

Accepted Manuscript

Accepted Manuscript (Uncorrected Proof)

**Title: Impact of Transcranial Alternating Current Stimulation (tACS) on Response Inhibition and sustained attention in athletes with ADHD**

**Authors: F Amouzadeh, A Bahrami, R Rostami, A MoghadamZadeh, M RahimZadeh**

**Corresponding: AliReza Bahrami, Arak University, Tehran, Iran.\***

**To appear in: Sport Psychology**

This is a “Just Accepted” manuscript, which has been examined by the peer-review process and has been accepted for publication. A “Just Accepted” manuscript is published online shortly after its acceptance, which is prior to technical editing and formatting and author proofing. Journal of Sport Psychology provides “Just Accepted” as an optional service which allows authors to make their results available to the research community as soon as possible after acceptance. After a manuscript has been technically edited and formatted, it will be removed from the “Just Accepted” Website and published as a published article. Please note that technical editing may introduce minor changes to the manuscript text and/or graphics which may affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.



دانشکده علوم ورزشی و تندرستی  
دانشگاه شهید بهشتی

# روانشناسی ورزش

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

عنوان: اثربخشی تحریک الکتریکی فرا مجموعه‌ای جریان متناوب بر بازسازی پاسخ و توجه مداوم ورزشکاران بیش فعال/نقص توجه

نویسندگان: فرشته عموزاده، علیرضا بهرامی، رضا رستمی، علی مقدم زاده، مهدی رحیم زاده

\*نویسنده مسئول: علیرضا بهرامی

نشریه: روان‌شناسی ورزش



این نسخه «پذیرفته شده پیش از انتشار» مقاله است که پس از طی فرآیند داوری، برای چاپ، قابل پذیرش تشخیص داده شده است. این نسخه در مدت کوتاهی پس از اعلام پذیرش به صورت آنلاین و قبل از فرآیند ویراستاری منتشر می‌شود. نشریه روان‌شناسی ورزش گزینۀ «پذیرفته شده پیش از انتشار» را به عنوان خدمتی به نویسندگان ارائه می‌دهد تا نتایج آنها در سریع‌ترین زمان ممکن پس از پذیرش برای جامعه علمی در دسترس باشد. پس از آنکه مقاله‌ای فرآیند آماده‌سازی و انتشار نهایی را طی می‌کند، از نسخه «پذیرفته شده پیش از انتشار» خارج و در یک شماره مشخص در وبسایت نشریه منتشر می‌شود. شایان ذکر است صفحه‌آرایی و ویراستاری فنی باعث ایجاد تغییرات صوری در متن مقاله می‌شود که ممکن است بر محتوای آن تأثیر بگذارد و این امر از حیثه مسئولیت دفتر نشریه خارج است.

نسخه پیش از انتشار

## Abstract

**Purpose:** This study aimed to investigate the effect of Transcranial Alternating Current Stimulation (tACS) on Response Inhibition and sustained attention in athletes with ADHD.

**Methods:** In this study, among 300 children athletes with ADHD, between 9 to 11 years of age, 120 children were randomly selected and then divided into three groups of 40 participants: Sham, control, and tACS. All participants in sham and tACS groups, received Simultaneously anodal stimulation in the F3 and F4, and cathodal stimulation in the FP2, with current of 1mA (10HZ) for 15 minutes during 10 sessions.

Then each groups was reexamined. After two weeks a follow-up test was conducted in accordance with the post-test and using continuous performance test (CPT) and analysis of variance with repeated measures and Bonferroni's post hoc test were used to investigate the hypotheses. ( $p \geq 0.05$ ). **Results:** The results of Repeated Measures Analysis of Variance and Bonferroni's post hoc showed that the tACS on response inhibition ( $p=0.0001$ ) and sustained attention ( $p=0.0001$ ) in children athletes with ADHD has been effective.

**Conclusion:** The obtained findings indicate that the protocol of applying tACS of current of 1mA has the ability to improve response inhibition and sustained attention in children athletes with ADHD. Therefore, this method can be used as a complementary or independent method of treatment in these athletes.

**Keywords:** tACS, executive functions, Athletes with ADHD

## چکیده

**هدف:** هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای جریان متناوب بر بازداری پاسخ و توجه مداوم ورزشکاران بیش‌فعال/نقص توجه است.

**روش‌ها:** در این پژوهش از بین ۳۰۰ ورزشکار کودک بیش‌فعال/نقص توجه با دامنه سنی ۹ تا ۱۱ سال، ۱۲۰ نفر به شکل تصادفی انتخاب و به سه گروه ۴۰ نفری کنترل، شم و tACS تقسیم شدند. همه آزمودنی‌های گروه‌های شم و آزمایش، تحریکات آنودی در ناحیه F۳ و F۴ به طور همزمان، و کاتدی در FP2 با جریان ۱ میلی‌آمپر (۱۰ هرتز) را به مدت ۱۵ دقیقه در طول ۱۰ جلسه دریافت کردند، سپس هر گروه به‌طور مجدد مورد بررسی قرار گرفت. پس از دو هفته آزمون پیگیری مطابق با پس‌آزمون و با استفاده از آزمون عملکرد پیوسته (CPT) صورت گرفت و از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی برای بررسی فرضیه‌ها استفاده شد.

**نتایج:** نتایج با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد؛ اعمال تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای جریان متناوب بر بازداری پاسخ ( $p=0/0001$ ) و توجه مداوم ( $p=0/0001$ ) کودکان ورزشکار دارای اختلال بیش‌فعال/نقص توجه اثربخش بوده است.

**نتیجه‌گیری:** یافته‌های به‌دست‌آمده حاکی از این است که پروتکل اعمال تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای جریان متناوب ۱ میلی‌آمپر توانایی بهبود بازداری پاسخ و توجه مداوم کودکان ورزشکار بیش‌فعال/نقص توجه را دارد. لذا می‌توان از این روش به عنوان روش مکمل یا مستقل درمان در این ورزشکاران استفاده کرد.

