

# The Effect of Manipulation of Task Constraints by Nonlinear Training Method on the Learning of Basic Ball Skills in Children with Developmental Coordination Disorder

Safdari A<sup>1</sup>, \*Parvinpour Sh<sup>2</sup>, Balali M<sup>3</sup>, Entezari Khorasani Z<sup>3</sup>

## Author Address

1. PhD Student, Department of Movement Behavior, Faculty of Physical Education, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran;  
2. Assistant Professor of Motor Behavior, Kharazmi University, Tehran, Iran;  
3. Assistant Professor of Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.  
\*Corresponding Author Email: [shahabpr@khu.ac.ir](mailto:shahabpr@khu.ac.ir)

Received: 2023 April 10; Accepted: 2023 April 30

## Abstract

**Background & Objectives:** The natural development of children follows a predictable pattern. However, there are situations in which problems arise in this process, and the child does not go through the stages of normal growth. Developmental coordination disorder is one of the most important disorders that a significant percentage of children face. Developmental coordination disorder is used to explain problems in the development of motor skills. Many methods and factors can affect and improve the overall development of children with developmental coordination disorder, especially motor development. Today, nonlinear teaching methods have improved children's learning speed by creating variety, manipulation, and noticeable changes in the way of presenting exercises and games. So, the present study aimed to investigate the effect of manipulating task constraints by nonlinear training methods on learning basic ball skills in children with developmental coordination disorder.

**Methods:** The method of current research was quasi-experimental. The statistical population included 5-to7-year-old girls with growth coordination disorder in Mashhad City, Iran, in 2022. The participants were 30 girls aged 5 to 7 years who were eligible volunteers with developmental coordination disorder, who were purposefully identified through Developmental Coordination Disorder Questionnaire (DCDQ-7) (Wilson et al., 2009) and Movement Assessment Battery for Children-2 (MABC-2) (Henderson et al., 2007) included in the study and randomly divided into two groups of 15 people including; 1) nonlinear training and 2) Linear training (control). To evaluate ball skills in both groups in the pretest and posttest, we used the Test of Gross Motor Development (TGMD-3) (Ulrich, 2017). The ecological task analysis method was used to manipulate the task constraints and design the training program using the nonlinear training method. In this method, the researcher first determines the main components of the task and the effect on the task's difficulty level; by manipulating and applying noticeable changes, the task's difficulty level was adjusted according to the individual characteristics of children with developmental coordination disorder. Thus, the presented exercises were designed from easy to advanced level so that the training interventions cover all the desired movement skills. According to the group program, the subjects implemented the desired program and interventions for 4 weeks and three sessions of 60 minutes each week. Descriptive statistics, including frequency, mean, and standard deviation and inferential statistics including covariance analysis were used to analyze the data. SPSS version 24 software was used for data analysis. The significance level of the tests was 0.05.

**Results:** The results show the effect of the training intervention of manipulation of task constraints by nonlinear training method on the variable of ball skills ( $p < 0.001$ ) and the subtests of two-handed hitting the ball ( $p < 0.001$ ), one-handed dribbling ( $p < 0.001$ ), two-handed catching ( $p < 0.001$ ), kicking the ball ( $p < 0.001$ ), and throwing from below ( $p < 0.001$ ). However, no significant difference was observed between the two groups in the sub-tests of throwing over the shoulder ( $p = 0.180$ ) and forehand ( $p = 0.241$ ).

**Conclusion:** Based on the research findings, manipulation of task constraints by nonlinear training method affects learning the basic motor skills of children with developmental coordination disorder. By using this educational approach, instructors can challenge the learner to work harder towards new coordinated patterns and help learners use internal unconscious processes to create the ability to produce functional patterns in people.

**Keywords:** Fundamental motor skills, Ball skills, Nonlinear learning, Task constraints, Developmental coordination disorder, Childhood period.

## بررسی تأثیر دست‌کاری قیود تکلیف به‌روش آموزش غیرخطی بر یادگیری مهارت‌های بنیادی تویی در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی

اعظم صفدری<sup>۱</sup>، \*شهاب پروین‌پور<sup>۲</sup>، مرضیه بلالی<sup>۳</sup>، زهرا انتظاری خراسانی<sup>۳</sup>

توضیحات نویسندگان

۱. دانشجوی دکتری، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت‌بدنی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران؛

۲. استادیار گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران؛

۳. استادیار گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت‌بدنی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

\*رایانامه نویسنده مسئول: shahabpr@khu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۲۱ فروردین ۱۴۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۰ اردیبهشت ۱۴۰۲

### چکیده

**زمینه و هدف:** یکی از روش‌های مهم و تأثیرگذار بر یادگیری مهارت‌های حرکتی کودکان، آموزش به‌روش غیرخطی است. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر دست‌کاری قیود تکلیف به‌روش آموزش غیرخطی بر یادگیری مهارت‌های بنیادی تویی در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی انجام شد.

