

رشد و یادگیری حرکتی - ورزشی - پاییز ۱۳۹۹  
دوره ۱۲، شماره ۳، ص: ۳۴۷ - ۳۲۹  
تاریخ دریافت: ۱۲ / ۰۴ / ۹۸  
تاریخ پذیرش: ۱۹ / ۰۶ / ۹۹

## تأثیر یک دوره برنامه تمرین تعادلی در شرایط تکلیف دوگانه بر حافظه کاری کودکان با اختلال هماهنگی رشدی

حمیده جهانبخش<sup>۱</sup> - مهدی سهرابی<sup>۲\*</sup> - علیرضا صابری کاخکی<sup>۳</sup> - عزت خدانشناسی<sup>۴</sup>  
۱. دانشجوی دکتری رشد حرکتی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. ۲. استاد رفتار حرکتی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. ۳. دانشیار رفتار حرکتی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. ۴. استادیار کودکان، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

### چکیده

هدف این پژوهش، بررسی تأثیر یک دوره برنامه تمرین تعادلی منتخب در شرایط تکلیف دوگانه و منفرد بر حافظه کاری کودکان با اختلال هماهنگی رشدی بود. روش پژوهش، نیمه تجربی و از نوع طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون - پیگیری با گروه کنترل بود. بدین منظور ۳۹ دانش‌آموز پسر مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و به صورت تصادفی به ۳ گروه ۱۳ نفره تمرین در شرایط دوگانه، تمرین در شرایط منفرد و کنترل تقسیم شدند. دو گروه تجربی به مدت ۸ هفته تحت مداخله تمرینات منتخب تعادلی در دو شرایط مختلف دوگانه و منفرد قرار گرفتند. شرکت‌کنندگان در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و آزمون پیگیری (دو ماه بعد از پس‌آزمون) با استفاده از آزمون بلوک‌های تپنده کورسی ارزیابی شدند. تحلیل داده‌ها با استفاده از روش تحلیل کوواریانس با اندازه‌گیری مکرر و همچنین تحلیل کوواریانس یکرانه نشان داد که در پس‌آزمون، حافظه کاری در گروه تکلیف دوگانه برتر از هر دو گروه تکلیف منفرد و کنترل بود ( $P < 0/05$ ). همچنین تفاوت معناداری از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در همه گروه‌های آزمایشی جز گروه تکلیف منفرد در شاخص گسترده بلوک و گروه کنترل مشاهده شد. در آزمون پیگیری، این برتری تنها در شاخص نمره کلی و کل کوشش‌های صحیح مشاهده شد. همچنین، گروه تکلیف منفرد در پس‌آزمون از گروه کنترل برتر بود ( $P < 0/05$ ). به دلیل اهمیت کارکردهای اجرایی، استفاده از این برنامه تمرینی منتخب به منظور بهبود حافظه کاری می‌تواند ابزار مفیدی برای این گروه از کودکان باشد.

### واژه‌های کلیدی

اختلال هماهنگی رشدی، تکلیف دوگانه، تکلیف منفرد، حافظه کاری.

**مقدمه**

برای مشارکت کودکان در فعالیت‌های حرکتی معمولی روزانه، سطح حداقلی از شایستگی در مهارت‌های حرکتی، لازم است. درحالی‌که برخی کودکان دامنه وسیعی از تکالیف حرکتی را به راحتی انجام می‌دهند، برخی کودکان مشکلات زیادی را در هماهنگی و کنترل بدن، هنگام حرکات تجربه می‌کنند. این کودکان معمولاً به عنوان اختلال هماهنگی رشدی<sup>۱</sup> تشخیص داده می‌شوند که یکی از شش اختلال رشدی رایج است (۱). این اختلال با میزان شیوع ۵ تا ۶ درصد به عنوان اختلال عصبی رایج در کودکان سنین مدرسه است. کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی دامنه گسترده‌ای از مشکلات ادراکی - حرکتی، مشکلات تعادلی و کنترل پاسچر، نقص در پیش‌بینی حرکتی و نقص در پردازش بینایی فضایی را نشان می‌دهند (۲).

همزمان با رشد کودکان با اختلال هماهنگی رشدی مشکلاتی در حوزه کارکردهای اجرایی آنها ظاهر می‌شود (۳). در واقع اختلال هماهنگی رشدی یک اختلال رشدی است که ارتباطش با کارکردهای اجرایی کمتر مورد توجه قرار گرفته است، در صورتی‌که تحقیقات نشان می‌دهند کودکان با اختلال هماهنگی رشدی (بدون هیچ اختلال دیگر) در دامنه وسیعی از کارکردهای اجرایی مشکل دارند (۴). کارکردهای اجرایی دامنه وسیعی از فرایندها یا مهارت‌های شناختی سطح بالا هستند که شناخت و رفتار هدفمند را هدایت می‌کنند. این کارکردها تحت کنترل داوطلبانه و آگاهانه‌اند. به طور سنتی این مهارت‌های شناختی پیچیده به عملکرد پیش‌پیشانی مغز مرتبط‌اند. از سوی دیگر شواهد فزاینده‌ای از ارتباط ساختاری و کارکردی بین قشر پیش‌پیشانی و مخچه که مرتبط با مهارت‌های حرکتی است، وجود دارد (۴). کارکرد اجرایی یک فعالیت اجرایی در ناحیه منقاری نزدیک هیپوفیز است که با توانایی در کنترل آگاهانه تفکرات، احساسات و اعمال از طریق درگیری حافظه کاری و عملکردهای بازدارنده مشخص می‌شود (۵). در واقع کارکردهای اجرایی، عملکرد قسمتهایی از مغز هستند که مسئولیت انجام تعویض تکالیف، تکالیف چندگانه و دو تکلیف موازی را بر عهده دارند (۶). کارکردهای اجرایی به ما کمک می‌کند اطلاعات مربوط به یک مسئله خاص در حافظه کاری، حفظ شود، اطلاعات نامربوط نادیده گرفته شده و پاسخ‌هایی که مانع رسیدن به هدف می‌شود، بازدارنده شود (۷).

- 
1. Developmental Coordination Disorder
  2. Executive Function

نظر کلی بر این است که کارکردهای اجرایی به سه دسته اصلی حافظه کاری<sup>۱</sup>، بازداری<sup>۲</sup> و انعطاف پذیری شناختی<sup>۳</sup> تقسیم می‌شوند. حافظه کاری شامل ذخیره موقت و دستکاری اطلاعات در ذهن فرد است. بازداری یا مهار شامل کنترل عمل قبل از پاسخ طبیعی است و انعطاف پذیری شناختی از طریق انطباق و سازگاری با نیازهای مختلف تکلیف، اجازه انعطاف در مواجهه با مشکلات را می‌دهد (۵). در این میان حافظه کاری از مهم‌ترین این مؤلفه‌هاست (۸)، زیرا کنش این مؤلفه برای آسان‌سازی و انجام صحیح فعالیت سایر مؤلفه‌های کارکردهای اجرایی ضروری است و عملکرد مناسب آن تمرکز، توجه پایدار، تأمل در پاسخ به محرک‌ها و نیز بازداری تکانه‌های نامرتبط به موقعیت را فراهم می‌آورد (۹).