**واژه‌های کلیدی:** تحریک الکتریکی، کارکردهای اجرایی، ورزشکاران بیش‌فعال/نقص توجه

## مقدمه

اختلال کمبود توجه بیش فعالی<sup>۱</sup> یک اختلال در الگوهای رفتاری مزمن است که منجر به سطوح غیرطبیعی بی‌توجهی، بیش فعالی یا ترکیب آن‌ها می‌شود (۱، ۲). اعتقاد بر این است که اختلال کمبود توجه بیش فعالی وابسته به تعاملات پیچیده ژن-محیط است و عواملی مانند نقص در سیستم دوپامینرژیک، وزن کم هنگام تولد، ضربه شدید به سر، قرار گرفتن در معرض سرب و سیگار کشیدن مادر در دوران بارداری نقش مهمی در پیدایش و توسعه آن ایفا می‌کنند که باعث اختلال مداوم در بیشتر زمینه‌های زندگی می‌شود (۲، ۳). این اختلال حدود ۱۰ درصد از جمعیت کودک و نوجوان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در پسران بیشتر از دختران و در ورزشکاران شیوع بیشتری نسبت به جمعیت عمومی دارد (۳، ۴). ورزشکاران جوان (کودکان و نوجوانان) مبتلابه این اختلال ممکن است مشکلاتی را با حرکات خاص مورد نیاز در ورزش‌های رقابتی تجربه کنند و ممکن است مشکلاتی را در تعادل یا فعالیت هماهنگ نشان دهند (۵، ۶). این افراد ممکن است به مدیریت اضافی و رویکردی چند رشته‌ای به جای یک پروتکل استاندارد برای درمان نیاز داشته باشند (۶، ۷). درمان اختلال کمبود توجه بیش فعالی شامل راهبردهای درمانی متفاوتی است که می‌توان آن‌ها را به مداخلات رفتاری و دارویی تقسیم کرد. درمان‌های رفتاری شامل محدودیت برای ورزشکاران نیستند، اما در مورد درمان‌های دارویی برای ورزشکاران ملاحظات اساسی وجود دارد (۸-۱۰). داروها مطابق موسسه ملی بهداشت و تعالی مراقبت<sup>۲</sup> و سایر دستورالعمل‌های ملی، خط اول درمان در اختلال بیش فعالی نقص توجه هستند اما آژانس جهانی ضد دوپینگ<sup>۳</sup> درمان‌های دارویی را در مسابقات ممنوع اعلام می‌کند، زیرا می‌توان از آن‌ها برای افزایش عملکرد سوءاستفاده کرد و اگر قبل از فعالیت بدنی مصرف شوند، محرک‌ها می‌توانند "اثر ارگوژنیک" ایجاد کنند که منجر به افزایش قدرت عضلانی، سرعت دویدن، شتاب، ظرفیت بی‌هوازی و توجه می‌شود (۱۱-۱۵). توجه یک متغیر اساسی برای رسیدن به موفقیت ورزشی که مهم‌تر از مهارت‌ها و تاکتیک‌های فنی است و با کنترل بهینه آن، بازیکنان می‌توانند بهترین نتایج ممکن را در رقابت کسب کنند توجه به فرایندی اطلاق می‌شود که هدف اصلی آن تأثیرگذاری بر عملکرد سایر شبکه‌های مغزی است و به عملکردهای جداگانه، از جمله پایدار، تقسیم‌شده، متناوب و انتخابی طبقه‌بندی می‌شود (۳، ۱۶). یکی از کاستی‌های اصلی در اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه، نقص در "توجه مداوم" است (۱۶). توجه مداوم به توانایی حفظ توجه به یک کار در یک دوره زمانی اشاره دارد که عامل مهمی در کسب و حفظ موفقیت در ورزش شناخته می‌شود (۱۶-۱۸). نقص در توجه مداوم در این ورزشکاران ناشی از وجود مشکل در بازداری پاسخ آنان است (۱۹). بازداری پاسخ یک عملکرد مغز است که به ما امکان توقف یک پاسخ یا عمل خودکار را می‌دهد و در واقع توانایی سرکوب اقدامات نامناسب، نامربوط یا غیر بهینه است (۱۷، ۲۰). با این حال، بازداری پاسخ فقط برای جمعیت عادی یا بیماران مبتلابه مشکلات شناختی حیاتی نیست (۲۰، ۲۱). برای ورزشکاران نخبه نیز مهم و با عملکرد ورزشی موفقیت‌آمیز مرتبط است و به ورزشکاران نخبه کمک می‌کند تا برای کاهش محدودیت‌های عملکرد انسانی، به سرعت واکنش نشان دهند و با تغییرات پویا در محیط بیرونی خودسازگار شوند و اقدامات مورد نظر خود را برای پاسخ به حریفان خود در یک دوره معین تنظیم کنند (۲۲-۲۴). نقص در بازداری پاسخ منجر به نقص در خودتنظیمی، حافظه کلامی، غیرکلامی و سازمان‌بندی مجدد فعالیت می‌شود که با اختلال در عملکرد ورزشی همراه هستند (۲۵، ۲۶). بر طبق تحقیقات انجام‌شده درمان‌های رایج برای اختلال کمبود توجه بیش فعالی با عوارض خاصی مانند آثار محدود، ناهماهنگی، تپش قلب، ضعف، سرگیجه، عدم تعادل و خواب‌آلودگی همراه است که در این

