

## شناخت، رفتار، یادگیری

# اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمه‌ای مغز (tDCS) بر کارکردهای اجرایی و انعطاف‌پذیری شناختی بیماران مبتلا به افسردگی اساسی

معصومه ساعدکاظمی<sup>۱</sup>، فرزانه خسروی<sup>۲</sup>، زهره پورمعصومی حسن کیاده<sup>۳</sup>، سیده نفیسه محسنی منصور<sup>۴</sup>، کامران پورمحمدقوچانی<sup>۱</sup>، گیتی شهبازی<sup>۱</sup>

۱. گروه روانشناسی بالینی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. کارشناسی ارشد روانشناسی عمومی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.
۳. کارشناسی ارشد روانشناسی عمومی، موسسه آموزش عالی راهبرد شمال، رشت، ایران.
۴. گروه روانشناسی بالینی، واحد بین المللی کیش، دانشگاه آزاد اسلامی، کیش، ایران

\* ایمیل نویسنده مسئول: mohsenimansournafiseh@gmail.com

تاریخ چاپ: ۱۴۰۵/۰۳/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۱۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۱۳

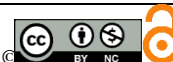
تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۰۳/۲۱

### چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمه‌ای مغز بر بهبود کارکردهای اجرایی و انعطاف‌پذیری شناختی در بیماران مبتلا به افسردگی اساسی بود. این پژوهش نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون و گروه گواه بر روی ۳۰ زن ۲۰ تا ۳۵ ساله مبتلا به افسردگی اساسی در تهران انجام شد. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و گواه قرار گرفتند. گروه آزمایش طی شش جلسه بیست‌دقیقه‌ای، دو بار در هفته تحت مداخله tDCS قرار گرفت و گروه گواه مداخله‌ای دریافت نکرد. ابزارهای پژوهش شامل پرسشنامه افسردگی بک، آزمون ان‌بک و آزمون انعطاف‌پذیری شناختی بود. داده‌ها با تحلیل کوواریانس چندمتغیره و اندازه‌گیری مکرر تحلیل شدند. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره نشان داد مداخله tDCS به طور معناداری موجب بهبود کارکردهای اجرایی و افزایش انعطاف‌پذیری شناختی در گروه آزمایش نسبت به گروه گواه شد ( $p < 0.001$ ). تحریک الکتریکی مستقیم فراجمه‌ای مغز می‌تواند به عنوان یک مداخله مؤثر و ایمن در بهبود عملکردهای شناختی بیماران مبتلا به افسردگی اساسی مورد استفاده قرار گیرد.

**کلیدواژه‌گان:** تحریک الکتریکی فراجمه‌ای، کارکردهای اجرایی، انعطاف‌پذیری شناختی، افسردگی اساسی

شیوه استناددهی: ساعدکاظمی، معصومه، خسروی، فرزانه، پورمعصومی حسن کیاده، زهره، محسنی منصور، سیده نفیسه، پورمحمدقوچانی، کامران، و شهبازی، گیتی. (۱۴۰۵). تدوین اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمه‌ای مغز (tDCS) بر کارکردهای اجرایی و انعطاف‌پذیری شناختی بیماران مبتلا به افسردگی اساسی. *شناخت، رفتار، یادگیری*، ۳(۲)، ۱۲-۱.



# Cognition, Behavior, Learning

## Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation on Executive Functions and Cognitive Flexibility in Patients with Major Depressive Disorder

Masoumeh SaedKazemi<sup>1</sup>, Farzaneh Khosravi<sup>2</sup>, Zohreh pourmasoumi Hasankiyadeh<sup>3</sup>, Seyedeh Nafiseh Mohseni Mansour<sup>1\*</sup>, Kamran Pourmohammad Ghouchani<sup>4</sup>, Giti Shahbazi<sup>4</sup>

1. Department of Clinical Psychology, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Master of Science in General Psychology, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

3. Master of Science in General Psychology, Rahbordshomal Institute of Higher Education, Rasht, Iran.

4. Department of clinical psychology, Ki.c., Islamic Azad University, Kish, Iran

\*Corresponding Author's Email: mohsenimansournafiseh@gmail.com

Submit Date: 2025-06-11

Revise Date: 2025-12-04

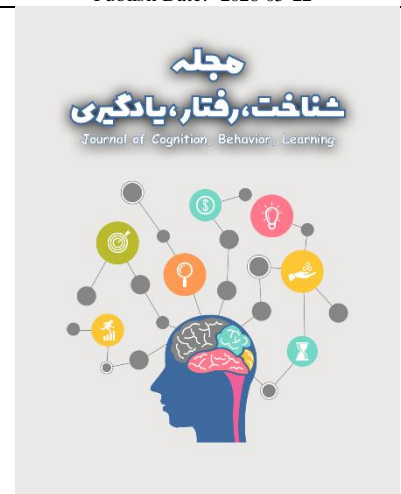
Accept Date: 2026-01-04

Publish Date: 2026-05-22

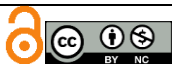
### Abstract

This study aimed to investigate the effectiveness of transcranial direct current stimulation (tDCS) on improving executive functions and cognitive flexibility in patients with major depressive disorder. This quasi-experimental study employed a pretest–posttest control group design with 30 female patients aged 20–35 diagnosed with major depressive disorder in Tehran. Participants were randomly assigned to experimental and control groups. The experimental group received six 20-minute tDCS sessions over three weeks, while the control group received no intervention. Instruments included the Beck Depression Inventory, N-Back task, and Cognitive Flexibility Test. Data were analyzed using multivariate analysis of covariance with repeated measures. Multivariate covariance analysis revealed that tDCS significantly improved executive functions and cognitive flexibility in the experimental group compared with the control group ( $p < 0.001$ ). tDCS represents an effective and safe intervention for enhancing cognitive functioning in individuals with major depressive disorder.

**Keywords:** *Transcranial direct current stimulation, Executive functions, Cognitive flexibility, Major depressive disorder*



**How to cite:** SaedKazemi, M., Khosravi, F., pourmasoumi Hasankiyadeh, Z., Mohseni Mansour, S.N., Pourmohammad Ghouchani, K., Shahbazi, G. (2026). Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation on Executive Functions and Cognitive Flexibility in Patients with Major Depressive Disorder. *Cognition, Behavior, Learning*, 3(2), 1-12.



© 2026 the authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

## مقدمه

اختلال افسردگی اساسی یکی از شایع‌ترین و ناتوان‌کننده‌ترین اختلالات روانی در جهان معاصر است که بار قابل توجهی بر سلامت فردی، اجتماعی و اقتصادی جوامع تحمیل می‌کند. بر اساس گزارش‌های جهانی، افسردگی در حال حاضر به‌عنوان اصلی‌ترین عامل ناتوانی در سطح جهان شناخته می‌شود و سهم آن از سال‌های زندگی همراه با ناتوانی به‌طور مستمر در حال افزایش است (Friedrich, 2017). این اختلال با نشانه‌هایی نظیر خلق افسرده پایدار، کاهش علاقه و لذت، اختلالات شناختی، کاهش انگیزش، و افت کارکردهای روان‌شناختی همراه است و در صورت عدم مداخله مؤثر، پیامدهای بلندمدت فردی و اجتماعی گسترده‌ای به دنبال دارد (Fries et al., 2023; Kopf-Beck et al., 2020).

