disorder. journal of learning disabilities. 2016;6(1):7–25.
30. Bandeira ID, Guimarães RSQ, Jagersbacher JG, Barretto TL, de Jesus-Silva JR, Santos SN, et al. Transcranial Direct Current Stimulation in Children and Adolescents with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). Journal of Child Neurology. 2016;31(7).