# The Effects of Transcranial Direct Current Stimulation and Badminton Training on Motor Coordination in Children with Developmental Coordination Disorder

**Parnia Malboobi[1], Daryoush Khajavi[2*], Razieh Khanmohammadi[3]**

[1]Department of Behavioral and Cognitive Sciences in Sport, Faculty of Sport and Health Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
[2]Department of Motor Behavior and Sport Psychology, Faculty of Sport Sciences, University of Arak, Arak, Iran
[3]Department of Motor Behavior and Sport Events Management, Faculty of Sport Science, Urmia University, Urmia, Iran

***Article Info:***

***Received:*** **15 Aug 2024** ***Revised:*** **2 Dec 2024** ***Accepted*****: 5 Jan 2025**

## ABSTRACT

***Introduction:*** A deficit in motor coordination increases the risk of psychosocial challenges in children with developmental coordination disorder (DCD), often leading to withdrawal from physical activities. This, in turn, reduces opportunities for motor skill development and physical fitness, increasing the chance of obesity. The purpose of this study was to examine the effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) and badminton training on the motor coordination of children aged 8 to 12 with DCD. ***Materials and Methods:*** This study employed a quasi-experimental design with pre-test and post-test assessments, including a control group. The research was conducted in Arak City with children diagnosed with DCD. Participants were randomly assigned to one of four groups (n = 10 per group). Eligible children were divided into four groups of 10: 1) Badminton + direct transcranial current stimulation, 2-Badminton + direct transcranial electrical stimulation sham 3- walking + direct transcranial electrical stimulation 4- walking + direct transcranial electrical stimulation sham. Motor coordination was assessed using the KTK Gross Motor Coordination Test for Children before and after the intervention. The training was conducted over ten sessions across five weeks (two sessions per week). Participants in the sham stimulation groups received placebo stimulation but were unaware of the difference. ***Results:*** The findings indicated that all three active interventions—Badminton + sham tDCS, Walking + tDCS, and Badminton + tDCS—had a positive impact on motor coordination in children with DCD. The Badminton + tDCS group demonstrated the most significant improvement, outperforming all other groups. Additionally, the Walking + tDCS group showed better results than the Walking + sham tDCS group. However, there was no significant difference between the Walking + tDCS group and the Badminton + sham tDCS group. ***Conclusion:*** Based on our findings, integrating badminton training with tDCS is recommended as an effective strategy to enhance motor coordination in children with DCD. Educators and professionals working in developmental rehabilitation programs should consider implementing this combined approach to improve motor skills and overall physical development in affected children.

***Keywords:***

1. Neuronal Plasticity
2. Rehabilitation
3. Developmental Disabilities

***Corresponding Author:** Daryoush Khajavi

**Email:** *d-khajavi@araku.ac.ir*

[ Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-24 ]

[ DOI: 10.61186/shefa.13.1.27 ]

# تاثیر تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای (tDCS) و تمرین بدمینتون بر هماهنگی حرکتی کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی

پرنیا ملبوبی[۱]، داریوش خواجوی[۲*]، راضیه خانمحمدی[۳]

[۱]گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
[۲]گروه رفتار حرکتی و روانشناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران
[۳]گروه رفتار حرکتی و مدیریت ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

اطلاعات مقاله:
**دریافت:** ۲۵ مرداد ۱۴۰۳ **اصلاحیه:** ۱۲ آذر ۱۴۰۳ **پذیرش:** ۱۶ دی ۱۴۰۳

## چـــــکیده

**مقدمـه:** اختـلال در هماهنـگی حرکـتی خطـر بـروز مشـکلات روانی- اجتمـاعی را در کـودکان مبـتلا به اخـتلال هماهنـگی رشـدی (DCD) افزایـش می‌دهـد کـه اغلـب منجـر بـه کناره‌گیـری از فعالیت‌هـای بـدنی می‌شـود. ایـن بـه نوبـه خـود فرصت‌هـای رشـد مهارت‌هـای حرکـتی و آمـادگی جسـمانی را کاهـش داده و شـانس چـاقی را افزایـش می‌دهـد. هـدف از ایـن مطالعـه بـررسی تأثیـر تحریـک جریـان مسـتقیم فراجمجمـه‌ای (tDCS) و تمریـن بدمینتـون بـر هماهنـگی حرکـتی کـودکان ۸ تـا ۱۲ سـاله مبـتلا بـه DCD بـود. **مـواد و روش‌هـا:** ایـن مطالعـه از نـوع نیمه‌آزمایـشی بـا پیش‌آزمـون و پس‌آزمـون بـا گـروه کنتـرل بـود. پژوهـش در شـهر اراک بـر روی کـودکانی کـه مبـتلا بـه اخـتلال هماهنـگی رشـد (DCD) تشـخیص داده شـده بودنـد، انجـام شـد. شـرکت کننـدگان بـه طـور تصـادفی در یـکی از چهـار گـروه (۱۰ نفـر در هـر گـروه) قـرار گرفتنـد. کـودکان واجـد شـرایط بـه چهار گـروه ۱۰ تـایی تقسیـم شـدند: ۱) بدمینتون+تحریـک الکتریـکی مسـتقیم فـرا جمجمـه‌ای، ۲- بدمینتون+تحریـک الکتریـکی مسـتقیم فـرا جمجمـه‌ای شـم ۳- راه رفتن+تحریـک الکتریـکی مسـتقیم فـرا جمجمـه‌ای ۴- راه رفتن+تحریـک الکتریـکی مسـتقیم فـرا جمجمـه‌ای شـم. هماهنـگی حرکـتی بـا اسـتفاده از آزمـون هماهنـگی حرکـتی درشـت کـودکان (KTK) قبـل و بعـد از مداخلـه ارزیـابی شـد. تمرینـات در طی ده جلسـه و طی پنـج هفتـه (دو جلسـه در هفتـه) اجـرا شـد. شـرکت‌کنندگان در گروه‌هـای تحریـک سـاختگی، تحریـک پلاسیبـو دریافـت کردنـد، امـا از تفـاوت آن بـا تحریـک واقـعی آگاه نبودنـد. **یافته‌هـا:** یافته‌هـا نشـان داد کـه هـر سـه مداخلـه فعـال بدمینتـون + tDCS سـاختگی، پیـاده‌روی + tDCS و بدمینتـون+tDCS تأثیـر مثبـتی بـر هماهنـگی حرکـتی کـودکان مبـتلا بـه DCD داشـتند. گـروه بدمینتـون+tDCS بیشـترین میـزان بهبـود را نشـان داد و از همـه گروه‌هـا بهتـر بـود. علاوه بـر ایـن، گـروه پیـاده‌روی+tDCS نتایـج بهتـری نسـبت بـه گـروه پیـاده‌روی+tDCS سـاختگی نشـان داد. بـا ایـن حـال، تفـاوت معنـی‌داری بیـن گـروه پیـاده‌روی +tDCS و گـروه بدمینتـون+tDCS سـاختگی وجـود نداشـت. **نتیجه‌گیـــری:** بـر اسـاس یافته‌هـای مـا، ترکیـب تمریـن بدمینتـون بـا tDCS به‌عنـوان یـک اسـتراتژی مؤثـر بـرای تقویـت هماهنـگی حرکـتی در کـودکان مبـتلا بـه DCD توصیـه می‌شـود. مربیـان و متخصصـان فعـال در برنامه‌هـای توانبخـشی رشـدی بایـد ایـن رویکـرد ترکیـبی را بـرای ارتقـای مهارت‌هـای حرکـتی و توسـعه کلی جسـمانی در کـودکان مبـتلا مدنظـر قـرار دهنـد.