راستا نتایج پژوهش‌های شاین<sup>۴</sup> و همکاران ۲۰۲۲، زاور<sup>۵</sup> و همکاران ۲۰۲۰، عموزاده و همکاران ۲۰۲۱ و بریگر<sup>۶</sup> و همکاران ۲۰۱۹ حاکی از آن بود که بسیاری از این روش‌های درمانی برای ورزشکاران قابل استفاده نیست. آن‌ها عنوان کردند که ورزشکاران مبتلا به اختلال بیش فعال / نقص توجه برای اجرای تکالیف و وظایف مربوط به ورزش‌های رقابتی مشکلات خاصی را تجربه می‌کنند که ممکن است در تعادل، هماهنگی و یا کارکردهای اجرایی نشان دهند. یافته‌های پژوهش‌های اریکسون<sup>۷</sup> و همکاران ۲۰۲۱، بهدانی و همکاران ۲۰۲۲، امیر دانا و همکاران ۲۰۲۲، زینب سام نیا و همکاران ۲۰۲۱، صالحی نیا و همکاران ۲۰۲۲ کاتیا<sup>۸</sup> و همکاران ۲۰۲۲ و بال<sup>۹</sup> ۲۰۲۲ بر وجود نقص در توجه، بازداری و سایر کارکردهای اجرایی و ضعف در عملکرد ورزشی در این ورزشکاران تأکید و بیان می‌کنند که این ورزشکاران ممکن است به مدیریت اضافی و رویکردی چند رشته‌ای به جای یک پروتکل استاندارد برای درمان نیاز داشته باشند. یافته‌های پژوهش‌های عموزاده و همکاران ۲۰۲۰، ۲۰۲۱، حسینی و همکاران ۲۰۲۲، اوناگاوا<sup>۱۰</sup> و همکاران ۲۰۲۲، ترابی و همکاران ۲۰۲۲ و لیانگ<sup>۱۱</sup> و همکاران ۲۰۲۲ نشان داد که روش‌های درمانی مختلف همچون بیوفیدبک، بازی‌های ویدئویی، برنامه توان‌بخشی برخط و تحریک فراجمجمه‌ای جریان مستقیم می‌تواند بر عملکرد شناختی و در نتیجه عملکرد ورزشی این ورزشکاران مؤثر باشد. همچنین این پژوهش‌ها نیز بر نیاز به بررسی گزینه‌ها و ابزارهای درمانی جدیدی برای ورزشکاران مبتلا به اختلال بیش فعالی نقص توجه تأکید دارند. از جمله روش‌های درمانی جدید تحریک فرا جمجمه‌ای جریان متناوب است که روشی برای تحریک غیرتهاجمی مغز است که می‌تواند برای تغییر تحریک‌پذیری غشای یک نورون با اعمال جریان‌های الکتریکی متناوب به پوست سر استفاده شود (۲۷-۲۹). این امر به افراد کمک می‌کند تا کارکردهای اجرایی و مهارت‌های حرکتی را بهبود دهند (۳۰-۳۲). بر اساس بررسی پژوهش‌های مختلف احتمال دارد که روش‌های تحریک مغزی مانند tDCS؛ بتواند بر عملکرد ورزشکاران تأثیرگذار باشد (۳۳-۳۵) ولی پژوهش‌های کمی در مورد اثربخشی tACS و در مورد کودکان ورزشکار مبتلا به اختلال مذکور انجام شده است و پژوهش‌ها بیشتر به توصیف مشکلات ناشی از بیش‌فعالی / نقص توجه در جمعیت عمومی و روش‌هایی همچون بازی‌درمانی، فعالیت بدنی، راهبردهای آموزشی، دارودرمانی پرداخته‌اند که کلی بوده و در این پژوهش‌ها به کودکان ورزشکار بیش‌فعال / نقص توجه و روش‌های مؤثر در بهبود و حفظ عملکرد ورزشی در این ورزشکاران توجه نشده است که با استفاده از آن مشکلات شناختی و رفتاری ناشی از بیش‌فعالی / نقص توجه را در این ورزشکاران درمان کنند که این امر خلأ و چالش پژوهشی در این حوزه است. با توجه به اهمیت توجه مداوم و بازداری پاسخ بر عملکرد ورزشی در ورزشکاران مبتلا به این اختلال و ممنوعیت استفاده از روش‌های درمانی رایج برای ورزشکاران نیاز به درمان جدید جهت کمک به مدیریت بیشتر این اختلال در این ورزشکاران است بنابراین ضرورت دارد تا با انجام پژوهش‌هایی در حوزه توان‌بخشی شناختی به تقویت توجه مداوم و بازداری پاسخ این ورزشکاران پرداخت؛ در این پژوهش فرض بر آن است که tACS بر بازداری پاسخ و توجه مداوم ورزشکاران بیش‌فعال / نقص توجه تاثیر دارد. بنابراین، هدف و مسئله اساسی پژوهش حاضر عبارت است از اثربخشی تحریک فرا جمجمه‌ای جریان متناوب بر بازداری پاسخ و توجه مداوم ورزشکاران بیش‌فعال / نقص توجه است.

## روش‌شناسی پژوهش

### طرح پژوهش

روش پژوهش حاضر از نوع شبه آزمایشی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون و پیگیری با گروه کنترل و از نوع کاربردی است.

## شرکت کنندگان

جامعه این پژوهش ۳۰۰ کودک ورزشکار بیش فعال/نقص توجه کشور بودند که از طریق فراخوان مرکز مشاوره، روان شناختی آموزش و پرورش که مسئول ارائه خدمات روان شناختی به کودکان مبتلا به اختلالات روان شناختی است شناسایی شدند و از بین آنها ۱۲۰ ورزشکار بیش فعال/نقص توجه با دامنه سنی ۹ تا ۱۱ ساله (۴۵ دختر و ۷۵ پسر) با حداقل دو سال سابقه ورزشی یا داشتن حداقل یک مقام ورزشی در شهرستان یا استان و ۴ روز تمرین در هفته، به طور تصادفی انتخاب و در گروه‌های ACS، شم و کنترل گمارش شدند. حجم نمونه با استفاده از  $G^*Power$  نسخه ۳/۱ با اندازه اثر بزرگ  $= ۰/۰۳$ ، توان  $= ۰/۹۵$ ، آلفای  $= ۰/۰۵$ ، تعداد گروه‌ها  $= ۳$  و تعداد اندازه‌گیری‌ها  $= ۳$  و روش آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر انجام شد که نشان می‌دهد حداقل ۱۰۶ شرکت‌کننده مورد نیاز است (۴۰، ۳۷). این شرکت‌کنندگان توسط کارشناسان با استفاده از مقیاس‌های درجه‌بندی معلم و والدین کانرز ارزیابی شده بودند و ابتلای آنان به اختلال مذکور توسط روان‌پزشک تأیید شده بود. معیارهای ورود در این پژوهش ابتلا به اختلال بیش فعالی همراه با نقص توجه با تأیید قطعی روان‌پزشک، عدم وجود هر گونه ناتوانی حسی، حرکتی و بیماری‌های عصبی ن، داشتن فعالیت ورزشی به مدت حداقل ۲ سال یا داشتن حداقل یک مقام ورزشی در شهرستان یا استانی و به صورت ۴ روز تمرین در هفته و بودن در فصل استراحت در زمان اجرای پژوهش بود؛ اما معیارهای خروج از پژوهش شامل نبودن در دامنه سنی مدنظر، داشتن اختلالات همبود و هرگونه ناتوانی حسی و جسمی و عدم تمایل به شرکت در پژوهش بود.

## ابزار اندازه‌گیری

### پرسشنامه مشخصات فردی:

از یک پرسشنامه محقق ساخته برای شناخت ویژگی‌های فردی شرکت‌کنندگان استفاده شد این ویژگی‌ها شامل سن، جنسیت، رشته و سابقه فعالیت ورزشی بود (۳۶).

### دستگاه تحریک الکتریکی:

در این پژوهش از نمونه ایرانی دستگاه تحریک الکتریکی فراجمجمه ای با نام تجاری نورواستیم<sup>۱۲</sup> و ساخت شرکت مدینا طب استفاده شد. این دستگاه که برای ارائه جریان الکتریکی به شکل‌های مختلف استفاده می‌شود یک دستگاه کوچک است که به کمک باتری یا جریان الکتریکی کار می‌کند. یک صفحه‌نمایش دارد که کمک می‌کند دستگاه برای تنظیم مدت و شدت تحریک برنامه‌ریزی شود. دارای دو کانال مجزا، الکتروود و باتری قابل شارژ است؛ که هر کانال به‌طور مستقل از دیگری قابل تنظیم است و شدت جریان خروجی آن قابل تنظیم از ۱ تا ۲ میلی‌آمپر است الکتروودها روی سر قرار می‌گیرند و توسط یک کش ثابت نگه‌داشته می‌شوند. یک کابل هر الکتروود را به دستگاه متصل می‌کند. با روشن شدن دستگاه، جریان از دستگاه به الکتروود و متعاقباً به مغز انتقال می‌یابد (۳۰، ۳۷، ۳۸).