**روش بررسی:** روش پژوهش حاضر از نوع مطالعات نیمه‌تجربی بود. جامعه آماری را دختران ۵ تا ۷ ساله مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی شهر مشهد در سال ۱۴۰۱ تشکیل دادند. شرکت‌کنندگان، سی دختر ۵ تا ۷ ساله داوطلب واجد شرایط مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی بودند که از طریق پرسش‌نامه اختلال هماهنگی رشدی (ویلسون و همکاران، ۲۰۰۹) و مجموعه آزمون ارزیابی حرکت کودکان-ویرایش دوم (هندرسون و همکاران، ۲۰۰۷) به‌صورت هدفمند شناسایی و وارد مطالعه شدند. سپس به‌طور تصادفی در دو گروه پانزده‌نفری آموزش به‌روش غیرخطی و آموزش به‌روش خطی (گواه) قرار گرفتند. برای ارزیابی مهارت‌های تویی در هر دو گروه در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون، از آزمون رشد مهارت‌های حرکتی درشت-ویرایش سوم (اولریخ، ۲۰۱۷) استفاده شد. آزمودنی‌ها با توجه به برنامه گروه مدنظر، به‌مدت چهار هفته و هر هفته سه جلسه شصت‌دقیقه‌ای به اجرای برنامه و مداخلات مدنظر پرداختند. تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس در سطح معناداری ۰/۰۵ و از طریق نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج نشان‌دهنده تأثیر مداخله تمرینی دست‌کاری قیود تکلیف به‌روش آموزش غیرخطی بر بهبود متغیر مهارت‌های تویی ( $p < ۰/۰۰۱$ ) و خرده‌آزمون‌های ضربه دودستی به توپ ( $p < ۰/۰۰۱$ )، دریل یک دست ( $p < ۰/۰۰۱$ )، گرفتن دودستی ( $p < ۰/۰۰۱$ )، ضربه با پا به توپ ( $p < ۰/۰۰۱$ ) و پرتاب از پایین ( $p < ۰/۰۰۱$ ) بود؛ اما در خرده‌آزمون‌های پرتاب از بالای شانه ( $p = ۰/۱۸۰$ ) و ضربه فوره‌اند ( $p = ۰/۲۴۱$ ) تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد.

**نتیجه‌گیری:** براساس یافته‌های پژوهش، دست‌کاری قیود تکلیف به‌روش آموزش غیرخطی بر یادگیری مهارت‌های حرکتی بنیادی تویی کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشد تأثیر دارد.

**کلیدواژه‌ها:** مهارت‌های حرکتی بنیادی، مهارت‌های تویی، آموزش غیرخطی، قیود تکلیف، اختلال هماهنگی رشد، دوره کودکی.

تمرینات با سطوح مختلفی از دشواری طراحی می‌شود (۵).

نیوول<sup>۱۱</sup> (۱۹۸۶) معتقد بود، رشد و توسعه الگوهای حرکتی تحت تأثیر سه دسته از قیود است. این قیود شامل نیازهای تکلیف و محیط و فرد می‌شود؛ به طوری که تجربیات فردی، شرایط محیطی و تقاضاهای مرتبط با تکلیف، میزان و چگونگی پیشرفت و یادگیری را تعیین می‌کند (به نقل از ۶)؛ به عبارت دیگر غنی‌سازی از طریق تجارب اولیه فرد در شایستگی حرکتی او بسیار تعیین‌کننده است. بر این اساس در این رویکرد تهیه و تدوین برنامه‌های آموزشی و رشدی متناسب با فرد در دوران کودکی از عوامل مهم‌تر تعیین‌کننده رشد و تبحر فردی است (۶). یکی از روش‌های نوین آموزش و ارائه مداخلات تمرینی به منظور رشد مهارت‌های حرکتی و ورزشی، استفاده از رویکرد آموزش غیرخطی<sup>۱۲</sup> است. آموزش بازی‌ها برای فهمیدن<sup>۱۳</sup> (TGUFU) الگویی نوین از آموزش غیرخطی است که بونکر و ثورپ<sup>۱۴</sup> (۱۹۸۲) آن را به عنوان جایگزین روش‌های سنتی آموزش مهارت‌های ورزشی معرفی کردند (به نقل از ۷). طرفداران مدل آموزش بازی‌ها برای فهمیدن اعتقاد دارند که کودک باید در فرایند یادگیری، در معرض تجربیات بازی‌گونه قرار گیرد. قراردادن کودکان و دانش‌آموزان در معرض تجربیات مشابه با بازی در ابتدای فرایند آموزش - یادگیری به آن‌ها کمک می‌کند تا بیشتر در فرایند یادگیری دخیل شوند و روش‌های مختلف تصمیم‌گیری برای حل مسئله را تمرین کنند (۷).