**واژه‌های کلیدی:**
۱- پلاستیسیته عصبی
۲- توانبخشی
۳- ناتوانی رشدی

***نویسنده مسئول:** داریوش خواجوی

**پست الکترونیک:** *d-khajavi@araku.ac.ir*



[ Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-24 ]

[ DOI: 10.61186/shefa.13.1.27 ]

## مقدمه

برخی از کودکان مبتلا به اختلالات حرکتی دارای ویژگی‌هایی مانند تاخیر در رشد حرکتی، اختلالات ادراکی- حرکتی، اختلالات تعادل، هماهنگی ضعیف حرکتی و تا حدی روان رنجوری هستند (۱). البته عقب ماندگی ذهنی ندارند، اما در یادگیری مهارت‌های حرکتی عادی مورد نیاز در زندگی روزمره مشکل دارند. بر اساس آخرین ویرایش کتابچه راهنمای آماری تشخیصی آمریکا، این مشکل به عنوان اختلال هماهنگی رشدی (DCD)[1] شناخته می‌شود. منظور از اختلال هماهنگی رشدی، کودکانی هستند که بدون مشکل عصبی یا پزشکی خاص مشکل هماهنگی دارند که بر عملکرد تحصیلی و اجتماعی آن‌ها تأثیر می‌گذارد. شیوع اختلال هماهنگی رشدی در ایران توسط باقری نیا و محمدزاد ۷/۲ درصد در سال ۱۳۹۳ گزارش شده است و گزارش‌ها نشان می‌دهد که احتمال ابتلای پسران به این اختلال سه تا هفت برابر بیشتر از دختران است (۳-۲). اگرچه ممکن است برخی از نواحی با رشد کودک و دریافت درمان مناسب برای رشد مهارت‌ها بهبود یابد، اما هیچ درمان موثری برای این وضعیت وجود ندارد (۴). اگرچه زمانی اعتقاد بر این بود که مشکلات حرکتی کودکان با مشکلات هماهنگی رشدی در طول رشد بهبود می‌یابد، شواهد نشان می‌دهد که برای درصد قابل توجهی از این کودکان، مشکلات تا نوجوانی و جوانی ادامه دارد (۵). انواع مشکلات کودکان با اختلال هماهنگی رشدی شامل مشکلات خود مراقبتی ازجمله مشکل در لباس پوشیدن، بستن دکمه‌ها، بالا و پایین کشیدن زیپ، پوشیدن کفش‌ها، استفاده از کارد و چنگال و نظافت شخصی، مشکل در انجام تکالیف مدرسه ازجمله مشکل در کپی کردن، کشیدن، نقاشی کردن، نوشتن، دستخط، استفاده از قیچی، سازماندهی و تکمیل کار در یک بازه زمانی مشخص که می‌تواند بر پیشرفت تحصیلی تأثیر منفی بگذارد (۶). فعالیت‌های ورزشی این کودکان نیز ممکن است تحت تأثیر قرار گیرد. به‌عنوان مثال، کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی در پرتاب کردن، حمل و پاس دادن توپ، دویدن، پریدن و سایر مهارت های فیزیکی مشکل دارند. این کودکان در نتیجه ضعف حرکتی و اجتماعی، کناره‌گیری از فعالیت‌های جسمانی و گروهی و انزوا را تجربه می‌کنند و مشکلات سلامت روانی و عاطفی مانند عزت نفس پایین، اضطراب و افسردگی مفرط و مشکلات رفتاری و عاطفی را تجربه می‌کنند (۶). ضعف و اختلال در مهارت‌های حرکتی و ورزشی از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا تأثیر بسزایی در روابط عاطفی و اجتماعی در دوران کودکی و نوجوانی دارد و باید به این مسائل رسیدگی شود

اسمیتز- انگلسمن و همکاران[2] گزارش دادند که ۴۰ درصد از کودکان با تاخیر در رشد حرکتی در سنین پیش دبستانی ده سال بعد این مشکل را نشان دادند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اختلال هماهنگی رشدی بیماری نیست که فقط در کودکان رخ دهد (۷). شواهد نشان می‌دهد که تاخیر در شناسایی مشکلات حرکتی می تواند منجر به عواقب جبران ناپذیری شود (۸). چندین مطالعه نشان داده است که کودکان مبتلا به اختلالات هماهنگی رشد و اختلالات مشابه ناشی از اختلالات هماهنگی حرکتی دارای مشکلات روانی اجتماعی هستند. بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که کناره‌گیری از شرکت در فعالیت بدنی، فرصت رشد مهارت‌های حرکتی و آمادگی جسمانی را کاهش می‌دهد و احتمال چاقی را افزایش می‌دهد (۹). کودکان مبتلا به اختلالات حرکتی به دلیل اختلال ادراک بینایی در انجام مهارت‌های حرکتی مشکل دارند. هماهنگی بینایی- حرکتی عبارت است از تطابق برونداد حرکتی با درونداد بینایی و هماهنگی بین آنها است و همچنین شامل فرآیند انتقال اطلاعات یکپارچه جمع‌آوری‌شده توسط سیستم بینایی و یکپارچه‌سازی عمل با پردازش اطلاعات عملکرد حرکتی است (۱۰). کودکان مبتلا به اختلالات هماهنگی رشدی عموماً کندتر، بی‌توجه‌تر و بی ثبات تر از همسالان خود هستند این کودکان در حفظ کنترل مطلوب بدن و تعادل پویا در موقعیت‌های دشوار مشکل دارند (۱۱، ۶)؛ همچنین جانستون و همکاران[3] در مطالعه خود پی بردند هماهنگی ضعیف اندام فوقانی در کودکان DCD ناشی از کنترل ضعیف حرکت بازو و اندام فوقانی هنگام اجرای حرکت می‌باشد (۱۲). این نقایص با فعالیت‌های روزمره کودکان اختلال پیدا می‌کند اما با مداخله مناسب می‌توان تاحدی این ضعف‌ها را برطرف کرد. عامری و هاشمی ۲۰۱۹ در یک مطالعه به بررسی تأثیر تمرینات شناختی- حرکتی با بازخورد بر زمان واکنش و هماهنگی حرکتی در کودکان مبتلا به اختلالات هماهنگی رشدی پرداختند. نتایج آنها نشان داد که این نوع مداخله حرکتی می تواند منجر به عملکرد هماهنگی حرکتی بهتر و زمان واکنش بهتر در کودکان DCD شود (۸).

اخیراً محققان با استفاده از تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی، فعالیت مغزی این کودکان را بررسی کردند. کواران و همکاران[4] گزارش کردند که کودکان مبتلا به اختلالات هماهنگی رشدی بدکاری‌های مغزی دارند که می تواند با فعالیت کمتر در قشر جلوی پیشانی جانبی این کودکان در مقایسه با کودکان کنترل در حین عملکرد نشان داده

[1] Developmental Coordination Disorder
[2] Smits-Engelsman et al
[3] Johnston et al
[4] Querne et al



[ Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-24 ]
[ DOI: 10.61186/shefa.13.1.27 ]

شـود (۱۳). همچنیـن در تحقیـق زویکـر و همـکاران[5]، در مقایسـه بـا کـودکان عـادی، فعالیـت ایـن کـودکان در لـوب جـداری فوقـانی و تحتـانی چـپ کاهـش یافتـه اسـت (۱۴).

اسـتفاده از tDCS، شـکل غیرتهاجـمی تحریـک مغـز، بـه سـرعت در توانبخـشی حرکـتی در حال گسـترش اسـت (۱۵). در سـال‌های اخیـر، تحریـک الکتریـکی مسـتقیم از طریـق جمجمـه به‌عنـوان یـک روش مکمـل غیرتهاجـمی، ارزان و ایمـن بـرای تغییـر تحریک‌پذیـری قشـر مغـز بـا تغییـر پتانسیـل آرامـش نورون‌هـای قشـر مغـز، بـه طـور گسـترده مـورد بـررسی و آزمایـش قـرار گرفتـه اسـت (۱۶). کاربردهـای سـاده و ارزان ایـن نـوع مداخلـه منجـر بـه اسـتفاده از آن در بسـیاری از زمینه‌هـای درمـانی ماننـد توانبخـشی حرکـتی و حافظـه کاری پـس از سـکته مغـزی در سـالمندان شـده اسـت (۱۶). tDCS می‌توانـد طـولانی مـدت باشـد، همانطـور کـه تغییـرات سیناپسـی کـه معمـولاً بـا اثـرات جانـبی بـر تحریـک پذیـری قشـر مغـز، انعطـاف پذیـری عصـبی و یادگیـری رخ می‌دهـد، می‌توانـد مانـدگار باشـد (۱۷). نتایـج اکثـر مطالعـات حاصـل از مداخلـه tDCS بهبودهـایی را در عملکـرد افـراد نشـان داده اسـت، بـه عنـوان مثـال، بیسـکون و همـکاران[6] در مطالعـه خـود بهبودهـایی را در تعـادل، راه رفتـن، زمـان واکنـش، عملکـرد دسـت نشـان دادنـد. تحـت تأثیـر tDCS؛ علاوه بـر ایـن، ایمـنی و تحمـل ایـن نـوع تحریـک در بزرگسـالان و کـودکان در حـال رشـد بـه خـوبی ثبـت شـده اسـت (۱۸). پیکسـا، اسـتنبرگ و دپلمایـر[7] تأثیـر مثبـت آمـوزش tDCS بـر دو وظیفـه هماهنـگی دسـتی را در مطالعـه خـود نشـان دادنـد(۱۹). جزینـی و واشـیخ در یـک مطالعـه بـه اثربخـشی tDCS بـر عملکـرد پرتـابی و دریافـتی کـودکان مبـتلا بـه DCD نتیجه‌گیـری کردنـد (۲۰).