## آزمون رایانه‌ای عملکرد پیوسته<sup>۱۳</sup>:



به منظور اندازه‌گیری بازداری پاسخ و توجه مداوم در این پژوهش از آزمون رایانه‌ای عملکرد پیوسته استفاده شد. در این آزمون ۱۵۰ عدد یا تصویر به‌عنوان محرک وجود دارد و از این تعداد ۳۰ محرک به‌عنوان محرک هدف و ۱۲۰ محرک باقی‌مانده به‌عنوان محرک غیر هدف در نظر گرفته می‌شوند. در این آزمون آزمودنی برای مدتی به یک مجموعه محرک دیداری یا شنیداری توجه می‌کند و هنگام ظهور محرک هدف با فشار یک کلید پاسخ خود را ارائه دهد. این آزمون شامل دو نوع خطای حذف<sup>۱۴</sup> و خطای ارتکاب<sup>۱۵</sup> است. خطای حذف نشان‌دهنده مشکل در پایداری توجه و خطای ارتکاب نشان‌دهنده ضعف در بازداری پاسخ است و هنگامی رخ می‌دهد که آزمودنی به محرک غیر هدف پاسخ دهد. فرم فارسی آزمون عملکرد پیوسته برای افراد بالای ۴ سال دارای روایی و پایایی مناسب است؛ و ضریب پایایی قسمت‌های مختلف آزمون بین ۵۲٪ تا ۹۳٪ بود (۳۹، ۴۰). در این پژوهش نیز ضریب آلفای کرونباخ به‌دست‌آمده برای کل آزمون ۰/۹۲ است.

## روش اجرا

یک‌صد و بیست شرکت‌کننده به‌طور تصادفی به سه گروه tACS، شم و کنترل تقسیم شدند. هر گروه شامل ۱۵ شرکت‌کننده دختر و ۲۵ شرکت‌کننده پسر برای حذف اثر جنسیت بود. یک روز قبل از شروع مداخله پیش آزمون انجام شد سپس تمامی شرکت‌کنندگان در گروه tACS تحریک آنودی در ناحیه F<sub>۳</sub> و F<sub>۴</sub> به‌طور همزمان، و کاتدی در FP2 با جریان ۱ میلی‌آمپر به‌صورت متناوب و با فرکانس ۱۰ هرتز به مدت ۱۵ دقیقه در ده جلسه و در گروه شم تحریک ساختگی دریافت کردند. (۳۰، ۳۲) گروه کنترل هیچ مداخله‌ای دریافت نکرد.

منظور از تحریک ساختگی در گروه شم قرار دادن الکترودها با همان چیدمان و زمان گروه آزمایش بوده که به‌منظور بی‌خبری آزمودنی از برقراری یا عدم برقراری جریان پس از ۳۰ ثانیه قطع شد. لازم به ذکر است آزمودنی‌ها در فصل استراحت بودند و هیچ گونه تمرین فیزیکی نداشتند. یک روز پس از پایان مداخله، گروه‌ها به‌طور مجدد همانند پیش‌آزمون و با استفاده از آزمون عملکرد پیوسته موردبررسی قرار گرفتند و پس از دو هفته و در روز پانزدهم به‌منظور بررسی اثربخشی تحریک جریان الکتریکی فرا‌جمجمه‌ای جریان متناوب در بازه‌ی زمانی بیشتری یک آزمون پیگیری مطابق با پس‌آزمون صورت گرفت.

## تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش از آمار توصیفی مانند میانگین، انحراف معیار، نمودار و همچنین از آمار استنباطی نظیر آزمون کولموگراف اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری در جهت آزمون فرضیه‌ها استفاده شد؛ و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ و در سطح معناداری  $P < 0.05$  انجام شد.

## ملاحظات اخلاقی

پژوهش حاضر پس از کسب کد اخلاق با شناسه IR.SSRI.REC.1401.1361 از پژوهشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی انجام شد. در این پژوهش ابتدا اهداف پژوهش برای آزمودنی‌ها و والدین آن‌ها بیان شد. همچنین به شرکت‌کنندگان و والدین آن‌ها اطمینان داده شد که داده‌های حاصل از پژوهش محرمانه باقی خواهند ماند علاوه بر این حضور آن‌ها در این پژوهش

داوطلبانه است و در صورت عدم تمایل به ادامه همکاری، می‌توانند از پژوهش کناره‌گیری نمایند، والدین فرم رضایت نامه را امضا کردند و سپس به جمع‌آوری داده‌ها اقدام گردید.

### یافته‌ها

در این پژوهش ۱۲۰ ورزشکار کودک مبتلابه اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه در دامنه سنی ۹ تا ۱۱ سال شرکت کردند با توجه به یافته‌های توصیفی، هر گروه از نظر جنسیت شامل ۲۵ پسر و ۱۵ دختر بود همچنین میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های سن و سابقه ورزشی در گروه tACS به ترتیب ۱۰/۰۱ و ۳/۱۱ سال، در گروه شم ۱۰/۰۸ و ۳/۰۹ و در گروه کنترل ۱۰/۰۵ و ۳/۰۴ سال بود که نتایج آزمون آنوآ<sup>۱۷</sup> برای سن ( $F_{سن}=۰/۷۲۱$ ،  $P_{سن}=۱/۲۱۳$ ) و سابقه ورزشی ( $F_{سابقه\ ورزشی}=۰/۶۳۰$ ،  $P_{سابقه\ ورزشی}=۲/۴۱۵$ ) سابقه ورزشی ( $F_{سابقه\ ورزشی}=۲/۴۱۵$ ) نشان داد تفاوت معنی داری بین گروه‌ها وجود ندارد. میانگین و انحراف معیار سه گروه آزمایش، شم و کنترل در بازداری پاسخ و توجه مداوم در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به نتایج جدول (۱) و مقایسه میانگین‌های نمرات مؤلفه‌های خطای ارتکاب (بازداری پاسخ) و خطای حذف (توجه مداوم) آزمون عملکرد پیوسته مشاهده می‌شود که میانگین نمرات گروه tACS، از پیش‌آزمون به پس‌آزمون و پیگیری کاهش یافته است اما میانگین‌های گروه‌های کنترل و شم در مرحله‌های پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری تقریباً مشابه هستند. در این پژوهش برای اندازه‌گیری میزان اثربخشی جریان الکتریکی فرا جمجمه‌ای جریان متناوب در بهبود توجه مداوم و بازداری پاسخ از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری استفاده شد که پیش از اجرای این آزمون، مفروضات آن مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۱. مقایسه میانگین سه گروه کنترل، شم و آزمایش در آزمون عملکرد پیوسته

