Journal of Cognitive psychology

June 2019, Volume 7, Issue 1

# The Effectivness of Transcranial Direct Current Stimulation on Dorsolateral Prefrontal Cortex and Ventromedial Prefrontal Cortex on the Improvement of Delay-Discounting among Children with Attention Deficit and Hyperactivity Symptoms

Azin Sarraj Khorrami [1], Vahid Nejati [2 *]

[1] *MA of child and adolescent clinical Psychology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.*

[2*] *Associate Professor, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. Nejati@sbu.ac.ir*

**Citation**: Sarraj Khorrami A, Nejati V.The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation on Dorsolateral Prefrontal Cortex and Ventromedial Prefrontal Cortex on the Improvement of Delay-Discounting among Children with Attention Deficit and Hyperactivity Symptoms**.** **J**ournal of **C**ognitive **P**sychology. 2019; 7 (1):79-90. [Persian].

**Key words**
Transcranial Stimulation, Delay-Discounting, ADHD

**Abstract**

Children with ADHD syndrome compared to normal children, have defects in executive functions, including delay-discounting, which leads to prefering smaller and immediate gains rather than bigger and long-term ones and it would result in impulsive behaviors and decision making. The aim of this study was to show the effect of transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Dorsolateral Prefrontal Cortex (DLPFC) and Ventromedial Prefrontal Cortex (VMPFC) on the improvement of delay-discounting among children with Attention Deficit and Hyperactivity Symptoms. In this study, ۲۰ children with hyperactivity and attention deficit symptoms were selected by the availability sampling method and each of the subjects were randomly assigned to three conditions including: a) anodal stimulation of DLPFC and cathodal stimulation of VMPFC, b) anodal stimulation of VMPFC and cathodal stimulation of DLPFC, and c) pseudo-stimulation and assessed by the Delay-Discounting Task. The results of data analysis of variance with repeated measures showed that there is a significant difference in the performance of the subjects in the delay-discounting task, which was performed on different stimulation positions $p < 0/05$. In addition, Bonferroni post-hoc test results showed that anodal stimulation of VMPFC and cathodal stimulation of DLPFC compared with a reversed stimulation pattern, significantly improved delay-discounting.

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23455780.1398.7.1.4.2 ]

# تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم قشر خلفی‌خارجی و شکمی‌میانی پیش‌پیشانی بر بهبود ارزش آینده در کودکان با اختلال نقص‌توجه-بیش‌فعالی

**آذین سراج خرمی [۱]، وحید نجاتی [۲]**

۱.کارشناس ارشد روانشناسی بالینی کودک و نوجوان، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

۲. (نویسنده مسئول)، دانشیار، گروه روانشناسی بالینی و سلامت، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. Nejati@sbu.ac.ir

**تاریخ دریافت**

۱۳۹۷/۱۲/۲

**تاریخ پذیرش نهایی**

۱۳۹۸/۳/۱

**واژگان کلیدی**

تحریک الکتریکی، ارزش آینده، نقص‌توجه- بیش-فعالی

**چکیده**

کودکان با اختلال نقص‌توجه-بیش‌فعالی نسبت به کودکان عادی، به علت کژکارکردی قشر پیش‌پیشانی، نقص‌هایی در کارکردهای اجرایی از جمله ارزش آینده دارند که منجر می‌شود پاداش کوچک‌تر اما فوری را به پاداش بزرگ‌تر اما معطوف به آینده ترجیح دهند که این نکته نیز منجر به تصمیم‌گیری و رفتارهای تکانشی در آن‌ها می‌شود. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم قشر خلفی خارجی و شکمی میانی پیش‌پیشانی بر بهبود ارزش آینده در کودکان مبتلا به اختلال نقص‌توجه و بیش‌فعالی بود. در این پژوهش ۲۰کودک مبتلا به بیش‌فعالی و نقص‌توجه با روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و هر کدام از آزمودنی-ها به‌طور تصادفی در هر سه موقعیت: الف) تحریک قشر خلفی‌خارجی و مهار قشر شکمی‌میانی پیش‌پیشانی، ب) موقعیت مهار قشر خلفی خارجی و تحریک قشر شکمی میانی پیش‌پیشانی و ج) در نهایت در موقعیت شبه تحریک از طریق آزمون اثر دیرکرد پاداش مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تحلیل داده‌ها با استفاده از روش تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکررنشان داد که تفاوت معناداری بین عملکرد آزمودنی‌ها در آزمون اثر دیرکرد پاداش در موقعیت‌های مختلف تحریک وجود دارد $p<0/05$. همچنین نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که تحریک آُندی قشر شکمی-میانی و تحریک کاتُدی قشر خلفی-خارجی پیش‌پیشانی، در مقایسه با الگوی معکوس تحریک، ارزش آینده را به‌طور معناداری بهبود می‌بخشد.



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23455780.1398.7.1.4.2 ]

**مقدمه:**

اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی، یک عارضه عصبی-روانی است که کودکان، نوجوانان و بزرگسالان را در سراسر جهان به خود مبتلا می‌کند و مشخصه اصلی آن نقص توجه ( ناتوانی در ادامه دادن توجه)، تکانشگری، یا بیش-فعالی است. این اختلال در ۵ تا ۸درصد کودکان مدرسه-ای روی می‌دهد، و ۶۰ تا ۸۵درصد این کودکان در نوجوانی نیز به این اختلال مبتلا هستند و حداکثر ۶۰درصد نیز در بزرگسالی نشانه‌ها را خواهند داشت (سادوک[۱] و سادوک، ۲۰۱۵). این اختلال عصبی رشدی در سراسر جهان به‌ویژه ایران شیوع زیادی دارد (۵ تا ۱۰درصد در جهان و ۳ تا ۲۰درصد در ایران) (محمدپور و همکاران، ۲۰۱۸). طبق مطالعات شیوع آن در بین کودکان در مدارس ابتدایی شهر تهران، ۱۲/۷ درصد است که بعد از اختلال ناسازگاری، به‌عنوان شایع‌ترین مشکل شناخته شده است (نجاتی، ۱۳۹۱).

کودکان با اختلال نقص‌توجه-بیش‌فعالی مشکلات شناختی اساسی در زمینهٔ سرعت پردازش اطلاعات، حافظهٔ کاری و حافظهٔ بلند مدت دارند که این عناصر، نقش مهمی در تفکر و یادگیری دارند (مور[۲] و لدبتر[۳]، ۲۰۱۹). همچنین این اختلال ارتباط زیادی با افت تحصیلی، مشکلات بین فردی، بیماری روانی، رفتارهای پرخطر، تکانشی و بزهکاری دارد (لامبز[۴] و همکاران، ۲۰۱۹).

