

رشد و یادگیری حرکتی - ورزشی - تابستان ۱۳۹۶  
دوره ۹، شماره ۲، ص: ۲۳۷ - ۲۱۹  
تاریخ دریافت: ۱۴ / ۰۸ / ۹۵  
تاریخ پذیرش: ۲۰ / ۰۱ / ۹۶

## اکتساب و تحکیم یادگیری حرکتی رویه‌ای در کودکان دچار اختلال هماهنگی رشدی

حسن سپهری بناب<sup>۱\*</sup> - فاطمه سادات حسینی<sup>۲</sup> - مالک احمدی<sup>۳</sup>

۱. مربی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران  
۲. دانشیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، آذربایجان غربی، ایران  
۳. استادیار، گروه رفتار حرکتی، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران

### چکیده

کودکان دچار اختلال هماهنگی رشدی (DCD) گاه در اجرا و یادگیری مهارت‌های حرکتی با مشکل مواجه می‌شوند. هدف تحقیق حاضر، بررسی روند اکتساب و یادگیری حرکتی رویه‌ای در کودکان (DCD) است. از بین دانش‌آموزان پسر ۸-۱۲ ساله شهر تبریز، ۱۲ کودک دچار اختلال هماهنگی رشدی و ۱۲ کودک عادی هم‌تا از نظر هوشی و سن تقویمی، به‌صورت نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. از شکل تعدیل‌یافته تکلیف پیگردی چرخان و متغیرهای زمان باقی ماندن بر هدف، زمان متوالی بر هدف، فاصله از هدف، فاصله از مسیر و فاز نسبی برای ارزیابی یادگیری حرکتی رویه‌ای استفاده شد. شرکت‌کنندگان پس از تمرین در مرحله اکتساب، آزمون یادداری فوری ۱۰ دقیقه و آزمون تحکیم با تأخیر ۲۴ ساعت را انجام دادند. نتایج تحلیل داده‌ها با تحلیل واریانس اندازه‌گیری مکرر نشان داد در مرحله اکتساب بین دو گروه در زمان باقی ماندن بر هدف، فاصله از مسیر و فاز نسبی تفاوت معناداری وجود ندارد، ولی در زمان متوالی بر هدف، فاصله از هدف تفاوت معنادار است. در مرحله یادداری در متغیرهای زمان باقی ماندن بر هدف و زمان متوالی بر هدف و فاصله از هدف تفاوت معنادار بود، ولی در فاصله از مسیر و فاز نسبی تفاوت معناداری وجود نداشت. به‌طور کلی، یافته‌ها بیانگر آن است که با وجود عملکرد کم کودکان DCD در یادگیری حرکتی رویه‌ای، آنان قادر به کسب الگوهای هماهنگی حرکتی بودند.

### واژه‌های کلیدی

اختلال هماهنگی رشدی، فاز نسبی، فاصله از مسیر، فاصله از هدف، یادگیری حرکتی رویه‌ای.

## مقدمه

کودکان DCD بدون هیچ‌گونه آسیب عصبی و شناختی، در مهارت‌های حرکتی متناسب با سن و هوش خود ضعف دارند. محدودیت‌های ذاتی کودکان DCD و تعامل آنها با محدودکننده‌های محیطی و تکلیفی، فضایی تعاملی برای شکل دادن به عملکرد حرکتی آنها فراهم می‌کند (نیوول، ۱۹۸۶). مطالعه نحوه تعامل این کودکان با این محدودکننده‌ها در مواجهه با دشواری‌های حرکتی خویش اهمیت دارد. یکی از زمینه‌های نیازمند توجه در کودکان DCD در حوزه یادگیری حرکتی، یادگیری رویه‌ای است. سیستم حافظه رویه‌ای یکی از چند سیستم حافظه‌ای غیراخباری است که از یادگیری و دسترسی به دانش ضمنی (غیرهوشیارانه) حمایت می‌کند (۱۷، ۲۱، ۱۵). یادگیری با حافظه رویه‌ای تدریجی است و به تمرین و تکرار نیاز دارد تا مهارت و دانش آن مهارت کسب شود؛ اما پس از یادگیری، دانش آن به سرعت و بدون آگاهی هوشیارانه قابل دسترس است (۲۱). بسیاری از مهارت‌های حرکتی دوره کودکی دارای توالی‌اند و در سایه تمرین و تکرار، خودکار می‌شوند. این فرایند تدریجی اکتساب مهارت‌های جدید، از راه تمرین تکراری به‌عنوان یادگیری رویه‌ای نامیده شده است (۲۳) که مربوط به دانش رویه‌ای است و دارای دوام و مرتبط با هوش‌بهر نیست. یادگیری رویه‌ای اهمیت زیادی در رشد کودکان در زمینه مهارت در روابط اجتماعی، شخصیت و مهارت‌های زبانی و نوشتاری دارد (۲۵). یادگیری رویه‌ای دارای مراحل است (۱۰). در مرحله اول (یادگیری سریع)، پیشرفت سریعی در طول یک جلسه مشهود است. در مرحله دوم (یادگیری آهسته)، ادامه پیشرفت در طول چندین جلسه تمرین تا رسیدن به خودکاری ادامه می‌یابد. دیون و همکاران (۲۰۰۳) همچنین به یک مرحله میانی به نام مرحله تحکیم اشاره کرده‌اند که در آن افزایش عملکرد بدون تمرین بلافاصله پس از یک زمان تأخیری ۲۴ ساعت پس از مرحله تمرین اولیه ایجاد می‌شود. همچنین نجاتی و ایزدی (۲۰۱۳) به نقل از نمس و همکاران (۲۰۱۰) بیان کرده‌اند که یادگیری مهارت نه‌تنها در طول تمرین، بلکه بین تمرین‌ها نیز صورت می‌گیرد که به آن فاز خاموش<sup>۱</sup> می‌گویند. فرایندی که در فاز خاموش اتفاق می‌افتد تحکیم<sup>۲</sup> نام دارد. یادگیری رویه‌ای نیازمند مشارکت برخی ساختارهای مغزی در بزرگسالان شامل مسیرهای قشری - مختلط و قشری - مخچه‌ای است که در کودکان DCD، گاه دچار مشکل شده‌اند (۲۳).

مطالعات اندکی در زمینه یادگیری حرکتی رویه‌ای کودکان DCD انجام گرفته که نتایج متناقضی