متغیرها Variables	گروه‌ها Groups	پیش‌آزمون Pre test Mean±SD	پس‌آزمون Post test Mean±SD	پس‌آزمون Follow-up Mean±SD
بازداری پاسخ	tACS	۹/۱±۰۳/۰۴	۳/۱±۰۱/۰۲	۳/۱±۰۰/۰۰
	شم	۹/۱±۰۵/۰۲	۹/۱±۰۳/۰۲	۹/۱±۰۱/۰۲
	کنترل	۹/۱±۰۱/۰۰۵	۹/۱±۰۲/۰۴	۹/۱±۰۳/۰۰۵
توجه مداوم	tACS	۱۲/۱±۰۴/۰۱۷	۶/۲±۰۷۵/۰۰	۶/۲±۰۷۱/۰۱
	شم	۱۲/۱±۰۷/۰۱۱	۱۲/۱±۰۲/۰۱	۱۲/۱±۰۸/۰۱۲
	کنترل	۱۲/۱±۰۲/۰۰۹	۱۲/۱±۰۱/۰۹	۱۲/۱±۰۲/۰۱۹

در این پژوهش برای اندازه‌گیری میزان اثربخشی جریان الکتریکی فرا جمجمه‌ای جریان متناوب در بهبود توجه مداوم و بازداری پاسخ از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد که پیش از اجرای این آزمون، مفروضات آن مورد بررسی قرار گرفت. در متغیرهای این پژوهش نتایج آزمون کولموگراف اسمیرنوف نشان‌دهنده توزیع بهنجار متغیرها بود ( $P=۰/۷۸$ ). با توجه به عدم سطح معنی‌داری آزمون باکس ( $F=۸/۷۲۸$ ،  $P=۰/۰۷۸$ )، ماتریس کوواریانس داده‌ها برابر است و به دلیل عدم معنی‌داری آزمون کرویت موخلی ( $P < ۰/۰۵$ )، شاخص‌های (F) مربوط به اثر گرین هاوس گیسر<sup>۱۸</sup> گزارش شد. علاوه بر این نتایج آزمون F که برای بررسی برابری واریانس‌های خطا استفاده شد نشان داد که آزمون F برای هیچ‌یک از عامل‌های درون‌گروهی معنی‌دار نیست ( $P_{توجه\ مداوم}=۰/۰۷۹$ ،  $P_{بازداری\ پاسخ}=۰/۰۶۱$ ) که نشان‌دهنده همگنی واریانس در بین گروه‌های متغیر مستقل است.

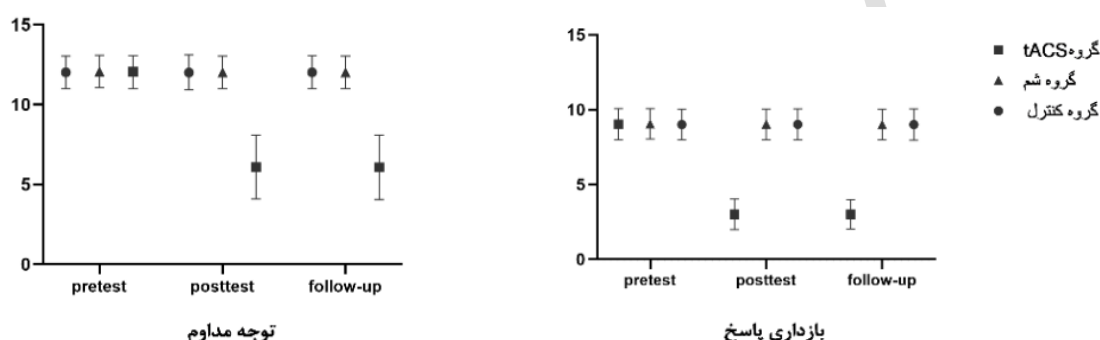
بنابراین با محقق شدن مفروضات در ادامه از تحلیل واریانس اندازه‌گیری مکرر چندمتغیره استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲. یافته‌های آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری برای توجه مداوم و بازداری پاسخ و زمان اندازه‌گیری

متغیر	مؤلفه	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	مجذور اتا	توان آزمون
<b>درون آزمودنی</b>							
توجه مداوم (خطای حذف)	مراحل اندازه‌گیری	۲۸۹/۰۰	۱	۱۵۲/۰۰	۰/۷۷	۰/۰۶۴	۰/۹۹۹
	مراحل اندازه‌گیری × گروه	۵۷۹/۰۰	۳	۱۵۳/۰۰	۰/۷۷	۰/۰۶۴	۰/۹۹۸
	خطا	۴۳۶/۰۰	۲۰۱/۰۰	۱			
<b>بین آزمودنی</b>							
	مؤلفه	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	مجذور اتا	توان آزمون
	گروه	۱۱۵۵/۰۰	۲	۵۷۷/۰۰	۹۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۹۹۳
	خطا	۰/۷۵۰	۱۱۷	۷/۰۰			
<b>درون آزمودنی</b>							
بازداری پاسخ (خطای ارتکاب)	مراحل اندازه‌گیری	۳۸۷/۰۰	۱	۲۰۴/۰۰	۱۰۲/۰۰	۰/۱۵۴	۰/۹۹۸
	مراحل اندازه‌گیری × گروه	۷۶۵/۰۰	۳	۲۰۲/۰۰	۱۰۱/۰۰	۰/۱۴۵	۱/۰
	خطا	۴۳۹/۰۰	۲۲۱/۰۰	۱/۰۰			
<b>بین آزمودنی</b>							
	مؤلفه	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	مجذور اتا	توان آزمون
	گروه	۱۵۳۱/۰۰	۲	۷۶۵/۰۰	۹۹/۰۰	۰/۲۴۱	۰/۹۹۴
	خطا	۸۹۹/۰۰	۱۱۷	۷/۰۰			

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، یافته‌های مربوط به آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری نشان داد که در بخش اثرات درون آزمودنی اثر اصلی مراحل اندازه‌گیری، تعامل زمان اندازه‌گیری با گروه ( $F=0/0001$ ، توجه مداوم  $P=0/0001$ ، بازداری پاسخ  $P=0/0001$ ) در دو مؤلفه توجه مداوم و بازداری پاسخ معنادار است. به دلیل معنادار بودن اثر تعاملی زمان اندازه‌گیری \* گروه \* جنسیت ( $F=0/0001$ ، توجه مداوم  $P=0/0001$ ، بازداری پاسخ  $P=0/0001$ ) در دو مؤلفه توجه مداوم و بازداری پاسخ از اثرات دیگر صرف‌نظر شد و نتایج اثر تعاملی مذکور گزارش شد.