بر اساس یکی از برجسته‌ترین نظریه‌های عصب-روان‌شناختی اختلال نقص‌توجه-بیش‌فعالی، علائم این اختلال برخاسته از نقص در کارکردهای اجرایی‌ای است که به‌عنوان فرآیندهای عصب‌شناختی تعریف می‌شوند و یک رشته از مهارت‌های حل مسئلهٔ مناسب را برای رسیدن به هدف آینده، حفظ می‌کنند (ویلکات[۵] و همکاران، ۲۰۰۵). کارکردهای اجرایی به دو بعد شناخت سرد و شناخت گرم تقسیم می‌شوند (وارد[۶]، ۲۰۱۵). بعد سرد کارکردهای اجرایی مبتنی بر منطق و مستقل از هیجان است و شامل برنامه‌ریزی، انعطاف‌پذیری شناختی، حافظه‌کاری، خودنظارتی و مهار است (چن[۷] و همکاران، ۲۰۰۸). کارکردهای اجرایی گرم، درگیر هیجانات، امیال، انگیزش و پاداش هستند و شامل رفتارهایی هستند که نیازمند تصمیم‌گیری، (رویسر[۸] و سهاکیان[۹]، ۲۰۱۳) خود-تنظیمی و آگاهی هیجانی و همدلی هستند (مک‌دونالد[۱۰]، ۲۰۱۳). کارکردهای اجرایی، پایه‌های فرآیند پردازش اطلاعات انسان هستند و شامل مکانیسم‌های کنترل توجهی هستند که رفتارهای پیچیدهٔ درگیر در شروع، نظارت[۱۱] و برنامه‌ریزی را تقویت می‌کنند و همچنین در رفتارهای معطوف به هدف[۱۲] درگیر می‌شوند (سبنتی[۱۳] و همکاران، ۲۰۱۱). کژکارکردی‌های اجرایی در برخی مؤلفه‌ها مثل کنترل مهاری، برنامه‌ریزی، گوش‌به‌زنگی و حافظهٔ فعال نقش مهمی در علت عصب‌روان‌شناختی اختلال نقص‌توجه-بیش‌فعالی دارد (ویلکات و همکاران، ۲۰۰۵) و درمان‌های مبتنی بر این کارکردهای اجرایی که منجر به بهبود در عملکردهایی چون بازداری پاسخ و برنامه‌ریزی و حافظه‌کاری می‌شوند، علائم اختلال نقص-توجه-بیش‌فعالی را نیز کاهش می‌دهند (اصغری‌نکاح و عابدی، ۱۳۹۳).

اختلال نقص‌توجه-بیش‌فعالی با نقص‌هایی درکنترل تکانه، در طیف وسیعی از رفتارها نیز همراه است (مارتینلی[۱۴] و همکاران، ۲۰۱۷). تکانشگری به گرایشی اشاره دارد که در آن فرد درگیر رفتارهای نامناسب یا ناسازگار است. تکانشگری یک بعد از رفتار طبیعی است؛ اما سطح بالای آن نشان‌دهندهٔ بسیاری از اختلالات روانپزشکی از جمله اختلال بیش‌فعالی و نقص‌توجه و اختلال شخصیت مرزی است. از آن‌جایی که تکانشگری برای اشاره به رفتارهای

[۱] Sadock
[۲] Moore
[۳] Ledbetter
[۴] Lambez
[۵] Willcutt
[۶] Ward
[۷] Chan
[۸] Roiser
[۹] Sohakian
[۱۰] McDonald
[۱۱] monitoring
[۱۲] goal-directed behaviors
[۱۳] Scibinetti
[۱۴] Martinelli



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-02 ]
[ DOR: 20.1001.1.23455780.1398.7.1.4.2 ]

گوناگونی به‌کار می‌رود، از مجموعهٔ گسترده‌ای از مقیاس‌ها برای سنجیدن این مفهوم استفاده می‌شود که یکی از آن-ها آزمون «اثر دیرکرد پاداش» است (دویت،[۱] ۲۰۰۹).

اثر دیرکرد پاداش، یکی از کارکردهای شناختی گرم است که شامل پردازش‌های شناختی معطوف به هدف و آینده-گرا است که در بستری که هیجان، انگیزه و تنش بین پاداش فوری و پاداش با تأخیر ایجاد کند، فراخوانده می-شود و مقیاسی برای سنجش تکانشگری است. اثر دیرکرد پاداش درجه‌ای از ارزش ذهنی پاداش است که هنگام تأخیر کاهش می‌یابد به همین خاطر اصطلاح «ارزش آینده» را به‌کار می‌برند. در تکالیف مربوط به اثر دیرکرد پاداش، افراد باید بین پاداش کوچک‌تر و فوری با پاداش بزرگ‌تر اما با تأخیر، انتخاب کنند. مانند انتخاب دریافت ۵۰۰ دلار در امروز یا ۱۰۰۰ دلار در فردا (املانگ[۲] و همکاران، ۲۰۱۶) .

ارزش آینده توسط مناطق مغزی‌ای که مسئول کارکردهای اجرایی گرم هستند، میانجی‌گری می‌شود که یکی از مهم‌ترین این مناطق، قشر حدقه‌ای پیشانی می-باشد که نقش مهمی در رمزگشایی ارزش پاداش تعیین-شده (یا همان سود ذهنی مورد انتظار)، برای انتخاب گزینه‌ها دارد. و همچنین نقش مهمی در یکپارچه کردن آن با اطلاعات دیگر (مثل حالات درونی، شرایط فعلی و برنامه‌های آتی) دارد (ولز[۳] و همکاران، ۲۰۰۹). به‌طور خلاصه یک رشته از مناطق مغزی که فعالیت‌شان با ارزش‌گذاری گزینه‌ها، مرتبط است، به‌عنوان نواحی مغزی شناخته می‌شوند که درگیر برنامه‌ریزی و کنترل اهداف (ساختارهای پیش‌پیشانی)، حافظه ضمنی (ساختارهای آهیانه)، برانگیختگی هیجانی (آمیگدال) و ارزش‌گذاری (نواحی مخطط) هستند (فراست[۴] و مک ناتون،[۵] ۲۰۱۷).