در دهه‌های اخیر، شواهد نوروبیولوژیک نشان داده‌اند که افسردگی اساسی صرفاً یک اختلال هیجانی نیست، بلکه با تغییرات عمیق در شبکه‌های عصبی مغز، به‌ویژه در نواحی پیش‌پیشانی، کمربندی قدامی، هیپوکامپ و مدارهای پاداش همراه است. پژوهش‌های مولکولی نیز نشان می‌دهند که مسیرهای زیستی مرتبط با افسردگی به‌طور قابل توجهی بر سطح سیناپس و انتقال‌دهنده‌های عصبی متمرکز شده‌اند و این تغییرات مستقیماً با کارکردهای شناختی بیماران ارتباط دارد (Aparicio et al., 2019; Fries et al., 2023). از این منظر، افسردگی اساسی نه‌تنها اختلالی هیجانی، بلکه یک اختلال شناختی - عصبی محسوب می‌شود که عملکرد سیستم‌های اجرایی مغز را مختل می‌سازد. یکی از مهم‌ترین حوزه‌هایی که در سال‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است، اختلال در کارکردهای اجرایی و انعطاف‌پذیری شناختی در بیماران مبتلا به افسردگی اساسی است. کارکردهای اجرایی مجموعه‌ای از فرایندهای عالی شناختی شامل برنامه‌ریزی، مهار پاسخ، حافظه کاری، کنترل توجه، تصمیم‌گیری و انعطاف‌پذیری شناختی است که نقش اساسی در تنظیم رفتار هدفمند ایفا می‌کنند (Nasab et al., 2019; Nozari et al., 2024). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که افراد افسرده در این حوزه‌ها دچار نقص‌های پایدار می‌شوند که حتی پس از بهبود علائم خلقی نیز می‌تواند باقی بماند (Rafiee Pour et al., 2022; Rahmatinejad et al., 2023).

انعطاف‌پذیری شناختی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های محوری کارکردهای اجرایی، توانایی فرد در تغییر الگوهای فکری، سازگاری با شرایط جدید، بازنگری در راهبردهای حل مسئله و تنظیم پاسخ‌ها بر اساس بازخورد محیطی تعریف می‌شود (Chen et al., 2022). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که کاهش انعطاف‌پذیری شناختی با افزایش نشخوار فکری، تنظیم هیجانی ناکارآمد و شدت بیشتر نشانه‌های افسردگی همراه است (Monsoon et al., 2022; Yaghoubi et al., 2026). این یافته‌ها اهمیت پرداختن همزمان به علائم هیجانی و اختلالات شناختی در مداخلات درمانی افسردگی را برجسته می‌سازد.

با وجود اثربخشی نسبی روان‌درمانی‌ها و درمان‌های دارویی در کاهش نشانه‌های افسردگی، درصد قابل توجهی از بیماران پاسخ کامل و پایدار به درمان‌های رایج نشان نمی‌دهند. این مسئله موجب شده است که توجه پژوهشگران به سوی روش‌های نوین مداخله‌ای، به‌ویژه روش‌های مبتنی بر تعدیل مستقیم فعالیت مغز معطوف گردد (Sampaio-Junior et al., 2018; Shiozawa et al., 2017). در این میان، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) به‌عنوان یک روش غیرتهاجمی، ایمن، کم‌هزینه و قابل کاربرد بالینی، جایگاه ویژه‌ای یافته است (Agarwal et al., 2013; Norris et al., 2010).

tDCS با اعمال جریان الکتریکی ضعیف و مداوم بر سطح جمجمه، تحریک‌پذیری نورون‌های قشری را تعدیل کرده و از طریق مکانیسم‌های سیناپسی و غیرسیناپسی، موجب تقویت یا مهار فعالیت شبکه‌های عصبی مرتبط با فرایندهای شناختی و هیجانی می‌شود (Berryhill & Martin, 2018; Reis et al., 2009). پژوهش‌های بالینی نشان داده‌اند که tDCS می‌تواند در کاهش نشانه‌های افسردگی، پیشگیری از عود، بهبود حافظه کاری، ارتقای انعطاف‌پذیری شناختی و افزایش کارکردهای اجرایی مؤثر باشد (Aparicio et al., 2019; Nozari et al., 2023).

مطالعات اخیر دامنه کاربرد tDCS را فراتر از افسردگی گسترش داده و اثربخشی آن را در اختلالات اضطرابی همبود، اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی، ناتوانی‌های یادگیری، آسیب‌های مغزی، و حتی بهبود عملکرد شناختی در جمعیت سالم گزارش کرده‌اند (Aghaziarati et al., 2022; Norouzi Homayoun et al., 2024; Wu et al., 2022). همچنین شواهد نشان می‌دهد که tDCS در ارتقای تاب‌آوری روان‌شناختی، تنظیم هیجان، و بهبود عملکردهای شناختی در سالمندان و ورزشکاران نخبه نیز نقش معناداری ایفا می‌کند (Badicu et al., 2025; Summerell et al., 2025; Talebi & Hashemi Mad, 2025).

افزون بر این، ترکیب tDCS با مداخلات شناختی و توانبخشی شناختی نتایج امیدوارکننده‌ای در بهبود حافظه کاری، خواندن، توجه و عملکرد تحصیلی به همراه داشته است (Nasab et al., 2024; Sarhangpour et al., 2024). در حوزه اختلالات خلقی نیز پژوهش‌ها بیانگر آن هستند که tDCS می‌تواند به‌عنوان درمان مکمل در کنار روان‌درمانی و دارودرمانی، روند بهبودی بیماران را تسریع و پایداری نتایج درمانی را تقویت نماید (Saeidi-Nejad et al., 2025; Salemi & Sobhi-Gharamaleki, 2024).

با وجود حجم رو به رشد شواهد تجربی درباره اثربخشی tDCS، هنوز خلأهای پژوهشی مهمی در خصوص تأثیر همزمان این روش بر کارکردهای اجرایی و انعطاف‌پذیری شناختی بیماران مبتلا به افسردگی اساسی، به‌ویژه در جمعیت‌های فرهنگی مختلف، وجود دارد. بسیاری از مطالعات پیشین تمرکز اصلی خود را بر کاهش نشانه‌های هیجانی قرار داده‌اند و کمتر به سازوکارهای شناختی زیربنایی این بهبود پرداخته‌اند (Pour et al., 2022; Mohammad Ghochani et al., 2019; Rafiee Pour et al., 2022). این در حالی است که شواهد نشان می‌دهد بازتوانی شناختی نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش احتمال عود افسردگی و ارتقای کیفیت زندگی بیماران ایفا می‌کند (Aparicio et al., 2019; Yaghoubi et al., 2026).

از سوی دیگر، رویکردهای نوین درمانی بر این باور استوارند که تنظیم مستقیم فعالیت مغز می‌تواند مسیرهای عصبی آسیب‌دیده در افسردگی را بازسازی دهد و از طریق افزایش انعطاف‌پذیری عصبی، زمینه بهبود پایدار شناختی و هیجانی را فراهم آورد (Berryhill & Martin, 2023; Fries et al., 2018). چنین دیدگاهی ضرورت بررسی دقیق و نظام‌مند نقش tDCS در بهبود ساختارهای اجرایی مغز را برجسته می‌سازد.