- 
1. Offline
  2. Consolidation

دارند. زویکر و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی فعالیت مغزی در عملکرد یادگیری رويه‌ای نشان دادند که کودکان DCD در مقایسه با همسالان خود، در گذرگاه‌های مخچه‌ای - آهیانه‌ای و پیش‌پیشانی به‌طور معناداری فعال‌سازی مغزی کمتری داشتند و حتی پس از سه روز تمرین، در دقت ردیابی هیچ پیشرفتی نداشتند. همچنین کاگر و همکاران (۲۰۰۶) به مشکل در یادگیری انطباق حرکتی در کودکان DCD اشاره کرده‌اند (۱۹). برخی از محققان نیز عملکرد این کودکان را بدون توجه به نوع آن، آهسته و با دقت کم و خطای زیاد گزارش کرده‌اند (۲۲، ۱۴، ۱۳). ویتال و همکاران (۲۰۰۶) اظهار کرده‌اند که کودکان DCD ممکن است طوری به‌نظر برسند که سازگاری و تنظیمات لازم را در جفت شدن ادراک اطلاعات و پاسخ حرکتی ندارند و ثبات کمتری در جفت شدن ادراکی - حرکتی دارند (۲۸). میسیونا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۱) نیز اشاره کردند که کودکان DCD در مقایسه با کودکان عادی تفاوت‌های زیادی در مرحلهٔ اکتساب و یادگیری مهارت‌های حرکتی دارند. یک فراتحلیل نیز به‌تازگی نشان داده که یک نقص کلی در عملکرد حرکتی و یادگیری کودکان DCD وجود دارد (۲۹). گیسون و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که کودکان DCD قادر به شناسایی توالی‌های حرکتی نیستند و نسبت به هم‌سن‌وسالان خود در هر مرحله از یادگیری تکالیف رويه‌ای کند هستند و دشواری‌هایی در شروع مهارت دارند که با تمرین رفع نمی‌شود. درحالی‌که یافته‌های لیجون، کتل و همکاران (۲۰۱۳) و ویلسون و همکاران (۲۰۰۳) مبنی بر این است که در کودکان DCD فرایند تدریجی اکتساب مهارت با استفاده از تکلیف سازگاری ادراکی-حرکتی، روند پیشرفت مشابهی در بین بلوک‌های تمرینی داشته است. ویلسون و همکاران (۲۰۰۳) نیز اشاره کردند که آنها قادر به یادگیری توالی‌های حرکتی با استفاده از فرایندهای یادگیری ضمنی‌اند (۱۸). لیجون و همکاران اشاره کرده‌اند که کودکان DCD مهارت‌ها را مشابه افراد عادی یاد می‌گیرند (۲۳). با توجه به اینکه کنترل پیش‌بینانه برای کارایی و کارآمدی حرکتی ضروری است، در تکالیف پیگردی با پیش‌بینی مسیر حرکت هدف، به برنامه‌ریزی پیشاپیش حرکت و ایجاد یک مدل درونی پیش‌بینانه نیاز است. الیورا و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از تکالیف ردیابی نشان دادند که کودکان DCD تغییرپذیری زیادی دارند و از اطلاعات قبلی موجود نمی‌توانند استفاده کنند (۱۰). همچنین کاشیگاوا و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که کودکان DCD در ردیابی یک هدف دقت کمی دارند (۲۰)؛ اما زویکر و همکاران (۲۰۱۰) به عملکرد مشابه کودکان DCD و کودکان عادی و تنها به تفاوت در نواحی مغزی فعال در دو گروه در طول اجرای تکالیف اشاره کردند (۳۰).

با توجه به مغایرت نتایج مطالعات، پژوهش حاضر در پی بررسی تفاوت یادگیری رويه‌ای بین

کودکان DCD و عادی با استفاده یک تکلیف هماهنگی جدید هم از نظر ارزیابی نتیجه‌ای و هم از نظر فرایندی در کودکان DCD است و این بررسی با توجه به دو رویکرد پردازش اطلاعات و سیستم‌های پویا انجام خواهد گرفت. در رویکردی جدید، راهبردهای کودکان DCD در یادگیری یک الگوی هماهنگی جدید مطالعه خواهد شد. به‌علاوه با مطالعه پویایی‌های هماهنگی، به توضیح و پیش‌بینی چگونگی شکل‌گیری، سازگاری و ثبات و تغییرپذیری الگوها پرداخته می‌شود. مطالعه پویایی‌های هماهنگی و نحوه تغییر ناگهانی الگوها در پاسخ به تمرینات و شیوه‌های یادگیری گوناگون، می‌تواند اطلاعاتی از نحوه تغییر و تفاوت الگوهای هماهنگی در اثر محدودکننده‌های ساختاری و کارکردی (مثل DCD) فراهم کند که می‌توان از این اطلاعات برای توان‌بخشی و برنامه‌ریزی آموزشی و درمانی استفاده کرد. در صورتی که تمرین سبب رفع اثر محدودکنندگی عامل اختلال هماهنگی رشدی شود، می‌توان به شکل میدانی به برنامه‌ریزی تمرینی و مداخلات تکلیف‌محور برای کودکان DCD از دیدگاه سیستم‌های پویا پرداخت.

برخلاف تحقیقات قبلی که اغلب از تکلیف زمان واکنش زنجیره‌ای برای ارزیابی یادگیری حرکتی رویه‌ای استفاده کرده‌اند، در پژوهش حاضر از تکلیف پیگردی چرخان استفاده شده است، زیرا در تکلیف زمان واکنش زنجیره‌ای، افراد مجبور به یادگیری توالی خاصی از حرکات هستند؛ شکلی از ساختار دانش خاص که به موقعیت‌های کاربردی دیگر تعمیم‌پذیر نیست (دانش و آگاهی از یک توالی مشخص در تکلیف زمان واکنش زنجیره‌ای، یادگیری توالی دیگری را تسهیل نمی‌کند). بسیاری از مطالعات، مهارت‌های حرکتی کودکان DCD را بررسی کرده‌اند، اما مطالعه یادگیری حرکتی رویه‌ای آنها کمتر بررسی شده است؛ همچنین در مطالعات انجام‌گرفته نتایج آزمون‌های استاندارد برای ارزیابی استفاده شده است که در مورد راهبردهای عملکردی زیربنایی جزئیات زیادی را بیان نکرده‌اند، درحالی که ممکن است بررسی عمیق‌تر راهبردهای حرکتی پنهان و ضمنی، مشکلات خاص کودکان DCD را مشخص کند. برای ارزیابی یادگیری حرکتی رویه‌ای، علاوه بر استفاده از زمان باقی‌ماندن بر هدف یا TOT<sup>۱</sup>، از معیارهای دیگری مانند CTT<sup>۲</sup> (زمان متوالی باقی‌ماندن بر هدف) که نشان‌دهنده نوع راهبردهای بازخوردی یا پیش‌بینانه مورد استفاده (ایجاد یک مدل درونی و پیش‌بینی مکان هدف) یا هر دو، با

- 
1. Total time on target
  2. Consecutive time on target

وجود احتمال TOT مشابه،<sup>1</sup> DT<sup>1</sup> (فاصله از هدف) و DP<sup>2</sup> (فاصله از مسير) كه نشان‌دهنده اطلاعاتی در مورد عملکرد فرد، زمانی كه بر روی هدف نيست و CRP<sup>3</sup> (فاز نسبی پيوسته) كه اطلاعاتی از كسب الگوی هماهنگی مربوط به حركت هدف در تكليف پيگردی فراهم می‌آورد، استفاده خواهيم كرد (۲۵). همچنين در طول كوشش‌های تمرینی، روند تغييرات يادگيري حركتي رويه‌اي را مشابه با مطالعات لارسون و موستوفسكى<sup>4</sup> (۲۰۰۸) و اسپارسی و فورميكا (۲۰۱۵) و پس از ۲۴ ساعت استراحت ميزان تحكيم آن را در متغيرهای مربوط بررسی خواهيم كرد.