تحریک الکتریکی مستقیم از روی جمجمه (تی دی سی اس)، یک روش ایمن و غیرتهاجمی برای تحریک قشر مغز با استفاده از جریان ضعیف الکتریکی (معمولا بین یک تا دو میلی آمپر)، بین دو الکترود (یعنی آنُد و کاتُد) روی جمجمه است که در مناطق قشری مورد هدف، جای‌گذاری می‌شود (نیچه و پالوس،[۷] ۲۰۱۱). تأثیر تی دی سی اس بر روی مغز به قطبی‌سازی[۸] بستگی دارد؛ بدین صورت که تحریک با الکترود آنُد از طریق قطبی-زدایی منجر به افزایش تحریک‌پذیری و میزان شلیک-پذیری نورونی می‌شود، در حالی‌که تحریک با الکترود کاتُد تأثیری معکوس دارد (استگ[۹] و نیچه، ۲۰۱۱). به دلیل تأثیرات نورونی‌ای که تی دی سی اس دارد، استفاده از آن برای سنجیدن رابطهٔ عملکردی بین ابعاد شناختی و رفتاری و جریان نورونی مرتبط به آن‌ها، افزایش یافته است (کافمن[۱۰] و همکاران، ۲۰۱۴).

به‌طور کلی تی دی سی اس یک روش غیر تهاجمی و ارزان قیمت و با استفادهٔ آسان است که برای اصلاح تحریک‌پذیری قشری به‌کار می‌رود. این تحریک‌پذیری تأثیرات معنی‌داری بر روی عملکردهای حرکتی، دیداری، حسی-حرکتی، توجهی و کارکردهای شناختی و هیجانی افراد مبتلا به اختلالات عصب‌شناختی و روانپزشکی دارد به همین دلیل منجر به افزایش استفاده در پژوهش‌های عصب‌روانشناسی و بالینی شده است (یوتزو[۱۱] همکاران، ۲۰۱۰).

با توجه به اینکه یکی از نقش‌های متصور برای تحریک الکتریکی مستقیم افزایش فعالیت ساختارهای مغزی است و تا کنون مقایسه اثر تحریک مناطق خلفی خارجی و شکمی میانی پیش‌پیشانی، بر بهبود ارزش آینده بررسی نشده است، سؤال پژوهش حاضر این است که آیا تفاوتی بین تحریک الکتریکی قشر خلفی خارجی و شکمی میانی پیش‌پیشانی برای بهبود ارزش آینده در کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی وجود دارد یا خیر.

## روش

### طرح پژوهش

**مطالعه حاضر از نوع کاربردی و یک کارآزمایی بالینی یک سو کور است**

[۱] De wit
[۲] Amlung
[۳] Volz
[۴] Frost
[۵] McNaughton

[۶] Nitsche
[۷] Paulus
[۸] polarity
[۹] Stagg
[۱۰] Coffman
[۱۱] Utz



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-02 ]
[ DOR: 20.1001.1.23455780.1398.7.1.4.2 ]

### جامعه، نمونه و روش نمونه‌گیری

جامعهٔ آماری این پژوهش را کلیهٔ کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه-بیش‌فعالی مراجعه‌کننده به کلینیک آینده، واقع در کرج در سال ۹۸-۹۷ تشکیل داده‌اند. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از نشانگان نقص توجه و بیش‌فعالی از طریق تشخیص روانپزشک، نتایج از حاصل از تحلیل پرسشنامهٔ کانرز (فرم والدین)، سن بین ۶ تا ۱۱ سال، راست دست بودن، عدم سابقهٔ تشنج، صرع، ضربه به سر، عمل جراحی سر و عدم ابتلا به سایر اختلالات روانپزشکی. نمونه‌گیری به‌صورت در دسترس انجام شد و منطق نمونه‌گیری بر اساس میانگین حجم نمونهٔ سه پژوهش مشابه است که در نهایت ۲۰ نفر از از میان مراجعان کلینیک آینده انتخاب شدند و پس از توضیح روند مداخله و تکمیل فرم رضایت‌نامه توسط والدین، وارد پژوهش شدند.

### ابزارهای پژوهش

#### پرسشنامهٔ کانرز

کانرز و همکاران (۱۹۹۹) پرسشنامهٔ تشخیصیِ کوتاهِ اختلال بیش‌فعالی-کم‌توجهی فرم والدین طراحی کرده‌اند و شامل ۲۶ آیتم یک تا چهار امتیازی است و لذا، نمره کل آزمون دامنه‌ای از ۲۶ تا ۱۰۴ خواهد داشت. اگر نمره کودک بالاتر از ۳۴ به دست بیاید، بیانگر اختلال نقص توجه است. پرسشنامه کانرز شامل پنج زیر مقیاس است که عبارتند از کم‌توجهی/ مشکل حافظه، بی‌قراری/ بیش-فعالی، بی‌ثباتی هیجانی/ تکانه‌ای بودن، مشکلات با تصور کلی از خود، شاخص بیش‌فعالی-کم‌توجهی. کانرز و همکاران (۱۹۹۹) پایایی این مقیاس را ۰/۹۰ گزارش نموده‌اند. مؤسسه علوم شناختی روایی این پرسشنامه را نیز ۰/۸۵ گزارش کرده است (علیزاده، ۱۳۸۴).

#### پرسشنامه سنجش اثرات جانبی تی دی سی اس

این پرسشنامه ۷ مورد از اثرات احتمالی‌ای را که تا به حال برای تی دی سی اس گزارش شده است، شامل می‌شود. این هفت مورد سردرد، سرگیجه، سوزش سر، خارش سر، احساس گیجی، خواب آلودگی و تهوع هستند. همچنین یک مورد با عنوان سایر به این گزینه‌ها اضافه شده است تا گزارش فردی که ممکن است غیر از این هفت مورد باشد، ثبت شود (شاه‌بابایی و همکاران۲۰۱۴).