کودکان با اختلال هماهنگی رشدی در رشد این کارکردها نسبت به کودکان طبیعی تأخیر دارند (۱۰). در واقع کودکان با اختلال هماهنگی رشدی ممکن است در کلاس درس تلاش بیشتری برای پردازش اطلاعات بینایی فضایی یا تکمیل تکالیف حرکتی (مانند نوشتن) داشته باشند. این نقایص، مشکلات زیادی را در عملکرد تحصیلی، شناختی، اجتماعی و حرکتی آنها ایجاد می‌کند (۱۱). از این رو با توجه به اهمیت کارکردهای اجرایی برای پیش‌بینی آمادگی ورود به مدرسه، عملکرد تحصیلی بعد از آن و سلامت ذهنی و بدنی، تمرین زود هنگام کارکردهای اجرایی، انتخاب خوبی برای کاهش این نقص و در نتیجه پیشرفت تحصیلی و سلامت این جامعه است.

تاکنون روش‌های درمانی و تمرینی متعددی به منظور بهبود مشکلات این کودکان ارائه شده است. با این حال هنوز بهترین مداخلاتی که سبب بیشترین و ماندگارترین بهبود در این کودکان شود، مشخص نیست (۱). از طرفی در برخی مطالعات، مداخلات حرکتی-شناختی مورد توجه قرار گرفته است. این مداخلات بر برنامه‌ریزی و اجرای حرکت و استفاده از مهارت‌های شناختی در مداخلات تأکید می‌کند (۱۲) که در محیط واقعی (مدرسه، خانواده یا جامعه) با هدف مشارکت مادام‌العمر در چنین فعالیت‌های انجام می‌گیرد (۱۳). با وجود این بیشتر تحقیقات موجود در زمینه تأثیر مداخلات مختلف در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی، روش تمرینی تک‌بعدی و تکلیف منفرد را بررسی کرده‌اند. این در حالی است که گروهی از محققان روش جدیدی از تمرینات با عنوان «تکلیف دوگانه» را ارائه داده‌اند. به نظر می‌رسد

- 
1. Working Memory
  2. Inhibition
  3. Cognitive Flexibility
  4. Dual Task

روش تکلیف دوگانه به دلیل اینکه به موقعیت واقعی فعالیت‌های روزمره افراد نزدیک‌تر است، کاربردی‌تر باشد (۱۴).

از طرفی در شرایط تکلیف دوگانه، کارکردهای اجرایی برای هماهنگی پردازش همزمان جریان‌های مختلف اطلاعات لازم است (۱۵). همچنین نظریه‌های اخیر تکلیف دوگانه بیان می‌کنند که حل تداخل بین تکلیف در شرایط دوگانه، نیازمند استفاده از کارکردهای اجرایی است، به گونه‌ای که ترتیب پردازش تکالیف را برنامه‌ریزی کند، پردازش تکالیف را متوقف و دوباره آغاز کند و بین جریان‌های پردازش تکالیف جابه‌جا شود (۱۵). به عبارتی مداخلات تکلیف دوگانه می‌تواند کارکردهای اجرایی را بهبود بخشد (۱۷)، (۱۶). برای مثال فرناندز<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۵)، در تحقیقی نشان دادند که تمرینات تعادلی در شرایط تکلیف دوگانه در مقایسه با تمرینات تعادلی در شرایط تکلیف منفرد برای کارکردهای اجرایی مزایایی بهتری به همراه دارد (۱۷). در مطالعه دیگری نیز چویی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که توجه شنیداری و حافظه بینایی-فضایی کوتاه‌مدت، بعد از مداخله تمرینات تعادلی در شرایط تکلیف دوگانه به طور معناداری بهبود یافته است (۱۸). در واقع براساس نتایج مطالعات موقعیت‌های تکلیف دوگانه، معمولاً به دلیل همراه کردن مداخلات شناختی با مداخلات حرکتی می‌توانند مفیدتر واقع شوند (۱۹).

با توجه به زیربنای نظری ذکر شده در مورد اهمیت و مزایای تمرین در شرایط تکلیف دوگانه بر کارکردهای شناختی، بیشتر مطالعات موجود در زمینه کودکان با اختلال هماهنگی رشدی تنها از روش‌های حرکتی استفاده کرده‌اند و تاکنون اثر تمرینات دوگانه حرکتی-شناختی روی کارکردهای اجرایی به ویژه حافظه کاری این کودکان بررسی نشده است. در واقع با مرور تحقیقات گذشته و چالش‌های موجود، این خلأ تحقیقاتی احساس می‌شود که بیشتر مداخلات تمرینی گزارش شده در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی، تک‌بعدی (حرکتی یا شناختی) طراحی شده و تاکنون تأثیر تمرینات تکلیف دوگانه بر عملکرد شناختی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی بررسی نشده است. از این رو تحقیق حاضر در پی پاسخگویی به این پرسش است که آیا کودکان با اختلال هماهنگی رشدی، پس از شرکت در تمرینات تعادلی مبتنی بر رویکرد تکلیف دوگانه نسبت به رویکرد تکلیف منفرد، عملکرد شناختی و به ویژه حافظه کاری بالاتری خواهند داشت؟

- 
1. Fernandes
  2. Choi

## روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های نیمه‌آزمایشی است و از نوع طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون- پیگیری با گروه کنترل بود. جامعه آماری پژوهش دانش‌آموزان پسر ۹-۷ ساله مقطع ابتدایی شهر اهواز بود. نمونه‌گیری با توجه به ماهیت مطالعه، در دسترس بود. در این مطالعه تعیین حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار PASS انجام گرفت که حجم کل نمونه با استفاده از این نرم‌افزار و با در نظر گرفتن توان آماری ۰/۸۰ و سطح معناداری ۰/۰۵ (دو دامنه)، ۳۹ نفر برآورد شد. معیارهای ورود شامل موارد زیر بود: ۱. تشخیص رسمی اختلال هماهنگی رشدی براساس معیارهای دستورالعمل آماری و تشخیصی اختلالات روانی نسخه پنجم (۲۰)، ۲. دامنه سنی بین ۷ تا ۹ سال و ۳. بهره هوشی نرمال و متوسط. همچنین معیارهای خروج عبارت بودند از: ۱. تشخیص رسمی اختلالات اوتیسم، بیش‌فعالی - کم‌توجه، اختلالات عصب‌شناختی و فیزیکی، ۲. دریافت هر گونه مداخله فیزیکی یا کاردرمانی و ۳. مشارکت نامنظم در جلسات تمرینی.

روش مطالعه و مداخله پژوهش حاضر توسط کمیته اخلاقی پژوهش‌های زیستی دانشگاه فردوسی مشهد تأیید شد (IR.MUM.FUM.REC.1397.12). همچنین قبل از غربالگری و جمع‌آوری اطلاعات، روند مطالعه برای هر شرکت‌کننده و والدین توضیح داده شد و فرم رضایت‌نامه برای شرکت در مطالعه توسط والدین تکمیل شد.