### روش‌شناسی پژوهش

تحقيق حاضر از نوع نیمه‌تجربی و از نظر هدف کاربردی است؛ جمع‌آوری داده‌ها به‌صورت میدانی انجام گرفته است. در این مطالعه از طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با دو گروه استفاده شده است. جامعه مطالعه حاضر، مدارس دولتی نواحی ۲ و ۳ آموزش و پرورش تبریز در مقطع ابتدایی در سال ۹۵-۱۳۹۴ بود. انتخاب نمونه با توجه به هدف پژوهش در دو گروه (DCD و TD) به‌صورت هدفمند صورت گرفت و با توجه به مطالعات قبلی ۱۲ نفر (دامنه سنی ۷-۱۲ سال) در هر گروه در نظر گرفته شد. معیار انتخاب كودكان DCD، معرفی اولیه كودكان دچار مشكلات حركتي مطابق با علائم DSM-V از طريق معلمان و سپس با استفاده از پرسشنامه DCDQ والدين (۲)، كودكاني كه نمره لازم را از پرسشنامه DCD-Q7 فرم والدين كسب كردند، با استفاده از پرسشنامه PMOQ-T<sup>5</sup> (سیاهه مشاهده حركتي مریان) (۱) كه توسط معلم تکمیل می‌شد ارزیابی شدند (۲۶، ۲۴، ۱۲، ۶، ۵) و در نهایت كودكاني كه در این مرحله نمره لازم را به‌دست آوردند، توسط محقق با استفاده از آزمون تبحر حركتي برونیکز اوزرتسكي و آزمون هوش وكسلر ارزیابی شدند. آزمودنی‌های با بهره هوشی بیشتر از ۷۵ و امتیاز آزمون تبحر حركتي برونیکز اوزرتسكي زیر صدك ۱۵ با معیار DCD انتخاب شدند. همه شرکت‌کنندگان پسر بودند و زبان اصلی آنها ترکی بود و فاقد هرگونه ناتوانی يادگيري، روانی و عصب‌شناختی قبلی بودند. كودكان عادی نیز هم‌سن و هم‌جنس با كودكان DCD از همان مدارس انتخاب شدند. تمامی آزمودنی‌ها فاقد آشنایی

1. Distance from target
2. Distance from path
3. Continuous relative phase
4. Larson & Mostofsky
5. Persian Motor Observation Questionnaire for Teachers

قبلی با تکلیف مورد نظر در تحقیق بودند و دست برتر آنها از طریق آزمون دست برتری ادینبورگ تعیین شد که همگی راست دست برتر بودند. آزمودنی‌ها از نظر هوش بهر و سنی در دو گروه همسان شدند. اجرا نیز به صورت تک‌دستی و با دست برتر انجام گرفت. پرسشنامه‌ها و آزمون‌های مورد استفاده و شرح پروتکل تحقیق و فرم رضایتمندی والدین از قبل به تأیید کمیته پژوهشی اداره آموزش و پرورش نواحی مورد نظر رسید.

برای ارزیابی یادگیری حرکتی رویه‌ای، از شکل تعدیل‌یافته نرم‌افزاری آزمون پیگردی چرخان استفاده شد. شرکت‌کنندگان، با استفاده از دسته بازی کنترل از راه دور، حرکت نشانگر ماوس را کنترل می‌کردند (۱۸) برای کنترل نشانگر، یک کلید، حرکت در ابعاد X و Y نشانگر ماوس را کنترل می‌کرد و حرکت می‌داد و اطلاعات حاصل از حرکت نشانگر و انحراف از مسیر حرکت و خود هدف در هر لحظه ثبت و در مراحل بعدی استفاده می‌شد. یادگیری کنترل حرکت نشانگر مطابق با هدف تکلیف (الگوی ۹۰ درجه)، نشان‌دهنده یادگیری رویه‌ای (۲۵) بود. آزمودنی‌ها عمل ردیابی هدف را در مسیر دایره‌ای انجام می‌دادند. هر دو گروه، پس از یک کوشش تمرینی، در مرحله اکتساب ۶ بلوک هر یک با ۱۰ کوشش تمرینی در یک روز تمرین کردند و سپس در آزمون یادداری فوری (۱۰ دقیقه) و تأخیری ۲۴ ساعت (تحکیم) شرکت کردند. برنامه مورد نظر متغیرهای وابسته شامل زمان باقی ماندن بر هدف (هزارم ثانیه) را به طور مستقیم ثبت می‌کرد و بقیه اطلاعات مربوط به CTT<sup>۱</sup> (هزارم ثانیه) و DT<sup>۲</sup> و DP<sup>۳</sup> (پیکسل) و میانگین فاز نسبی پیوسته (درجه) در بعد X و Y در ادامه با استفاده از برنامه متلب<sup>۴</sup> محاسبه شد. از آزمون تی مستقل برای بررسی تفاوت در ویژگی‌های سن، بهره هوشی، امتیازهای آزمون BOMPT، DCDQ و PMOQ-T، از نمودارهای لیسازور برای تحلیل کیفی، از میانگین و انحراف استاندارد برای توصیف داده‌ها، از آزمون شاپیرو-ویلکس برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها و در مرحله اکتساب برای مقایسه عملکرد دو گروه در بین دسته کوشش‌های تمرینی و در مرحله یادداری برای مقایسه میزان یادگیری در جلسات پیش‌آزمون، یادداری ۱۰ دقیقه و ۲۴ ساعت از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. پیش‌فرض‌های این آزمون (نرمال بودن توزیع خطاها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلکس و ثابت بودن واریانس خطاها با استفاده از آزمون لون و ناخودهمبسته بودن

- 
1. Consecutive time on target
  2. Distance from target
  3. Distance from path
  4. Matlab

خطاها با آزمون رانز و آزمون باکس برای همسانی ماتریکس کوواریانس) بررسی و تأیید شدند ( $P > 0.05$ ). با آلفای ۰/۰۵ سطح معنی‌داری فرضیه‌ها آزمون شدند و تمام محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار اسپاس‌اس (نسخه ۲۰) و برنامه متلب انجام گرفت.

## نتایج

با استفاده از آزمون t مستقل، مشخص شد که در بین دو گروه از نظر سنی، بهره هوشی تفاوت معناداری وجود ندارد، ولی از نظر رتبه صدکی آزمون برونیکز اوزرتسکی و امتیاز پرسشنامه‌های DCDQ و PMOQ-T بین دو گروه تفاوت معناداری وجود داشت ( $P < 0.05$ ). اطلاعات جمعیت‌شناختی دو گروه در جدول ۱ به صورت خلاصه ارائه شده‌اند.

جدول ۱. اطلاعات جمعیت‌شناختی و بهره هوشی، امتیاز آزمون BOTMP, DCDQ و PMOQ-T دو گروه

عامل	تعداد	سن (سال)	بهره هوشی	رتبه صدکی BOTMP	DCDQ	PMOQ-T	گروه
	۱۲	۸/۴±۱/۳	۱۰۴/۲±۵/۷	۷±۳/۵	۴۶/۳±۶/۲	۴۶/۵±۵/۴	DCD
	۱۲	۷/۸±۱/۲	۱۰۸/۴±۶/۹	۶۹/۴±۳۱/۹	۵۹/۲±۴/۴	۱۳/۸±۴/۸	Control

نتایج مربوط به یادگیری رویه‌ای حرکتی در طول مرحله اکتساب و یادداری فوری و تأخیری در متغیرهای وابسته با استفاده از تحلیل واریانس اندازه‌گیری مکرر بررسی و در دو بخش جداگانه ارائه می‌شوند.