#### آزمون اثر دیرکرد پاداش

این آزمون با هدف سنجش اثر دیرکرد پاداش، توسط کربی (۱۹۹۹)، طراحی و اعتباریابی شده است. در نسخهٔ کامپیوتری ۲۴ سؤالی این آزمون که برای کودکان ۶ تا ۱۲ سال متناسب است، باید بین یک گزینهٔ فوری اما کوچک و یک گزینهٔ باتأخیر اما بزرگ، انتخاب نماید. اگر فرد گزینهٔ کمتر و فوری را انتخاب کرد سؤال بعد از او پرسیده می‌شود. اما اگر گزینهٔ با تأخیر را انتخاب کرد مدت زمان تأخیر برای انتخاب بزرگ‌تر افزایش می‌یابد، تا زمانی که فرد گزینهٔ فوری را انتخاب نماید. در این مطالعه با بهره‌گیری از الگوی آزمون اثر دیرکرد پاداش، از تصاویر شکلات جهت پاداش فوری و باتأخیر برای کودکان استفاده شده است و کودکان در نهایت در مدت زمان ۵ دقیقه آزمون را تکمیل می‌کردند. پاداش کوچک ولی فوری یک شکلات و پاداش‌های بزرگ به ترتیب دو، پنج، ده، بیست شکلات در بازهٔ زمانی یک روز (فردا)، دو روز (پس فردا)، سه روز، پنج روز، یک هفته و یک ماه بود. برای نمره‌دهی این آزمون از فرمول $V = \frac{A}{1+KD}$ استفاده شد که در آن V برابر با ارزش پاداش کوچک ولی فوری، A برابر با ارزش پاداش بزرگ ولی با تأخیر و D نیز نشان دهندهٔ مدت زمان تأخیر پاداش است. k شاخص اثر دیرکرد پاداش است که با استفاده از این فرمول به دست می‌آید که هر چقدر میزان این شاخص پایین‌تر باشد، نشان دهندهٔ ترجیح بیشتر برای انتخاب‌های آینده و هر چقدر میزان آن بالاتر باشد، یعنی فرد انتخاب‌های فوری را ترجیح داده است (ماژور،۱۹۸۷). سیمپسون و واچینیچ (۲۰۰۰)، پایایی بازآزمون آن را ۰/۹ گزارش کرده‌اند، همچنین در ارتباط با روایی این آزمون، کربی و همکاران (۱۹۹۹)، همبستگی بالایی بین شاخص کا با تکانشگری شناختی، گزارش کرده‌اند.

#### دستگاه تحریک الکتریکی مستقیم از روی جمجمه (تی دی سی اس)

تحریک الکتریکی مستقیم از روی جمجمه، روش تحریک غیرتهاجمی است که در دهه‌های اخیر فهم روابط مغز و



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23455780.1398.7.1.4.2 ]

رفتار را به گونه‌ای متفاوت ممکن کرده است. در مطالعهٔ حاضر برای تحریک مغزی از دستگاه تحریک الکتریکی مغز (تی دی سی اس) فوکس استفاده شد. این دستگاه یک کانال دارد و شدت جریان آن از ۱ تا ۲ میلی آمپر قابل تنظیم است. همچنین قابلیت اعمال تحریک شم (شبه تحریک) را دارد و منبع جریان آن یک باتری قابل شارژ است.

## روش اجرای پژوهش

مطالعهٔ حاضر بر روی ۲۰ نفر از کودکان با اختلال نقص-توجه-بیش‌فعالی و به‌صورت یک‌سوکور انجام گرفت و هرکدام از افراد طی سه جلسه مورد ارزیابی قرار گرفتند. ابتدا روند اجرای آزمایش به‌طور کامل به افراد شرکت-کننده توضیح داده شد تا افراد در صورت تمایل و رضایت کامل والدین در آن شرکت نمایند. پس از توضیح مراحل اجرای آزمون و نحوه پاسخگویی به آن، الکترودها بر روی سر افراد جاگذاری شد. لپ‌تاپ با فاصله مناسب که فرد بتواند به راحتی به آزمون پاسخ دهد، قرار داده شد. آزمون به روش آنلاین یا هم‌زمان با اعمال تحریک الکتریکی مستقیمِ فراجمجمه‌ای مغز، انجام شد. بدین نحو که بعد از گذشت ۵ دقیقه از اعمال تحریک، زمان پاسخگویی به آزمون شروع می‌شد و در صورتی که مدت زمان ۱۵ دقیقه‌ای تحریک تمام می‌شد، اجرای آزمون تا پایان آن ادامه پیدا می‌کرد؛ چرا که اثرات تحریک تا دو ساعت پس از تحریک باقی می‌ماند.

برای جلوگیری از اثرات انتقال، هرکدام از جلسات با فاصله زمانی یک هفته از یکدیگر انجام شد. همچنین برای کنترل اثر یادگیری آزمون و ایجاد یک روش آزمایشی کنترل‌شده، ترتیب قرارگرفتن افراد در جلسات ارائه تحریک به‌صورت تصادفی، بدین صورت انجام شد که افراد از طریق قرعه‌کشی در هر جلسه یکی از انواع تحریک سه-گانه را به روش زیر دریافت می‌کردند: الف) تحریک آنُدی قشر خلفی-خارجی و تحریک کاتُدی قشر شکمی-میانی پیش‌پیشانی، ب) الگوی معکوس تحریک مناطق مغزی ذکر شده و ج) شبه تحریک به‌عنوان شرایط کنترل. لازم به ذکر است که جریان الکتریکی از نوع مستقیم با شدت ۱ میلی‌آمپر و مدت زمان ۱۵ دقیقه همراه با اجرای آزمون (آنلاین) بود.

## یافته‌ها

برای بررسی نتایج به‌دست آمده از آزمون اثر دیرکرد پاداش (ارزش‌آینده)، از روش تحلیل واریانس با اندازه-گیری‌های مکرر استفاده شد. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها نشان داد که ۸۰درصد آزمودنی‌ها پسر (۱۶ نفر) و ۲۰درصد دختر (۴)، با دامنه سنی ۶ تا ۱۲ سال، میانگین سنی ۸/۶۰ و انحراف معیار ۱/۵۶ می‌باشند. جدول۱ نتایج آمار توصیفی، و جدول۲، نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای بررسی اثر نوع تحریک بر شاخص کا (ارزش آینده) و جدول۳ نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی[1] را برای مقایسهٔ دو به دوی موقعیت‌ها نشان می‌دهد.

[1] Bonferroni



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23455780.1398.7.1.4.2 ]

جدول۱- آمار توصیفی شاخص کا، در هر سه موقعیت آند، کاتد و شم

| موقعیت | تحریک آند اف‌پی۲و تحریک کاتدی اف۳ M (SD) | تحریک آندی اف۳ و تحریک کاتدی اف‌پی۲ M (SD) | شبه‌تحریک M (SD) |
|---|---|---|---|
| کای ۲ شکلات | ۰/۵۳ (۰/۳۹) | ۰/۶۰ (۰/۴۰) | ۰/۵۰ (۰/۴۰) |
| کای ۵ شکلات | ۱/۷۳ (۱/۴۸) | ۱/۷۶ (۱/۶۲) | ۱/۸۶ (۱/۷۰) |
| کای ۱۰ شکلات | ۳/۳۰ (۳/۶۷) | ۴/۱۷ (۳/۸۸) | ۵/۴۲ (۳/۵۷) |
| کای ۲۰ شکلات | ۵/۳۵ (۶/۰۲) | ۹/۱۱ (۸/۱۷) | ۱۰/۴۲ (۷/۷۰) |
| شاخص کای کل | ۲/۶۹ (۲/۶۹) | ۳/۹۱ (۳/۲۰) | ۳/۹۵ (۲/۹۱) |