## ابزار پژوهش

نسخه اصلاح‌شده پرسشنامه اختلال هماهنگی رشدی فرم والدین<sup>۱</sup> این پرسشنامه ابزاری رایج به‌منظور تشخیص کودکان ۵ تا ۱۵ ساله دچار اختلال هماهنگی رشدی است. براساس راهنمای نمره‌گذاری این آزمون، کودکان در سنین ۵ سال تا ۷ سال و ۱۱ ماه نمره بین ۱۵ تا ۴۶ و کودکان در سنین ۸ سال تا ۹ سال و ۱۱ ماه اگر نمره بین ۱۵ تا ۵۵ کسب کنند، مشکوک به داشتن اختلال هماهنگی رشدی هستند. ویلسون<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای بیان کردند که حساسیت این پرسشنامه در تشخیص درست وجود اختلال معادل ۰/۸۵.۶ دقت در تشخیص درست عدم وجود اختلال معادل ۰/۷۰.۸ است (۲۱). این پرسشنامه در داخل کشور نیز توسط صالحی و همکاران (۲۰۱۲)، اعتباریابی و ضریب

1. Development Coordination Disorder Questionnaire '07  
2. Wilson

آلفای کروناخ آن تا ۰/۸۵ و همچنین ضریب پایایی آن ۰/۸۳ گزارش شده است (۲۲). در مطالعه حاضر، از این پرسشنامه برای شناسایی کودکان مشکوک به اختلال هماهنگی رشدی استفاده شد. آزمون برونینکس-اوزرتسکی<sup>۱</sup>: این آزمون مجموعه آزمون هنجار-مرجع است که عملکرد حرکتی کودکان ۴/۵ تا ۱۴/۵ سال را ارزیابی می‌کند. مجموعه کامل این آزمون از هشت خرده‌آزمون تشکیل شده است که تبحر حرکتی یا اختلالات حرکتی درشت و ظریف را ارزیابی می‌کند. روایی این آزمون ۰/۸۴ گزارش شده است. ضریب پایایی بازآزمایی این آزمون نیز در فرم بلند معادل ۰/۷۸ و در فرم کوتاه برابر با ۰/۸۶ گزارش شده است (۲۳). در مطالعه حاضر از این آزمون به منظور بررسی عملکرد حرکتی و غربال کودکان مشکوک به اختلال هماهنگی رشدی استفاده شد.

آزمون ماتریس‌های پیشرونده رنگی ریون: آزمون ماتریس‌های پیشرونده رنگی ریون، به منظور ارزیابی هوش عمومی کودکان به کار می‌رود. این آزمون، یک آزمون غیرکلامی برای کودکان ۴ تا ۹ ساله است که توانایی فرد در حل مسئله بدون تکیه بر اطلاعات قبلی را ارزیابی می‌کند. در این تست، کودک باید قطعات مفقودشده در یک مجموعه از اشکال را انتخاب کند. این آزمون با آزمون استنفورد بینه و وکسلر<sup>۲</sup> بین ۰/۴۰ تا ۰/۷۴ و قابلیت اعتبار آن در سنین بالاتر ۰/۷۰ تا ۰/۹۰ گزارش شده است (۲۴). در مطالعه حاضر، از این آزمون برای بررسی و انتخاب کودکان با سطح هوش طبیعی استفاده شد.

آزمون بلوک‌های تپنده کورسی<sup>۴</sup>: در این پژوهش به منظور سنجش حافظه فضایی، از نسخه رایانه‌ای آزمون حافظه کاری دیداری-فضایی بلوک‌های تپنده کورسی استفاده شد. این آزمون نیازمند حفظ الگوی دیداری-فضایی، زنجیره حرکت و نیز حافظه - هم برای حرکت مشاهده شده و هم برای گذرگاه مربع‌ها - است. اگرچه، این آزمون به طور وسیع برای سنجش حافظه کاری فضایی در پژوهش‌های عصب-روان‌شناختی به کار رفته است (۲۵-۲۹).

### روش اجرا

در این مطالعه، پس از هماهنگی با مدارس، از معلمان خواسته شد که کودکان ۷ تا ۹ ساله مشکوک به اختلال هماهنگی رشدی را معرفی کنند، سپس از والدین کودکان مشکوک خواسته شد نسخه اصلاح‌شده پرسشنامه اختلال هماهنگی رشدی فرم والدین را پر کنند. براساس امتیاز کودک در نسخه

1. Bruininks-Oseretsky test
2. Raven Coloure Progressive Matrices Test
3. Stanford- Binet
4. Corsi block-tapping test

اصلاح شده پرسشنامه اختلال هماهنگی رشدی فرم والدین، کودکان مشکوک به اختلال هماهنگی رشدی مشخص شدند. سپس دو متخصص به صورت فردی کودکان را با استفاده از آزمون حرکتی برونینکس-اوزرتسکی در اتاقی آرام ارزیابی کردند و کودکانی که نمره زیر منفی یک انحراف استاندارد (۱۵/۸ درصد) را کسب کردند، برای بررسی معیارهای خروج به پزشک و روان‌پزشک متخصص ارجاع داده شدند. همچنین ضریب هوشی کودکان بررسی شد و کودکانی که در سطح نرمال بودند (ضریب هوشی بالاتر از ۷۰)، برای ادامه فرایند تحقیق در نظر گرفته شدند. بعد از اطمینان از معیارهای ورود به تحقیق و تأیید پزشک متخصص، ۳۹ کودک پسر با اختلال هماهنگی رشدی به صورت تصادفی در سه گروه: ۱. تمرین در شرایط تکلیف منفرد، ۲. تمرین در شرایط تکلیف دوگانه و ۳- کنترل بدون هر گونه مداخله، قرار گرفتند.

سپس گروه‌های تجربی به مدت ۸ هفته (۲۴ جلسه) در برنامه تمرینات منتخب که به صورت ۳ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای در هفته انجام می‌گرفت، شرکت کردند. در این مدت گروه کنترل برنامه تمرینی ورزشی هدفداری را دنبال نمی‌کرد. مداخله تمرینی شامل مجموعه‌ای از تمرینات بدنی بود که با هدف بهبود تعادل و کارکردهای اجرایی به صورت پیشرونده طراحی شد. برنامه تمرینی مطابق با پیشنهادها در رویکرد تکلیف‌محور با تأکید بر تقویت مهارت‌های تعادلی و ابتدا در بافت بسته و همراه با سپری شدن جلسات تمرین، حرکت به سمت پیچیده‌تر شدن و محیط باز و همچنین مطابق با طبقه‌بندی تکالیف حرکتی جنتایل (۳۱)، طراحی شد. تمرینات تعادلی به شکل تکلیف منفرد و تکلیف دوگانه، در سالن ورزشی و زیر نظر مربی متخصص و دو کارشناس ارشد تربیت‌بدنی به‌عنوان کمک‌مربی برگزار شد. به‌منظور افزایش تمایل و انگیزه کودکان برای تمرین، فعالیت‌های حرکتی، چالش‌برانگیز اما لذت‌بخش انتخاب شدند. فعالیت‌ها شامل مقدار زیادی تکرار بودند.