کـودکان دارای اخـتلال هماهنـگی رشـدی ممکـن اسـت در تجزیـه و تحلیـل اطلاعـات حسـی کـه از محیـط دریافـت می‌کننـد، پـردازش اطلاعـات بـرای انتخـاب طـرح عمـل مناسـب و دلخـواه، مرتـب کـردن تـک تـک حـرکات، فرسـتادن پیـام صحیـح بـرای تولیـد یـک عمـل هماهنـگ یـا یکپارچـه کـردن همـه ایـن اعمـال بـرای کنتـرل حـرکات ناتـوان باشـند (۲۱). همـه ایـن عوامـل در نهایـت باعـث می‌شـود کـه حـرکات کـودک ناشیانـه و بی‌تجربـه شـود و کـودک در یادگیـری و انجـام وظایـف حرکـتی جدیـد دچـار مشـکل شـود (۲۲). عملکـرد صحیـح مغـز انسـان مسـتلزم آن اسـت کـه از طریـق تحریـک محیـطی تحریـک شـود. اهمیـت ایـن محرک‌هـا بـرای رشـد سـازمان حسـی و حرکـتی در دوران کـودکی بـه خـوبی در تحقیقـات ثابـت شـده اسـت. بنابرایـن می‌تـوان بیـان کـرد کـه در برنامه‌هـای آمـادگی بـا هـدف تحریـک رشـد حرکـتی- حسـی کـودکان، اسـتفاده از حـرکات می‌توانـد نقـش تحریـک کننـده سیسـتم عصـبی را ایفـا کنـد. (۱). در رشـته بدمینتـون حـرکات از تنـوع بـالایی برخـوردار بـوده و حـرکات موجـود در ایـن رشـته نیـز دربرگیرنـده شـاخص‌های مختلـف آمـادگی جسـمانی اسـت و امـکان پـردازش اطلاعـات محیـطی هنـگام بـازی توسـط بازیکنـان در یـک زمـان کوتـاه وجـود دارد کـه می‌توانـد در بهبـود سـرعت عمـل و قـدرت بینـایی بازیکنـان موثـر باشـد (۱). علاوه بـر ایـن، وظایـفی کـه نیـاز بـه ردیـابی تـوپ دارند، الگوهـای توجـه متفـاوتی نسـبت بـه سـایر فعالیت‌هـای ورزشـی و غیـر تـوپی دارنـد (۲۳). ایـن ورزش به‌عنـوان یـک بـازی مناسـب و مفـرح بـرای رده سـنی کـودکان نیـز درنظـر گرفتـه می‌شـود کـه در سـنین مدرسـه و سـال‌های تحصیلـی قابـل آمـوزش اسـت (۲۴). یـک مطالعـه تصویربـرداری عصبی تأییـد می‌کنـد کـه تمریـن بدمینتـون منجـر بـه تغییـر در انـدازه مـاده خاکسـتری مغـز می‌شـود کـه نشـان دهنـده تأثیـر آن بـر پـردازش بصـری- فضـایی و هماهنـگی چشـم و دسـت اسـت (۲۵). سـادِتین[8] در یـک مطالعـه نشـان داد کـه اسـتفاده از یـک برنامـه تمرینـی پایـه بدمینتـون در کـودکان ۱۲-۱۱ سـاله از نظـر مقادیـر چابکـی، تعـادل، قـدرت و پـرش عمـودی مؤثـر بـود (۲۶). همچنیـن لوییزدفرنـس و همـکاران در پژوهـش خـود دریافتـه بودنـد بازیکنـان نخبـه بدمینتـون زمـان واکنـش کمتـری نسـبت بـه بازیکنـان سـطح متوسـط داشـتند (۲۷). فطـروسی و سـنگاری در پژوهـش خـود بـه ایـن نتیجـه رسیدنـد آمـوزش مهارت‌هـای بدمینتـون در جبـران کم‌تـوانی فعالیت‌هـای حرکـتی کـودکان مؤثـر بـوده و باعـث بهبـودی یکپارچـگی حسـی- حرکـتی آنـان شـده اسـت (۱۰). همچنیـن فطـروسی و همـکاران در پژوهـش خـود تأثیـر یـک دوره آمـوزش بدمینتـون بـر جبـران فعالیت‌هـای بنیـادی در کـودکان مبـتلا بـه عقب‌مانـدگی حرکـتی را سـنجیدند و بـه ایـن نتیجـه رسیدنـد کـه آمـوزش مهارت‌هـای بدمینتـون تأثیـر مثبـتی در جبـران عقب‌مانـدگی فعالیت‌هـای بنیـادی کـودکان دارد (۲۸). چـن و همـکاران[9] در مطالعـه‌ای روی بزرگسـالان مبـتلا کـم تـوانی ذهـنی[10] دریافتنـد کـه تمرینـات بدمینتـون در زمـان شـاتل منجـر بـه عملکـرد بهتـر و بهبـود عـدم تقـارن آلفـای پیشـانی چـپ در ایـن بیمـاران می‌شـود (۲۹). علیرغـم نتایـج مثبـت و امیدوارکننـده، تنهـا مطالعـات کـمی در مـورد تأثیـر تمریـن بدمینتـون بـر علائـم کـودکان انجـام شـده اسـت.

عـدم هماهنـگی، اضطـراب، عـزت نفـس پاییـن و اعتمـاد بـه نفـس در ایـن کـودکان اهمیـت چنیـن تحقیقـاتی را افزایـش می‌دهـد. یافتـن راه‌هـای سـاده، در دسـترس و عمـلی بـرای بهبـود علائـم و نقص‌هـای عملکـردی ایـن کـودکان بسـیار مفیـد خواهـد بـود. بـا توجـه بـه عـدم تحقیـق در مـورد اثـرات tDCS بـر اجـزای مختلـف اخـتلال هماهنـگی رشـدی، توسـعه یـک پروتـکل بهینـه tDCS در DCD مهـم اسـت. از ایـن رو ایـن پژوهـش بـرآن اسـت تـا از ایـن روش نویـن

[5] Zwicker et al
[6] Bikson et al
[7] Pixa NH et al
[8] Sadettin
[9] Chen et al
[10] Intellectual disabilities

[ Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-24 ]
[ DOI: 10.61186/shefa.13.1.27 ]

درمانی، به طور مجزا و در ترکیب با تمرین بدمینتون در جهت بهبود هماهنگی حرکتی کودکان مبتلا به DCD استفاده کند. نتایج این پژوهش می‌تواند مورد استفاده دبیران مدارس استثنایی و مدارس عادی در سنین پایه، مربیان ورزشی و توانبخشی قرار بگیرد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای و تمرینات بدمینتون بر هماهنگی حرکتی کودکان ۸ تا ۱۲ سال دارای اختلال هماهنگی رشدی بود.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و نیمه تجربی است. که با استفاده از طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه کنترل انجام شد. جامعه آماری پژوهش حاضر را کلیه کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی با رده سنی ۸ تا ۱۲ سال، در شهر اراک تشکیل دادند. که از میان آنها تعداد ۴۰ نفر که دارای معیارهای ورود به پژوهش بودند به عنوان نمونه انتخاب شدند و در چهار گروه بدمینتون+تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای، پیاده روی+تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای، پیاده‌روی+تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای شم و گروه پیاده روی+تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای شم قرار گرفتند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G*POWER ۳,۱ با در نظر گرفتن اندازه اثر= ۰/۷، سطح معنی‌داری=۰/۰۵، توان آماری=۰/۹۵، و شامل چهارگروه مجزا تعیین شد. معیارهای ورود: آزمودنی‌های این تحقیق را کودکان با رده سنی ۸ تا ۱۲ سال تشکیل دادند. کسب نمره حد نصاب در پرسشنامه مشاهده حرکتی آموزگاران (PMOQ-T)، کسب نمره حدنصاب در سیاهه اختلال هماهنگی رشدی مخصوص والدین (DCDQ'07)، کسب رضایتنامه کتبی از والدین، نداشتن سایر مشکلات جسمانی و روانی. معیارهای خروج: شرکت نامنظم در جلسات تمرین، عدم سلامت جسمانی از قبیل داشتن بیماری قلبی، انصراف از حضور در پژوهش و یا عدم تمایل به شرکت در فرایند پژوهش، عدم شرکت در پیش‌آزمون و پس‌آزمون.

### ابزار جمع‌آوری اطلاعات

پرسشنامه اختلال هماهنگی رشدی ویلسون (DCDQ-۷): پرسشنامه اختلال هماهنگی رشدی ویلسون یک معیار و مقیاس جهت شناسایی اختلال هماهنگی رشدی در کودکان می‌باشد. نسخه جدید این پرسشنامه در سال ۲۰۰۷ توسط ویلسون برای افراد سنین ۵ تا ۱۵ سال تهیه شده است. این پرسشنامه که شامل ۱۵ سوال است که به سه قسمت تقسیم می‌شود. قسمت اول شامل ۶ سوال مرتبط به کنترل حرکتی است، قسمت دوم دربرگیرنده ۴ سوال و بیانگر کمیت‌های دستخط و حرکات عالی است و عامل سوم در رابطه با هماهنگی کلی و شامل ۵ سوال می‌باشد. روایی و پایایی این پرسشنامه در ایران در پژوهش‌های قبلی مورد استفاده قرار گرفته است. آلفای کرونباخ ۰/۸۵ و پایایی بازآزمایی ۰/۹۳ گزارش شده است (۳۰).