همانطور که در جدول۱ مشاهده می‌شود، در موقعیت تحریک قشر شکمی‌میانی و مهار قشر خلفی‌خارجی پیش-پیشانی (تحریک آند اف‌پی۲ و تحریک کاتدی اف۳) میانگین شاخص کا برای دو شکلات، پنج شکلات، ده شکلات، بیست شکلات و شاخص کایِ کل آزمونِ اثر دیرکرد پاداش به ترتیب عبارت است از ۰/۵۳، ۱/۷۳، ۳/۳۰ ، ۵/۳۵ و ۲/۶۹. همچنین در موقعیت تحریک آندی قشر خلفی‌خارجی و مهار قشر شکمی‌میانی پیش‌پیشانی (تحریک آند اف۳ و کاتد اف‌پی۲)، میانگین شاخص کا برای دو شکلات، پنج شکلات، ده شکلات، بیست شکلات و شاخص کایِ کل به ترتیب عبارت است از ۰/۶۰، ۱/۷۶، ۴/۱۷، ۹/۱۱ و ۳/۹۱ و نهایتاً در موقعیت شم (شبه تحریک) شاخص‌های کا به همین ترتیب برابر با ۰/۵۰، ۱/۸۶، ۵/۴۲، ۱۰/۴۲ و ۳/۹۵ است. همانطور که مشاهده می‌شود شاخص کا در موقعیت تحریک قشر شکمی‌میانی و مهار قشر خلفی‌خارجیِ پیش‌پیشانی نسبت به سایر موقعیت‌ها کمتر است که نشان‌دهندهٔ عملکرد بهتر در آزمونِ اثر دیرکردِ پاداش است. برای بررسی معناداری تفاوت‌های مذکور، از روش آماری تحلیل واریانس، با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد که نتایج آن در جدول۲ قابل ملاحظه است. پیش‌فرض‌های آزمونِ تحلیل واریانس، شامل نرمال بودن توزیع نمرات، مستقل بودن نمرهٔ هر آزمودنی از نمرهٔ افراد دیگر، فاصله‌ای بودن مقیاس اندازه-گیری و همگنی واریانس‌ها است. برای بررسی برقراری فرض کرویت داده‌ها، از آزمون ماچلی استفاده شد که نتایج معناداریِ آن برای متغیرهای کایِ ۲ شکلات، ۵ شکلات، ۱۰ شکلات، ۲۰ شکلات و شاخصِ کایِ کل به ترتیب، ۰/۴۳، ۰/۲۳، ۰/۸۶ و ۰/۱۴ به دست آمد که کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد و نشان می‌دهد که فرض کرویتِ داده‌ها برای متغیرهای آزمونِ اثر دیرکردِ پاداش، برقرار است.

**جدول۲. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای بررسی اثر نوع تحریک، بر شاخص کا (ارزش آینده)**

| شاخص آزمون | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | F | معناداری | مجذور اتا |
|---|---|---|---|---|---|---|
| کای ۲ شکلات | ۰/۱۰ | ۱/۸۳ | ۰/۰۵ | ۰/۵۵ | ۰/۵۶ | ۰/۰۲ |
| کای۵ شکلات | ۰/۱۹ | ۱/۷۴ | ۰/۱۱ | ۰/۰۹ | ۰/۸۸ | ۰/۰۰ |
| کای۱۰ شکلات | ۴۵/۳۹ | ۱/۷۴ | ۲۶/۰۷ | ۴/۱۷ | ٭۰/۰۲ | ۰/۱۸ |
| کای۲۰شکلات | ۲۷۶/۸۴ | ۱/۹۶ | ۱۴۰/۶۶ | ۵/۹۱ | ٭۰/۰۰ | ۰/۲۳ |
| شاخص کای کل | ۲۰/۳۴ | ۱/۶۷ | ۱۲/۱۶ | ۳/۴۹ | ۰/۰۵ | ۰/۱۵ |

همان‌طور که در جدول۲ مشاهده می‌شود تفاوت بین موقعیت‌های سه‌گانهٔ تحریک، برای شاخص کایِ ۲ شکلات و ۵ شکلات، به ترتیب ۰/۵۶ و ۰/۸۸ است که به معنای تأثیر نداشتنِ جلساتِ تحریک آندی و کاتدی قشر خلفی-خارجی و شکمی-میانی پیش‌پیشانی، برای بهبود ارزش آینده در این دو متغیر است. همچنین شاخص کایِ ۱۰ شکلات و ۲۰ به ترتیب ۰/۰۲ و ۰/۰۰ است که کوچکتر از ۰/۰۵ و معنادار می‌باشد. همچنین شاخص کایِ کل نیز ۰/۰۵ و نزدیک به معناداری است که نشان‌دهندهٔ تأثیر متفاوت جلساتِ مختلف تی دی سی اس و بهبود عملکرد آزمودنی‌ها در آزمون اثرِ دیرکرد پاداش است. برای مقایسهٔ دو به دوی موقعیت‌ها از آزمون تعقیبیِ بونفرونی استفاده شد که نتایج آن در جدول۳ ارائه شده است.



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23455780.1398.7.1.4.2 ]

جدول۳. نتایج آزمون بونفرونی برای بررسی تفاوت بین موقعیت‌های تحریک، برای شاخص‌های کا

| شاخص‌ها | مقایسه موقعیت‌ها | | تفاوت میانگین‌ها | خطای استاندارد | معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|
| کای ۱۰ شکلات | ۳AFP2/CF3 | AF3/CFP2 | -۰/۸۶ | ۰/۶۰ | ۰/۵۱ |
| | | شبه تحریک | -۲/۱۱ | ۰/۸۵ | ۰/۰۶ |
| | AF3/CFP2 | شبه تحریک | -۱/۲۵ | ۰/۷۲ | ۰/۳۰ |
| | | AFP2/CF3 | ۰/۸۶ | ۰/۶۰ | ۰/۵۱ |
| | شبه تحریک | AF3/CFP2 | ۱/۲۵ | ۰/۷۲ | ۰/۳۰ |
| | | AFP2/CF3 | ۲/۱۱ | ۰/۸۵ | ۰/۰۶ |
| کای ۲۰شکلات | AFP2/CF3 | AF3/CFP2 | -۳/۷۶ | ۱/۴۶ | ۰/۰۵ |
| | | شبه تحریک | -۵/۰۶ | ۱/۶۲ | ٭۰/۰۱ |
| | AF3/CFP2 | شبه تحریک | -۱/۳۰ | ۱/۴۹ | ۱ |
| | | AFP2/CF3 | ۳/۷۶ | ۱/۴۶ | ۰/۰۵ |
| | شبه تحریک | AF3/CFP2 | ۱/۳۰ | ۱/۴۹ | ۱ |
| | | AFP2/CF3 | ۵/۰۶ | ۱/۶۲ | ٭۰/۰۱ |
| شاخص کای کل | AFP2/CF3 | AF3/CFP2 | -۱/۲۱ | ۰/۴۰ | ٭۰/۰۲ |
| | | شبه تحریک | -۱/۲۵ | ۰/۶۰ | ۰/۱۵ |
| | AF3/CFP2 | AFP2/CF3 | ۱/۲۱ | ۰/۴۰ | ٭۰/۰۲ |
| | | شبه تحریک | -۰/۰۴ | ۰/۵۸ | ۱ |
| | شبه تحریک | AFP2/CF3 | ۱/۲۵ | ۰/۶۰ | ۰/۱۵ |
| | | AF3/CFP2 | ۰/۰۴ | ۰/۵۸ | ۱ |