از آنجاکه رشد حرکتی فرایندی پویا و غیرخطی دارد، فرایند یادگیری از طریق دست‌کاری و اعمال تغییرات در قیود تکلیف و محیط، مطابق با رویکرد آموزش غیرخطی تسهیل می‌شود. در این رویکرد، کنترل‌کننده مرکزی همانند مربی برای تعیین چگونگی اجرای رفتار وجود ندارد (۸)؛ بنابراین روش آموزش غیرخطی مدلی مفهومی برای اصول آموزشی فراهم می‌آورد که مربی از طریق آن می‌تواند برای دست‌کاری قیود در نظر گرفتن تفاوت‌های فردی کودکان اقدام کند. در رویکرد غیرخطی، به منظور آموزش هرچه بهتر سعی می‌شود از طریق دست‌کاری قیود، شرایط مناسبی برای ترکیب ادراک و عمل به وجود آید. از این طریق فرد راه‌حل‌های مناسب‌تری برای حل مسئله و یادگیری بیشتر فراهم می‌سازد. از آنجاکه ادراک و تجارب افراد باهم متفاوت است، در این روش سعی می‌شود به کودک در یافتن الگوی بهینه کمک شود (۸)؛ باین‌حال بیشتر پژوهش‌ها در حیطه مهارت‌های ورزشی اجرا شده‌اند و مطالعات اندکی به بررسی اثر این رویکرد بر مهارت‌های بنیادی پرداخته‌اند؛ به طوری که در همین راستا، در پژوهشی مقایسه‌ی اثربخشی آموزش خطی و غیرخطی بر عملکرد مهارت‌های حرکتی دست‌کاری کودکان صورت گرفت و نتایج برتری عملکرد گروه آموزش غیرخطی را نشان داد (۹). همچنین در مطالعه دیگری بررسی اثر آموزش غیرخطی در تدریس دو مهارت حرکتی بنیادی گرفتن و پرتاب از بالای شانه مشخص کرد، آموزش غیرخطی اثر مثبت بر عملکرد

رشد<sup>۱</sup>، فرایندی مداوم است که با تشکیل سلول تخم آغاز و با مرگ پایان می‌پذیرد. رشد دارای ابعاد وسیعی است؛ به طوری که تمامی جنبه‌های رفتاری فرد را شامل می‌شود. رشد حرکتی<sup>۲</sup>، حرکات انسان از بدو تولد تا سالمندی است که طیف وسیعی از حرکات از رفتارهای واکنشی تا حرکات ارادی ماهرانه را در بر می‌گیرد. با بهبود رشد حرکتی، کودکان قادر هستند محیط خود را ارزیابی کنند و سبب ارتقای سایر جنبه‌های رشدی نظیر رشد شناختی<sup>۳</sup> و اجتماعی<sup>۴</sup> و ادراکی<sup>۵</sup> شوند (۱). از جنبه‌های بسیار مهم رشد حرکتی در دوره کودکی، فراگیری مهارت‌های حرکتی بنیادی<sup>۶</sup> است. از مهم‌ترین اجزای این نوع مهارت‌ها، مهارت‌های حرکتی درشت<sup>۷</sup> است. مهارت‌های حرکتی درشت، حرکاتی هدف‌دار است که از اتصال آن‌ها به هم مهارت‌های ورزشی ایجاد می‌شود (۲). مطالعات در زمینه رشد حرکتی نشان می‌دهد، رشد و توسعه مهارت‌های حرکتی پیشرفته که در طول عمر کاربرد دارند، وابسته به رشد و توسعه مهارت‌های حرکتی بنیادی در دوره کودکی است. توسعه این مهارت‌ها شایستگی حرکتی و چگونگی مشارکت افراد در فعالیت‌های ورزشی را تعیین می‌کند (۱)؛ به طوری که پژوهش‌ها بیانگر رابطه قوی بین شایستگی مهارت‌های حرکتی بنیادی و مشارکت در فعالیت‌های بدنی در دوران کودکی و نوجوانی است. از طرفی مهارت‌های حرکتی پیش‌بینی‌کننده سطوح آمادگی جسمانی و شایستگی حرکتی<sup>۸</sup> در زندگی آینده هستند (۲).