برنامه تمرینی شامل گرم کردن (۱۰ دقیقه)، تمرین‌های اصلی (۳۰ دقیقه) و سرد کردن (۵ دقیقه) بود. برنامه تمرینی گروه تکلیف منفرد شامل حفظ تعادل روی یک پا، حفظ تعادل حین راه رفتن و زیرمجموعه تمرینات مرتبط با تقویت تعادل در حین ایستادن و راه رفتن بود. برنامه تمرینی گروه تکلیف دوگانه مشابه گروه تکلیف منفرد بود، با این تفاوت که شرکت‌کنندگان در گروه تکلیف دوگانه تحت تمرینات حرکتی-شناختی دوگانه قرار گرفتند. به عبارتی گروه تکلیف دوگانه همزمان با تمرینات تعادلی، یک سری تکالیف شناختی را نیز انجام دادند. درحالی‌که گروه تکلیف منفرد فقط تمرینات تعادلی را انجام

دادند. برنامه تعادلی در این پژوهش براساس برنامه تمرین تعادلی تعدیل شده کولسکای (۲۰۱۷)(۳۲)، فونگ و همکاران (۲۰۱۶)(۳۳)، فونگ و همکاران (۲۰۱۶)(۳۴)، میلاندر (۲۰۱۵) (۳۵)، مارتون (۲۰۱۵) (۳۶)، چلداوی و همکاران (۲۰۱۴) (۳۷)، استرانگ و همکاران (۲۰۱۱) (۳۸)، سیلسوپادول و همکاران (۲۰۰۶) (۱۹) و موارد تعادلی (خرده‌مقیاس ۲) آزمون برونینکس - اوزرتسکی (۲۰۰۵)(۲۳) بوده است. تکالیف شناختی شامل تکالیفی مانند شمارش اعداد، به‌خاطر سپردن مجموعه‌ای از اعداد یا حروف، شرح تصاویر، نامگذاری‌های مختلف و تکالیف تشخیص دیداری بود که به شکل ساده تا پیچیده و براساس برنامه تمرین شناختی سیلسوپادول<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۶) (۱۹) و پلامر<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۲) (۳۹) تعدیل و طراحی شد. در پایان هر جلسه از شرکت‌کنندگان هر دو گروه تکلیف منفرد و دوگانه خواسته می‌شد. تمرینات انجام‌گرفته را برای مربی بازگو کنند. شایان ذکر است که نحوه انتخاب تمرینات به‌گونه‌ای بود که بتوان در خانه و مدرسه بدون نیاز به امکانات و تجهیزات خاصی انجام داد.

از تمام شرکت‌کنندگان هر سه گروه قبل از شروع مداخله تمرینی، بلافاصله بعد از پایان دوره مداخله تمرینی و دو ماه بعد از پس آزمون به‌عنوان اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری، آزمون بلوک‌های تپنده کورسی گرفته شد. در نهایت داده‌های مربوط به هر سه گروه به‌وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ تحلیل شد. از آزمون تحلیل کوواریانس یک‌راهه (ANCOVA) به‌منظور مقایسه گروه‌های دوگانه، منفرد و کنترل در مراحل پس‌آزمون و فالوآپ و آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون پیگردی بونفرونی برای مقایسه مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و فالوآپ برای تمامی گروه‌ها استفاده شد.

## روش آماری

جدول ۱، میانگین و انحراف معیار برخی از متغیرهای فردی شرکت‌کنندگان در گروه‌های آزمایشی و نبود تفاوت معنادار بین افراد در ابتدای تحقیق را نشان می‌دهد.

- 
1. Silsupadol
  2. Plummer-D'Amato



جدول ۱. ویژگی‌های فردی شرکت‌کنندگان

سطح معناداری	گروه‌ها (میانگین $\pm$ انحراف معیار)			ویژگی‌های فردی
	کنترل	تکلیف منفرد	تکلیف دوگانه	
۰/۸۰	۸/۴۱ $\pm$ ۰/۸۶	۸/۶۱ $\pm$ ۰/۸۳	۸/۵۹ $\pm$ ۰/۸۲	سن (سال)
۰/۱۷	۸۴/۴۶ $\pm$ ۸/۵۵	۸۹/۳۰ $\pm$ ۶/۰۱	۹۰/۹۲ $\pm$ ۱۱/۴۵	ضریب هوشی
۰/۴۳	۴۳/۵۳ $\pm$ ۴/۳۳	۴۲/۶۱ $\pm$ ۴/۲۹	۴۴/۹۲ $\pm$ ۵/۰۲	شاخص اختلال هماهنگی رشدی
۰/۷۱	۵/۹۲ $\pm$ ۳/۸۶	۷/۰۰ $\pm$ ۳/۶۰	۳/۶۲ $\pm$ ۶/۰۰	شاخص رشد حرکتی (درصد)
	۱۳	۱۳	۱۳	تعداد (نفر)

\*در سطح  $p \leq ۰/۰۵$  معنادار است.

### اثر مداخلات

جدول ۲، میانگین و انحراف معیار گروه‌های آزمایشی در مراحل مختلف تحقیق را نشان می‌دهد. با توجه به سطح معناداری در مورد تفاوت‌های درون‌گروهی گزارش شده در جدول ۲، مشخص شد که متغیرهای مربوط به حافظه کاری برای هر دو گروه تکلیف دوگانه و منفرد، از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون به‌طور معناداری بهبود یافته است، در حالی که در گروه کنترل، تفاوت درون‌گروهی، معنادار گزارش نشد. همچنین تفاوت‌های درون‌گروهی از پیش‌آزمون تا پیگیری در هر دو فرم توجه بینایی، تنها در گروه تکلیف دوگانه گزارش شد.

### حافظه کاری

#### مؤلفه‌های بلوک‌های تپنده کورسی

در متغیر گستره بلوک، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس یک‌راهه (ANCOVA) روی داده‌ها در مرحله پس‌آزمون همراه با کنترل داده‌ها در مرحله پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر همپراش، نشان داد که اثر اصلی گروه معنادار بود ( $F(۲, ۳۵) = ۹/۱۹$ ,  $P = ۰/۰۰۱$ ,  $\text{partial } \eta^2 = ۰/۳۴$ ). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که در پس‌آزمون، برنامه تمرینی تکلیف دوگانه ( $۴/۱۵ \pm ۰/۸۰$ ) تنها از گروه کنترل ( $۲/۸۴ \pm ۰/۸۰$ )؛ ( $P = ۰/۰۰۱$ )، برتر بود. بین سایر گروه‌ها تفاوت معناداری گزارش نشد. در مرحله پیگیری، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس همراه با کنترل داده‌های مربوط به مرحله پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر همپراش، نشان داد که همچنان اثر اصلی گروه معنادار بود ( $F(۲, ۳۵) = ۹/۵۹$ ,  $P = ۰/۰۰۰۱$ ,  $\text{partial } \eta^2 = ۰/۳۵$ ). نتایج آزمون

تعقیبی بونفرونی نشان داد که در پیگیری، برنامه تمرینی تکلیف دوگانه ( $3/84 \pm 0/81$ ) تنها از گروه کنترل ( $2/61 \pm 0/76$ )؛  $P=0/001$ )، برتر بود. بین سایر گروه‌ها تفاوت معناداری گزارش نشد (جدول ۳).