### مرحله اکتساب

الگوی کلی و روند یادگیری رویه‌ای حرکتی دو گروه با استفاده از تغییرات متغیرهای وابسته بین دسته کوشش‌های اول تا ششم با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر مطابق جدول نشان داد که در عامل زمان باقی ماندن بر هدف، دو گروه تفاوت معناداری نداشتند، ولی اثر بلوک و اثر تعاملی معنادار بودند. با توجه به معناداری اثر تعاملی، با مقایسه دو گروه در هر یک از بلوک‌ها با استفاده از تحلیل واریانس یکراهه، مشخص شد که دو گروه تنها در بلوک اول با هم تفاوت معناداری دارند ( $P = 0.07$ ). همچنین با استفاده از تحلیل واریانس یکراهه مکرر در داخل گروه‌ها مشخص شد که در هر دو گروه تنها دو بلوک اول با بلوک‌های آخر تفاوت معناداری دارند، ولی بین دیگر بلوک‌ها تفاوت معنادار نیست. در عامل زمان متوالی باقی ماندن بر هدف، هر دو اثر اصلی گروه و بلوک و اثر تعاملی معنادار

بودند. باز با معنادار شدن اثر تعاملی، مقایسه دو گروه در بلوک‌ها نشان داد که تنها در بلوک یک، تفاوت معنادار بود و همچنین مقایسه داخل گروهی در طول بلوک‌ها نشان داد که در گروه DCD بین بلوک‌ها تفاوت معنادار نبود ( $P=0/147$ )؛ ولی در گروه عادی تفاوت بین بلوک‌های تمرین معنادار بود ( $P=0/015$ ) و محل تفاوت مربوط به بلوک یک با دیگر بلوک‌های تمرین بود. در متغیر فاصله از مسیر، اثرهای اصلی گروه و بلوک و اثر تعاملی هیچ کدام معنادار نبود. در متغیر فاصله از هدف، اثر اصلی گروه و بلوک معنادار بود، ولی اثر تعاملی معنادار نبود. در متغیر فاز نسبی، فقط اثر اصلی بلوک معنادار بود، ولی اثرهای اصلی گروه و تعاملی معنادار نبود.

جدول ۲. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر متغیرهای وابسته در مرحله اکتساب.

مقدار مقدار مقدار	سطح معناداری	مقدار F	DF	ویلکس لامبا	منبع تغییرات	متغیر وابسته
۰/۰۶۶	۰/۲۲۵	۱/۵۶	۱ و ۲۲	-	گروه	زمان باقی ماندن بر هدف (هزارم ثانیه)
۰/۷۵	۰/۰۰۱*	۱۰/۸۸	۵ و ۱۸	۰/۲۴	بلوک	
۰/۵۶	۰/۰۰۷*	۴/۶۴	۵ و ۱۸	۰/۴۳	تعامل	
۰/۱۷	۰/۰۴*	۴/۷۶	۱ و ۲۲	-	گروه	زمان متوالی بر هدف (هزارم ثانیه)
۰/۴۶	۰/۰۳۴*	۳/۱۱	۵ و ۱۸	۰/۵۳	بلوک	
۰/۵	۰/۰۲*	۳/۵۹	۵ و ۱۸	۰/۵	تعامل	
۰/۰۵	۰/۲۸	۱/۲۲	۱ و ۲۲	-	گروه	فاصله از مسیر (پیکسل)
۰/۲۹	۰/۲۳	۱/۵	۵ و ۱۸	۰/۷	بلوک	
۰/۱۶	۰/۶۳	۰/۷	۵ و ۱۸	۰/۸۳	تعامل	
۰/۱۸	۰/۰۳*	۴/۸۲	۱ و ۲۲	-	گروه	فاصله از هدف (پیکسل)
۰/۶۹	۰/۰۰۱*	۸/۱۲	۵ و ۱۸	۰/۳	بلوک	
۰/۳۸	۰/۰۹	۲/۲۷	۵ و ۱۸	۰/۶۱	تعامل	
۰/۱۱	۰/۱۰۲	۲/۹۱	۱ و ۲۲	-	گروه	فاز نسبی (درجه)
۰/۵۰	۰/۰۱۹*	۳/۶۴	۵ و ۱۸	۰/۴۹۷	بلوک	
۰/۲۸	۰/۲۶۹	۱/۴۰	۵ و ۱۸	۰/۷۱۹	تعامل	

### تحکیم یادگیری

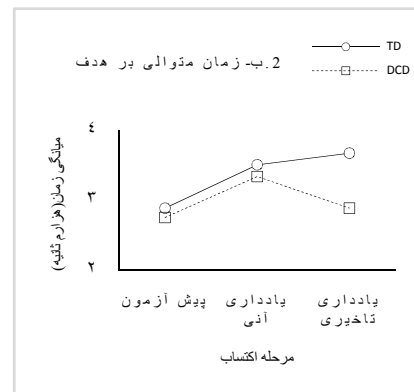
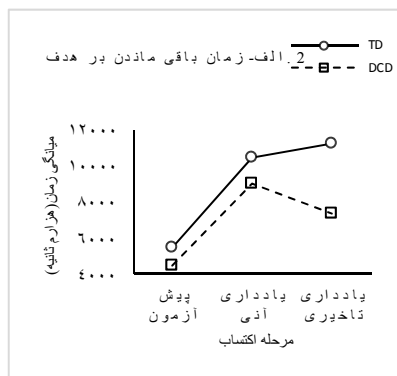
برای بررسی تحکیم و یادگیری در متغیرهای وابسته بین دو گروه، با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در سه مرحله پیش‌آزمون، یادداری فوری و تأخیری مطابق