اختلال هماهنگی رشدی<sup>۹</sup> از جمله اختلالاتی است که در دوره کودکی تشخیص داده می‌شود. این اختلال شامل مشکلاتی در زمینه رشد مهارت‌های حرکتی کودکان است؛ به طوری که در دوره کودکی به شکل اختلال در فعالیت‌های حرکتی آشکار می‌شود که نیاز به هماهنگی حرکتی دارند (۳). این کودکان در یادگیری حرکات هماهنگ دچار مشکل هستند یا حرکات آن‌ها با تأخیر همراه است؛ در نتیجه، این کودکان در طیف وسیعی از حرکات و تکالیف حرکتی روزمره از قبیل دویدن، پریدن، دریافت و پرتاب کردن با مشکل روبه‌رو هستند (۴). این اختلال حرکتی در تکالیف روزمره مانند بستن بند کفش تا استفاده از وسایل و کاربرد آن‌ها گسترده است. هرچند این کودکان در مهارت‌های حرکتی دچار اختلال هستند، ممکن است در مهارت‌های کلامی و ارتباطی مشکل خاصی نداشته باشند و حتی در وضعیت بسیار خوبی باشند (۳). اختلال هماهنگی رشد از زمان تولد وجود دارد؛ اما با افزایش گستره فعالیت‌های حرکتی کودک به خصوص با ورود به مدرسه نمایان‌تر می‌شود (۴). روش‌ها و عوامل متعددی وجود دارد که می‌تواند رشد همه‌جانبه و به خصوص رشد حرکتی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی را تحت تأثیر قرار دهد و بهبود بخشد. از روش‌های مهم‌تر می‌توان به مداخلات حرکتی و تمرینی و ورزشی اشاره کرد. در بیشتر مداخلات تمرینی دست‌کاری‌هایی در قیود<sup>۱۰</sup> صورت می‌گیرد و

8. Motor competence

9. Developmental Coordination Disorder (DCD)

10. Constraints

11. Newell

12. Non-Linear Learning Approach

13. Teaching Games for Understanding (TGUFU)

14. Bunker & Thorpe

1. Development

2. Motor development

3. Cognitive development

4. Social

5. Perceptual

6. Fundamental motor skills

7. Gross motor skills

مهارت گرفتن و پرتاب از بالای شانه دارد (۱۰).

مطالعه و مراحل اجرایی آشنا شدند. به شرکت‌کنندگان اطلاع داده شد که می‌توانند آزادانه در هر مرحله‌ای از تحقیق که مایل به ادامه همکاری نباشند، از ادامه مشارکت انصراف دهند. به آن‌ها اطمینان داده شد که مشارکت در تحقیق هیچ مخاطره‌ای برای آن‌ها نخواهد داشت. به منظور جمع‌آوری داده‌ها از پرسش‌نامه اطلاعات فردی، پرسش‌نامه اختلال هماهنگی رشدی (۱۳)، مجموعه آزمون ارزیابی حرکت کودکان- نسخه دوم (۱۴) و آزمون رشد مهارت‌های حرکتی درشت- ویرایش سوم<sup>۵</sup> (۱۵) استفاده شد.

- پرسش‌نامه اختلال هماهنگی رشدی: ویلسون و همکاران در سال ۲۰۰۹ این پرسش‌نامه را برای شناسایی اختلال هماهنگی رشدی در کودکان در دامنه سنی ۵ تا ۱۵ سال تدوین کردند (۱۳). پرسش‌نامه شامل پانزده سؤال با سه خرده‌مقیاس کنترل در حین حرکت، حرکات ظریف/دستخط و هماهنگی عمومی است. هر سؤال دارای پنج گزینه از «اصلاً شباهتی به فرزند شما ندارد» تا «کاملاً شبیه فرزند شماست» است و از نمره ۱ تا ۵ نمره‌گذاری می‌شود. این پرسش‌نامه نسخه والدین و براساس گزارش والدین است و برای شناسایی اولیه اختلال هماهنگی رشد کاربرد دارد (۱۳). نتایج تحلیل عاملی تأییدی، سه عاملی بودن پرسش‌نامه را تأیید کرد. همچنین پایایی آزمون-آزمون مجدد برای سه خرده‌مقیاس کنترل در حین حرکت و حرکات ظریف/دستخط و هماهنگی عمومی به ترتیب ۰/۸۸ و ۰/۸۱ و ۰/۸۷ محاسبه شد (۱۳). صالحی و همکاران در مطالعه‌ای پایایی بازآزمایی نسخه فارسی پرسش‌نامه را برای پسران ۶ تا ۱۲ ساله ایرانی ۰/۹۳ گزارش کردند. همچنین نتایج تحلیل عاملی تأییدی نشان داد، پرسش‌نامه اختلال هماهنگی رشدی فارسی دارای سه خرده‌مقیاس کنترل در حین حرکت، حرکات ظریف/دستخط و هماهنگی عمومی است و با نسخه اصلی آن همخوانی دارد (۱۶).