با توجه به شیوع بالای افسردگی، محدودیت‌های درمان‌های متداول، شواهد فزاینده درباره نقش اساسی کارکردهای اجرایی و انعطاف‌پذیری شناختی در سیر بیماری، و ظرفیت قابل‌توجه تحریک الکتریکی مغز در تعدیل شبکه‌های عصبی، انجام پژوهش‌های هدفمند در این حوزه از اهمیت نظری و بالینی بالایی برخوردار است. هدف این پژوهش بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمعه‌ای مغز (tDCS) بر کارکردهای اجرایی و انعطاف‌پذیری شناختی بیماران مبتلا به افسردگی اساسی بود.

## روش‌شناسی

این پژوهش از نوع مطالعه نیمه‌آزمایشی بوده و با استفاده از طرح گروه‌های نامعادل (آزمایش و گواه) با پیش‌آزمون - پس‌آزمون انجام شد. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل کلیه زنان مبتلا به افسردگی اساسی ۲۰ تا ۳۵ ساله مراجعه‌کننده به سه کلینیک روان‌پزشکی در شهر تهران بود. از بین این افراد، ۳۰ نفر از مراجعینی که داوطلب شرکت در آزمایش بودند، انتخاب شدند. این افراد پس از انجام مصاحبه بالینی توسط روان‌شناس بر پایه معیارهای راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی (DSM-5)، مبتلا به اختلال افسردگی تشخیص داده شده و در آزمون افسردگی بک نمره بالاتر از ۲۰ را کسب نمودند. معیارهای ورود افراد به نمونه شامل نداشتن بیماری‌های روان‌پریشی و اختلال دوقطبی، عدم مصرف دارو و قرار داشتن سن فرد در محدوده ۲۰ تا ۳۵ سال بود. جهت رعایت اصول اخلاقی در پژوهش حاضر، افراد گروه کنترل وارد لیست انتظار شدند تا در صورت اثربخشی آزمایش، آن‌ها نیز همانند گروه آزمایش مورد مداخله قرار گیرند. همچنین رضایت‌نامه برای شرکت در آزمایش از تمامی افراد اخذ شد و به افراد دو گروه این اطمینان داده شد که نتایج فقط در اختیار محقق بوده و صرفاً جهت تحلیل و استفاده در این پژوهش مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. قبل از شروع آزمایش نیز به آزمودنی‌ها گفته شد که در هر مرحله از تحقیق، در صورت عدم

تمایل به همکاری، می‌توانند از فرآیند پژوهش کناره‌گیری نمایند. در پایان درمان، پرسشنامه افسردگی بک دوباره اجرا شد تا نتایج مداخله ثبت گردد. چهار هفته پس از مداخله تحریک فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان مستقیم الکتریکی، برای درمان مجدد و ارزیابی دوام و پایداری اثرات درمانی در طول زمان، مقیاس آزمون ان‌بک و افسردگی بک دوباره اجرا شد. همچنین ابزار به‌کاررفته در این پژوهش به شرح ذیل است:

این پرسشنامه که توسط بک، استیر و براون (۲۰۰۰) برای سنجش شدت افسردگی ساخته شده است، از ۲۱ ماده تشکیل شده که هر ماده نمره‌ای بین صفر تا ۳ دارد. هر فرد می‌تواند نمره‌ای بین ۰ تا ۶۳ کسب کند و هرچه نمرات بالاتر باشد، نشان‌دهنده افسردگی بیشتر است. نمره صفر تا ۱۳ نشان‌دهنده افسردگی جزئی یا عدم وجود افسردگی، نمره ۱۴ تا ۱۹ نشان‌دهنده افسردگی خفیف، نمره ۲۰ تا ۲۸ نشان‌دهنده افسردگی متوسط و نمره ۲۹ تا ۶۳ نشان‌دهنده افسردگی شدید است. این پرسشنامه از پنج زیرمقیاس عمومی (سؤالات ۲، ۷، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۷)، ناامیدی (۱، ۲، ۳، ۴، ۱۰، ۱۶، ۱۷)، ناراحتی هیجانی آشکار (سؤالات ۵، ۶، ۸، ۱۳)، نگرش‌های منفی (۷، ۱۴، ۲۱) و اختلال‌های بدنی (سؤالات ۱۸، ۱۹، ۲۰) تشکیل شده است و تمامی سؤالات آن به‌صورت مستقیم نمره‌گذاری می‌گردد (رجبی، عطاری و حقیقی، ۱۳۸۰). کاپسی (۲۰۰۸) ضریب روایی همگرا بین نسخه دوم پرسشنامه افسردگی بک (BDI-II) و نسخه اول (BDI) و خرده‌مقیاس پرسشنامه روانی در نمونه غیر بالینی را به ترتیب ۰.۸۲٪ و ۰.۶۷٪ و ضرایب روایی تشخیصی بین BDI-II و مقیاس ناامیدی را ۰.۶۵٪ و با پرسشنامه اضطراب بک ۰.۶۵٪ گزارش کردند. همچنین بک و همکاران (۱۹۹۶؛ به نقل از رجبی و همکاران، ۱۳۸۰) گزارش کردند که BDI-II با مقیاس درجه‌بندی افسردگی روان‌پزشکی همیلتون همبستگی مثبت معناداری دارد و با مقیاس درجه‌بندی اضطراب روان‌پزشکی همیلتون همبستگی ندارد. ستیر و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که BDI-II به‌طور مثبت با نمره‌های خرده‌مقیاس افسردگی SCL-90-R همبسته است و نه با خرده‌مقیاس اضطراب. همچنین دابسون و محمدخانی (۱۳۸۶) روایی همگرای این مقیاس را با پرسشنامه خودکشی بک، ناامیدی بک، اضطراب بک، مقیاس درجه‌بندی افسردگی و اضطراب همیلتون به ترتیب ۰.۳۷٪، ۰.۶۵٪، ۰.۷۱٪ و ۰.۴۷٪ به دست آوردند. بک و همکاران (۲۰۰۰) ثبات درونی این ابزار را ۰.۷۳٪ تا ۰.۹۲٪ با میانگین ۰.۸۶٪ و ضریب آلفا را برای گروه بیمار ۰.۸۶٪ و برای غیر بیمار ۰.۸۱٪ گزارش کرده‌اند. در ایران نیز دابسون و محمدخانی (۱۳۸۶) ضریب آلفای ۰.۹۲٪ را برای بیماران سرپایی و ۰.۹۳٪ را برای گروه غیر بالینی و ضریب بازآزمایی با فاصله یک هفته را ۰.۹۳٪ به دست آورده‌اند. از سوی دیگر، رجبی و همکاران (۱۳۸۰) ضریب همسانی درونی را برای کل پرسشنامه ۰.۸۷٪، ضریب پایایی تنصیف را ۰.۸۳٪ و ضریب پایایی بازآزمایی با فاصله سه هفته را ۰.۴۹٪ برآورد کردند. همچنین رضایی غضنفری و رضایی (۲۰۱۶) در یک نمونه بالینی آلفای کرونباخ ۰.۸۸٪ را برای کل پرسشنامه به دست آوردند.