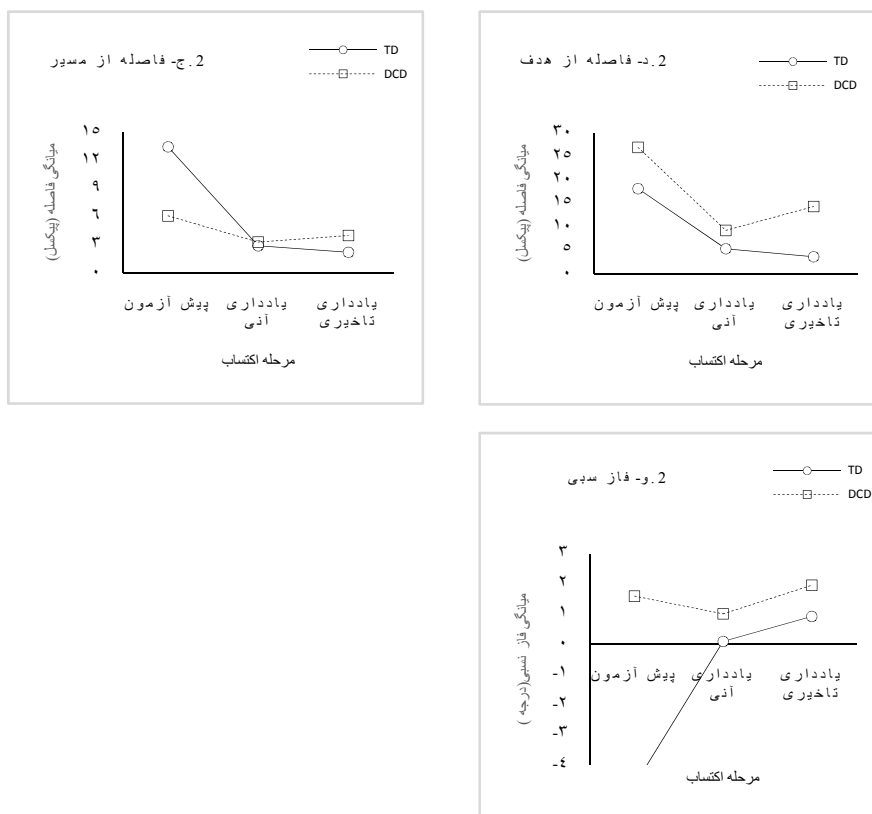


جدول ۳ نتایج نشان داده شد که در متغیر زمان باقی ماندن بر هدف، هر سه اثر اصلی گروه و بلوک و اثر تعاملی تفاوت معنادار بود. با استفاده از تحلیل واریانس یکراهه مشخص شد که دو گروه تنها در مرحله یادداری تأخیری با هم تفاوت معناداری داشتند. همچنین با استفاده از تحلیل واریانس یکراهه مکرر داخل‌گروهی مشخص شد که در کودکان عادی بین سه مرحله آزمون تفاوت معنادار بود و از پیش‌آزمون تا جلسه یادداری فوری و تأخیری به پیشرفت ادامه دادند، ولی در کودکان DCD با اینکه در طول مراحل یادگیری تفاوت معنادار بود، این تفاوت مربوط به مرحله پیش‌آزمون با مرحله یادداری فوری بود؛ ولی بین مراحل یادداری تأخیری با فوری و پیش‌آزمون تفاوت معناداری وجود نداشت (شکل ۱ الف). در متغیر وابسته زمان متوالی باقی ماندن بر هدف، اثر اصلی گروه، بلوک و اثر تعاملی معنادار بودند. با استفاده از تحلیل واریانس یکراهه مشخص شد که دو گروه در جلسات پیش‌آزمون و یادداری ۱۰ دقیقه تفاوت معناداری نداشتند ( $P > 0/05$ )، ولی در جلسه یادداری تأخیری تفاوت بین دو گروه معنادار بود ( $F(1,23) = 20/08, P = 0/001$ )؛ همچنین مقایسه داخل‌گروهی نشان داد که بین مراحل یادگیری در کودکان عادی تفاوت معناداری وجود دارد و این تفاوت مربوط به جلسه پیش‌آزمون با جلسه یادداری تأخیری است؛ ولی بین دیگر مراحل تفاوت معناداری وجود ندارد. در کودکان DCD نیز بین سه مرحله تفاوت معناداری وجود نداشت (شکل ۱ ب). در متغیر وابسته فاصله از مسیر، اثرهای اصلی گروه و اثر تعاملی معنادار نبود، ولی اثر بلوک معنادار بود. مقایسه دوجه‌دو جلسات آزمون با استفاده از آزمون تعقیبی بنفرونی نشان داد که جلسه پیش‌آزمون با هر دو جلسه یادداری ۱۰ دقیقه و تأخیری ۲۴ ساعت تفاوت معناداری داشت، ولی بین دو جلسه یادداری ۱۰ دقیقه و ۲۴ ساعت تفاوت معنادار نبود (شکل ۱ ج). در متغیر وابسته فاصله از هدف، هر سه اثر اصلی گروه و بلوک و اثر تعاملی معنادار بودند. با توجه به معناداری اثر تعاملی و در جست‌وجوی اثرهای اصلی ساده، آزمون تحلیل واریانس یکراهه نشان داد که دو گروه تنها در جلسه یادداری تأخیری ۲۴ ساعت تفاوت معناداری داشتند ( $F(1,23) = 19/58, P = 0/001$ )؛ همچنین با استفاده از تحلیل واریانس یکراهه با اندازه‌گیری مکرر مشخص شد که در گروه عادی، هر سه جلسه با هم تفاوت معناداری داشتند، ولی در گروه DCD، جلسه یادداری ۱۰ دقیقه با جلسه پیش‌آزمون و تأخیری ۲۴ ساعت تفاوت معناداری داشت، ولی بین دو جلسه یادداری تأخیری و پیش‌آزمون تفاوت معناداری وجود نداشت (شکل د). در متغیر فاز نسبی، هیچ یک از اثرهای اصلی بلوک و گروه و تعاملی معنادار نبودند (شکل ۱ و).

جدول ۳. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر متغیرهای وابسته در مرحله یادداری

منبع تغییرات متغیر وابسته	ویلکس لامبا	DF	مقدار F	سطح معناداری	مقدار اتا
زمان باقی ماندن بر هدف (هزارم ثانیه)	گروه	۱ و ۲۲	۴/۴۹	۰/۰۴۶*	۰/۱۷
	جلسه	۲ و ۲۱	۲۹/۷۱	۰/۰۰۱*	۰/۷۳
	تعامل	۲ و ۲۱	۳/۴۰	۰/۰۵۳	۰/۲۴
زمان متوالی بر هدف (هزارم ثانیه)	گروه	۱ و ۲۲	۷/۹	۰/۰۱*	۰/۲۶
	جلسه	۲ و ۲۱	۱۲/۳۳	۰/۰۰۱*	۰/۵۴
	تعامل	۲ و ۲۱	۵/۰۵	۰/۰۱۶*	۰/۳۲
فاصله از مسیر (پیکسل)	گروه	۱ و ۲۲	۱/۴۹	۰/۲۳	۰/۰۶۴
	جلسه	۲ و ۲۱	۰/۵۷	۰/۰۰۳*	۰/۴۲
	تعامل	۲ و ۲۱	۰/۸	۰/۱۰۳	۰/۱۹
فاصله از هدف (پیکسل)	گروه	۱ و ۲۲	۱۰/۹۸	۰/۰۰۳*	۰/۳۳
	جلسه	۲ و ۲۱	۱۷/۲۷	۰/۰۰۱*	۰/۶۲
	تعامل	۲ و ۲۱	۸/۹۰	۰/۰۰۲*	۰/۴۵
فاز نسبی (درجه)	گروه	۱ و ۲۲	۱/۹۳	۰/۱۷۸	۰/۰۸
	جلسه	۲ و ۲۱	۱/۹۷	۰/۱۶۴	۰/۱۵
	تعامل	۲ و ۲۱	۰/۴۴	۰/۶۸	۰/۰۴





شکل ۱. نمودار عملکرد گروه‌های با اختلال هماهنگی رشدی (DCD) و عادی (TD) در مرحله یادداری

به‌طور کلی نتایج نشان داد که در مرحله اکتساب، هر دو گروه تنها در بلوک اول تفاوت داشتند و توانستند پس از دو بلوک اول، به بهبود عملکرد مشابه دست یابند. همچنین تفاوت دو گروه مربوط به مرحله تحکیم و یادداری بوده است، چراکه برعکس کودکان عادی که تا مرحله یادداری تأخیری به پیشرفت ادامه دادند، کودکان DCD در تحکیم و یادداری عملکرد کسب‌شده دچار افت و مشکل شدند.

## بحث

هدف مطالعه حاضر بررسی تفاوت یادگیری حرکتی رویه‌ای کودکان DCD با کودکان عادی با استفاده از یک تکلیف سازگاری ادراکی حرکتی بود. براساس نتایج، در متغیر زمان باقی ماندن بر هدف، در مرحله اکتساب بین دو گروه تفاوت معنادار وجود نداشت، ولی در مرحله یادداری تفاوت بین آنها معنادار بود.