در جدول۳ میانگین سه موقعیت تحریک و مقایسه دو به دوی موقعیت‌های تحریک آند، کاتد و شم را می‌توان مشاهده کرد و همان‌طور که مشخص است برای شاخص کای ۱۰ شکلات بین موقعیت تحریک قشر شکمی‌میانی و مهار قشر خلفی‌خارجی پیش‌پیشانی (آند اف‌پی۲ :AFP2 و کاتد اف۳:CF3) با موقعیت شبه تحریک (شم)، ۰/۰۶ و نزدیک به معناداری است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که بین تحریک شم با تحریک قشر شکمی‌میانی و مهار قشر خلفی‌خارجی پیش‌پیشانی (آند اف‌پی۲ و کاتد اف۳)، برای کای ۲۰ شکلات، تفاوت معناداری وجود دارد که مقایسهٔ میانگین آن‌ها نشان‌دهندهٔ بهبود عملکرد در موقعیت تحریک آند اف‌پی۲ و مهار اف۳ نسبت به



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23455780.1398.7.1.4.2 ]

موقعیت شم است. در نهایت مقایسه دو به دوی موقعیت‌ها برای شاخص کایِ کل، بیانگر تفاوت معنادار بین دو موقعیت تحریکِ قشر شکمی‌میانی و مهار قشر خلفی-خارجیِ پیش‌پیشانی (آند اف‌پی۲ و کاتد اف۳) با موقعیت تحریک معکوس آن است و بررسی نتایج میانگین آن‌ها نشان می‌دهد که عملکرد در موقعیت تحریک قشر شکمی‌میانی و مهار قشر خلفی‌خارجی پیش‌پیشانی (آند اف‌پی۲ و کاتد اف۳) بهتر است.

**بحث و نتیجه‌گیری:**

مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی اثر تحریک الکتریکی مستقیم قشر خلفی‌خارجی و شکمی‌میانیِ پیش‌پیشانی بر بهبودِ ارزش آینده در کودکان با اختلال نقص‌توجه-بیش-فعالی انجام شد. برای این منظور دو قشر مذکور به مدت ۱۵ دقیقه، تحریک آند، کاتد و شم را در سه جلسه با شدت جریان ۱ میلی‌آمپر دریافت کردند و پس از گذشت پنج دقیقه از شروع تحریک، آزمودنی‌ها با آزمون اثرِ دیرکردِ پاداش ارزیابی شدند. هدف بررسی تفاوت موقعیت تحریک آندی و کاتدی و شبهِ تحریک بود.

همان‌طور که نتایج حاصل از تحلیل آماری نشان می‌دهد بین کای ده شکلات و بیست شکلات این آزمون در سه موقعیت تحریک، تفاوت معناداری وجود دارد و هنگامی که آزمودنی‌ها در ناحیهٔ شکمی‌میانیِ پیش‌پیشانیِ تحریک، آند و در ناحیهٔ خلفی‌خارجیِ پیش‌پیشانیِ تحریک، کاتد دریافت کردند، عملکردشان در آزمونِ اثرِ دیرکردِ پاداش، نسبت به موقعیت شم بهبود پیدا کرد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تحریک الکتریکیِ مستقیم از روی جمجمه، در ناحیهٔ قشر خلفی‌خارجی و شکمی‌میانیِ پیش‌پیشانی، بر بهبود ارزش آینده در کودکانِ با اختلال نقص‌توجه-بیش‌فعالی تأثیر دارد.

همچنین بررسی نتایج نشان داد که هنگامی که آزمودنی-ها با آزمون اثرِ دیرکردِ پاداش در موقعیت‌های مختلفِ تحریکِ دوقطبی ارزیابی شدند، بین شاخص میانگین کا در موقعیت‌های گوناگونِ تحریک، تفاوت معناداری وجود دارد و هنگامی که آزمودنی‌ها در ناحیهٔ شکمی‌میانیِ تحریک کاتد و در ناحیهٔ خلفی‌خارجی پیش‌پیشانی، تحریک کاتد دریافت کرده‌اند، نسبت به الگوی معکوس تحریکِ آن، عملکردشان در آزمون اثرِ دیرکردِ پاداش، بهبود یافته است. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که بین تحریک قشر خلفی‌خارجی و شکمی‌میانی پیش‌پیشانی در بهبود ارزش آینده در کودکانِ با اختلال نقص‌توجه-بیش-فعالی، تفاوت وجود دارد و قشر شکمی‌میانی پیش‌پیشانی، عملکرد ارزش آینده را که یک شناخت گرم است، میانجی‌گری می‌کند.

همسو با نتایج پژوهش حاضر، می‌توان به مطالعهٔ هچ و همکاران (۲۰۱۳) در رابطه با تأثیر تحریک الکتریکیِ مستقیم مغز، بر روی اثر دیرکرد پاداش، اشاره کرد. در مطالعهٔ هچ و همکاران آزمودنی‌ها سه جلسه تحریک واقعی و شم در ناحیه‌ی قشر خلفی‌خارجی راست و چپ، دریافت کردند و با آزمون اثر دیرکردِ پاداش، ارزیابی شدند و نتایج آن نشان داد که افزایش فعالیتِ قشر خلفی‌خارجیِ چپ، به همراه کاهش فعالیت قشر خلفیِ خارجیِ راست، منجر به افزایش انتخاب‌های فوری، در افراد سالم می‌شود که این نتایج فقط برای پاداش‌های بزرگتر معنادار بود و تفاوتی بین نتایج افراد برای پاداش‌های کوچک نبود و این نتیجه گرفته شد که جلسات گوناگونِ تحریک، ارزش ذهنی پاداش را تنها برای پاداش‌های بزرگ، تحت تأثیر قرار می‌دهند. این نتیجه همسو با پژوهش حاضر است و تبیین‌کنندهٔ علت معنادار نشدن نتایج برای میزان کای دو و پنج شکلات (پاداش‌های کوچک) و تأثیر داشتن جلسات تحریک، برای شاخص کای ده و بیست شکلات (پاداش-های بزرگ) است.