پرسشنامه مشاهده حرکتی برای آموزگاران (PMOQ-T): این پرسشنامه دارای ۱۸ گویه است که عملکرد حرکتی درشت و ظریف کودکان را با دامنه سنی ۵ تا ۱۱ سال را ارزیابی می‌کند. ابتدا مجموع نمرات حاصل از ارزیابی آموزگاران صدک بندی می‌شوند و افرادی که نمره کل ارزیابی آنها در صدک‌های ۱۶ تا ۱۰۰ قرار بگیرد به‌عنوان کودکان عادی و کودکانی که نمره ارزیابی آنها زیر صدک ۱۶ باشد به‌عنوان اختلال هماهنگی رشدی شناخته می‌شوند. روایی و پایایی این پرسشنامه مناسب گزارش شده است. ضریب آلفای کرونباخ کل پرسشنامه ۰/۹۱ گزارش شده است. همچنین نمرات این پرسشنامه با عملکرد حرکتی کودکان در آزمون بروینینکس اوزرتسکی ۰/۵۷ گزارش شده است (۳۱).

آزمون هماهنگی حرکتی (KTK3+): که روایی و پایایی این آزمون در پژوهش‌های قبل تایید شده است (۳۲). یکی از آزمون‌هایی که برای ارزیابی هماهنگی حرکتی درشت در کودکان طبیعی و کودکان با مشکلات حرکتی، ذهنی، رفتاری، اختلالات یادگیری و آسیب‌های مغزی کاربرد دارد، آزمون هماهنگی بدن برای کودکان می‌باشد. این آزمون به ارزیابی مهارت‌های تعادلی پویا و هماهنگی و کنترل حرکتی درشت بدن می‌پردازد. این آزمون برای بررسی هماهنگی و تعادل کودکان با دامنه سنی ۵ تا ۱۴ سال به کار می‌رود در ایران، پایایی همسانی درونی برای خرده مقیاس‌های آزمون هماهنگی بدن برای کودکان، درمجموع ۴ آیتم ۰/۸۴ بود و دامنه تغییرات ضرایب آلفای کرونباخ ۴ در ۴ خرده مقیاس آزمون هماهنگی بدن برای کودکان،۰/۶۱ تا ۰/۹۱ به دست آوردند و این ابزار برای ارزیابی در ایران قابل تأیید می‌باشد (۳۳). آزمون KTK3+ چهار خرده مقیاس دارد که هماهنگی حرکتی درشت را ارزیابی می‌کند:

الف) حفظ تعادل بدن در گام برداشتن به عقب روی چوب‌های موازنه با عرض‌های متفاوت: این تکلیف روی سه چوب موازنه در ابعاد ۳ متر طول، با عرض‌های به ترتیب ۶، ۴/۵ و ۳ سانتی‌متر و با ارتفاع ۵ سانتی‌متر از زمین انجام می‌شود. هر آزمودنی سه کوشش اصلی روی هریک از چوب‌های موازنه با عرض‌های به ترتیب ۶، ۴/۵ و ۳ سانتی‌متر انجام می‌دهد. ۲۴ گام موفق که بیشترین امتیاز فرد در نظر گرفته می‌شود، حاصل ۳ کوشش او روی هریک از چوب‌های موازنه با عرض‌های

[ Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-24 ]
[ DOI: 10.61186/shefa.13.1.27 ]

ذکر شده است و در هر کوشش تعداد گام‌های موفق هر فرد به‌عنوان نمره او ثبت می‌شود. بیشترین امتیازی که می‌توان از هر کوشش و هر چوب موازنه کسب کرد ۸ امتیاز است. در مجموع، هر فرد ۹ بار این آزمون را با راه رفتن روی عرض‌های مختلف و با حداکثر ۸ گام در هر کوشش که در مجموع ۷۲ گام موفق و درست و به‌عنوان بیشترین امتیاز فرد است، به پایان می‌رساند؛ در نتیجه بیشترین مجموع امتیازات کسب شده در تکلیف اول، به صورت ۳ * ۳ * ۸ = ۷۲ امتیاز است.

ب) حرکت KTK به طرفین، پرش به دو طرف با هردو پا کنار هم: شامل پریدن از پهلوها به جلو و عقب یا پرش جانبی به سمت چپ و راست یا همان زیگزاگ برای دو کوشش متوالی در ۱۵ ثانیه است که روی یک تاتامی با ابعاد ۱۰۰ در ۶۰ سانتی‌متر، با موازنه چوبی بسیار باریک در ابعاد (ارتفاع ۲ سانتی‌متر * عرض ۴ سانتی‌متر * طول ۶۰ سانتی‌متر) در وسط تاتامی، با هردو پا به صورت جفت در کنار هم انجام می‌شود. فرد این تکلیف را هرچندبار که برایش ممکن است طی ۱۵ ثانیه انجام می‌دهد. آزمونگر باید تکلیف را با ایستادن در یک طرف تاتامی و پریدن از پهلوی خود به طرف چپ و راست موازنه باریک روی تاتامی با هردو پا به صورت جفت و همزمان انجام دهد. تعداد پرش‌های درست در هر طرف (چپ وراست) در هریک از دو کوشش کودک در طی ۱۵ ثانیه، به‌عنوان امتیازهای وی ثبت می‌شود (۲ تلاش ۲۰ ثانیه، امتیاز شامل تعداد کل حرکات است).

ج) جابجایی صفحه‌های چوبی پایه دار در یک جهت: شامل دو کوشش اصلی است که با حداقل وقفه ۱۰ ثانیه‌ای بین هر کوشش انجام می‌شود. هر کوشش در مدت زمان ۲۰ ثانیه با جابه‌جا شدن سریع و پشت سر هم فرد روی دو سکوی چوبی پایه‌دار مشابه در ابعاد ۲۵ در ۲۵ سانتی‌متر با ارتفاع ۲ سانتی‌متر، در یک جهت انجام می‌شود. ابتدا صفحه چوبی جابه‌جا می‌شود و سپس فرد روی آن قرار می‌گیرد. هم تعداد دفعاتی که صفحه‌های چوبی پایدار جابه‌جا می‌شوند و هم تعداد دفعاتی که کودک روی صفحه چوبی بعدی قدم می‌گذارد، به‌عنوان امتیاز فرد محاسبه خواهد شد.

د) هماهنگی دست و چشم: جهت ارزیابی این آیتم از روش پرتاب کردن و دریافت توپ تنیس استفاده شد. بدین صورت که آزمودنی در فاصله یک متری نسبت به دیوار قرار می‌گرفت و با یک دست توپ را به طرف دیوار پرتاب می‌کرد و با دست دیگر سعی در گرفتن توپ می‌کرد (۲ تلاش ۳۰ ثانیه‌ای، امتیاز تعداد کل گرفتن‌های صحیح توپ است). روایی و پایایی این ابزار در داخل کشور مورد تایید قرار گرفته است (۳۲).

## روش اجرا

پس از کسب کد اخلاق به شناسه IR.ARAKU.REC.1402.009 از کمیته اخلاق دانشگاه اراک و اخذ مجوز از اداره کل آموزش و پرورش اراک و موافقت سازمان بهزیستی اراک، از میان مراجعین به مراکز توانبخشی و کاردرمانی و نیز با ارائه پرسشنامه میان معلمان ورزش مدارس، کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی شناسایی شدند؛ با ارائه پرسشنامه میان والدین آنها از صحت ادعای معلمان و کاردرمانگران اطمینان حاصل شد. در ابتدا از طریق معلمان و مربیان تربیت بدنی مدارس، کودکان مشکوک به اختلال هماهنگی رشدی شناسایی و سپس پرسشنامه اختلال هماهنگی رشدی (DCDQ۷) در اختیار والدین قرار گرفت تا تکمیل شود. طبق تحقیقات صورت گرفته نمرهٔ کمتر از ۴۷ به‌عنوان کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی معرفی می‌شوند (۳۴).۴۰ کودک انتخاب شدند. سپس از والدین این کودکان خواسته شد تا در یک جلسه به منظور آشنایی با اهداف و روند پژوهش و اخذ رضایت کتبی، حضور یابند. پس از طی این مراحل، کودکان به طور تصادفی در چهار گروه بدمینتون+تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای، بدمینتون+تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای شم، پیاده‌روی +تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای، پیاده‌روی + تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای شم قرار گرفتند. قبل از شروع مداخله، همه آزمودنی‌ها در مرحله پیش‌آزمون شرکت کردند و نتایج ثبت شد. مداخله برای هر گروه طی ۱۰ جلسه (۵ هفته و هر هفته ۲ جلسه) انجام شد درحالی که گروه تحریک ساختگی در طی ۱۰ جلسه تنها تحت تحریک الکتریکی ساختگی (تحریک شم) قرار گرفت اما از نحوه انجام آن آگاه نبودند.