شکل ۱، نتایج تحلیل واریانس اندازه‌گیری‌های مکرر تفاوت معنی‌داری را در گروه‌ها و در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری در توجه مداوم و بازداری پاسخ نشان داد.



شکل ۱، نتایج تحلیل واریانس اندازه‌گیری‌های مکرر در گروه‌ها و در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری در توجه مداوم و بازداری پاسخ

طبق شکل ۱، گروه tACS میانگین کمتری نسبت به سایر گروه‌ها در متغیرهای پژوهش داشتند ( $F(2, 6) = 6.075$ ,  $p < 0.01$ ,  $M$  = بازداری پاسخ). در گروه شم و کنترل تفاوت میانگین در پیش‌آزمون و پس‌آزمون زیاد نبود. از سوی دیگر، بین پس‌آزمون و پیگیری در گروه‌ها در بازداری پاسخ و توجه مداوم تفاوت معناداری وجود ندارد. در ادامه از آزمون پیگردی بونفرونی برای بررسی تفاوت میانگین‌ها استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. یافته‌های مربوط به آزمون تعقیبی برای توجه مداوم و بازداری پاسخ در ورزشکاران بیش‌فعال/نقص توجه

سطح معناداری	پیگیری-پس آزمون		سطح معناداری	پیگیری-پیش آزمون		سطح معناداری	پس آزمون - پیش آزمون		متغیر
	خطای معیار	تفاوت میانگین		خطای معیار	تفاوت میانگین		خطای معیار	تفاوت میانگین	
۰/۹۹۴	۰/۰۱۱	۰/۰۸۳	۰/۰۰۱	۰/۰۵۴	۰/۹۴۶	۰/۰۰۱	۰/۰۸۳	۰/۹۱۷	توجه مداوم
۱/۰	۰/۰۰۳	-۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۱۳	۲/۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۲/۰۰	بازداری پاسخ

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌گردد نتایج آزمون پیگیری بونفرونی نشان داد که در اثر مداخله‌های تحریک جریان متناوب فرا مجموعه‌ای بر توجه مداوم و بازداری پاسخ در ورزشکاران بیش‌فعال/نقص توجه از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون تغییر معنی‌داری یافته است ( $p < 0.05$ ). علاوه بر این، در اثر مداخله‌های تحریک الکتریکی بر مؤلفه‌های اصلی توجه مداوم و بازداری پاسخ در ورزشکاران بیش‌فعال/نقص توجه از پس‌آزمون تا آزمون پیگیری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). بنابراین

با توجه به معنی دار شدن تفاوت بین گروه‌ها در توجه مداوم و بازداری پاسخ فرضیه رد می‌گردد و می‌توان بیان کرد که تحریکات جریان متناوب بر توجه مداوم و بازداری پاسخ ورزشکاران بیش‌فعال/نقص توجه تأثیر دارد.

## بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر باهدف بررسی اثربخشی تحریک فرا جمجمه‌ای جریان متناوب بر بازداری پاسخ و توجه مداوم کودکان ورزشکار بیش‌فعال/نقص توجه انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد، با توجه به اینکه تفاوت بین پیش‌آزمون با پس‌آزمون و پیگیری معنادار شد انواع تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای بر بازداری پاسخ و توجه مداوم در ورزشکاران بیش‌فعال/نقص توجه تأثیر داشته و منجر به بهبود آن‌ها شده است و چون تفاوت بین پس‌آزمون و پیگیری در مؤلفه‌های بازداری پاسخ و توجه مداوم معنادار نشد بنابراین تأثیرات ایجادشده توسط مداخلات در مؤلفه‌های ذکرشده پایدار بود؛ بنابراین انواع تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای بر توجه مداوم و بازداری پاسخ ورزشکاران بیش‌فعال نقص توجه تأثیر معناداری داشت.

یافته‌های این پژوهش با نتایج جوستینیانی<sup>۱۸</sup> و همکاران (۲۰۲۱) و کیم<sup>۱۹</sup> و همکاران (۲۰۲۱) که نشان دادند جریان ثابت الکتریکی از طریق تغییر غلظت یونی محلی سبب تغییر پروتئین‌های عبوری از غشا و تغییرات یون هیدروژن مثبت می‌شود و با افزایش فعالیت بتا منجر به بهبود عملکرد نواحی موردنظر می‌شود. همخوان است؛ اما با نتایج وانزولان<sup>۲۰</sup> و همکاران (۲۰۱۹) مبنی بر عدم تأثیر تحریک فرا جمجمه‌ای بر عملکرد شناختی، ورزشی و توجه مداوم بیش‌فعالان بزرگسال و کودک به دلیل تأثیر یادگیری در نمره توجه، زمان واکنش و عوامل حواس‌پرتی موجود در محیط و همچنین با نتایج مطالعه کاتیا<sup>۲۱</sup> (۲۰۲۲)، مبنی بر عدم تأثیر انواع تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای بر همه عملکردهای اجرایی در نتیجه وابستگی تأثیر تحریک مغزی به چیدمان الکترودها و شدت جریان با پروتکل‌های تحقیقاتی بسیار ناهمگن و معیارهای نتیجه و یافته‌های متناقض ناهمخوان است.

از طرفی با نتایج پژوهش‌های کلینک<sup>۲۲</sup> و همکاران (۲۰۲۰)، لامبز<sup>۲۳</sup> و همکاران (۲۰۲۰)، عموزاده و همکاران (۲۰۲۱، ۲۰۲۲) که نشان دادند تحریک‌های فرا جمجمه‌ای بر توجه، مهارت‌های شناختی، بازداری پاسخ و کارکردهای اجرایی تأثیر مثبتی دارد؛ و این تأثیر را در نتیجه تنظیم فاکتورهای نوروتروفیک مشتق از مغز و ناقل‌های غشاء سلولی آن و القای فعالیت بیشتر در ناحیه موردنظر توسط تحریکات الکتریکی فرا جمجمه‌ای می‌داند، همخوان است.

دلیل نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش و تأثیر تحریک جریان الکتریکی فرا جمجمه‌ای بر توجه مداوم و بازداری پاسخ ورزشکاران بیش‌فعال/نقص توجه را می‌توان در نتیجه بازسازی قابل‌اعتماد نوسانات عصبی مغناطیسی با فرکانس پایین و بالا در مناطق تحریک‌شده دانست که با تسهیل فعالیت در ناحیه F<sup>۳</sup> و F<sup>۴</sup> منجر به بهبود توجه مداوم و بازداری پاسخ شده است. بنابراین با توجه به تفاوت ایجادشده می‌توان از تحریک جریان متناوب فرا جمجمه‌ای به علت ایمنی مناسب و اثربخشی آن برای توجه مداوم و بازداری پاسخ ورزشکاران مبتلا به این اختلال و در نتیجه بهبود قابل توجه عملکرد ورزشی آنان استفاده کرد.