- مجموعه آزمون ارزیابی حرکت کودکان- ویرایش دوم: آزمون ارزیابی حرکت کودکان- ویرایش دوم، آزمونی استاندارد و هنجار شده است که در سال ۲۰۰۷ توسط هندرسون و همکاران به‌طور اختصاصی برای متخصصان رشدی به‌منظور کمک به کودکان با مشکلات حرکتی بازنگاری شد. این آزمون شامل بخش عملکردی و بخش چک‌لیست آزمون است (۱۴). از این آزمون به‌همراه پرسش‌نامه اختلال هماهنگی رشدی (۱۳) برای شناسایی و انتخاب کودکان با اختلال هماهنگی رشد استفاده شد. در مطالعه حاضر، بخش عملکردی آزمون آن به‌کار رفت که شامل سه خرده‌مقیاس چالاکی دستی و مهارت‌های هدف‌گیری/دریافت و تعادل است. این آزمون برای سنین ۳ تا ۱۶ سال مناسب است. مدت زمان لازم برای اجرای آزمون، حدود ۲۰ تا ۳۰ دقیقه برای هر نفر است. در ویرایش دوم این آزمون، برای سهولت و کمک به تفسیر نمرات از یک سیستم مشابه چراغ راهنما با سه رنگ سبز و زرد و قرمز استفاده شد که در هر دو بخش چک‌لیست و آزمون عملکردی کاربردی است. در آزمون عملکردی و براساس هنجار مربوط و جداول راهنما، هر شرکت‌کننده‌ای که نمره استاندارد ۵ معادل رتبه درصدی ۵ را به‌دست آورد، به‌عنوان فردی با اختلال حرکتی

پژوهش‌های اندکی اثربخشی آموزش غیرخطی را با استفاده از دست‌کاری قیود تکلیف گزارش کردند (۹، ۱۰)؛ مطالعات انجام‌شده بیشتر به دست‌کاری قیود محیطی پرداختند و توجه خاصی به قیود تکلیف نکردند؛ اما با توجه به چندبُعدی بودن فرایند رشد و یادگیری و تأثیر قیود سه‌گانه فرد و محیط و تکلیف بر میزان رشد و یادگیری حرکتی<sup>۱</sup>، در پژوهش حاضر بر قید تکلیف تأکید شد که کمترین توجه پژوهشی را داشته است. مطالعه حاضر جزو محدود پژوهش‌هایی بود که با دست‌کاری قیود تکلیف به بررسی یادگیری حرکتی پرداخت. از طرفی مطالعات در زمینه مداخلات تمرینی و حرکتی، بیشتر در جمعیت کودکان سالم اجرا شده است و پژوهش‌های اندکی اثربخشی روش‌های غیرخطی همراه با دست‌کاری قیود تکلیف بر یادگیری حرکتی کودکان با اختلال هماهنگی رشد را بررسی کردند. همچنین مرور پژوهش‌ها نشان داد، در اندکی از مطالعات انجام‌شده تمرکز بر مهارت‌های ورزشی بوده و مهارت‌های حرکتی بنیادی کمتر مدنظر قرار گرفته است. با توجه به اینکه زیربنا و اساس رشد مهارت‌های حرکتی و ورزشی وابسته به توسعه مهارت‌های حرکتی بنیادی است، در پژوهش حاضر از مهارت‌های بنیادی تویی استفاده شد؛ بنابراین با توجه به مطالب مذکور، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر دست‌کاری قیود تکلیف به‌روش آموزش غیرخطی بر یادگیری مهارت‌های بنیادی تویی در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی بود.