در گروه‌ها، جهت تحریک الکتریکی بر روی سر از دستگاه تحریک الکتریکی مغز دو کاناله مدل 2NEUROSTIM ساخت شرکت مدیناطب در ایران که مخصوص تحریک مغزی می‌باشند استفاده شد. منبع جریان این دستگاه یک باتری ۴/۸ ولت و ابعاد آن ۵/۱۵ *۵/۹ * ۵ سانتیمتر و وزن آن ۳۵/۰ کیلوگرم است. این دستگاه دارای دو قطب آند و کاتد می‌باشد. قطب آند خاصیت افزایش فعالیت نورونی را دارد، در مقابل، قطب کاتد، خاصیت کاهش فعالیت نورونی و یا خاصیت مهاری دارد. دو الکترود متصل به دو قطب دستگاه، پس از قرار گرفتن در پوشش اسفنجی مرطوب شده با محلول آب نمک ۰/۹ درصد، توسط بسطهای مخصوصی روی سر محکم می‌شوند.

الکترود آند در منطقه قشر پیش پیشانی خلفی جانبی چپ یا F۳ (DLPFC) اعمال شد و الکترود مرجع (کاتد) بر روی ناحیه FP۲ سمت راست در بالای ابروی

[ Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-24 ]
[ DOI: 10.61186/shefa.13.1.27 ]

راست قرار گرفت. مدت زمان تحریک در هر جلسه به مدت ۲۰ دقیقه بود و با شدت ۲ میلی‌آمپر انجام گردید. تمرین بدمینتون نیز ۲ بار در هفته، هر جلسه ۶۰ دقیقه و به مدت ۵ هفته زیر نظر مربی انجام شد. مدت انجام تمرین بدمینتون بر اساس مطالعه چن[11] و همکاران بود (۲۹). نحوه ترکیب تمرین بدنی و تحریک نیز بر اساس مطالعه سیو و چوانگ[12] بود (۳۵).

گروه بدمینتون+تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای: شرکت کنندگان در این گروه به مدت ۱۰ جلسه تمرینات بدمینتون را در ترکیب با tDCS انجام دادند؛ tDCS در طول ۲۰ دقیقه اول تمرینات انجام شد. تمرین بدمینتون، شامل آموزش مهارت‌های مقدماتی بدمینتون (جدول ۱) بود.

گروه پیاده روی +تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای: گروه تحریک الکتریکی واقعی به مدت ۱۰ جلسه تحت تمرین پیاده روی تناسب اندام همراه با tDCS قرار گرفتند. شدت تمرین ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب برای دو جلسه ۱ ساعته در هفته بود tDCS در طول ۲۰ دقیقه اول تمرین پیاده روی تناسب اندام اعمال شد. محل تحریک و شدت آن نیز با گروه‌های دیگر سازگار بود.

گروه بدمینتون + تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای شم: در گروه تمرین بدمینتون شرکت کنندگان به مدت ۱۰ جلسه تمرینات بدمینتون را در ترکیب tDCS شم انجام دادند؛ در شرایط tDCS ساختگی، جریان در ابتدا تا ۲ میلی آمپر در ۳۰ ثانیه افزایش یافت و بلافاصله برای جلوگیری از تحریک واقعی ناحیه هدف به ۰ میلی آمپر کاهش یافت. تمرین بدمینتون نیز همانند گروه بدمینتون + تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای بود.

گروه پیاده روی + تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای شم: شرکت کنندگان در این گروه تحت یک برنامه تمرین پیاده روی تناسب اندام همراه با tDCS ساختگی ۱۰جلسه‌ای قرار گرفتند. تمرین پیاده روی تناسب اندام با گروه پیاده‌روی+تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای سازگار بود. در شرایط tDCS ساختگی، جریان در ابتدا تا ۲ میلی آمپر در ۳۰ ثانیه افزایش یافت و بلافاصله به ۰ میلی آمپر کاهش یافت تا از تحریک واقعی ناحیه هدف جلوگیری شود. همه مداخله‌ها در یکی از سالن‌های آموزش و پرورش شهر اراک انجام شد. تحریک مغزی نیز توسط کارشناس متخصص انجام می‌شد. در انتها نیز تمام آزمودنی‌ها در مرحله پس‌آزمون شرکت کردند و نتایج ثبت و با پیش‌آزمون مقایسه شد.

## روش آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها در دو بخش آمار توصیفی و آمار استنباطی انجام شد. در بخش آمار توصیفی از میانگین و انحراف معیار، و در بخش آمار استنباطی از آزمون

**جدول ۱**- برنامه تمرین بدمینتون

| جلسات | مهارت هدف | هدف آموزش |
|---|---|---|
| جلسه ۱ | راکت گیری و شاتل تایم | یادگیری نحوه گرفتن راکت در فورهند و بک هند، کار با راکت و بادکنک جهت ایجاد هماهنگی اولیه، آشنایی نسبی با ابعاد زمین بدمینتون |
| جلسه ۲ | دستکاری توپ و راکت | ضربه به شاتل بدمینتون جهت هماهنگی بیشتر |
| جلسه ۳ | سرویس فورهند بلند و کوتاه | دقت روی زمان‌بندی برخورد توپ و راکت و شدت ضربه به شاتل |
| جلسه ۴ | تاس | زمان بندی ضربه به توپ و انتقال قدرت از بدن به توپ |
| جلسه ۵ | دراپ شات | کنترل شدت ضربه به توپ در مقایسه با تاس |
| جلسه ۶ | حرکات پا | نحوه ایستادن و حرکت در زمین در جهات مختلف |
| جلسه ۷ | آندرهند کلیر | شروع حرکت به موقع و رسیدن به توپ جهت ضربه زدن |
| جلسه ۸ | درایو | تمرکز روی استفاده از یک عضو بدن (مچ دست) |
| جلسه ۹ | نت | تمرکز بیشتر بر روی ضربه و هماهنگی بیشتر بینایی- حرکتی |
| جلسه ۱۰ | مرور تمام مهارت‌ها | تمرین آزاد و دو به دو |

[11] Chen et al
[12] Xiao & zhuang



[ Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-24 ]
[ DOI: 10.61186/shefa.13.1.27 ]

شاپیروویلک جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها و آزمون تحلیل کوواریانس و نیز آزمون تی همبسته استفاده شد. داده‌ها در سطح معنی داری (P>۰/۰۵) با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

## یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد سن (سال)، قد (سانتیمتر) و وزن (کیلوگرم) شرکت‌کنندگان در جدول ۱ نشان داده شده است.

همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است تفاوت معنی‌داری بین سن، قد و وزن گروه‌ها مشاهده نشد. میانگین و انحراف استاندارد متغیر هماهنگی حرکتی شرکت‌کنندگان در دو مرحله پیش و پس آزمون در جدول ۳ ارائه شده است.

ابتدا به بررسی توزیع داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک، پرداخته شد. نتایج این آزمون در جدول ۴ آورده شده است.

همان‌طور که نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد سطح معنی‌داری برای تمامی متغیرها بیشتر از ۰/۰۵ بوده و بنابراین این موضوع نشان دهندهٔ طبیعی بودن توزیع داده‌ها است.