نتیجه حاصل مغایر با یافته‌های ویلسون و همکاران (۲۰۰۳)، لیجون و همکاران (۲۰۱۴) و بوین و همکاران (۲۰۱۵) است، ولی با یافته‌های گیسون و همکاران (۲۰۱۱)، اولیورا و ون<sup>۱</sup> (۲۰۱۰) و کاشیواگی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۹) همسان بود. در مطالعه لیجون و همکاران از تکلیفی استفاده شده بود که بدون نیاز به دقت حرکت، بر سرعت حرکت تأکید داشت که بین کودکان DCD و عادی تفاوت معناداری مشاهده نشده بود؛ ولی در مطالعه حاضر از تکلیفی با تأکید بر دقت حرکت استفاده شد که کودکان DCD در مرحله اکتساب مشابه کودکان عادی اجرا کردند که در مرحله یادداری دچار مشکل شدند. در مطالعات گیسون (۲۰۱۱) و ویلسون (۲۰۰۳) از تکلیف زمان واکنش زنجیره‌ای استفاده شده بود که هر دو به ضعف کودکان DCD نسبت به گروه عادی در مرحله اکتساب اشاره کرده‌اند. با اینکه در مدت زمان باقی ماندن بر هدف، در مرحله اکتساب تفاوت معنادار نبود، در مرحله یادداری، بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده شد که حاکی از ضعف گروه DCD در فرایند تحکیم یادگیری حرکتی رویه‌ای است (همسان با یافته‌های گیسون و همکاران، ۲۰۱۱). در یادگیری یک مهارت پیچیده و الگوی سینماتیکی، زمانی که بر سرعت تأکید شود مثل مطالعه لیجون و همکاران (۲۰۱۴)، کودکان DCD، دارای مبادله سرعت و دقت بیشتری نسبت به کودکان عادی هستند، ولی مطابق با نظر مارچیوری و همکاران (۱۹۸۷)، برای حرکات ساده، الگوهای یادگیری کودکان DCD و عادی مشابه‌اند و تنها با افزایش پیچیدگی پاسخ یا تقاضای تکلیفی، نقص در یادگیری حرکتی در کودکان DCD مشاهده می‌شود. پس در پژوهش حاضر در طول مرحله یادداری، با تأکید بر دقت به‌جای سرعت حرکت، تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده شد.

زمان باقی ماندن متوالی بر هدف، نشانه‌ای از نحوه کنترل حرکتی فرد و استفاده از بازخورد پیش‌بینانه یا گام‌به‌گام برای حرکت و کنترل آن است و فردی که در ردیابی حرکتی، زمان متوالی بیشتری بر روی هدف می‌ماند، حاکی از استفاده از بازخوردهای پیش‌بینانه است (۵). نتایج نشان دادند که در متغیر زمان متوالی باقی ماندن بر هدف، در مرحله اکتساب و در مرحله یادداری بین دو گروه تفاوت معناداری وجود داشت؛ این نتیجه نشان می‌دهد که کودکان DCD نسبت به کودکان عادی در مرحله اکتساب و یادداری ضعیف‌ترند و از شیوه کنترل گام‌به‌گام استفاده می‌کنند. نتیجه حاصل با برخی یافته‌ها (۱۶، ۹، ۵، ۴) که به ضعف مدل کنترل درونی کودکان DCD اشاره کرده‌اند، همسان

---

1. Oliveira, Wann

2. Kashiwagi

است. براساس یافته‌های آدامز و همکاران (۲۰۱۶)، کودکان DCD دارای عملکرد کند و با دقت کم و ضعف در برنامه‌ریزی از قبل برای راحتی در نقطه پایانی و بعدی حرکت هستند و به نقص در مدل درونی حرکات دچارند. رفتار حرکتی ماهرانه مستلزم توانایی فرد در خلق حرکات هماهنگ مطابق با شرایط محیطی اغلب پویاست و این یکی از ظرفیت‌های سیستم حرکتی در کسب پویایی‌های خود و سپس استفاده از آن رفتار به‌عنوان مدلی در هر لحظه است و فرد را قادر به انجام دادن برخی تنظیمات آنی با برآوردهای قبلی خود می‌کند. نشان داده شده که کودکان DCD در این فرایندهای پیش‌بینانه و ایجاد مدل درونی مشکل دارند. مدل درونی ابزاری برای اصلاح هم‌زمان اعمال قبل از فراهم شدن بازخورد حسی-حرکتی آهسته است. با شروع و راه‌اندازی برنامه حرکتی یک عمل از قشر حرکتی به سمت پایین از طریق اعصاب وایران، یک کپی از آن پیام به شبکه‌های آهیانه‌ای مخچه‌ای و آهیانه‌ای-پیشانی ارسال می‌شود که مسئول مقایسه پویایی‌های حرکتی پیش‌بینی‌شده و پویایی‌های حرکتی حاصل از بازخورد حسی هم‌زمان هستند. خطاهای پیش‌بینی به تعدیل عمل در حال راه‌اندازی با حلقه‌های بازخوردی کوتاه کمک می‌کند. از این سازوکار و مدل کنترلی پیش‌بینانه در تمرین حرکات تکراری و تجارب یادگیری استفاده می‌شود (۴). در ردیابی یک هدف مثل تکلیف پیگردی، فرد باید از راه پیش‌بینی یک رشته از پیامدهای حسی از قبل، آنها را با بازخورد حسی واقعی مقایسه کند و عمل را از قبل مشخص کند. کودکان DCD دارای ضعف در اصلاح حرکات هم‌زمان با توجه به نقص در این مدل درونی هستند (۱۱).

در متغیر فاصله از مسیر، بین دو گروه تفاوت معناداری وجود نداشت. با اینکه برخی پژوهش‌ها به تغییرپذیری بیشتر کودکان DCD نسبت به افراد عادی در طی ردیابی اشاره کرده‌اند (۸،۷،۴)، در مطالعه حاضر با توجه به اینکه مسیر حرکت هدف هم‌رنگ با زمینه شد و به شرکت‌کنندگان بازخورد فراهم نمی‌کرد به نظر می‌رسد تلاش آنها برای ردیابی هدف، آنها را به مسیر نزدیک کرده و تفاوت معناداری بین دو گروه ایجاد نشده بود و اینکه مسیر حرکت دایره‌ای بود، در صورت استفاده از مسیرهای حرکت مربع و مثلث، به احتمال زیاد تفاوت این دو گروه مشخص خواهد شد.

متغیر فاصله از هدف، هم در مرحله اکتساب و هم در مرحله یادداری بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده شد. در تأیید نتیجه قبلی، کودکان DCD در باقی ماندن بر هدف ضعیف‌تر بودند و با فاصله بیشتری به هدف نسبت به کودکان عادی حرکت می‌کردند. کودکان DCD چون نمی‌توانستند اطلاعات بینایی را با حرکت خود جفت کنند، به‌طور مداوم به روی هدف حرکت می‌کردند و از آن فاصله

می‌گرفتند که موجب فاصله از هدف بیشتر در آنها می‌شد. بررسی کیفیت حرکت این دو گروه اطلاعات بیشتری از راهبردهای عملکردی آنها مشخص کرد. الگوهای کودکان عادی تقریباً مشابه بود، ولی کودکان DCD در ردیابی هدف سه نوع رفتار از خود نشان می‌دادند: ۱. دقت کم در باقی ماندن بر هدف یا مسیر آن؛ ۲. دقت کم در ردیابی هدف که موجب ایجاد مسیرهای کوچک و بزرگ می‌شد؛ ۳. حرکات تند و شدید که سبب دور افتادن از هدف می‌شد و کودکان را مجبور به میان‌برد زدن مسیر برای رسیدن به آن می‌کرد و این حرکات تند سبب خارج شدن از هدف و اختلاف CTT و DT می‌شد. چنین عملکردی نمی‌تواند به علت زمان کوتاه هر اجرا و مشاهده چنین رفتاری از اولین اجراهای فرد، ناشی از خستگی باشد. ممکن است کودکان DCD تنها قادر به برنامه‌ریزی اعمال خود در توالی‌های خیلی کوتاه باشند که به CTT، TOT و DT پایین‌تر از کودکان عادی منجر خواهد شد؛ بنابراین با این شیوه رفتاری، مجبور به حرکات درشتی مثل حرکت در مسیرهای بزرگ هستند.