مطالعه حاضر اولین مطالعه در کشور و جز

معدود مطالعات انجام شده در خارج از کشور است که اثرات tACS را بر بازداری پاسخ و توجه مداوم در ورزشکاران مبتلابه اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه بررسی می‌کند و نشان می‌دهد که tACS می‌تواند بازداری پاسخ و توجه مداوم را بهبود بخشد. این نتیجه نشان می‌دهد که tACS به‌عنوان یک‌شکل منحصر به فرد از NIBS<sup>۲۴</sup>، می‌تواند با ایجاد نوسانات مغزی و القای نوروپلاستیسته، منجر به تغییرات مغزی شده و به‌طور گسترده برای تغییر فعالیت الکتروفیزیولوژیکی مغز و در نتیجه بهبود بازداری پاسخ و توجه مداوم در ورزشکاران استفاده شود. از مزایای استفاده از tACS می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: (۱) دستکاری و جذب نوسانات درونی از طریق ارائه جریان‌های سینوسی، (۲) تغییر منظم جریان tACS بین ولتاژهای مثبت و منفی، (۳) کاربردی بودن و ایمنی بسیار مطلوب. همچنین نشان داده شد این مطالعات اولیه ممکن است از امکان‌سنجی tACS در تغییر نوسانات مختل مغز پشتیبانی کند و بازداری پاسخ و توجه مداوم را در ورزشکاران مبتلابه اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه بهبود بخشد. به‌عبارت‌دیگر، tACS می‌تواند به‌عنوان یک مداخله مستقل یا مکمل سایر روش‌های موجود برای ورزشکاران نخبه استفاده شوند. از جمله محدودیت این پژوهش محدود بودن جامعه آماری آن به ورزشکاران بیش‌فعال نقص توجه ۹ تا ۱۱ سال بود و پیشنهاد می‌شود در سایر ورزشکاران و در سنین مختلف نیز مطالعات مشابهی صورت گیرد؛ علاوه بر این، جهت شناسایی پیش‌بینی‌کننده‌های پاسخ و کنترل عوامل مخدوش‌کننده مختلف اثربخشی این روش درمانی، به کارآزمایی‌های کنترل شده دوسوکور با حجم نمونه بزرگ‌تر و مدت‌زمان پیگیری طولانی‌تر نیاز است و در این راستا، پیشنهاد می‌شود از ضبط‌های الکتروفیزیولوژیکی و همچنین تکنیک‌های مدل‌سازی برای بهینه‌سازی پروتکل‌های تحریک و شناسایی عوامل احتمالی مؤثر در اثرات tACS استفاده شود تا بتواند منجر به درمان فردی شده و در برنامه درمانی و توان‌بخشی کودکان ورزشکار قرار گیرند.

### تشکر و قدردانی

با تشکر از پروفیسور استفن هینشاو<sup>۲۵</sup>، والدین و ورزشکاران عزیزی که به ما در اجرای این پژوهش کمک کردند.

### پی‌نوشت

<sup>1</sup> Attention Deficit Hyperactivity Disorder  
<sup>2</sup> National Institute for Health and Care Excellence (NICE)

<sup>3</sup> The World Anti-Doping Agency (WADA)

<sup>4</sup> Schein

<sup>5</sup> Xaver

<sup>6</sup> Breiger

<sup>7</sup> Eriksson

<sup>8</sup> Katia

<sup>9</sup> Ball

<sup>10</sup> Onagawa

<sup>11</sup> Liang

<sup>12</sup> Neurostim2

<sup>13</sup> Computer continuous performance test (CPT)

Omission Error

Error Commission

<sup>16</sup> Anova

<sup>17</sup> Greenhouse-Geisser

<sup>18</sup> Giustiniani

<sup>19</sup> Kim

<sup>20</sup> Valenzuela

<sup>21</sup> Katya Rubia

<sup>22</sup> Klink

<sup>23</sup> Lambez

<sup>24</sup> Non-Invasive Brain Stimulation

<sup>25</sup> Stephen P. Hinshaw

۱. Li C, Kee YH, Zhang C-Q, Fan R. Predicting Effects of ADHD Symptoms and Mindfulness on Smartphone Overuse in Athletes: A Basic Psychological Needs Perspective. Sustainability. 2021;13(11):6027
۲. ADHD). Mental Health in the ) Matuszak JM. Attention Deficit/Hyperactivity Disorder Athlete: Springer; 2020. p. 69-84
۳. Lynch JD, Narad ME, Diekfuss JA, Avedesian J, Zuleger TM, Peugh J, et al. The effects of -attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms on the association between head impacts and post season neurocognitive and behavioral outcomes. Journal of the International Neuropsychological Society. 2022;1-11
۴. Sciberras E, Patel P, Stokes MA, Coghill D, Middeldorp CM, Bellgrove MA, et al. Physical and adolescents with ADHD during the COVID-19 health, media use, and mental health in children pandemic in Australia. Journal of attention disorders. 2022;26(4):549-62
۵. Rakei P, Vaez Mousavi M, Pooraghaei Ardakani Z. Distribution of Childhood and Adulthood Attention Deficit/Hyperactivity Disorder among Iranian Elite Athletes. International Journal of Motor Control and Learning. 2021;3(2):14-24
۶. Hosseini Kolkoo SH, Shahbazi M, Tahmasebi S, Bagherzadeh F. The effect of motor and with Attention Deficit computer games on attention and social communications of male students .Hyperactivity Disorder 10-12 years. Shenakht Journal of Psychology and Psychiatry. 2022;9(1):1-15 (In Persian)
۷. Han DH, McDuff D, Thompson D, Hitchcock ME, Reardon CL, Hainline B. Attention- narrative review. British Journal of Sports Medicine. deficit/hyperactivity disorder in elite athletes: a 2019;53(12):741-5
۸. Reardon CL, Vu V. Pharmacotherapy in the Treatment of Athletes. The Routledge Handbook of Clinical Sport Psychology: Routledge; 2021. p. 270-80
۹. Loiselle M, Bungay R, Guérin A, Childress A. P57 Reasons -Schein J, Cloutier M, Gauthier for Treatment Changes in Children and Adolescents with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): A Chart Review Study. Value in Health. 2022;25(7):S299
۱۰. Lambez B, Harwood-Gross A, Golumbic EZ, Rassovsky Y. Non-pharmacological interventions for cognitive difficulties in ADHD: A systematic review and meta-analysis. Journal of psychiatric research. 2020;120:40-55
۱۱. Breiger D. Attention-deficit/hyperactivity disorder and athletes. 2019
۱۲. Naguy A, Pridmore S, Alamiri B. Sports psychiatry: a desideratum on sports arena! CNS spectrums. 2021;1-4
۱۳. 3-5. Xaver B, Colla Michael SE, Christian CM. ADHD in Athletes. 2020
۱۴. Young S, Woodhouse E. Assessment and treatment of substance use in adults with ADHD: a psychological approach. Journal of Neural Transmission. 2021;128(7):1099-108
۱۵. Rubia K. Neurotherapeutics for ADHD: Do they work? PsyCh Journal. 2022
۱۶. Nejatifar S, Norouzi G, Babarabi M. Effectiveness of Dohsa-Hou Rehabilitation on Response Inhibition and Sustained Attention in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. Journal 2)14-25. (In Persian)of Psychological Studies. 2022;18(
۱۷. beirami m, hashemi t, khanjaani z, nemati f, rasoulzadeh h. Effectiveness of motor-based cognitive rehabilitation on improvement of executive functions (cognitive flexibility, working memory, reaction time, response inhibition, sustained attention) in students with Attention-

- Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Journal of Modern Psychological Researches*. 2021;16(61):1-18. (In Persian) .18
- Reardon CL. The Mental Health of Athletes: Recreational to Elite. *Current Sports Medicine Reports*. 2021;20(12):631-7 .19
- Torkizadeh f, soltani a, tajrobezar m, zarezadeh m. The effectiveness of motor skills training on response and attention inhibition and concentration in children with attention deficit / hyperactivity disorder. *Iranian Journal of Pediatric Nursing*. 2022;8(4):30-9 (In Persian). .20
- Eriksson LJ. An Exploration of the Behavioral Inhibition System (BIS), Response Inhibition, and Possible Implications in Sports: Mid Sweden University; 2021 .21
- Samnia Z, Livarjani S, Hassan Pashaei L. Educational effect of Captain Log software on working memory, processing speed and cognitive flexibility in children with attention deficit / hyperactivity disorder. *Neuropsychology*. 2021;7(3): 21-32 .22
- Sharma MS, Kumar MS. Analogizing Of Response Inhibition, Working Memory, Emotional Control Between Team Games And Individual Games Players. *NVEO-NATURAL VOLATILES & ESSENTIAL OILS Journal* NVEO. 2021:165-3459 .23
- Dana A, Rezaei R. The effectiveness of balance training on static balance and selective attention of children with Attention Deficit/ Hyperactivity Disorder. *Shenakht Journal of Psychology and Psychiatry*. 2022;9(1):151-63. (In Persian) .24
- Onagawa R, Muraoka Y, Hagura N, Takemi M. Neurofeedback training for improving motor performance in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. *bioRxiv*. 2022 .25
- Ball J. *Relationships Between Executive Function and Sports/Exercise*. SAGE Publications Los Angeles, CA; 2022. p. 969-76 :Sage CA .26
- Behdani M, Bahrami A, Moradi J. The Effect of Constant and Variable Practice on the Learning of Soccer Pass Skill in Children With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022;10(6):1338-51 (In Persian) .27
- Wu L, Liu T, Wang J. Improving the Effect of Transcranial Alternating Current Stimulation (tACS): A Systematic Review. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2021;15 .28
- Giustiniani A, Battaglia G, Messina G, Morello H, Guastella S, Iovane A, et al. Transcranial alternating current stimulation (tACS) does not affect sports people's explosive power: a pilot study. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2021;15:189 .29
- Kim J, Kim H, Jeong H, Roh D, Kim DH. tACS as a promising therapeutic option for improving cognitive function in mild cognitive impairment: A direct comparison between tACS and tDCS. *Journal of Psychiatric Research*. 2021;141:248-56 .30
- Elyamany O, Leicht G, Herrmann CS, Mulert C. Transcranial alternating current stimulation (tACS): from basic mechanisms towards first applications in psychiatry. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*. 2021;271(1):135-56 .31
- basiri n, hadianfard h, rahimi c, aflakseir a. The effect of transcranial direct current stimulation on improving emotional and cognitive function of adults adhd. *The Journal Of Psychological Science*. 2021;20(98):171-84 (In Persian) .32
- Klink K, Paßmann S, Kasten FH, Peter J. The modulation of cognitive performance with transcranial alternating current stimulation: a systematic review of frequency-specific effects. *Brain Sciences*. 2020;10(12):932 .33
- Torabi F, Mortazaedarsara Z. The Effect of Direct Brain Electrical Stimulation on Concentration and the Record of Pistol Shooter. *Journal of Sports and Motor Development and Learning* (In Persian). 409:(4)13:2022-27-35 .34
- Rodrigues GM, de Oliveira BRR, Jesus Abreu MA, Gomes F, Machado S, Monteiro W, et al. Anodal Transcranial Direct Current Stimulation Does Not Affect Velocity Loss During a Typical Exercise and Sport. 2022:1-10 Resistance Exercise Session. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2022:1-10 .35
- Liang Z, Zhou J, Jiao F, Gin T, Wang X, Liu Y, et al. Effect of Transcranial Direct Current Stimulation on Endurance Performance in Elite Female Rowers: A Pilot, Single-Blinded Study. *Brain Sciences*. 2022;12(5):541 .36
- Amouzadeh F, Honarmand P, Moghadamzadeh A, Rostami R. The Impact of Commercial and Educational Computer Games on the ADHD Symptoms in Students with ADHD. *Alborz University Medical Journal*. 2021;10(3):285-96 (In Persian) .37



- Amouzadeh f, gharayagh zandy h, moradisabzevar m, rostami r, Moghadamzadeh A. Impact of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on the Cognitive flexibility of hyperactive student-athletes. Psychology of Exceptional Individuals. 2021;11(41):47-75. (In Persian) .۳۷
- Torrentegi E, Vázquez-Carrión J, Montalvo Z, Valenzuela PL, Amo C, Sánchez-Martínez G et al. Enhancement of mood but not performance in elite athletes with transcranial direct-current stimulation. International journal of sports physiology and performance. 2019;14(3):310-6 .۳۸
- Salehi MA, Janbaz A. Y. and Ebrahimian, M.(2022). Evaluation of Sustained Attention Performance and Reaction Time in Elite Marksmen. Humanistic approach to sport and exercise (In Persian).studies (HASES).2(1):133-41 .۳۹
- Amouzadeh F, Moradi H, Gharayagh zandi H, Rostami R, Moghadamzadeh A. Impact of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on the Visual Sustain Attention of ADHD Student-(In Persian).12-24:Athletes. Journal of Sports and Motor Development and Learning. 2021 .۴۰