**جدول ۲**- میانگین وانحراف استاندارد متغیرهای دموگرافیک شرکت‌کنندگان

| گروه‌ها / شاخص‌ها | بدمینتون+ تحریک | پیاده‌روی+ تحریک | بدمینتون+ تحریک شم | پیاده‌روی+ تحریک شم | P-Value |
|---|---|---|---|---|---|
| سن M±SD | ۹/۷۰ ± ۱/۳۳ | ۱۰/۱۰ ۱±/۳۳ | ۹/۱±۴۰/۳۴ | ±۱۰ ۱/۳۳ | ۰/۶۶ |
| قد M±SD | ۳/۶۳±۱۳۸/۹۰ | ۴/۷۶±۱۳۷/۶ | ۱۳۷/۵ ۴±/۶۰ | ۱۳۸/۳±۹/۹ | ۰/۷۹ |
| وزن M±SD | ۳۲/۶۰ ± ۲/۹۸ | ۳۱/۹۰ ۳±/۱۰ | ۱۳۸/۹ ۳±/۹۰ | ۳۳/۴±۰۰/۸۹ | ۰/۹۱ |

**جدول۳**- میانگین وانحراف استاندارد نمرات شرکت‌کنندگان در متغیرهای پژوهش در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون

| متغیر | مراحل آزمون | گروه | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | بدمینتون + تحریک | پیاده روی + تحریک | بدمینتون + تحریک شم | پیاده روی + تحریک شم |
| هماهنگی حرکتی | پیش‌آزمون | ۱۲۵/۲۰ ± ۱۰/۰۴ | ۱۲۴/۸۰ ± ۷/۵۵ | ۱۲۶/۵۰ ± ۵/۸۹ | ۱۲۴/۷۰ ± ۶/۹۴ |
| | پس‌آزمون | ۱۸۴/۸۰ ± ۱۱/۶۱ | ۱۶۰/۴۰ ± ۱۶/۸۶ | ۱۵۶/۶۰ ± ۱۷/۰۰ | ۱۲۲/۱۰ ± ۸/۲۲ |

**جدول ۴**- نتایج آزمون شاپیرو- ویلک برای بررسی توزیع داده‌ها

| متغیر | مراحل آزمون | گروه | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | (sig) بدمینتون + تحریک | (sig) پیاده روی + تحریک | (sig) بدمینتون + تحریک شم | (sig) پیاده روی + تحریک شم |
| هماهنگی حرکتی | پیش‌آزمون | ۰/۹۸۴ | ۰/۱۱۷ | ۰/۷۰۹ | ۰/۷۲۰ |
| | پس‌آزمون | ۰/۵۸۹ | ۰/۷۳۵ | ۰/۶۸۱ | ۰/۷۳۶ |

[ Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-24 ]
[ DOI: 10.61186/shefa.13.1.27 ]

نتایج آزمون تی همبسته در گروه بدمینتون+ تحریک شم (t(۹)=-۵/۲۶، P=۰/۰۰۰۱)، پیاده روی + تحریک (t(۹)=-۵/۵۰، P=۰/۰۰۰۱)، بدمینتون + تحریک (t(۹)=-۱۱/۵۶، P=۰/۰۰۰۱)، نشان‌دهندهٔ وجود تفاوت معنی‌دار به نفع پس‌آزمون و در گروه پیاده‌روی+تحریک شم (t(۹)=۰/۶۸، P=۰/۵۰۹) نشان‌دهندهٔ عدم تفاوت معنی‌دار بین دو مرحله آزمون بود.

در ادامه از آزمون تحلیل کوواریانس تک‌متغیره برای مقایسه هماهنگی حرکتی بین چهار گروه در مرحله پس‌آزمون ( با حذف اثر نمرات پیش‌آزمون) استفاده شد. نتایج این آزمون در جدول ۶ ارائه شده است. همان‌طور که نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد تفاوت بین چهار گروه در متغیر هماهنگی حرکتی معنی‌دار است (F=۳۴/۳۶، P=۰۰۰۱/η۰ P۲=۰/۷۴). نتایج آزمون تعقیبی جهت بررسی تفاوت بین گروه‌ها در جدول ۷ آورده شده است.

نتایج آزمون تعقیبی در جدول شماره ۷ نشان دهنده این مطلب است که بین گروه بدمینتون+تحریک با گروه پیاده‌روی+تحریک، گروه بدمینتون+تحریک شم و نیز گروه پیاده‌روی+تحریک شم تفاوت معنی‌دار وجود دارد (P=۰/۰۰۱) که با توجه به تفاوت میانگین‌ها مشخص می‌شود که عملکرد گروه بدمینتون + تحریک از دیگر گروه‌ها بهتر بود. همچنین مشخص شد که بین گروه پیاده‌روی+ تحریک با گروه پیاده روی + تحریک شم تفاوت معنی‌دار وجود دارد (P=۰/۰۰۱) که با توجه

**جدول ۵**- آزمون تی همبسته مؤلفه هماهنگی حرکتی در گروه‌های مورد مطالعه

| گروه | آزمون | میانگین | انحراف معیار | t | درجه آزادی | معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|---|
| بدمینتون + تحریک شم | پیش‌آزمون- پس‌آزمون | -۳۰/۱۰ | ۱۸/۰۸ | -۵/۲۶ | ۹ | ۰/۰۰۱ |
| پیاده‌روی + تحریک | پیش‌آزمون- پس‌آزمون | -۳۵/۶۰ | ۲۰/۴۵ | -۵/۵۰ | ۹ | ۰/۰۰۱ |
| بدمینتون + تحریک | پیش‌آزمون- پس‌آزمون | -۵۹/۶۰ | ۱۶/۷۰ | -۱۱/۵۶ | ۹ | ۰/۰۰۱ |
| پیاده‌روی + تحریک شم | پیش‌آزمون- پس‌آزمون | ۲/۶۰ | ۱۱/۹۶ | ۰/۶۸ | ۹ | ۰/۵۰۹ |

**جدول ۶**- نتایج آزمون تحلیل کوواریانس تک‌متغیره بررسی تفاوت چهار گروه در مؤلفه هماهنگی حرکتی در پس‌آزمون

| شاخص‌های آماری / منبع | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | F | سطح معنی‌داری | مجذور ضریب اتای سهمی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| پیش‌آزمون | ۵۰۴۸/۸۲ | ۱ | ۵۰۴۸/۸۲ | ۲۵/۹۴ | ۰/۰۰۱ | ۰/۴۲ |
| گروه | ۲۰۰۶۳/۵۴ | ۳ | ۶۶۸۷/۸۴ | ۳۴/۳۶ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۷۴ |
| خطا | ۶۸۱۰/۵۴ | ۳۵ | ۱۹۴/۵۸ | | | |

**جدول ۷**- نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی برای مقایسه میانگین نمرات هماهنگی حرکتی تحت تاثیر انواع مداخله

| نوع مداخله | | تفاوت میانگین | خطای استاندارد | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|
| بدمینتون + تحریک | پیاده روی + تحریک | ۲۴/۵۱ | ۶/۲۴ | ۰/۰۰۱ |
| | بدمینتون + تحریک شم | ۲۷/۸۳ | ۶/۲۴ | ۰/۰۰۱ |
| | پیاده روی + تحریک شم | ۶۲/۸۴ | ۶/۲۴ | ۰/۰۰۱ |
| پیاده روی + تحریک | بدمینتون + تحریک شم | ۳/۳۱ | ۶/۲۵ | ۰/۹۹۹ |
| | پیاده روی + تحریک شم | ۳۸/۳۲ | ۶/۲۳ | ۰/۰۰۱ |
| بدمینتون + تحریک شم | پیاده روی + تحریک شم | ۳۵/۰۱ | ۶/۲۶ | ۰/۰۰۱ |



[ Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-24 ]
[ DOI: 10.61186/shefa.13.1.27 ]

به تفاوت میانگین‌ها مشخص می‌شود که عملکرد گروه پیاده روی + تحریک از گروه پیاده روی + تحریک شم بهتر بود و نیز بین گروه بدمینتون + تحریک شم با گروه پیاده روی + تحریک شم تفاوت معنی‌دار وجود دارد (P=۰/۰۰۱) که با توجه به تفاوت میانگین‌ها مشخص می‌شود که عملکرد گروه بدمینتون+ تحریک شم از گروه پیاده روی + تحریک شم بهتر بود ولی بین گروه پیاده روی + تحریک با گروه بدمینتون+ تحریک شم تفاوت معنی‌دار وجود ندارد (P=۰/۹۹۹).

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که هر سه مداخله بدمینتون+ تحریک شم ، پیاده روی + تحریک و بدمینتون + تحریک بر هماهنگی حرکتی در کودکان ۸ تا ۱۲ سال دارای اختلال هماهنگی رشدی تأثیر دارد. همچنین مشخص شد که عملکرد گروه بدمینتون + تحریک از دیگر گروهها بهتر بود. عملکرد گروه پیاده روی + تحریک از گروه تحریک ساختگی بهتر بود. عملکرد گروه بدمینتون+ تحریک شم از گروه پیاده روی + تحریک شم بهتر بود ولی بین گروه پیاده روی + تحریک با گروه بدمینتون+ تحریک شم تفاوت معنی‌دار وجود نداشت.