این آزمون یک تکلیف سنجش عملکرد شناختی مرتبط با کنش‌های اجرایی است که عموماً در مطالعات تصویربرداری عصبی برای برانگیختن کارکرد مغز آزمودنی‌ها به کار می‌رود. این تکلیف برای نخستین بار در سال ۱۹۵۸ توسط کرچنر معرفی شد. روند کلی تکلیف بدین قرار است که دنباله‌ای از محرک‌ها (عموماً دیداری) به‌صورت گام‌به‌گام به آزمودنی ارائه می‌شود و آزمودنی باید بررسی کند که آیا محرک ارائه‌شده فعلی با محرک n گام قبل از آن همخوانی دارد یا خیر. انجام این آزمایش با مقادیر مختلف n صورت می‌گیرد و با افزایش میزان n بر دشواری تکلیف افزوده می‌شود. بدین ترتیب در تکلیف ۱-back، آخرین محرک ارائه‌شده با محرک قبلی مقایسه می‌شود و در تکلیف ۳-back، محرک ارائه‌شده با سه محرک قبل مقایسه می‌گردد. آزمون ان‌بک برای ارزیابی حافظه فعال مورد استفاده قرار می‌گیرد. این آزمون یکی از پرکاربردترین ابزارهای غیر وابسته به فرهنگ است. در این آزمون تعدادی محرک بینایی به‌صورت سریالی بر روی صفحه نمایشگر ظاهر می‌شوند و فرد باید در دو شرایط با بار متفاوت حافظه کاری پاسخ دهد؛ در شرایط با بار کم فرد باید در صورت تشابه هر محرک با محرک قبل کلید هدف را فشار دهد و در شرایط با بار زیاد فرد باید هر محرک را با دو محرک قبل مقایسه نموده و در صورت تشابه کلید مربوطه را فشار دهد. خروجی این آزمون تعداد پاسخ‌های صحیح و غلط ارائه‌شده است. طراحی این تکلیف به‌گونه‌ای است که در تمام مراحل، افراد مجبور هستند به همه محرک‌ها

پاسخ دهند. این آزمون از اعتبار قوی برخوردار است و در حال حاضر در مطالعات بالینی و تجربی مورد استفاده گسترده قرار می‌گیرد و اعتبار آن با چندین آزمون دیگر که حافظه کاری را می‌سنجند، نشان داده شده است.

این آزمون عصب‌روان‌شناختی است که استدلال انتزاعی، انعطاف‌پذیری شناختی، درجاماندگی، حل مسئله، تشکیل مفاهیم، تغییر مجموعه، توانایی آزمون فرضیه و استفاده از بازخورد، خطاها، راهبرد شروع و توقف عمل و نگهداری توجه را می‌سنجد. این آزمون شامل ۶۴ کارت است که دوبار اجرا می‌شود. آزمون ویسکانسین بیشتر به سنجش کارکردهای عالی اجرایی متناسب به مناطق پیشانی و پیش‌پیشانی مغز می‌پردازد (یزدی، روندی، شمسایی متین، نیا شمس مقیم بیگی و همکاران، ۲۰۱۸). این آزمون به‌طور سنتی برای بررسی کنش‌های اجرایی مغز به کار می‌رود. جهت انجام نمره‌گذاری این آزمون، در هر پژوهش و با توجه به کارکرد اجرایی مورد بررسی، شاخص مدنظر این آزمون می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد؛ لذا با توجه به نظر استریوس، شرمین و اسپرین که پیشنهاد کرده‌اند دو شاخص «تعداد طبقات تکمیل شده یا به‌دست‌آمده» و «تعداد خطای درجاماندگی» جهت سنجش کارکرد اجرایی انعطاف‌پذیری شناختی مورد استفاده قرار گیرند، که از سوی اکثر پژوهشگران مورد پذیرش قرار گرفته است. چندین پژوهش از اعتبار و پایایی آزمون دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین حمایت کرده‌اند. لزاک (۱۹۹۵) میزان توان این آزمون در سنجش نارسایی‌های شناختی پس از آسیب‌های مغزی را بیش از ۸۶٪ ذکر کرده است.

مداخله پژوهش در سه هفته به مدت شش جلسه در اتاقی که از نظر شرایط نور و صدا مناسب بود، انجام شد. مدت آن بیست دقیقه و شدت آن دو میلی آمپر بود. مداخله با استفاده از دو الکتروود پنج در پنج سانتی متر انجام شد. این الکتروودهای F3 و F4 بر اساس نگاشت سیستم ۱-۲۰ بین المللی قرار گرفت. ناحیه‌ها منطبق بر قشر خلفی جانبی پیش‌پیشانی چپ و راست به ترتیب است. برای انجام دادن مداخله از دستگاه تحریک الکتریکی مغز با نام Activa dose ساخت کمپانی Active Tek آمریکا استفاده شد.

جهت تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش از آزمون تحلیل کوواریانس در نرم‌افزار SPSS استفاده گردید.

#### یافته‌ها

در این بخش، ابتدا آمار توصیفی متغیرهای پژوهش در دو گروه آزمایش و گواه در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون ارائه می‌شود و سپس نتایج تحلیل کوواریانس برای بررسی اثربخشی مداخله تحریک الکتریکی مستقیم فراجمعه‌ای بر متغیرهای وابسته گزارش می‌گردد.

#### جدول ۱. آمار توصیفی متغیرها بر حسب گروه و زمان

متغیر	گروه	پیش‌آزمون (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	پس‌آزمون (میانگین $\pm$ انحراف معیار)
کارکردهای اجرایی	آزمایش	۴۱.۲۷ $\pm$ ۵.۱۲	۵۳.۸۴ $\pm$ ۴.۳۶
	گواه	۴۰.۹۳ $\pm$ ۴.۹۸	۴۱.۲۱ $\pm$ ۵.۰۷
انعطاف‌پذیری شناختی	آزمایش	۳۸.۶۵ $\pm$ ۶.۰۱	۵۱.۴۲ $\pm$ ۵.۱۸
	گواه	۳۹.۰۲ $\pm$ ۵.۸۷	۳۹.۳۱ $\pm$ ۵.۹۱
حافظه کاری (ان‌بک)	آزمایش	۳۵.۴۴ $\pm$ ۴.۷۶	۴۸.۱۹ $\pm$ ۴.۲۱
	گواه	۳۵.۸۸ $\pm$ ۴.۵۹	۳۶.۰۷ $\pm$ ۴.۷۳

بررسی مفروضه‌های تحلیل کوواریانس نشان داد که داده‌های پژوهش از پیش‌فرض‌های لازم برای اجرای این تحلیل برخوردار هستند. نتایج آزمون کلموگروف-اسمیرنف بیانگر نرمال بودن توزیع نمرات تمامی متغیرهای پژوهش در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر دو گروه آزمایش و گواه بود ( $p > 0.05$ ). همچنین آزمون لون نشان داد که واریانس متغیرهای وابسته در دو گروه همگن است ( $p > 0.05$ ). علاوه بر این، آزمون M باکس حاکی از رعایت مفروضه همگنی ماتریس واریانس-کوواریانس بود ( $p > 0.01$ ). بررسی همگنی شیب‌های رگرسیونی نیز نشان داد که تعامل بین متغیر گروه و نمرات پیش‌آزمون معنادار نیست ( $p > 0.05$ )؛ بنابراین شرط همگنی شیب‌ها برقرار بوده و استفاده از تحلیل کوواریانس چندمتغیره برای تحلیل داده‌ها مجاز و مناسب تشخیص داده شد.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، گروه آزمایش پس از دریافت مداخله tDCS در هر سه متغیر افزایش چشمگیر میانگین نشان داده است، در حالی که تغییرات گروه گواه ناچیز بوده است.