## ۲ روش بررسی

روش پژوهش حاضر نیمه‌تجربی و طرح تحقیق شامل پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه گواه بود. جامعه آماری پژوهش را دانش‌آموزان مقطع دبستان (دختران ۷ تا ۵ سال) ناحیه هفت آموزش و پرورش شهر مشهد در سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ تشکیل دادند. حجم نمونه براساس مطالعات مشابه (۱۱) و با استفاده از نرم‌افزار جی‌پاور با توان ۰/۸۰ و خطای ۰/۰۵ و اندازه اثر ۰/۵۴، در هر گروه پانزده نفر و در مجموع سی نفر محاسبه شد (۱۲). سی نفر داوطلب واجد شرایط با اختلال هماهنگی رشدی، براساس پرسش‌نامه اختلال هماهنگی رشدی<sup>۲</sup> (۱۳) و مجموعه آزمون ارزیابی حرکت کودکان- نسخه دوم<sup>۳</sup> (۱۴) به‌صورت هدفمند شناسایی و وارد مطالعه شدند. سپس به‌طور تصادفی در دو گروه آموزش به‌روش غیرخطی و آموزش به‌روش خطی (گواه) قرار گرفتند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به پژوهش عبارت بود از: ابتلا به اختلال هماهنگی رشدی براساس پرسش‌نامه اختلال هماهنگی رشدی (۱۳) و نیز نظر یک روان‌پزشک کودک و نوجوان براساس ملاک‌های راهنمای تشخیصی و آماری اختلال‌های روانی- ویرایش پنجم<sup>۴</sup>؛ کسب رضایت‌نامه از والدین؛ داشتن حس بینایی و شنوایی سالم. از جمله معیارهای خروج آزمودنی‌ها از پژوهش نیز شرکت نکردن افراد در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون و غیبت بیش از دو جلسه در جلسات تمرینی بود. برای شرکت در مطالعه ابتدا از تمامی خانواده‌های افراد رضایت‌نامه کتبی دریافت شد. سپس افراد با روند

4. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-5)

5. Test of Gross Motor Development (TGMD-3)

1. Motor learning

2. Developmental Coordination Disorder Questionnaire (DCDQ-7)

3. Movement Assessment Battery for Children-2 (MABC-2)

درخور توجه و معنادار و در ناحیه قرمز در نظر گرفته می‌شود. نمره استاندارد ۷، معادل رتبه درصدی بین ۱۵ تا ۶ به عنوان فردی با خطر احتمال مشکل حرکتی در ناحیه زرد است. افراد بیشتر از رتبه درصدی ۱۶ که بعید است مشکل حرکتی در آن‌ها وجود داشته باشد، در ناحیه سبز قرار می‌گیرند (۱۴). بررسی روایی و پایایی نسخه اصلی آزمون در بریتانیا انجام شد و نتایج تحلیل عاملی تأییدی سه‌عاملی بودن آن را تأیید کرد. همچنین پایایی آزمون-آزمون مجدد برای خرده‌مقیاس‌های چالاک‌دستی، هدف‌گیری/دریافت و پرتاب، تعادل و نمره کل به ترتیب ۰/۷۴، ۰/۷۹، ۰/۸۱ و ۰/۷۷ به دست آمد (۱۴). این آزمون در ایران توسط علیزاده و همکاران هنجاریابی شد و پایایی آزمون ۰/۸۹ به دست آمد. به علاوه ضریب همبستگی اسپیرمن بین خرده‌مقیاس‌های این آزمون با آزمون مهارت حرکتی برونینکس-اوزرتسکی<sup>۱</sup> متوسط تا خوب گزارش شد. این آزمون برای سنجش تبهر حرکتی و نیز تشخیص کودکان با اختلال هماهنگی رشدی و عادی به کار می‌رود (۱۷).