این نتایج با یافته‌های فطروسی و همکاران بهرامی و همکاران، فطروسی و سنگاری ، جزینی و شیخ ، اسکندرنژاد و همکاران (۳۷)، لیو و همکاران[13]، موریا و همکاران[14] همخوان می‌باشد (۳۹، ۳۸، ۳۷، ۳۶، ۲۸، ۲۰، ۱۰). به طور کلی، کودکانی که مشکلات هماهنگی رشدی دارند، در هماهنگی حرکت و کارآیی در انجام مهارت‌های حرکتی مشکل دارند و اغلب در مقایسه با کودکان با دانش کافی، ارزش‌های ضعیفی در فعالیت‌های مربوط به هماهنگی حرکت و هماهنگی دارند. مطالعات مختلف نشان می‌دهد که برنامه های ورزشی باید با توجه به ناتوانی‌های کودکان تدوین شود. ورزش و فعالیت بدنی از جمله تمرینات بدمینتون برای کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی به این کودکان اجازه می‌دهد تا حدی خودکفا باشند و در نتیجه کیفیت زندگی خود را حفظ کنند و در فعالیت‌های مختلف هماهنگی پیدا کنند. مطالعات نشان داده است که توسعه شایستگی جسمی و حرکتی که رشد توانایی اجتماعی و رشد ادراکی حرکتی و هماهنگی حرکتی را موجب می‌شود، باید اهداف اصلی برای این افراد باشد. افراد دارای معلولیت، مانند کودکان مبتلا به اختلالات رشدی که نمی توانند به طور منظم در فعالیت‌های بدنی شرکت کنند، در کسب رفتارها و مهارت‌هایی که برای رشد و تکامل ضروری هستند محروم هستند (۱۰).

در رابطه با تأثیر بدمینتون+ تحریک شم بر هماهنگی حرکتی می‌توان بیان کرد که رشته ورزشی بدمینتون از جمله رشته‌های ورزشی است که حرکات موجود در آن در برگیرنده مؤلفه‌های مختلف آمادگی جسمانی بوده و تنوع حرکتی مناسب به وفور در آن یافت می‌شود. در بازی بدمینتون توانایی پردازش اطلاعات محیطی در مورد بازی به وسیله بازیکنان در زمان کوتاه به دست می‌آید که می‌تواند افزایش قدرت بینایی و بهبود سرعت عکس‌العمل را در پی داشته باشد و در نهایت می‌توان انتظار داشت که میزان هماهنگی حرکتی فرد بالا برود.

در رابطه با تأثیر پیاده روی + تحریک بر هماهنگی حرکتی در کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی، جزینی و شیخ تحقیقی را با هدف مقایسه اثر تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای قشر حرکتی و بینایی بر عملکرد حرکتی کودکان دختر با اختلال هماهنگی رشدی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای قشر بینایی، باعث بهبود معنی‌دار عملکرد حرکتی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی گردید (۴۰). مطالعه‌ای توسط آنتال و همکاران نشان داد که بکارگیری tDCS بر قشر بینایی عملکرد هماهنگی در کودکان را در تکالیف ادراک حرکت و ردیابی دیداری- حرکتی را چه در حین مداخله و چه بلافاصله پس از تحریک بهبود می‌بخشد که این نتایج در راستای نتایج این قسمت از تحقیق حاضر می‌باشد (۴۱).

از طرفی نتایج تحقیقات هریس و همکاران[15] در رابطه با عدم تأثیر tDCS بر هماهنگی دیداری حرکتی و نیز نتایج تحقیق کوآن و همکاران[16] مبنی بر عدم تأثیر تحریک tDCS بر هماهنگی بینایی حرکتی با نتایج تحقیق حاضر ناهمخوان است (۴۳-۴۲). شاید بتوان اصلی‌ترین دلیل عدم همخوانی تحقیقات مذکور با تحقیق حاضر را به تعداد جلسات تحریک نسبت داد. به نحوی که در تحقیقات مذکور تنها از یک جلسه مداخله تحریک استفاده شد ولی در تحقیق حاضر از ۱۰ جلسه مداخله استفاده شد که تعداد جلسات مداخله بیشتر می‌تواند بر تأثیر تحریک tDCS گذاری اثربخش باشد. در این مورد می‌توان اظهار کرد که جلسات متعدد تحریک tDCS با شدت کم اثر تجمعی بر تحریک پذیری قشر مغز پس از جلسات مکرر روزانه را نشان می‌دهد و می‌تواند بر روی متغیرهای مختلف تأثیر مثبت داشته باشد.

از طرفی در توجیه نتایج بدمینتون + تحریک بر هماهنگی حرکتی می‌توان گفت که هنگامی که مداخله تحریک مغزی همراه با آموزش تمرینات ورزشی گردد، علاوه بر مسائل روانی و رفتاری می‌تواند ساختارهای مغزی و شناخت را نیز به کمک گرفته و بر بهبود هماهنگی حرکتی تأثیر بیشتری داشته باشد. فرض بر این است

[13] Lu et al
[14] Moreira et al
[15] Harris et al
[16] Kwonet al



[ Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-24 ]
[ DOI: 10.61186/shefa.13.1.27 ]

که افزایش در ناحیه پیش‌پیشانی راست یا چپ منجر به کاهش رفتارهای منفی و نیز بهبود کارکردهای شناختی و حرکتی مختلف می‌شود؛ بنابراین، یک مکانیسم احتمالی مبنی بر تأثیر بیشتر آموزش ترکیبی این است که باعث می‌شود تحریک این ناحیه منجر به افزایش کنترل و بازداری شناختی عاطفی و اجتماع می‌گردد که می‌تواند نتایج مختلفی از قبیل بهبود هماهنگی حرکتی در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی حرکتی را در پی داشته باشد. همچنین می‌توان گفت که تأثیرات تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای همراه با تمرین ورزشی با وضوح بالا در تمرین ممکن است بسته به طبیعت تمرین و محلی که تحریک می‌کند، به‌وسیله دشواری تمرین تعدیل شود. این موضوع در پژوهش ایمپریو و چوآ[17] نیز تأیید شد (۴۴). آن‌ها این گونه استدلال کردند که تکرار در مطالعات تحریک مستقیم فراجمجمه‌ای اغلب دشوار است؛ زیرا شرکت‌کنندگان تفاوت‌های فردی زیادی در شکل ضخامت جمجمه، چربی زیر جلدی و تراکم مایع مغزی نخاعی، و همچنین تفاوت‌های آناتومیکی در نواحی مغز دارند. علاوه بر این، تفاوت در برانگیختگی شرکت‌کنندگان و حتی دشواری یا آسانی تکلیف می‌تواند بر نحوه پاسخ شرکت‌کنندگان به تحریک مغزی تأثیر بگذارد.

از جمله محدودیت‌های این پژوهش شامل نداشتن مرحله پیگیری برای بررسی اثرات طولانی‌مدت مداخله‌ها بود که می‌بایست در تحقیقات آتی این مسئله مدنظر قرار گیرد. همچنین محدودیت زمانی جهت استفاده همزمان از تکنیک‌های تصویربرداری به منظور بررسی تغییرات مغزی در روند اجرای مداخله‌ها نیز از دیگر محدودیت‌های تحقیق حاضر بود.

در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که هر سه مداخله بدمینتون+ تحریک شم ، پیاده روی + تحریک و بدمینتون + تحریک بر هماهنگی حرکتی در کودکان ۸ تا ۱۲ سال دارای اختلال هماهنگی رشدی تأثیر دارد. همچنین مشخص شد که عملکرد گروه بدمینتون + تحریک از دیگر گروه‌ها بهتر بود. عملکرد گروه پیاده روی + تحریک از گروه تحریک ساختگی بهتر بود. عملکرد گروه بدمینتون+ تحریک شم از گروه پیاده روی + تحریک شم بهتر بود ولی بین گروه پیاده روی + تحریک با گروه بدمینتون+ تحریک شم تفاوتی وجود نداشت.

## منابع

1. Rezaei S, Arabameri E, Sohrabi MMS. Examination of the Impact of an Eight-Week Exclusive Exercise on the Balance of Children with Developmental Coordination Disorders. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2016; 5(4): 57-64.

2. Baghernia R, Asle Mohammadizadeh M. Prevalence of Developmental Coordination Disorder in Iranian 3-to-11-year-old children. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 2014; 9(6).

3. Kadesjö B, Gillberg C. Developmental coordination disorder in Swedish 7-year-old children. Annual Progress in Child Psychiatry and Child Development 2000-2001: Routledge; 2002. p. 317-34.

4. Shahrbanian S, Hashemi A. The Effects of Core Stabilization Training on Balance and Reaction Time in Children with Developmental Coordination Disorder. Research in Sport Management and Motor Behavior. 2018; 8(16): 83-91.

5. shaban e, SHAHBAZI M, Tahmasebi Boroujeni S. The Effect of Mental Imagery and Physical Practice on Tracking Task inChildren with Developmental Coordination Disorder. Sport Psychology Studies. 2021.

6. Mohammadi khozani z. Developmental Coordination Disorder: A review and update. Journal of Exceptional Education (J Except Educ). 2016; 4(141): 70-7.