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار گروه‌های آزمایشی در مراحل مختلف

بلوک‌های تپنده کورسی	گروه‌ها	مراحل آزمایش			سطح معناداری	
		پیش آزمون	پس آزمون	پیگیری	پیش آزمون تا پس آزمون	پیش آزمون تا پیگیری
گستره بلوک	تکلیف دوگانه	$2/92 \pm 0/75$	$4/15 \pm 0/80$	$3/84 \pm 0/81$	$0/004^*$	$0/02^*$
	تکلیف منفرد	$2/92 \pm 0/86$	$3/61 \pm 0/66$	$3/30 \pm 0/48$	$0/06$	$0/13$
نمره کلی	تکلیف دوگانه	$16/53 \pm 5/88$	$32/53 \pm 7/11$	$21/69 \pm 4/67$	$0/0001^*$	$0/0024^*$
	تکلیف منفرد	$15/23 \pm 4/62$	$24/61 \pm 5/47$	$16/53 \pm 3/47$	$0/0001^*$	$0/07$
کل کوشش‌های صحیح	تکلیف دوگانه	$3/38 \pm 1/19$	$6/30 \pm 1/31$	$5/46 \pm 1/39$	$0/0001^*$	$0/002^*$
	تکلیف منفرد	$3/15 \pm 1/14$	$5/07 \pm 0/75$	$3/15 \pm 1/14$	$0/001^*$	$0/12$
گستره حافظه دیداری فضایی	تکلیف دوگانه	$3/01 \pm 0/67$	$4/01 \pm 1/08$	$3/84 \pm 1/06$	$0/30$	$0/54$
	تکلیف منفرد	$3/06 \pm 0/51$	$3/89 \pm 0/73$	$3/07 \pm 0/51$	$0/0001^*$	$0/93$
	کنترل	$2/76 \pm 0/52$	$2/81 \pm 0/44$	$2/68 \pm 0/51$	$0/37$	$0/15$

در متغیر نمره کلی، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس یکراهه (ANCOVA) روی داده‌ها در مرحله پس‌آزمون همراه با کنترل داده‌ها در مرحله پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر همپراش، نشان داد که اثر اصلی گروه معنادار بود ( $F(2, 35)=24/67$  و  $P=0/0001$ ،  $\text{partial } \eta^2=0/58$ ). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که در پس‌آزمون، برنامه تمرینی تکلیف دوگانه ( $32/53 \pm 7/11$ ) از هر دو گروه تکلیف منفرد ( $24/61 \pm 5/47$ )؛  $P=0/007$ )، و کنترل ( $16/53 \pm 3/47$ )؛  $P=0/0001$ )، برتر بود. گروه تکلیف منفرد نیز نسبت به گروه کنترل، عملکرد بالاتری داشت ( $P=0/002$ ). در مرحله پیگیری، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس همراه با کنترل داده‌های مربوط به مرحله پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر همپراش، نشان داد که همچنان اثر اصلی گروه معنادار بود ( $F(2, 35)=7/97$ ،  $P=0/001$ ،  $\text{partial } \eta^2=0/31$ ). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که در پیگیری، برنامه تمرینی تکلیف دوگانه ( $21/69 \pm 4/67$ ) از هر دو گروه تکلیف منفرد ( $16/53 \pm 3/47$ )

گزارش نشد (جدول ۳). و کنترل ( $P=0/011$ ؛  $16/53$ )، و کنترل ( $P=0/002$ ؛  $15/69 \pm 5/29$ )، برتر بود. بین سایر گروه‌ها تفاوت معناداری

در متغیر کل کوشش‌های صحیح، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس یکراهه (ANCOVA) روی داده‌ها در مرحله پس‌آزمون همراه با کنترل داده‌ها در مرحله پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر همپراش، نشان داد که اثر اصلی گروه معنادار بود ( $F(2 و 35)=14/72$ ،  $P=0/001$ ،  $partial \eta^2=0/45$ ). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که در پس‌آزمون، برنامه تمرینی تکلیف دوگانه ( $6/30 \pm 1/31$ ) از هر دو گروه تکلیف منفرد ( $5/07 \pm 0/75$ )، و کنترل ( $P=0/001$ ؛  $4/01 \pm 1/08$ )، برتر بود. گروه تکلیف منفرد نیز نسبت به گروه کنترل، عملکرد بالاتری داشت ( $P=0/04$ ). در مرحله پیگیری، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس همراه با کنترل داده‌های مربوط به مرحله پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر همپراش، نشان داد که همچنان اثر اصلی گروه معنادار بود ( $F(2 و 35)=9/16$ ،  $P=0/001$ ،  $partial \eta^2=0/34$ ). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که در پیگیری، برنامه تمرینی تکلیف دوگانه ( $5/46 \pm 1/39$ ) نسبت به دو گروه تکلیف منفرد ( $3/15 \pm 1/14$ )، و کنترل ( $P=0/002$ ؛  $3/84 \pm 1/06$ )، برتری دارد. بین سایر گروه‌ها تفاوت معناداری گزارش نشد (جدول ۳).

در متغیر گستره حافظه دیداری فضایی، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس یکراهه (ANCOVA) روی داده‌ها در مرحله پس‌آزمون همراه با کنترل داده‌ها در مرحله پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر همپراش، نشان داد که اثر اصلی گروه معنادار بود ( $F(2 و 35)=27/55$ ،  $P=0/0001$ ،  $partial \eta^2=0/61$ ). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که در پس‌آزمون، برنامه تمرینی تکلیف دوگانه ( $4/35 \pm 0/52$ ) از هر دو گروه تکلیف منفرد ( $3/89 \pm 0/73$ )، و کنترل ( $P=0/0001$ ؛  $2/81 \pm 0/44$ )، برتر بود. گروه تکلیف منفرد نیز نسبت به گروه کنترل، عملکرد بالاتری داشت ( $P=0/001$ ). در مرحله پیگیری، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس همراه با کنترل داده‌های مربوط به مرحله پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر همپراش، نشان داد که همچنان اثر اصلی گروه معنادار بود ( $F(2 و 35)=9/05$ ،  $P=0/001$ ،  $partial \eta^2=0/34$ ). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که در پیگیری، برنامه تمرینی تکلیف دوگانه ( $3/43 \pm 0/37$ ) تنها از گروه کنترل ( $P=0/0001$ ؛  $2/68 \pm 0/51$ )، بهتر بوده و بین سایر گروه‌ها تفاوت معناداری وجود ندارد (جدول ۳).

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثربخشی تمرینات منتخب در بهبود حافظه کاری کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی بود. نتایج نشان داد که برنامه تمرینی منتخب در هر دو شرایط تکلیف منفرد و دوگانه، حافظه کاری کودکان با اختلال هماهنگی رشدی را به‌طور معناداری بهبود بخشید. در واقع اجرای تمرینات تعادلی در هر دو شرایط منفرد و دوگانه موجب بهبود حافظه کاری این افراد شده است. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج تحقیقات تسای و همکاران (۲۰۰۹) (۴۰)، تسای و همکاران (۲۰۱۲) (۴۱)، شهبازی و حیرانی (۲۰۱۸) (۱۱) و ولی‌نیا و همکاران (۲۰۱۷) (۴۲) که اشاره داشتند مداخلات موجب بهبود کارکردهای اجرایی در کودکان اختلال هماهنگی رشدی می‌شود، همراستاست. از آنجا که بهبود کارکردهای اجرایی و حافظه کاری تا حدود زیادی به تجارب کودک ارتباط دارد و فراهم‌سازی چنین تجاربی احتمالاً می‌تواند به رشد و بهبود این مؤلفه کمک کند، در توجیه اثربخشی این تمرینات بر حافظه کاری می‌توان گفت که مداخله‌های موردنظر در تحقیق حاضر، تا حدودی این تجربه را برای کودکان هر دو گروه فراهم کرده است.