آزمون رشد مهارت‌های حرکتی درشت-ویرایش سوم: آزمون رشد مهارت‌های حرکتی درشت-ویرایش سوم ارائه شده توسط اولریخ در سال ۲۰۱۷، مهارت‌های بنیادی کودکان را در دامنه سنی ۱۰ تا ۳ سال ارزیابی می‌کند (۱۵). این آزمون، آزمون فرایندمحور در سنجش رشد حرکتی کودکان است که از طریق ارزیابی و مشاهده مستقیم، عملکرد سیزده مهارت حرکتی بنیادی را اندازه‌گیری می‌کند. این مهارت‌ها به دو خرده‌مقیاس مهارت حرکتی جابه‌جایی و تویی تقسیم می‌شود (۱۵). در مطالعه حاضر از خرده‌مقیاس مهارت‌های تویی استفاده شد. مهارت‌های ارزیابی شده در خرده‌مقیاس مهارت‌های تویی شامل مهارت‌های ضربه‌زدن دودستی به توپ، ضربه فورهند به توپ، دریبل با یک دست، گرفتن دودستی، ضربه به توپ با پا، پرتاب از بالای شانه و پرتاب از پایین است. هر مهارت ۳ تا ۵ معیار اجرا دارد. آزمونگر در دو کوشش، برای هر معیار در صورت وجود داشتن، نمره ۱ یا در صورت وجود نداشتن، نمره صفر را ثبت می‌کند. آزمونگر کل نمرات هر معیار را از هر دو کوشش مهارت برای به دست آوردن نمرات خام هر مهارت جمع می‌کند. هر خرده‌آزمون نمره خام کلی دارد که از جمع نمره مهارت‌های مربوط به دست می‌آید. نمرات کلی خرده‌آزمون جابه‌جایی بین صفر تا ۴۶ و خرده‌آزمون مهارت‌های تویی بین صفر تا ۵۴ است. نمره خام کلی آزمون بین صفر تا ۱۰۰ است (۱۵). روایی و پایایی ابزار در مطالعه اولریخ به تأیید رسید (۱۵). در ایران، سلامی و همکاران در پژوهشی روایی و پایایی آزمون-بازآزمون رشد مهارت‌های حرکتی درشت-ویرایش سوم را تأیید کردند؛ به طوری که شاخص روایی محتوایی، دامنه‌ای از ۰/۸ تا ۱ را نشان داد. پایایی همسانی درونی خرده‌آزمون‌های جابه‌جایی و تویی و کل آزمون به ترتیب ۰/۸۵، ۰/۸۵ و ۰/۹۱ و پایایی آزمون-بازآزمون ۰/۹۲ و ۰/۹۴ و ۰/۹۵ به دست آمد. ضرایب پایایی درون‌ارزیاب خرده‌آزمون‌های جابه‌جایی و تویی و کل آزمون به ترتیب ۰/۹۸، ۰/۹۹ و ۰/۹۹ و پایایی بین‌ارزیاب ۰/۹۷، ۰/۹۸ و ۰/۹۸ بود. برای ارزیابی روایی سازه، طرح دو عاملی اولریخ از طریق تحلیل عاملی تأییدی، به تأیید رسید. ضرایب

همبستگی خرده‌آزمون‌ها با سن، مثبت و زیاد بود (۱۸). به منظور اجرای پژوهش حاضر ابتدا محققان با استفاده از پرسش‌نامه اختلال هماهنگی رشدی (۱۳) نسخه والدین، اقدام به شناسایی دانش‌آموزان مشکوک به اختلال هماهنگی رشدی کردند. در این مرحله، هشتاد کودک مشکوک به اختلال هماهنگی رشد شناسایی شدند و برای شناسایی نهایی، از طریق آزمون ارزیابی حرکت کودکان-ویرایش دوم (۱۴) ارزیابی صورت گرفت. در نهایت باتوجه به نتایج آزمون ارزیابی حرکت کودکان-ویرایش دوم، سی کودک با اختلال هماهنگی رشدی شناسایی شدند و به طور تصادفی در دو گروه پانزده نفری آموزش به روش غیرخطی و آموزش به روش خطی (گواه) قرار گرفتند. پس از گروه‌بندی، افراد در پیش‌آزمون حاوی انجام آزمون رشد مهارت‌های حرکتی درشت-ویرایش سوم (۱۵) شرکت کردند و بعد از آن باتوجه به برنامه گروه مدنظر به مدت چهار هفته و هر هفته سه جلسه شصت دقیقه‌ای به اجرای برنامه مدنظر پرداختند. هر دو گروه پس از اتمام دوره تمرینات در پس‌آزمون شرکت کردند. به منظور ایجاد شرایط آموزش به شیوه غیرخطی قیود تکلیف به شیوه تحلیل تکلیف بوم‌شناختی<sup>۲</sup> دست‌کاری شد. در این روش ابتدا شاخص‌های اصلی محیطی و تکلیف مدنظر شناسایی شد و سپس با اعمال تغییرات در سطح دشواری باتوجه به ویژگی‌های فردی شرکت‌کنندگان متناسب‌سازی شد؛ به طوری که طراحی سطح تمرینات برای کودکان با اختلال هماهنگی رشدی از آسان تا دشوار صورت گرفت. تمرینات به گونه‌ای تنظیم شد که ضمن پوشش تمام حرکات و شاخص‌های مدنظر، از جذابیت و تنوع لازم برای ایجاد انگیزه و رغبت به فعالیت بین کودکان برخوردار باشد. کودکان برای اجرای تمرینات از سطح ساده شروع کردند و پس از ایجاد ثبات نسبی در یادگیری هر حرکت به مرحله بعد سوق داده شدند و هم‌زمان سطح دشواری حرکات و بازی‌ها افزایش یافت (۱۹). به منظور تعیین روایی محتوایی برنامه تمرینی، از نظر متخصصان استفاده شد. ده متخصص رفتار حرکتی نظرات خود را درباره تمرینات و نوع مداخله‌ها، در قالب سه آیت ساده بودن و واضح بودن و مربوط بودن، براساس طیف لیکرتی چهارقسمتی تکمیل کردند. بعد از بررسی شاخص روایی محتوایی<sup>۳</sup> (CVI) در تمام معیارهای نمره‌دهی، از برنامه تمرین برای مداخلات حرکتی استفاده شد. براساس مطالعات قبلی، شاخص روایی محتوایی بزرگ‌تر از ۰/۷ به عنوان مقدار پذیرفتنی بود (۱۹).