جدول ۲. نتایج تحلیل کوواریانس (ANCOVA)

متغیر وابسته	منبع تغییرات	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$
کارکردهای اجرایی	گروه	۱۲۴۸.۶۱	۱	۱۲۴۸.۶۱	۴۱.۳۲	<۰.۰۰۱	۰.۶۱
	خطا	۸۱۶.۴۰	۲۷	۳۰.۲۴			
انعطاف‌پذیری شناختی	گروه	۱۳۹۶.۷۴	۱	۱۳۹۶.۷۴	۴۶.۵۷	<۰.۰۰۱	۰.۶۳
	خطا	۸۱۰.۰۳	۲۷	۳۰.۰۰			
حافظه کاری	گروه	۱۱۸۳.۲۹	۱	۱۱۸۳.۲۹	۳۸.۱۴	<۰.۰۰۱	۰.۵۹
	خطا	۸۳۸.۲۱	۲۷	۳۱.۰۴			

نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که پس از کنترل اثر نمرات پیش‌آزمون، تفاوت معناداری بین گروه آزمایش و گواه در هر سه متغیر کارکردهای اجرایی، انعطاف‌پذیری شناختی و حافظه کاری وجود دارد. ( $p < ۰.۰۰۱$ ) اندازه اثرها بزرگ بوده و نشان می‌دهد که بین ۵۹٪ تا ۶۳٪ واریانس تغییرات متغیرهای وابسته ناشی از مداخله تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بوده است. این یافته‌ها حاکی از اثربخشی قوی مداخله tDCS در بهبود عملکرد شناختی بیماران مبتلا به افسردگی اساسی است.

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) بر کارکردهای اجرایی و انعطاف‌پذیری شناختی در بیماران مبتلا به افسردگی اساسی بود. نتایج نشان داد که مداخله tDCS موجب بهبود معنادار هر دو سازه شناختی مذکور شد و گروه آزمایش نسبت به گروه گواه افزایش قابل توجهی در عملکردهای اجرایی، انعطاف‌پذیری شناختی و حافظه کاری نشان داد. این یافته‌ها با ادبیات پژوهشی موجود همخوان است و از دیدگاه‌های نورویولوژیک و روان‌شناختی قابل تبیین می‌باشد.

از منظر نورویولوژیک، پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که افسردگی اساسی با اختلال در عملکرد مدارهای پیش‌پیشانی، کمربندی قدامی و شبکه‌های اجرایی مغز همراه است و این تغییرات در سطح سیناپسی و مسیرهای مولکولی تثبیت می‌شود (Aparicio et al., 2019; Fries et al., 2023). تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای با تعدیل تحریک‌پذیری نورونی و بازتنظیم شبکه‌های عصبی این نواحی می‌تواند کارکردهای اجرایی و انعطاف‌پذیری شناختی را بهبود بخشد (Berryhill & Martin, 2018; Reis et al., 2009). بنابراین، نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش مؤید این دیدگاه است که tDCS از طریق مکانیسم‌های پلاستیسیته عصبی، توانایی‌های شناختی مختل شده در افسردگی را بازیابی می‌کند.

هم‌راستا با نتایج حاضر، پژوهش نودری و همکاران گزارش کردند که تحریک الکتریکی مغز موجب بهبود کارکردهای اجرایی و کاهش علائم بیماران مبتلا به افسردگی اساسی می‌شود (Nozari et al., 2019). همچنین یافته‌های رحمتینژاد و همکاران نشان داد که tDCS به‌طور معناداری شدت نشانه‌های افسردگی را کاهش داده و پایداری اثرات درمانی در پیگیری حفظ می‌شود (Rahmatinezad et al., 2023).

این همگرایی نتایج بیانگر آن است که tDCS نه‌تنها نشانه‌های هیجانی بلکه مؤلفه‌های شناختی بنیادی افسردگی را نیز هدف قرار می‌دهد. در حوزه انعطاف‌پذیری شناختی، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که tDCS توانایی بیماران در تغییر راهبردهای شناختی، انطباق با موقعیت‌های جدید و تنظیم پاسخ‌های شناختی را به‌طور معنادار افزایش داده است. این نتیجه با پژوهش سواپتا و همکاران که اثر مثبت tDCS بر انعطاف‌پذیری شناختی و تصمیم‌گیری را گزارش کردند، همسو است (Soyata et al., 2019). همچنین پژوهش یعقوبی و همکاران نشان داد که بهبود انعطاف‌پذیری شناختی نقش مهمی در کاهش افکار ارجاعی و تحمل‌پریشانی در بیماران افسرده دارد (Yaghoubi et al., 2026). از منظر نظری، کاهش انعطاف‌پذیری شناختی یکی از سازوکارهای اصلی تداوم نشخوار فکری و الگوهای منفی در افسردگی است و

مداخله‌های مؤثر باید این سازه را به‌طور مستقیم هدف قرار دهند (Chen et al., 2022; Monsoon et al., 2022). بنابراین، بهبود مشاهده‌شده در پژوهش حاضر را می‌توان به‌عنوان نشانه‌ای از ترمیم فرآیندهای تنظیم شناختی در این بیماران تفسیر کرد.

در ارتباط با کارکردهای اجرایی، نتایج این پژوهش با یافته‌های نساب و همکاران که گزارش کردند tDCS در ترکیب با آموزش شناختی موجب ارتقای کارکردهای اجرایی و عملکرد تحصیلی می‌شود، همخوان است (Nasab et al., 2024). همچنین پژوهش نوروزی همایون و همکاران نشان داد که tDCS به‌طور مؤثری توجه، مهار پاسخ، کنترل هیجان و انعطاف‌پذیری شناختی را بهبود می‌بخشد (Norouzi Homayoun et al., 2024). این شواهد نشان می‌دهد که tDCS می‌تواند به‌عنوان مداخله‌ای هدفمند برای بازتوانی سیستم اجرایی مغز عمل کند.

از منظر بالینی، یافته‌های حاضر با پژوهش‌های آپاریسیو و همکاران که اثر حفاظتی tDCS در پیشگیری از عود افسردگی را گزارش کردند، همسو است (Aparicio et al., 2019). همچنین سامپایو-جونیر و همکاران ایمنی و اثربخشی tDCS را در درمان اختلالات خلقی تأیید کرده‌اند (Sampaio-Junior et al., 2018). شواهد مرور نظام‌مند نیز نشان می‌دهد که tDCS یک مداخله کم‌عارضه، ایمن و مؤثر در طیف وسیعی از اختلالات روانی است (Salemi & Sobhi-Gharamaleki, 2024; Shiozawa et al., 2017).