شاه‌بابایی و همکاران (۲۰۱۴)، نیز در مطالعه‌ای به بررسی اثر تی دی سی اس بر ولع مصرف متامفتامین در بیماران پرهیزمدار وابسته به متامفتامین پرداختند و دریافتند که تحریک قشر خلفی‌خارجیِ پیش‌پیشانیِ راست، منجر به کاهش ولعِ مصرفِ متامفتامین در افراد شد. یعنی افزایش فعالیت این قشر که از جملهٔ نواحی تأثیرگذار برای تکالیفِ شناختیِ گرم است، منجر به کنترل تکانه برای دستیابی به لذت فوری شد. پژوهش هی[1] و همکاران (۲۰۱۶) هم نشان داد که تحریک الکتریکیِ مستقیمِ قشر خلفی‌خارجیِ راست، منجر به بهبود عملکرد افراد در آزمون اثرِ دیرکردِ پاداش می‌شود. نتایج مطالعهٔ فرگنی و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان داد که مهار قشر خلفی‌خارجیِ چپ منجر به

[1] He



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23455780.1398.7.1.4.2 ]

کاهش ولع خوردن می‌شود و اثرات تی دی سی اس در ولعِ غذا می‌تواند به علت فعالیت مدارهای عصبی مرتبط با پاداش و تصمیم‌گیری باشد که یافته‌های پژوهش‌های ذکرشده همسو با نتایج مطالعهٔ حاضر است. یافته‌های مطالعات ذکرشده همسو با نتایج پژوهش حاضر است با این تفاوت که در آن‌ها قشرِ خلفی‌خارجیِ پیش‌پیشانیِ راست، به‌عنوان ناحیه‌ای که مسئول شناخت گرم است و قشر خلفی‌خارجیِ پیش‌پیشانیِ چپ، به‌عنوان قشرِ میانجی‌کنندهٔ شناختِ سرد مورد بررسی قرار گرفته است که طبق نتایج، به ترتیبِ تحریک آندی و کاتدی قشرِ خلفی‌خارجیِ راست و چپ، منجر به بهبودی در ارزش آینده؛ یعنی کنترل تکانه و توانایی به تعویق انداختنِ انتخاب‌های فوری شده است. همچنین هیچ‌کدام از این مطالعات فعالیت قشر شکمی‌میانیِ پیش‌پیشانی را به‌عنوان ناحیه‌ای که شناخت گرم را میانجی‌گری می‌کند، بررسی نکرده‌اند که در این مطالعه فعالیت این قشر و تفاوتِ فعالیتِ هر دو قشرِ خلفی‌خارجی و شکمی‌میانی در میزان درگیر بودن‌شان برای تکلیفِ ارزشِ آینده نیز بررسی شده است.

به‌طور کلی با توجه به مطالعات ذکرشده و پژوهش حاضر، در تبیین نتایج این مطالعه می‌توان گفت که تحریک الکتریکی مستقیم قشر شکمی‌میانی و مهار قشر خلفی-خارجیِ پیش‌پیشانی، می‌تواند منجر به بهبودی در ارزشِ آینده شود و از عواقب نامطلوبی که در اثر میزان نابهنجار این مؤلفه در کودکان با اختلالِ نقص‌توجه-بیش‌فعالی ایجاد می‌شود، جلوگیری کند. به‌طور خلاصه ادبیات کنونی نشان می‌دهد که کم‌ارزش تلقی کردنِ ارزش آینده، می‌تواند هم علت و هم ناشی از رفتارهای اعتیادآور باشد و در نتیجه در صورت عدم مداخلهٔ درمانی ممکن است باعث ایجاد یک حلقهٔ معیوب در فرد شود. پس با توجه به نتایج، قشر شکمی-میانیِ پیش‌پیشانی، مسئول شناختِ گرم است و بدکارکردی و کم بودن فعالیتِ ناحیهٔ مذکور در کودکان مبتلا به این اختلال که باعث افزایش تصمیم‌های تکانه‌ای و در نظر نگرفتن آینده می‌شود، می‌تواند از طریق تحریک الکتریکی مستقیم از روی جمجمه بهبود یابد و باعث بهبود ارزشِ آینده در این کودکان شود. بهبودی ارزش آینده در این کودکان تکانشگری را که یکی از نشانه‌های اساسی و مشکل‌ساز در این کودکان است و پیامدهای نامطلوب فراوانی به وجود می‌آورد، کاهش می‌دهد. همچنین با توجه به یافته‌ها، بین قشر شکمی-میانی و خلفی‌خارجیِ پیش‌پیشانی در میانجی‌گری تکالیف مربوط به ارزش آینده، تفاوت وجود دارد که این تفاوت به خاطر نقش قشرِ شکمی‌میانیِ پیش‌پیشانی، در میانجی-گری تکالیف مربوط به شناخت گرم از قبیل ارزش آینده و قشر خلفی-خارجی مسئول تکالیف شناختی سرد است مانند حافظه‌کاری استپس باید هنگام طرح‌ریزی مداخلات درمانی، با در نظر گرفتن گرم و سرد بودن مؤلفه‌ای که قصد تغییر آن را داریم، مداخلاتی طراحی کرد که مستقیما بر روی قشر مغزی مربوط به خود تأثیرگذار باشند.

**محدودیت‌ها:**

-کانونیت کمِ دستگاه، از جمله محدودیت‌هایی است که مطرح می‌شود. این دستگاه به‌گونه‌ای طراحی نشده است که فقط منطقهٔ مورد نظر را تحریک کند؛ بلکه نواحی نزدیک منطقهٔ هدف را نیز درگیر می‌کند.

- در اکثر مطالعات انجام شده با تی دی سی اس، از شدت جریان ۲ میلی‌آمپر استفاده شده است و از این شدت جریان به عنوان شدت مطلوب یاد می‌شود؛ اما در پژوهش حاضر به دلیل کودک بودنِ جمعیت هدف، از شدت جریان ۱ میلی‌آمپر استفاده شد.

پیشنهادات:

- استفاده از نسخه‌های دیگر آزمونِ اثرِ دیرکرد پاداش، مانند نسخهٔ استفاده از پول به جای شکلات.