7. Smits-Engelsman B, Schoemaker M, Delabastita T, Hoskens J, Geuze R. Diagnostic criteria for DCD: Past and future. Human movement science. 2015; 42: 293-306.

8. Arabameri E, Hashemi A. The Effects of Perceptual-Motor Training in Combination with Feedback on the Reaction Time and Motor Coordination of Children with Developmental Coordination Disorder. Journal of Exceptional Children. 2019; 19(3): 87-92.

9. Ghaheri B, Tahmasebi Boroujeni S, Shahbazi M, Arshi AR. Dynamic Evaluation of Motor Coordination and Variability in Children with and without Developmental Coordination Disorder. Journal of Arak University of Medical Sciences. 2022; 24(6): 804-19.

10. fotrousi f, sangari m. The effect of Badminton skill exercises on visual-motorintegration in children with motor disability. Journal of Exceptional Education (J Except Educ). 2022; 5(165): 81-9.

11. Geuze RH. Postural control in children with developmental coordination disorder. Neural plasticity. 2005; 12(2-3): 183-96.

12. Johnston LM, Burns YR, Brauer SG, Richardson

[17] Imperio & Chua



[ Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-24 ]

[ DOI: 10.61186/shefa.13.1.27 ]

CA. Differences in postural control and movement performance during goal directed reaching in children with developmental coordination disorder. Human movement science. 2002; 21(5-6): 583-601.

13. Querne L, Berquin P, Vernier-Hauvette M-P, Fall S, Deltour L, Meyer M-E, et al. Dysfunction of the attentional brain network in children with developmental coordination disorder: a fMRI study. Brain research. 2008; 1244: 89-102.

14. Zwicker JG, Missiuna C, Harris SR, Boyd LA. Developmental coordination disorder: a review and update. European Journal of Paediatric Neurology. 2012; 16(6): 573-81.

15. Grohs MN, Craig BT, Kirton A, Dewey D. Effects of transcranial direct current stimulation on motor function in children 8–12 years with developmental coordination disorder: A randomized controlled trial. Frontiers in Human Neuroscience. 2020; 14: 608131.

16. Hashemi A, Rostami R, Hadianfard H. The effectiveness of cognitive rehabilitation on Fundamental motor skills of children with developmental coordination disorder: A quasi-experimental study. Journal of Sports and Motor Development and Learning.2022; 13(4): 391-405.

17. Shokreh G, Hosseini F. The Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Working Memory in Children with Developmental Coordination Disorder (DCD). Journal of Sports and Motor Development and Learning. 2019; 11(2): 231-46.

18. Bikson M, Grossman P, Thomas C, Zannou AL, Jiang J, Adnan T, et al. Safety of transcranial direct current stimulation: evidence-based update 2016. Brain stimulation. 2016; 9(5): 641-61.

19. Pixa NH, Steinberg F, Doppelmayr M. High-definition transcranial direct current stimulation to both primary motor cortices improve unimanual and bimanual dexterity. Neuroscience letters. 2017; 643: 84-8.

20. Jazini F, Sheikh M. Comparison of the Effect of Direct Transcranial Electrical Stimulation of Motor and Vision Cortex on Working Memory and Motor Performance in Children with Developmental Coordination Disorder. 2022.

21. Mariën P, Wackenier P, De Surgeloose D, De Deyn PP, Verhoeven J. Developmental coordination disorder: disruption of the cerebello-cerebral network evidenced by SPECT. The Cerebellum. 2010; 9(3): 405-10.

22. Mandich A, Polatajko H. A cognitive perspective on intervention for children with developmental coordination disorder: the CO-OP experience. Children with developmental coordination disorder London: Whurr. 2005: 228-41.

23. Rasool Yaali ABAB, Ahmad Farrokhi, Ahmad Farrokhi, Ahmadreza Mohadi, Ahmadreza Mohadi. Determining the need for attention in hitting is called badminton. Journal of Sport Management and Motor Behavior. 2013; 9(17): 47-58.

24. Hellin M, Garcia-Jimenez JV, Garcia-Pellicer JJ. Intensity of physical education lessons in children according to the type of activity: Soccer, badminton, aerobics and motor skills. Journal of Physical Education and Sport. 2019; 19(1): 603-10.

25. Di X, Zhu S, Jin H, Wang P, Ye Z, Zhou K, et al. Altered resting brain function and structure in professional badminton players. Brain connectivity. 2012; 2(4): 225-33.

26. Sadettin E. Investigation of the effects of badminton basic training program applied in 11-12 years old children on motor development. SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi. 2022; 20(3): 182-92.

27. Loureiro Jr LdFB, Freitas PBd. Influence of the performance level in badminton players in neuromotor aspects during a target-pointing task. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. 2012; 18: 203-7.

28. Fotrousi F, Sheikh M, Hemayattalab R, Homanian D. Impact of Badminton Training Course on Compensating Fundamental Activities in Children with Motor Lag. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 2017; 13(3): 138-44.

29. Chen C-C, Ryuh Y-J, Donald M, Rayner M. The impact of badminton lessons on health and wellness of young adults with intellectual disabilities: a pilot study. International Journal of Developmental Disabilities. 2022; 68(5): 703-11.

30. Hashemi A, Sheikh M, Homaneyan D, Bagherzaeh F. The effect of Wii Fit training on metacognitive characteristics of children with developmental coordination disorder. journal of motor and behavioral sciences. 2019; 2(3): 177-88.

31. Hamed Sabzevari SASA, Shahab Parvinpour Shahab Parvinpour, Effect of perceptual-motor exercises on the academic performance of primary school and sixth grade primary school children. Razi Medical Sciences. 2019; 6(6): 26-77.



[ Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-24 ]

[ DOI: 10.61186/shefa.13.1.27 ]

32. Salami S, Shams A, Shamsipour Dehkordi P. Psychometric Properties (Validity and Reliability) of the Body Coordination Test for Children (KTK), among 5-14 years children in Tehran City: Pilot Study. Motor Behavior. 2019; 11(38): 71-96.

33. de Niet M, Platvoet S, Hoeboer J, De Witte A, De Vries S, Pion J, editors. Agreement between the KTK3+ test and the athletic skills track for classifying the fundamental movement skills proficiency of 6-to 12-year-old children. Frontiers in Education; 2021.

34. Smits-Engelsman B, Denysschen M, Lust J, Coetzee D, Valtr L, Schoemaker M, et al. Which outcomes are key to the pre-intervention assessment profile of a child with developmental coordination disorder? A systematic review and meta-analysis. Biomedical Journal. 2024: 100768.

35. Xu Y, Zhu J, Liu H, Qiu Z, Wu M, Liu J, et al. Effects of Tai Chi combined with tDCS on cognitive function in patients with MCI: a randomized controlled trial. Frontiers in public health. 2023; 11: 1199246.

36. Bahrami S, Mousavi Sadati SK, Daneshjoo A. Effect of transcranial direct current stimulation and selected exercises on balance in children with developmental coordination disorder. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2020; 9(1): 69-259.

37. Eskandarnejad M, Vakili J, Alezadeh R. The effect of four weeks of training with and without blood flow restriction on psychological characteristics and anxiety of skilled badminton players. Sport Psychology Studies. 2023; 12(45): 19-32.

38. Lu H, Liu Q, Guo Z, Zhou G, Zhang Y, Zhu X, et al. Modulation of repeated anodal HD-tDCS on attention in healthy young adults. Frontiers in Psychology. 2020; 11: 564447.

39. Moreira A, Moscaleski L, Machado DGdS, Bikson M, Unal G, Bradley PS, et al. Transcranial direct current stimulation during a prolonged cognitive task: the effect on cognitive and shooting performances in professional female basketball players. Ergonomics. 2023; 66(4): 492-505.

40. jazini f, sheikh m. Comparison of the Effect of Direct Transcranial Electrical Stimulation of Motor and Vision Cortex on Working Memory and Motor Performance in Children with Developmental Coordination Disorder. The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam.2022; 10(3): 1-12.

41. Antal A, Paulus W. Transcranial direct current stimulation and visual perception. Perception. 2008; 37(3): 367-74.

42. Harris DJ, Wilson MR, Buckingham G, Vine SJ. No effect of transcranial direct current stimulation of frontal, motor or visual cortex on performance of a self-paced visuomotor skill. Psychology of Sport and Exercise. 2019; 43: 368-73.

43. Kwon YH, Kang KW, Son SM, Lee NK. Is effect of transcranial direct current stimulation on visuomotor coordination dependent on task difficulty? Neural regeneration research. 2015; 10(3): 463-6.

44. Imperio CM, Chua EF. Differential effects of remotely supervised transcranial direct current stimulation on recognition memory depending on task order. Frontiers in Human Neuroscience. 2023; 17.

[ Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-24 ]

[ DOI: 10.61186/shefa.13.1.27 ]