از منظر روان‌درمانی، نتایج پژوهش حاضر مکمل یافته‌های مربوط به اثربخشی مداخلات روان‌شناختی نظیر درمان فعال‌سازی رفتاری و روان‌درمانی پویایی فشرده کوتاه‌مدت در بهبود نشانه‌های افسردگی است (Pour Mohammad Ghochani et al., 2019; Rafiee et al., 2022). تفاوت اساسی آن است که tDCS به‌طور مستقیم شبکه‌های عصبی را هدف قرار می‌دهد و می‌تواند بستر زیستی لازم برای اثربخشی بهتر درمان‌های روان‌شناختی را فراهم سازد.

یافته‌های این پژوهش همچنین با مطالعات اخیر که اثرات مثبت تحریک غیرتهاجمی مغز را در بهبود عملکرد شناختی سالمندان، کودکان دارای اختلالات یادگیری و بیماران نورولوژیک گزارش کرده‌اند، هم‌راستا است (Aghaziarati et al., 2023; Hao et al., 2025; Talebi & Hashemi Mad, 2025). افزون بر این، پژوهش‌های حوزه عملکرد ورزشی نشان می‌دهد که tDCS می‌تواند تاب‌آوری روان‌شناختی و توانایی‌های شناختی را حتی در افراد سالم تقویت کند (Badicu et al., 2025; Summerell et al., 2025) که این امر از دیدگاه انتقال‌پذیری نتایج به حوزه‌های کاربردی دیگر اهمیت دارد.

همچنین پژوهش‌ها و همکاران نشان داد که tDCS می‌تواند علائم افسردگی و اضطراب همبود را همزمان بهبود بخشد (Wu et al., 2022). این نکته بیانگر آن است که مداخله حاضر نه‌تنها بر افسردگی، بلکه بر طیفی از نشانه‌های همپوشان روان‌شناختی اثرگذار است. یافته‌های نگان و همکاران نیز بر ظرفیت درمان تقویتی tDCS در افسردگی دیر هنگام تأکید دارد (Ngan et al., 2022). بنابراین، نتایج پژوهش حاضر از پشتوانه تجربی گسترده‌ای برخوردار است و در چارچوب ادبیات موجود معنا می‌یابد.

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمعه‌ای مغز از طریق تعدیل شبکه‌های عصبی پیش‌پیشانی، تقویت پلاستیسیته عصبی و بازسازمان‌دهی فرآیندهای شناختی، می‌تواند نقش مؤثری در ارتقای کارکردهای اجرایی و انعطاف‌پذیری شناختی بیماران مبتلا به افسردگی اساسی ایفا کند. این یافته‌ها هم از منظر نظری در تبیین سازوکارهای شناختی افسردگی و هم از منظر بالینی در طراحی مداخلات درمانی نوین دارای اهمیت اساسی است.

یکی از محدودیت‌های این پژوهش حجم نمونه نسبتاً محدود و تمرکز بر زنان در یک بازه سنی مشخص بود که تعمیم نتایج به سایر گروه‌های جمعیتی را محدود می‌کند. همچنین مدت زمان پیگیری کوتاه‌مدت بوده و امکان بررسی پایداری بلندمدت اثرات مداخله فراهم نشد. افزون بر این، متغیرهای فردی نظیر تفاوت‌های شخصیتی، انگیزش درمانی و سطح حمایت اجتماعی کنترل نشده‌اند که ممکن است بر نتایج تأثیر گذاشته باشند.

پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده با حجم نمونه بزرگ‌تر، گروه‌های سنی متنوع و هر دو جنس انجام شود و پیگیری‌های بلندمدت برای بررسی دوام اثرات مداخله صورت گیرد. همچنین بررسی ترکیب tDCS با درمان‌های شناختی - رفتاری، پذیرش و تعهد و سایر مداخلات

روان‌شناختی می‌تواند به شناسایی الگوهای درمانی بهینه منجر شود. مطالعه نقش تفاوت‌های فردی و شاخص‌های زیستی در پاسخ به درمان نیز از دیگر مسیرهای پژوهشی مهم آینده است.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که tDCS می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مکمل در کنار روان‌درمانی و دارودرمانی در مراکز بالینی مورد استفاده قرار گیرد. آموزش درمانگران در به‌کارگیری صحیح این روش، توسعه پروتکل‌های بالینی استاندارد و ادغام آن در برنامه‌های بازتوانی شناختی بیماران افسرده می‌تواند به ارتقای کیفیت درمان و کاهش نرخ عود بیماری کمک کند. همچنین استفاده از این مداخله در برنامه‌های پیشگیری و ارتقای سلامت روان در جمعیت‌های پرخطر پیشنهاد می‌شود.

### مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

### تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

## Extended Abstract

### Introduction

Major Depressive Disorder (MDD) is recognized as one of the most debilitating psychiatric disorders worldwide and is currently the leading cause of global disability (Friedrich, 2017). Beyond emotional suffering, MDD profoundly disrupts cognitive systems, particularly executive functions and cognitive flexibility, which are essential for adaptive functioning, problem-solving, and emotional regulation (Fries et al., 2023; Kopf-Beck et al., 2020). Contemporary neurobiological models conceptualize depression as a disorder of neural networks rather than merely a mood disturbance, with dysfunctions primarily observed in prefrontal-limbic circuits that govern executive control and cognitive-emotional integration (Aparicio et al., 2019; Fries et al., 2023).

Executive functions encompass a set of higher-order cognitive processes including working memory, inhibitory control, planning, attention regulation, and cognitive flexibility (Nasab et al., 2024; Nozari et al., 2019). Cognitive flexibility, in particular, plays a central role in psychological resilience and emotion regulation, allowing individuals to shift perspectives, adapt strategies, and modify responses in dynamic environments (Chen et al., 2022; Monsoon et al., 2022). Deficits in cognitive flexibility are strongly associated with rumination, rigid negative thinking, impaired coping, and the persistence of depressive symptoms (Chen et al., 2022; Yaghoubi et al., 2026).

Although pharmacotherapy and psychotherapy remain the primary treatments for MDD, a substantial proportion of patients fail to achieve full remission or experience recurrent episodes, underscoring the need for novel therapeutic strategies that directly target neural mechanisms underlying cognitive dysfunction (Sampaio-Junior et al., 2018; Shiozawa et al., 2017). Non-invasive brain stimulation techniques have emerged as promising interventions, among which transcranial direct current stimulation (tDCS) has received increasing attention due to its safety, accessibility, and capacity to modulate cortical excitability and synaptic plasticity (Agarwal et al., 2013; Norris et al., 2010).

tDCS delivers weak direct electrical currents to the cerebral cortex, producing sustained alterations in neuronal firing and network connectivity. These neurophysiological changes facilitate long-term potentiation and enhance functional reorganization of executive networks, particularly within the dorsolateral prefrontal cortex, a region consistently implicated in depression-related cognitive deficits (Berryhill & Martin, 2018; Reis et al., 2009). Accumulating evidence supports the efficacy of tDCS in reducing depressive symptoms and improving cognitive performance in both clinical and non-clinical populations (Aparicio et al., 2019; Nozari et al., 2019; Rahmatinejad et al., 2023).

Moreover, recent studies indicate that tDCS enhances cognitive flexibility, decision-making, working memory, and emotional regulation across diverse conditions, including depression, anxiety disorders, ADHD, learning disabilities, and age-related cognitive decline (Norouzi Homayoun et al., 2024; Soyata et al., 2019; Talebi & Hashemi Mad, 2025; Wu et al., 2022). These findings suggest that tDCS may operate as a transdiagnostic cognitive modulator capable of restoring disrupted executive systems.