- تحریک مناطق مغزی دیگر، مثل قشر خلفی‌خارجیِ راست که در شناختِ گرم نقش دارند نیز از دیگر پیشنهادات پژوهشی است.

**تشکر و قدردانی:**

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد می‌باشد. بدین وسیله از تمامی افرادی که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از مرکز پژوهشی علوم اعصاب شناختیِ رفتار که ابزارهای مطالعه را در اختیار محققین قرار دادند، تشکر می‌گردد.



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23455780.1398.7.1.4.2 ]

## منابع


Alizade, H. (2005). Theoretical Explanation of Attention Deficit / Hyperactivity Disorder: Behavioral Inhibition Model and the Nature of Self-Control. Journal of Exceptional Children, 17(3).[Persian]

Amlung, M., Petker, T., Jackson, J., Balodis, I., & MacKillop, J. (2016). Steep discounting of delayed monetary and food rewards in obesity: a meta-analysis. Psychological Medicine, 46(11): 2423-34.

Asgari Nekah, S. M. and Z. Abedi (2014). "The Effectivness of Executive Functions based Play Therapy on improving Response Inhibition,planning and working memory in children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder." Journal of Cognitive Psychology .٤١-٥١(١).[Persian]

Chan, R. C., Shum, D., Toulopoulou, T., & Chen, E. Y. (2008). Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. Archives of clinical neuropsychology, 23(2): 201-16 .

Coffman, B.A., Clark, V. P., & Parasuraman, R. (2014). Battery powered thought: enhancement of attention, learning, and memory in healthy adults using transcranial direct current stimulation. Neuroimage, 85: ٨٩٥-٩٠٨ .

Conners, C.K., Erhardt, D., & Sparrow, E.P. (1999). Conners' adult ADHD rating scales (CAARS): technical manual.

De Wit, H. (2009). Impulsivity as a determinant and consequence of drug use: a review of underlying processes. Addiction biology, 14(1): 22-31.

Fregni, F., Orsati, F., Pedrosa, W., Fecteau, S., Tome, F.A., Nitsche, M.A., . Boggio, P.S. (2008). Transcranial direct current stimulation of the prefrontal cortex modulates the desire for specific foods. Appetite, 51(1): 34-41.

Frost, R., & McNaughton, N. (2017). The neural basis of delay discounting: A review and preliminary model. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 79: 48-65 .

He, Q., Chen, M., Chen, C., Xue, G., Feng, T., & Bechara, A. (2016). Anodal stimulation of the left DLPFC increases IGT scores and decreases delay discounting rate in healthy males. Frontiers in psychology, 7, 1421 .

Hecht, D., Walsh, V., & Lavidor, M. (2013). Bi-frontal direct current stimulation affects delay discounting choices. Cognitive neuroscience, 4(1): 7-11 .

Kirby, K.N., Petry, N.M., & Bickel, W.K. (1999). Heroin addicts have higher discount rates for delayed rewards than non-drug-using controls. Journal of Experimental psychology: general, 128(1): 78.

Lambez, B., Harwood, A., Golumbic, E.Z., & Rassovsky,Y.(2019). Non-pharmacological interventions for cognitive difficulties in ADHD: A systematic review and meta-analysis. Journal of psychiatric research.

Martinelli, M.K., Mostofsky, S. H., & Rosch, K.S. (2017). Investigating the impact of cognitive load and motivation on response control in relation to delay discounting in children with ADHD. Journal of abnormal child psychology, 45(7): 1339-53 .

Mazur, J.E. (1987). An adjusting procedure for studying delayed reinforcement. Commons, ML.; Mazur, JE.; Nevin, JA, 55-73 .

McDonald, S. (2013). Impairments in social cognition following severe traumatic brain injury. Journal of the International Neuropsychological Society, 19(3): 231-46 .

Mohammadpour, N., Jazayeri, S., Tehrani-Doost, M., Djalali, M., Hosseini, M.,




[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23455780.1398.7.1.4.2 ]

Effatpanah, M., ... & Karami, E. (2018). Effect of vitamin D supplementation as adjunctive therapy to methylphenidate on ADHD symptoms: A randomized, double blind, placebo-controlled trial. Nutritional neuroscience, 21(3): 202-9.

Moore, A.L., & Ledbetter, C. (2019). The Promise of Clinician-Delivered Cognitive Training for Children Diagnosed with ADHD.

Nejati, V. (2012). Prevalence of behavioral problems in elementary students In Tehran province. Iranian Journal of Medical Sciences Organization, 30(2): 162-7.[Persian]

Nitsche, M.A., & Paulus, W. (2011). Transcranial direct current stimulation–update 2011. Restorative neurology and neuroscience, 29(6): 463-92.

Roiser, J.P., & Sahakian, B. J. (2013). Hot and cold cognition in depression. CNS spectrums, ۱۸(۳): ۱۳۹-۴۹ .

Sadock, B., & Sadock, V. (2015). Kaplan & Sadock's synopsis of psychiatry behavioral sciences/clinical psychiatry.

Scibinetti, P., Tocci, N., & Pesce, C. (2011). Motor creativity and creative thinking in children: The diverging role of inhibition. Creativity Research Journal, 23(3): 262-72.

Shahbabaie, A., Golesorkhi, M., Zamanian, B., Ebrahimpoor, M., Keshvari, F., Nejati, V., Ekhtiari, H. (2014). State dependent effect of transcranial direct current stimulation (tDCS) on methamphetamine craving. International Journal of Neuropsychopharmacology, 17(10): ۱۵۹۱-۸.

Simpson, C.A., & Vuchinich, R.E. (2000). Reliability of a measure of temporal discounting. The Psychological Record, 50(1): 3-16.

Stagg, C.J., & Nitsche, M.A. (2011). Physiological basis of transcranial direct current stimulation. The Neuroscientist, 17(1): 37-53.

Utz, K.S., Dimova, V., Oppenländer, K., & Kerkhoff, G. (2010). Electrified minds: transcranial direct current stimulation (tDCS) and galvanic vestibular stimulation (GVS) as methods of non-invasive brain stimulation in neuropsychology—a review of current data and future implications. Neuropsychologia, 48(10): 2789- 810.

Volz, K.G., & von Cramon, D.Y. (2009). How the orbitofrontal cortex contributes to decision making—a view from neuroscience. Progress in brain research, 174: 61-71.

Ward, J. (2015). The student's guide to cognitive neuroscience. Psychology Press.

Willcutt, E.G., Doyle, A.E., Nigg, J.T., Faraone, S. V., & Pennington, B.F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. Biological psychiatry, 57(11): 1336-46.



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ DOR: 20.1001.1.23455780.1398.7.1.4.2 ]