مداخله تمرینی شامل مجموعه‌ای از تمرینات بدنی بود که با هدف بهبود تعادل و حافظه کاری به‌صورت پیش‌رونده و مطابق با پیشنهادهای در رویکرد تکلیف محور، ابتدا در بافت بسته و همراه با سپری شدن جلسات تمرین، حرکت به سمت پیچیده‌تر شدن و محیط باز و همچنین مطابق با طبقه‌بندی تکالیف حرکتی جنتایل (۱۹۸۷) طراحی شد (۳۱). در نتیجه همراه با پیشرفت سطح مهارت کودک و جلسات، تمرینات از شکل ساده به پیچیده تبدیل شد. تغییرات ناشی از فعالیت بدنی را می‌توان به‌عنوان یک مکانیسم احتمالی برای تغییر در این مؤلفه عنوان کرد. مطالعات صورت‌گرفته در خصوص عصب‌شناسی فعالیت حرکتی، حاکی از این است که حرکت و ورزش بر رشد سلول‌های مغز اثر می‌گذارد و با تأثیر بر روند نورون‌زایی، موجب تحریک و تغییرات ساختاری و کارکردی مستقل در سیستم عصبی می‌شود. این تغییرات شامل آزادسازی فاکتورهای رشد مانند عامل عصب‌زای برخاسته از مغز<sup>۲</sup> (BDNF) است که در هیپوکامپ مغز، قشر مغز و پیش‌مغز به‌عنوان حوزه‌هایی برای یادگیری، حافظه و تفکر مهم‌اند، فعال است. علاوه بر این فعالیت‌های جسمانی، به افزایش میزان انتقال‌دهنده‌های عصبی از جمله سروتونین، نورآدرنالین و استیل‌کولین منجر می‌شود که این عوامل نقش مهمی در انعطاف‌پذیری مغز و کارکردهای شناختی

1. Tsai

2 . Brain-Derived Neurotrophic Factor

بازی می‌کنند (۴۳، ۴۴). در واقع تمرینات حرکتی موجب فعال کردن سیستم عصبی، بالا بردن ادراک بصری همراه با افزایش سیگنال‌های بصری، بهبود سلامت عصبی و شناختی، افزایش عملکرد پردازش اطلاعات و افزایش بهره‌وری از انتقال‌دهنده‌های عصبی در این افراد می‌شود که همین عوامل می‌تواند به افزایش عملکرد شناختی و در نتیجه حافظه کاری در این کودکان بینجامد (۴۵).

نتیجه دیگر پژوهش حاکی از این بود که بین دو گروه تمرینی تکلیف دوگانه و تکلیف منفرد، در حافظه کاری در پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت. در واقع براساس یافته‌ها، برنامه تمرینی تکلیف دوگانه با تمرکز بر تکلیف تعادلی و شناختی، حافظه کاری کودکان با اختلال هماهنگی رشدی را به‌طور مؤثرتری بهبود بخشید. این نتایج با نتایج تحقیقات فالبو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۶) (۴۶)، فرناندز و همکاران (۲۰۱۵) (۱۷) و چوی و همکاران (۲۰۱۵) (۱۸) که نشان دادند تمرین تکلیف دوگانه در مقایسه با تمرین تکلیف منفرد برای کارکردهای اجرایی مزایای بهتری به‌همراه دارد، همراستاست. برای مثال چوی و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه خود نشان دادند که توجه شنیداری و حافظه بینایی- فضایی کوتاه‌مدت، بعد از مداخلات در شرایط تکلیف دوگانه به‌طور معناداری بهبود یافت.

از لحاظ نظری در تبیین این یافته می‌توان گفت که نظریه‌های اخیر تکلیف دوگانه بیان می‌کنند که حل تداخل بین تکالیف در شرایط دوگانه، نیازمند کارکردهای اجرایی است، به‌گونه‌ای که ترتیب پردازش تکالیف را برنامه‌ریزی کند، پردازش تکالیف را قطع کند و دوباره آغاز کند و بین جریان‌های پردازش تکالیف جابه‌جا شود (۴۷، ۴۸). به‌عبارتی مدیریت موقعیت‌های تکلیف دوگانه، نیازمند درگیری کارکردهای اجرایی است و علت اصلی نیاز به کارکردهای اجرایی در شرایط تکلیف دوگانه، تداخل بین پردازش تکالیف است (۱۵). در این زمینه برخی مطالعات بیان می‌کنند که در هر دو گروه بزرگسالان و سالمندان، افراد در موقعیت‌های تکلیف دوگانه، در برخی پردازش‌های اجرایی (طرح‌ریزی، بازداری و سویتچینگ) درگیر می‌شوند (۴۹). در واقع کارکردهای اجرایی در تکالیف دوگانه نسبت به تکالیف منفرد بیشتر درگیرند که می‌تواند دلیل احتمالی برتری این روش تمرینی نسبت به منفرد باشد.

همچنین از لحاظ ساختاری، نتایج مطالعات حاکی از ارتباط کارکردهای اجرایی با قشر پیش‌حرکتی است. از طرفی به‌وضوح نشان داده شده است که قشر پیش‌حرکتی تحت تأثیر مداخلات شناختی و حرکتی می‌تواند بهبود یابد. این خاصیت شکل‌پذیری قشر پیش‌حرکتی و ارتباطش با کارکردهای اجرایی می‌تواند

توجیه‌کننده اثر مثبت تمرینات در شرایط تکلیف دوگانه نسبت به تکلیف منفرد باشد (۴۹). در واقع تکالیف شناختی مانند فعالیت حرکتی می‌تواند عملکرد مغز را نیز تحت تأثیر قرار دهد و به فعال‌سازی اصلاح‌شده مناطق لیمبیک و پیش‌آهیانه‌ای مغز (۴۴) و در نتیجه می‌توان بهبود برخی شاخص‌های شناختی مانند حافظه کاری، توجه و کارکردهای اجرایی منجر شود (۴۹).

به‌طور کلی نتایج مطالعات حاکی از این است که برنامه‌ها و مداخلات تکلیف دوگانه می‌توانند سبب افزایش شکل‌پذیری عصبی در قشر حرکتی و قشر حسی حرکتی اولیه و در پی آن حافظه حرکتی شوند (۵۰). هولچینیدر<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۷)، بیان کردند برنامه‌ها و مداخلات طولانی‌مدت تکلیف دوگانه، تغییرات شکل‌پذیری عصبی در مغز را فعال می‌سازد (۵۱). در پی این فعال‌سازی، پردازش‌های عصبی (حسی حرکتی، قشری و مخچه) و مدار قشری مخچه‌ای بهبود یافته و به دنبال آن تعادل ارتقا می‌یابد (۱۶).

نتایج پژوهش حاضر مبین مؤثر بودن تمرین دوگانه نسبت به منفرد و ثبات تأثیر مثبت مداخله در مرحله پیگیری یعنی دو ماه پس از آن بود. با این حال تداوم اثر مداخلات شناختی و حرکتی، نیازمند تداوم تمرینات آموزشی است.

در مجموع، نتایج پژوهش حاضر مبنی بر تأثیر تمرینات تکلیف دوگانه بر مشکلات حافظه کاری کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی بود که از دو زاویه بالینی و نظری بسیار مهم است. از لحاظ بالینی به این دلیل اهمیت دارد که این نوع مداخلات تکلیف دوگانه به سبب درگیری شناختی بیشتر، می‌تواند برای بهبود حافظه کاری مفید باشد و به‌عنوان روشی مؤثر و مکمل برای بهبود مشکلات حافظه این کودکان در نظر گرفته شود. با توجه به اهمیت کارکردهای اجرایی برای پیش‌بینی آمادگی ورود به مدرسه، عملکرد تحصیلی بعد از آن و سلامت ذهنی و بدنی، این نوع مداخلات می‌تواند ابزار مفیدی برای دستیابی به پیشرفت تحصیلی در این گروه از کودکان شود.