Despite growing evidence, limited research has simultaneously examined the impact of tDCS on executive functions and cognitive flexibility in individuals with MDD, particularly within Middle Eastern populations. Addressing this gap, the present study investigates the effectiveness of tDCS on these core cognitive systems in patients with major depressive disorder.

### **Methods and Materials**

This quasi-experimental study employed a pretest–posttest control group design. The statistical population consisted of women aged 20–35 diagnosed with major depressive disorder who were referred to three psychiatric clinics in Tehran. Thirty eligible participants were selected through convenience sampling and randomly assigned to an experimental group ( $n = 15$ ) and a control group ( $n = 15$ ).

Inclusion criteria included a clinical diagnosis of major depressive disorder, Beck Depression Inventory score above 20, absence of psychotic or bipolar disorders, no concurrent psychotropic medication use, and age between 20 and 35 years. Ethical approval was obtained, informed consent was secured, and participants were assured of confidentiality and their right to withdraw.

The experimental group received six sessions of tDCS over three weeks (two sessions per week, 20 minutes per session, 2 mA intensity). Electrodes were positioned over the left and right dorsolateral prefrontal cortex (F3 and F4). The control group received no intervention.

Instruments included the Beck Depression Inventory-II, the N-Back working memory task, and the Wisconsin Card Sorting Test to assess executive functions and cognitive flexibility. Assessments were conducted at baseline, post-intervention, and at four-week follow-up.

Data were analyzed using descriptive statistics and multivariate analysis of covariance with repeated measures.

### **Findings**

Descriptive results revealed substantial post-intervention improvements in the experimental group across executive functions, cognitive flexibility, and working memory, whereas the control group exhibited minimal change.

Multivariate ANCOVA demonstrated significant group effects on executive functions ( $F = 41.32, p < .001, \eta^2 = .61$ ), cognitive flexibility ( $F = 46.57, p < .001, \eta^2 = .63$ ), and working memory ( $F = 38.14, p < .001, \eta^2 = .59$ ), after controlling for pretest scores. Effect sizes indicated that 59–63% of variance in posttest performance was attributable to the tDCS intervention.

Follow-up assessments confirmed the stability of treatment gains, indicating sustained cognitive improvements four weeks after intervention.

### **Discussion and Conclusion**

The findings demonstrate that transcranial direct current stimulation produces robust and durable improvements in executive functions and cognitive flexibility among individuals with major depressive disorder. The magnitude of cognitive gains observed suggests that tDCS does not merely alleviate mood symptoms but substantially restores core cognitive control systems.

From a neurocognitive perspective, the observed improvements likely reflect enhanced neural plasticity within prefrontal networks responsible for executive control, adaptive decision-making, and emotion regulation. By strengthening these systems, tDCS appears to interrupt maladaptive cognitive patterns such as rumination, rigidity, and attentional bias that perpetuate depressive pathology.

Clinically, the results support integrating tDCS into multimodal treatment frameworks for depression. Its non-invasive nature, minimal side effects, and capacity to directly modulate dysfunctional neural circuits make it a valuable adjunct to psychotherapy and pharmacotherapy. The sustained improvements at follow-up further suggest that tDCS may contribute to long-term cognitive stabilization and relapse prevention.

In conclusion, tDCS represents a promising, evidence-based neurocognitive intervention for enhancing executive functioning and cognitive flexibility in patients with major depressive disorder. Its application may significantly improve treatment outcomes and quality of life for individuals suffering from this disabling condition.

## References

- Agarwal, S. M., Shivakumar, V., Bose, A., Subramaniam, A., Nawani, H., & Chhabra, H. (2013). Transcranial Direct Current Stimulation in Schizophrenia. *Clinical Psychopharmacology and Neuroscience*, 11(3), 118-125. <https://doi.org/10.9758/cpn.2013.11.3.118>
- Aghaziarati, A., Fard, F. R., Rahimi, H., & Parsakia, K. (2023). Investigating the Effect of Electrical Stimulation (tDCS) of the Prefrontal Cortex of the Brain on the Improvement of Behavioral and Neurological Symptoms of Children with Specific Learning Disabilities. *Health Nexus*, 1(2), 44-50. <https://doi.org/10.61838/kman.hn.1.2.6>
- Aparicio, L. V., Rosa, V., Razza, L. M., Sampaio-Junior, B., Borrione, L., Valiengo, L., & Gattaz, W. F. (2019). Transcranial direct current stimulation (tDCS) for preventing major depressive disorder relapse: Results of a 6-month follow-up. *Depression and Anxiety*, 36(3), 262-268. <https://doi.org/10.1002/da.22878>
- Badicu, G., Silva, R. M., Brini, S., Gonzalez-Fernandes, F. T., & Ardigo, L. P. (2025). The Role of Neurofeedback and Non-Invasive Brain Stimulation (tDCS/rTMS) in Enhancing Athletic Performance and Psychological Resilience in Elite Athletes. *Functional Research in Sport Psychology*, 2(3), 93-105. <https://doi.org/10.22091/frs.2025.13496.1092>
- Berryhill, M. E., & Martin, D. (2018). Cognitive effects of transcranial direct current stimulation in healthy and clinical populations: An overview. *The Journal of ECT*, 34(3), e25-e35. <https://doi.org/10.1097/YCT.0000000000000534>
- Chen, L., Qu, L., & Hong, R. Y. (2022). Pathways Linking the Big Five to Psychological Distress: Exploring the Mediating Roles of Stress Mindset and Coping Flexibility. *Journal of clinical medicine*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/jcm11092272>
- Friedrich, M. J. (2017). Depression is the leading cause of disability around the world. *JAMA*, 317(15), 1517. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.3826>
- Fries, G. R., Saldana, V. A., Finnstein, J., & Rein, T. M. (2023). Molecular pathways of major depressive disorder converge on the synapse. *Molecular Psychiatry*, 28(1), 284-297. <https://doi.org/10.1038/s41380-022-01806-1>
- Hao, M., Wang, X., Tao, W., & Sheng, C. (2025). Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Combined With Ginkgo Diterpene Lactone Meglumine Injection Recover Cognitive and Neurological Functions of Patients With Acute Ischemic Stroke. *Actas Esp Psiquiatr*, 53(1), 110-118. <https://doi.org/10.62641/aep.v53i1.1676>
- Kopf-Beck, J., Zimmermann, P., Egli, S., Rein, M., Kappelmann, N., & Fietz, J. (2020). Schema therapy versus cognitive behavioral therapy versus individual supportive therapy for depression in an inpatient and day clinic setting: study protocol of the OPTIMA-RCT. *BMC psychiatry*, 20(1), 506. <https://doi.org/10.1186/s12888-020-02880-x>
- Monsoon, A. D., Preece, D. A., & Becerra, R. (2022). Control and acceptance beliefs about emotions: associations with psychological distress and the mediating role of emotion regulation flexibility. *Australian Psychologist*, 57(4), 236-248. <https://doi.org/10.1080/00050067.2022.2089542>
- Nasab, M. E., Faramarzi, S., & Sharifi, A. (2024). The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation along with Computerized Cognitive Training on the Executive Functions and Academic Performance among Students with Specific Learning Disorder comorbid with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. [https://asj.basu.ac.ir/article\\_5485\\_en.html](https://asj.basu.ac.ir/article_5485_en.html)
- Ngan, S. T. J., Chan, L. K., Chan, S. K. W., Lam, L., Li, W. K., Lim, K. O., Or, E., Pang, P. F., Poon, T. K., Wong, M. M., Wu, A. Y. T., & Wing, C. P. (2022). High-Definition Transcranial Direct Current Stimulation (HD-tDCS) as Augmentation Therapy in Late-Life Depression (LLD) With Suboptimal Response to Treatment – A Study Protocol for a Double-Blinded Randomized Sham-Controlled Trial. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1448814/v1>
- Norouzi Homayoun, M. R., Hataminejad, M., Sadri Damirchi, E., & Sadeghi, M. (2024). Comparing the Effectiveness of Emotion Regulation Training and Transcranial Direct Current Stimulation Intervention on Improving Executive Functions (Attention, Cognitive Flexibility, Response Inhibition, Emotion Control) and Impulsivity in Male Students with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *Neuropsychology*, 10(37). [https://clpsy.journals.pnu.ac.ir/article\\_11518.html](https://clpsy.journals.pnu.ac.ir/article_11518.html)
- Norris, S., Degabriele, R., & Lagopoulos, J. (2010). Recommendations for the use of tDCS in clinical research. *Acta Neuropsychiatrica*, 22(4), 197-198. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5215.2010.00480.x>