فاز نسبی نشان‌دهنده جفت شدن دست‌های فرد با محرک بیرونی از نظر زمانی در سیکل خود است. نتایج پژوهش حاضر نشان دادند که کودکان هر دو گروه توانستند با نشانه‌های محیطی جفت شوند و تفاوتی بین آنها وجود نداشت. در تکلیف پیگردی که به شکل ساده‌ای نیاز به جفت شدن چرخه حرکتی از نظر زمانی با یک محرک بیرونی است و پیچیدگی استفاده از دست‌وپاها و محرک‌های شنوایی وجود ندارد یا هیچ‌گونه متغیر کنترلی به عنوان تداخل اعمال نمی‌شود، دستیابی به ثبات مرحله‌ای راحت بوده است؛ در حالی که در مطالعات دیگر از تکلیف چندعضوی یا با تغییر برخی متغیرهای کنترلی مثل سرعت و شکل مسیر حرکت به بررسی ثبات و الگوی هماهنگی کودکان DCD پرداخته و به ضعف کودکان DCD اشاره کرده‌اند. وندر مولن و همکاران (۱۹۹۱) در تحقیقی دریافتند که کودکان DCD در ردیابی یک علامت بینایی با یکدست در مسیر پیش‌بینی‌ناپذیر دارای کیفیت ردیابی ضعیف و همچنین تأخیر بیشتری در ردیابی بودند؛ آنان علت تفاوت را نقص در برنامه‌ریزی حرکتی دانستند، نه اجرای حرکتی. به نقل از کلسو (۱۹۹۴) و ویمرز و همکاران (۱۹۹۲) از دیدگاه سیستم‌های پویا، انتقال مرحله‌ای زمانی رخ می‌دهد که وضوح اطلاعاتی به آستانه خود رسیده باشد و با انتقال به مرحله ثبات دیگر که نیازهای اطلاعاتی اندکی دارد، انجام گیرد (۲۷) و این نشان می‌دهد که کودکان DCD با محدودکننده‌های اطلاعاتی، بیشتر محدود می‌شوند، مگر اینکه آستانه محدودکننده‌های اطلاعاتی برای انتقال مرحله‌ای کافی نباشند و اینکه ممکن است فرائباتی در سیستم موجب عدم انتقال مرحله‌ای و تغییرپذیری زیاد و نبود تفاوت دو گروه شود. بنابر گزارش مطالعات قبلی، کودکان DCD در مرحله

درون‌مرحله‌ای نسبت به برون‌مرحله‌ای، مشکلات کمتری دارند. با اینکه با تغییر سرعت و پارامترهای کنترلی، تغییرپذیری افزایش یافت و انتقال مرحله‌ای گاهی اتفاق افتاد و تفاوت گروهی ایجاد شد، در سرعت ثابت و یکنواخت نیز در دو حالت درون‌مرحله و خارج‌مرحله‌ای، هر دو گروه ثبات نشان دادند که با نتایج پژوهش حاضر همسان است. از دیدگاه شناختی، در زمینه مشکل زمان‌بندی کودکان DCD و ارتباط آن با ساعت درونی یا کنترل پویایی، ویلیامز و همکاران (۱۹۹۲) بیان کردند که کودکان DCD مشابه افرادی که مشکل آسیب مخچه‌ای دارند، در فرایندهای زمان‌بندی درونی (بخش برنامه‌ریزی حرکتی) دچار مشکل‌اند؛ آنان این وضعیت را به بدکارکردی مخچه‌ای نسبت دادند. اما از دیدگاه سیستم‌های پویا، ثبات کم کودکان DCD در الگوهای هماهنگی ادراک-عمل را به نقص در کنترل حرکتی پویا نسبت داده‌اند. همچنین ممکن است اختلال DCD دارای زیرگروه‌هایی باشد که برخی از آنها در هماهنگی بین فردی مشکل داشته باشند و برخی در هماهنگی فردی-محیطی یا درون فردی، که شناسایی آنها در تمرین و آموزش آنها با در نظر گرفتن پارامترهای مشترک و کنترلی امکان‌پذیر خواهد بود. در تحقیق ریئا و همکاران (۲۰۱۰)، زمانی که اطلاعات بینایی به‌طور یکسان برای هر دو گروه فراهم و مسیر حرکت مشخص بود، کودکان DCD کندتر و دارای تغییرپذیری زیادی بودند و نمی‌توانستند از یکپارچگی اطلاعات استفاده کنند. مطالعات میال و جنکینسون (۲۰۰۵) و ایوری (۲۰۰۳) نشان داد که در تکلیف پیگردی چرخان، نواحی میانی دوسویه مخچه فعال می‌شوند. در افراد سالم و ماهر، نواحی مخچه‌ای و آهیانه‌ای، اطلاعات را به‌طور مؤثری پردازش می‌کنند و برون‌داد آنها به‌صورت یکپارچه در تولید حرکت روان نقش دارند. به‌دلیل اینکه کودکان DCD در تکلیف ردیابی در مقایسه با کودکان عادی با دسترسی به اطلاعات بینایی مشابه، مشکل دارند، ممکن است در یکپارچه‌سازی اطلاعات دچار مشکل باشند (۹).

### نتیجه‌گیری

کودکان DCD در یادگیری حرکتی رویه‌ای نسبت به افراد هم‌سن‌وسال خود از نظر عملکردی عقب‌ترند و با توجه به محدودیت‌های ساختاری و کارکردی (چه مربوط به عقده‌های قاعده‌ای یا عملکرد مخچه‌ای و چه ناشی از مشکل یکپارچگی اطلاعات) که سبب اختلال هماهنگی رشدی در کودکان DCD می‌شود، تغییرپذیری زیاد و عملکرد ضعیفی دارند، ولی قادر به کسب الگوی هماهنگی هستند که نشان‌دهنده یادگیری موفق آنها در اثر تمرین است. پس می‌توان گفت که هرچند ممکن است از نظر اجرایی ضعیف

باشند، الگو را یاد گرفته‌اند. در زندگی روزمره، کودکان DCD خود را با دیگران مقایسه می‌کنند و عملکرد ضعیف آنها ممکن است سبب کاهش انگیزه و مشارکت تمرینی کمتر شود و کم بودن تجارب مشارکتی دلیل اصلی ضعف کودکان DCD باشد. اگر شرایط مناسبی برای مشارکت آنها وجود داشته باشد و تلاش بیشتری انجام دهند، با توجه به پویایی‌های درونی خود، با وجود تغییرپذیری زیاد، تمرین بیشتر ممکن است تفاوت ایجادشده را از بین ببرد و تغییرپذیری و ثبات کم آنها، کارکردی بوده و رفتاری اکتشافی برای منابع اطلاعاتی مهم و مربوط در فضای چارچوب ادراکی حرکتی است. در این پژوهش تلاش شد یادگیری رویه‌ای حرکتی با استفاده از دو دیدگاه پردازش اطلاعات و سیستم‌های پویا مطالعه شود، ولی از مداخله تکلیفی برای افزایش پیچیدگی تکلیفی استفاده نشد. به نظر می‌رسد با افزایش پیچیدگی تکلیف و نیازهای آن، عملکرد کودکان DCD تضعیف خواهد شد. لازم است به این کودکان از دیدگاه سیستم‌های پویا توجه شود و نقش مربی و معلم برای دستورالعمل‌های آموزشی و هدایت رفتار اکتشافی آنها در فضای کاری و محل منابع مهم برای ادراک و جفت شدن با عمل در نظر گرفته شود. در این زمینه، مطالعه راهبرد و فرایندهای زیربنایی یادگیری آنها علاوه بر ارزیابی نتیجه عمل با استفاده از ردیابی بینایی و حتی تصویربرداری مغزی و مطالعه اکتساب و یادگیری الگوهایی با دشواری‌های مختلف و در سنین مختلف در پژوهش‌های آتی در این کودکان توصیه می‌شود. همچنین با در نظر گرفتن اینکه یادگیری حرکتی رویه‌ای اساس رشد مهارت‌های اجتماعی است (۲۵) و در صورتی که کودکان با اختلال هماهنگی رشدی در این زمینه نقص داشته باشند، برنامه‌ریزی آموزشی و تمرینی ضرورت پیدا می‌کند.