یافته‌های این پژوهش باید با توجه به برخی محدودیت‌های آن مورد توجه و استفاده قرار گیرد. یکی از این محدودیت‌ها، تعداد کم نمونه در هر گروه، می‌تواند نتایج مطالعه به‌خصوص آزمون‌های آماری انجام‌گرفته و تعمیم یافته‌ها را محدود کند. در نتیجه مطالعات بیشتری با تعداد نمونه بیشتر برای تأیید یافته‌های مطالعه حاضر و مشخص شدن تفاوت واقعی بین دو روش تمرینی، لازم است. پژوهشگران

پژوهش حاضر پیشنهاد می‌کند که محققان بعدی در بررسی‌های خود مطالعه‌ای انجام دهند که در آن برنامه گروه تکلیف منفرد شامل تمرین شناختی قبل یا بعد از تمرینات تعادلی باشد. همچنین از آنجا که مطالعات گذشته نشان داده‌اند که روش تمرینی تکلیف دوگانه تحت تأثیر سن است و در بزرگسالان تأثیرات بیشتری دارد (۳۲)، انجام مطالعه‌ای با هدف مقایسه اثربخشی این روش تمرینی تکلیف‌محور در بزرگسالان و کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی پیشنهاد می‌شود.

یافته پژوهش حاضر نشان داد که شرکت در یک دوره تمرینات تعادلی مبتنی بر رویکرد تکلیف دوگانه نسبت به شرایط تکلیف منفرد و شرایط کنترل، می‌تواند حافظه کاری کودکان با اختلال هماهنگی رشدی را بهبود بخشد، از این رو به مربیان و سایر افرادی که به‌نحوی با کودکان با اختلال هماهنگی رشدی در ارتباط هستند، پیشنهاد می‌شود تا در موقعیت‌های تمرینی برای بهبود حافظه کاری و در پی آن کارکردهای اجرایی، می‌توانند از تمرینات تعادلی مبتنی بر رویکرد تکلیف دوگانه بهره گیرند.

### تشکر و قدردانی

مقاله حاضر از رساله دکتری نویسنده اول و به راهنمایی نویسندگان دوم و سوم، مستخرج شده است. محققان از تمامی شرکت‌کنندگان که صبورانه در مراحل تمرین شرکت کردند و همچنین خانواده‌های محترم آنها، کمال تقدیر و تشکر را دارند.

### منابع و مأخذ

1. Giagazoglou P, Sidiropoulou M, Mitsiou M, Arabatzi F, Kellis E. Can balance trampoline training promote motor coordination and balance performance in children with developmental coordination disorder? *Research in developmental disabilities*. 2015;36:13-9.
2. Farsi A, Abdoli B, Najafi KH. The effect of dual task in the manipulation of sensory systems on the static balance of the blind and visually impaired. *Motor behavior*. 2014; 15(6):15-18 (In persian).
3. M. M. Comparison of the effect of selected exercise program and aerobic exercise on motor fidelity, executive functions and BDNF in children with attention deficit / hyperactivity disorder. 2016.
4. Leonard HC, Bernardi M, Hill EL, Henry LA. Executive functioning, motor difficulties, and developmental coordination disorder. *Developmental neuropsychology*. 2015;40(4):201-15.
5. Gray SI. Developing and evaluating the feasibility of an active training game for smart-phones as a tool for promoting executive function in children 2017.

6. Yousefi R, Soleimani M, Ghazanfariyanpoor S. Comparison between switching and creativity among bilingual and monolingual children. *Archives of Rehabilitation*. 2017;18(1):1-12.
7. Moin N, Asadi Gandomani R, Amiri M. The Effect of Neurofeedback on Improving Executive Functions in Children With Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *Archives of Rehabilitation*. 2018;19(3):220-7.
8. Diamond A. Executive functions. *Annual review of psychology*. 2013;64:135-68.
9. Rapport MD, Bolden J, Kofler MJ, Sarver DE, Raiker JS, Alderson RM. Hyperactivity in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): a ubiquitous core symptom or manifestation of working memory deficits? *Journal of abnormal child psychology*. 2009;37(4):521-34.
10. Schott N, El-Rajab I, Klotzbier T. Cognitive-motor interference during fine and gross motor tasks in children with Developmental Coordination Disorder (DCD). *Research in developmental disabilities*. 2016;57:136-48.
11. Shahbazi S, Heirani A. Effect of sensory-motor integration activities on Attention and Working memory in children with developmental coordination disorders (DCDSs). *Jornal of sport management and motor behavior*. 2018; 14 (28);247-258 (In persian).
12. Sugden D. Current approaches to intervention in children with developmental coordination disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2007;49(6):467-71.
13. Tsai CL, Pan CY, Cherng RJ, Wu SK. Dual-task study of cognitive and postural interference: a preliminary investigation of the automatization deficit hypothesis of developmental co-ordination disorder. *Child: care, health and development*. 2009;35(4):551-60.
14. Shumway-Cook A, Woollacott M. Attentional demands and postural control: the effect of sensory context. *Journals of Gerontology-Biological Sciences and Medical Sciences*. 2000;55(1):M10.
15. Szameitat AJ, Schubert T, Müller K, Von Cramon DY. Localization of executive functions in dual-task performance with fMRI. *Journal of cognitive neuroscience*. 2002;14(8):1184-99.
16. Elhinidi EIM, Ismaeel MMI, El-Saeed TM. Effect of dual-task training on postural stability in children with infantile hemiparesis. *Journal of physical therapy science*. 2016;28(3):875-80.
17. Fernandes Â, Rocha N, Santos R, Tavares JMR. Effects of dual-task training on balance and executive functions in Parkinson's disease: A pilot study. *Somatosensory & motor research*. 2015;32(2):122-7.
18. Choi JH, Kim BR, Han EY, Kim SM. The effect of dual-task training on balance and cognition in patients with subacute post-stroke. *Annals of rehabilitation medicine*. 2015;39(1):81-90.
19. Silsupadol P, Siu K-C, Shumway-Cook A, Woollacott MH. Training of balance under single-and dual-task conditions in older adults with balance impairment. *Physical therapy*. 2006;86(2):269-81.