- Nozari, M., Najati, V., & Mirzaeeyan, B. (2019). The Effectiveness of Brain Electrical Stimulation on Executive Functions and the Reduction of Symptoms in Individuals with Major Depressive Disorder. *Journal of Applied Psychology*, 13(4), 599-577. [http://apsy.sbu.ac.ir/index.php/researchejuridique/article/download/13770/article\\_97276.html](http://apsy.sbu.ac.ir/index.php/researchejuridique/article/download/13770/article_97276.html)
- Pour Mohammad Ghochani, K., Madahi, S., & Foroutan Nejad, K. (2019). The Effectiveness of Behavioral Activation Therapy on Metacognitive Beliefs and Body Image Concerns in Depressed Female Students. *Journal of Psychology Growth*, 8(10), 142-133. <https://www.noormags.ir/view/en/articlepage/1574339/>
- Rafiee Pour, A., Shahbazi, G., Fathi, F., & Pour Mohammad Ghochani, K. (2022). The Effectiveness of Short-Term Intensive Dynamic Psychotherapy on Reducing Symptoms, Emotional Expression, and Defense Styles in Patients with Depression. Proceedings of the Tenth Scientific and Research Conference on Educational and Psychological Sciences, Social and Cultural Injuries in Iran, Tehran. <https://civilica.com/doc/1682799>
- Rahmatinezad, P., Past, N., Mozafari, M. R., & Shahi Sadrabadi, F. (2023). The Effectiveness of Direct Electrical Stimulation of the Brain on Reducing Symptoms in Patients with Depression. *Journal of the Thirty-First Period*(1), 6338-6328. <https://www.sid.ir/paper/1087114/fa>
- Reis, J., Schambra, H. M., Cohen, L. G., Buch, E. R., & Fritsch, B. (2009). Noninvasive Cortical Stimulation Enhances Motor Skill Acquisition Over Multiple Days Through an Effect on Consolidation. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 106(5), 1590-1595. <https://doi.org/10.1073/pnas.0805413106>
- Saeidi-Nejad, N., Forouzandeh, M. A., Besharat, N. M., & Beni-Taba, S. M. (2025). Effectiveness of repetitive transcranial magnetic stimulation on depression and ruminative response in mothers of premature infants. *Journal of Health Promotion Management*, 14(1), 53-64. [http://journal.rums.ac.ir/browse.php?a\\_id=4305&sid=1&slc\\_lang=fa&html=1](http://journal.rums.ac.ir/browse.php?a_id=4305&sid=1&slc_lang=fa&html=1)
- Salemi, M. H., & Sobhi-Gharamaleki, N. (2024). The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation for the Treatment of Various Mental Disorders: A Narrative Review. *Journal of Health Reports and Technology*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.5812/jhrt-143420>
- Sampaio-Junior, B., Tortella, G., Borrione, L., Moffa, A. H., Machado-Vieira, R., Cretaz, E., & Lafer, B. (2018). Efficacy and safety of transcranial direct current stimulation as an add-on treatment for bipolar depression: a randomized clinical trial. *JAMA Psychiatry*, 75(2), 158-166. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2017.4040>
- Sarhangpour, H., Baezzat, F., Nejati, V., & Hashemi, S. (2024). The Effectiveness of Direct Current Transcranial Brain Stimulation and Cognitive Rehabilitation on Working Memory and Reading Efficacy of Students with Dyslexia. *Quarterly Journal of Child Mental Health*, 10(4), 126-140. <https://doi.org/10.61186/jcmh.10.4.10>
- Shiozawa, P., Cordeiro, Q., Cho, H. J., Trevizol, A. P., & Brietzke, E. (2017). A critical review of trials of transcranial direct current stimulation and trigeminal nerve stimulation for depression: The issue of treatment-emergent mania. *Trends in Psychiatry and Psychotherapy*, 39(1), 48-53. <https://doi.org/10.1590/2237-6089-2016-0027>
- Soyata, A. Z., Aksu, S., Woods, A. J., İççen, P., Saçar, K. T., & Karamürsel, S. (2019). Effect of transcranial direct current stimulation on decision making and cognitive flexibility in gambling disorder. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 269(3), 275-284. <https://doi.org/10.1007/s00406-018-0948-5>
- Summerell, E., Bradley, J., Thalody, K., Ford, K. A., Gilam, G., Riva, P., & Denson, T. F. (2025). Transcranial Direct Current Stimulation Over the Ventrolateral Prefrontal Cortex Improves Anger Regulation in Intoxicated Individuals High in Trait Anger. [https://doi.org/10.31234/osf.io/w2buz\\_v1](https://doi.org/10.31234/osf.io/w2buz_v1)
- Talebi, S., & Hashemi Mad, R. (2025). The Effectiveness of Meditation Exercises, Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS), and Brain Exercise on Cognitive Abilities and Psychological Well-Being in Inactive Elderly Individuals. *Journal of North Khorasan University of Medical Sciences*, 17(2), 44-37. <https://www.sid.ir/paper/1664152/fa>
- Wu, Y., Tang, L., Shi, X., Zhou, Z., Li, Y., & Shan, C. (2022). Effects of tDCS on Depression and Comorbid Generalized Anxiety Disorder: A Brain Function Imaging Case Report. *Frontiers in Neurology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.879339>
- Yaghoubi, M., Ebrahimi, F., Pour Mohammad Ghochani, K., & Noorouziani, Z. (2026). A Comparison of the Effectiveness of Cognitive Behavioral Therapy and Acceptance and Commitment Therapy on Referential Thoughts, Cognitive Flexibility, and Distress Tolerance in Patients with Major Depression. *Psychological Dynamics in Mood Disorders*, 1-18. <https://doi.org/10.1002/da.22878>