### منابع و مأخذ

۱. صالحی، حمید؛ زارع‌زاده، مهشید؛ سالک، بابک (۱۳۹۲). «روایی و پایایی نسخه فارسی پرسشنامه مشاهده حرکتی برای آموزگاران (PMOQ-T)»، مجله روان‌پزشکی و روان‌شناسی بالینی ایران، ۱۸(۳)، ص ۲۱۹-۲۱۱.
۲. صالحی حمید؛ افسرده بخشایش، رحمان؛ موحدی، احمدرضا؛ قاسمی، وحید (۱۳۹۰). «ویژگی‌های روان‌سنجی نسخه فارسی سیاهه اختلال هماهنگی رشد حرکتی در پسران ۱۱-۶ ساله»، مجله روان‌شناسی افراد استثنایی، ش ۴، ص ۱۶۱-۱۳۵.



3. Adams, I. L., Lust, J. M., Wilson, P. H., & Steenbergen, B. (2016). Testing predictive control of movement in children with developmental coordination disorder using converging operations. *British Journal of Psychology*.
4. Adams, I. L., Lust, J. M., Wilson, P. H., & Steenbergen, B. (2014). Compromised motor control in children with DCD: a deficit in the internal model?—A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 47, 225-244.
5. Cairney, J., Hay, J., Veldhuizen, S., Missiuna, C., & Faight, B. (2009). Comparing probable case identification of developmental coordination disorder using the short form of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency and the Movement ABC. *Child: care, health and development*, 35(3), 402-408.
6. Cools, W., De Martelaer, K., Samaey, C., & Andries, C. (2009). Movement skill assessment of typically developing preschool children: A review of seven movement skill assessment tools. *Journal of sports science and medicine*, 8(2), 154-168.
7. de Castelnau, P., Albaret, J.-M., Chaix, Y., & Zanone, P.-G. (2007). Developmental coordination disorder pertains to a deficit in perceptuo-motor synchronization independent of attentional capacities. *Human Movement Science*, 26(3), 477-490.
8. de Castro Ferracioli, M., Hiraga, C. Y., & Pellegrini, A. M. (2014). Emergence and stability of interlimb coordination patterns in children with developmental coordination disorder. *Research in developmental disabilities*, 35(2), 348-356.
9. de Oliveira, R. F., & Wann, J. P. (2010). Integration of dynamic information for visuomotor control in young adults with developmental coordination disorder. *Experimental brain research*, 205(3), 387-394.
10. Doyon, J., Penhune, V., & Ungerleider, L. G. (2003). Distinct contribution of the cortico-striatal and cortico-cerebellar systems to motor skill learning. *Neuropsychologia*, 41(3), 252-262.
11. Fuelscher, I., Williams, J., Enticott, P. G., & Hyde, C. (2015). Reduced motor imagery efficiency is associated with online control difficulties in children with probable developmental coordination disorder. *Research in developmental disabilities*, 45, 239-252.
12. Geuze, R. H. (2007). Developmental coordination disorder: A review of current approaches: Groupe de Boeck.
13. Geuze, R. H. (2003). Static balance and developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 22(4), 527-548.
14. Geuze, R. H., & Geuze, R. (2007). Characteristics of DCD: on problems and prognosis. *Developmental coordination disorder: A review of current approaches*, 9-25.
15. Gofer-Levi, M., Silberg, T., Brezner, A., & Vakil, E. (2014). Cognitive procedural learning among children and adolescents with or without spastic cerebral palsy: The differential effect of age. *Research in developmental disabilities*, 35(9), 1952-1962.
16. Hyde, C., & Wilson, P. (2011). Online motor control in children with developmental coordination disorder: chronometric analysis of double-step reaching performance. *Child: care, health and development*, 37(1), 111-122.

17. Janacek, K., Fiser, J., & Nemeth, D. (2012). The best time to acquire new skills: age-related differences in implicit sequence learning across the human lifespan. *Developmental science*, 15(4), 496-505.
18. Jarus, & etal. (2015). Effect of internal versus external focus of attention on implicit motor learning in children with developmental coordination disorder. *Research in developmental disabilities*, 37, 119-126.
19. Kagerer, F., Contreras-Vidal, J., Bo, J., & Clark, J. (2006). Abrupt, but not gradual visuomotor distortion facilitates adaptation in children with developmental coordination disorder. *Human movement science*, 25(4), 622-633.
20. Kashiwagi, M., Iwaki, S., Narumi, Y., Tamai, H., & Suzuki, S. (2009). Parietal dysfunction in developmental coordination disorder: a functional MRI study. *Neuroreport*, 20(15), 1319-1324.
21. Knowlton, B., & Moody, T. (2008). Procedural learning in humans. *Learning and memory: A comprehensive reference*, 3, 321-340.
22. Law, S.-H., Lo, S. K., Chow, S., & Cheing, G. L. (2011). Grip force control is dependent on task constraints in children with and without developmental coordination disorder. *International journal of rehabilitation research*, 34(2), 93-99.
23. Lejeune, C., Wansard, M., Geurten, M., & Meulemans, T. (2014). Procedural learning, consolidation, and transfer of a new skill in Developmental Coordination Disorder. *Child Neuropsychology*(ahead-of-print), 1-12.
24. Smits-Engelsman, B., Schoemaker, M., Delabastita, T., Hoskens, J., & Geuze, R. (2015). Diagnostic criteria for DCD: past and future. *Human movement science*.
25. Sparaci, L., Formica, D., Lasorsa, F. R., Mazzone, L., Valeri, G., & Vicari, S. (2015). Untrivial Pursuit: Measuring Motor Procedures Learning in Children with Autism. *Autism Research*.
26. Spironello, C., Hay, J., Missiuna, C., Faught, B., & Cairney, J. (2010). Concurrent and construct validation of the short form of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency and the Movement-ABC when administered under field conditions: implications for screening. *Child: care, health and development*, 36(4), 499-507.
27. Volman, M. C. J., & Geuze, R. H. (1998). Relative phase stability of bimanual and visuomanual rhythmic coordination patterns in children with a developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 17(4), 541-572.
28. Whitall, J., Getchell, N., McMenamin, S., Horn, C., Wilms-Floet, A., & Clark, J. (2006). Perception-action coupling in children with and without DCD: frequency locking between task-relevant auditory signals and motor responses in a dual-motor task. *Child: care, health and development*, 32(6), 679-692.
29. Wilson, P. H., Ruddock, S., SMITS-ENGELSMAN, B., Polatajko, H., & Blank, R. (2013). Understanding performance deficits in developmental coordination disorder: a meta-analysis of recent research. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(3), 217-228.

- 
30. Zwicker, J. G., Missiuna, C., Harris, S. R., & Boyd, L. A. (2010). Brain activation of children with developmental coordination disorder is different than peers. *Pediatrics*, 126(3), e678-e686.