20. 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.
21. Wilson BN, Crawford SG, Green D, Roberts G, Aylott A, Kaplan BJ. Psychometric properties of the revised developmental coordination disorder questionnaire. *Physical & occupational therapy in pediatrics*. 2009;29(2):182-202.
22. Salehi H ABR, Movahedi A, Ghasemi R. . Psychometric Properties of a Persian Version of the Developmental Coordination Disorder Questionnaire in boys aged 6-11 year-old. *Quarterly Psychology of Exceptional Individual*. 2012;1(4):135-61 (In persian).
23. Bruininks RH. Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, (BOT-2). Minneapolis, MN: Pearson Assessment. 2005.
24. Abedi A MM, Moulavi H, Arizahr Amiri SH. Compare neuropsychological features young children with neuropsychological/ development learning disabilities and normal, preschool. . *Res Exceptional Children*. 2007;2(10):38-48 (In persian).
25. Barbosa T, Rodrigues CC, Mello CBd, Bueno OFA. Executive functions in children with dyslexia. *Arquivos de neuro-psiquiatria*. 2019;77(4):254-9.
26. Lima CS, Souza Marques B, Ferreira Carvalho C, Siquara GM, Bezerra MLO, Duarte TS, et al. Visuospatial working memory: A socioeconomic normative reference of the Corsi Block-Tapping Task for children aged 7 to 12 years old in Brazil. *Psychology & Neuroscience*. 2020.
27. Siddi S, Preti A, Lara E, Brébion G, Vila R, Iglesias M, et al. Comparison of the touch-screen and traditional versions of the Corsi block-tapping test in patients with psychosis and healthy controls. *BMC psychiatry*. 2020;20(1):1-10.
28. Taghizadeh H, Soltani A, Manzari H, Zainubbin meymad Z. Comparison of executive actions of visual-spatial working memory, London Tower test and computational errors in children with developmental disability and normal children . *Jornal of Exceptional Children*. 2017; 17(3):97-110 (In persian).
29. Memar Moghadam M, Taheri H, Sohrabi M, Mashhadi A, Kashi A. Effects of a period of selected training program on the working memory of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Sport Sciences Research Institue of Iran*. 2016; 7(22): 149-162 (In persian).
30. Kessels RP, van Den Berg E, Ruis C, Brands AM. The backward span of the Corsi Block-Tapping Task and its association with the WAIS-III Digit Span. *Assessment*. 2008;15(4):426-34.
31. RA. M. *Motor Learning and Control: Concepts and Applications*. 2011.
32. Kolesky JM. The effects of an eight week grouped exercise programme on gross motor proficiency in children with minimal motor dysfunction: Stellenbosch: Stellenbosch University; 2017.
33. Fong SS, Guo X, Liu KP, Ki W, Louie LH, Chung RC, et al. Task-specific balance training improves the sensory organisation of balance control in children with developmental coordination disorder: a randomised controlled trial. *Scientific reports*. 2016;6(1):1-8.

34. Fong SS, Guo X, Cheng YT, Liu KP, Tsang WW, Yam TT, et al. A novel balance training program for children with developmental coordination disorder: a randomized controlled trial. *Medicine*. 2016;95(16).
35. De Milander M. A perceptual-motor intervention programme for grade 1-learners with developmental coordination disorder: University of the Free State; 2015.
36. Morton C. The effect of a group motor skills programme on the participation and movement ability of children with Developmental Coordination Disorder: University College Dublin. School of Public Health, Physiotherapy and ...; 2015.
37. Cheldavi H, Shakerian S, Boshehri SNS, Zarghami M. The effects of balance training intervention on postural control of children with autism spectrum disorder: Role of sensory information. *Research in Autism Spectrum Disorders*. 2014;8(1):8-14.
38. Strang AJ, Haworth J, Hieronymus M, Walsh M, Smart LJ. Structural changes in postural sway lend insight into effects of balance training, vision, and support surface on postural control in a healthy population. *European journal of applied physiology*. 2011;111(7):1485-95.
39. Plummer-D'Amato P, Cohen Z, Daece NA, Lawson SE, Lizotte MR, Padilla A. Effects of once weekly dual-task training in older adults: A pilot randomized controlled trial. *Geriatrics & gerontology international*. 2012;12(4):622-9.
40. Tsai C-L. The effectiveness of exercise intervention on inhibitory control in children with developmental coordination disorder: using a visuospatial attention paradigm as a model. *Research in developmental disabilities*. 2009;30(6):1268-80.
41. Tsai C-L, Wang C-H, Tseng Y-T. Effects of exercise intervention on event-related potential and task performance indices of attention networks in children with developmental coordination disorder. *Brain and cognition*. 2012;79(1):12-22.
42. Valinia Z, Heirani A, Yazdanbakhsh K. Effect of Eight Weeks of Perceptual-Motor Training on Working Memory in Children with Developmental Coordination Disorders. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2017; 6 (3):211-220 (In persian).
43. Jahanbakhsh H, Sohrabi M, Saberi kakhki A, Khodashenas E. The effect of a selected training program under dual-task and single-task conditions on the cognitive flexibility of children with developmental coordination disability. *Psychology of Exceptional Individuals*. 2019; 9(34). 31-49 (In persian).
44. Najian A, Nejati V. The effect of movement-based cognitive rehabilitation on improving sustained attention and cognitive flexibility in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Scientific Information Database*. 2017. 6 (4). 1-12 (In persian).
45. Moradi H, Nooshabadi AS. The Effects of Two Different Physical Activity Organizing Methods on the Executive Functions of the Children with Developmental Coordination Disorder. 2018 (In persian).
46. Falbo S, Condello G, Capranica L, Forte R, Pesce C. Effects of physical-cognitive dual task training on executive function and gait performance in older adults: a randomized controlled trial. *BioMed research international*. 2016;2016.

47. Meyer DE, Kieras DE. A computational theory of executive cognitive processes and multiple-task performance: Part I. Basic mechanisms. *Psychological review*. 1997;104(1):3.
48. De Jong R. The role of preparation in overlapping-task performance. *The Quarterly journal of experimental psychology*. 1995;48(1):2-25.
49. Fraser SA, Li KZ-H, Berryman N, Desjardins-Crépeau L, Lussier M, Vadaga K, et al. Does combined physical and cognitive training improve dual-task balance and gait outcomes in sedentary older adults? *Frontiers in human neuroscience*. 2017;10:688.
50. Lewis MM, Slagle CG, Smith AB, Truong Y, Bai P, McKeown M, et al. Task specific influences of Parkinson's disease on the striato-thalamo-cortical and cerebello-thalamo-cortical motor circuitries. *Neuroscience*. 2007;147(1):224-35.
51. Holschneider D, Yang J, Guo Y, Maarek J-M. Reorganization of functional brain maps after exercise training: importance of cerebellar-thalamic-cortical pathway. *Brain research*. 2007;1184:96-107.

---

---

## The Effect of a Balance Training Program under Dual-Task Conditions on Working Memory of Children with Developmental Coordination Disorder

Hamideh Jahanbakhsh<sup>1</sup> - Mehdi Sohrabi\*<sup>2</sup> - Alireza Saberi  
Kakhki<sup>3</sup> - Ezzat Khodashenasi<sup>4</sup>

1. PhD Student of Motor Development, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran 2. Professor of Motor Behavior, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran 3. Associate Professor of Motor Behavior, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran 4. Assistant Professor of Pediatrics, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

(Received: 2019/07/07; 2020/09/09)

### Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of a selected balance training program under dual-task and single-task conditions on working memory of children with developmental coordination disorder. The research method was semi-experimental with a pretest-posttest-follow-up design and a control group. 39 male students with DCD were selected by convenience sampling method and randomly divided into three groups: dual-task training (n=13), single-task training (n=13), and control (n=13). The two experimental groups performed a selected balance training intervention under single-task and dual-task conditions for 8 weeks. All subjects were evaluated in three stages of pretest, posttest and follow-up test (2 months after posttest) by the Corsi block-tapping test. Data were analyzed using covariance with the repeated measures as well as one-way covariance. The results showed that working memory in dual-task group was superior to both single-task and control groups in the posttest ( $P<0.05$ ). Also, a significant difference was observed among all experimental groups except for the single-task group and the control group in the extended block index from pretest to posttest. In the follow-up test, this superiority was only observed in the overall score index and all correct attempts. Also, the single-task group was superior to the control group in the posttest ( $P<0.05$ ). Due to the importance of executive functions, this selected training program can be useful for this group of children to improve their working memory.

### Keywords

Developmental coordination disorder, dual task, single task, working memory.

---

\* Corresponding Author: Email: sohrabi@um.ac.ir ; Tel: +989155035459