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، آمار توصیفی از جمله فراوانی، میانگین و انحراف معیار و آمار استنباطی شامل آزمون تحلیل کوواریانس به کار رفت. برای اجرای این آزمون، پیش‌فرض‌های نرمال بودن توزیع خطاها، ثابت بودن واریانس خطاها و نیز فرض همگنی ماتریس واریانس-کوواریانس متغیرها بررسی شد؛ به طوری که برای بررسی نرمال بودن توزیع پراکنده داده‌ها از آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف، برای بررسی ثبات واریانس خطاها از آزمون لون و به منظور بررسی فرض همگنی ماتریس واریانس-کوواریانس متغیرهای مطالعه شده از آزمون ام‌باکس استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴

3. Content validity index

1. Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency

2. Echological Task Analysis

به کار رفت. سطح معناداری آزمون‌ها ۰/۰۵ بود.

(گواه) ۶/۳۰±۰/۴۴ سال بود. میانگین و انحراف معیار وزن دو گروه آموزش به روش غیرخطی و گروه آموزش به روش خطی (گواه) به ترتیب ۲۱/۱۶±۴/۷۴ و ۲۱/۸۴±۵/۴۹ کیلوگرم و میانگین و انحراف معیار قد دو گروه به ترتیب ۱۱۶/۰۸±۵/۴۵ و ۱۱۵/۱۹±۶/۱۱ سانتی‌متر بود. همچنین در جدول ۲ داده‌های مربوط به نمره آزمون مهارت‌های بنیادی توپی (و خرده‌مقیاس‌های آن) در هر دو گروه در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون ارائه شده است.

### ۳ یافته‌ها

در جدول ۱ اطلاعات توصیفی مربوط به سن و قد و وزن در هر یک از گروه‌های آموزش به روش‌های غیرخطی و خطی ارائه شده است؛ به طوری که میانگین و انحراف معیار سن شرکت‌کنندگان گروه آموزش به روش غیرخطی ۶/۳۸±۰/۴۰ سال و گروه آموزش به روش خطی

جدول ۱. اطلاعات توصیفی مربوط به سن و قد و وزن در هر یک از گروه‌های آموزش به روش‌های غیرخطی و خطی

| گروه                    | تعداد | ویژگی          | حداقل | حداکثر | میانگین | انحراف معیار |
|-------------------------|-------|----------------|-------|--------|---------|--------------|
| آموزش به روش غیرخطی     | ۱۵    | سن (سال)       | ۵     | ۷      | ۶/۳۸    | ۰/۴۰         |
|                         |       | قد (سانتی‌متر) | ۱۰۵   | ۱۲۸    | ۱۱۶/۰۸  | ۵/۴۵         |
|                         |       | وزن (کیلوگرم)  | ۱۴    | ۳۱     | ۲۱/۱۶   | ۴/۷۴         |
| آموزش به روش خطی (گواه) | ۱۵    | سن (سال)       | ۵     | ۷      | ۶/۳۰    | ۰/۴۴         |
|                         |       | قد (سانتی‌متر) | ۱۰۷   | ۱۲۷    | ۱۱۵/۱۹  | ۶/۱۱         |
|                         |       | وزن (کیلوگرم)  | ۱۵    | ۳۰     | ۲۱/۸۴   | ۵/۴۹         |

آزمون آماری، پیش‌فرض‌های مهم آن شامل فرض همگنی واریانس‌ها، نرمال بودن توزیع داده‌ها، موازی بودن شیب رگرسیون و فرض همگنی ماتریس واریانس-کوواریانس بررسی و مشاهده شد که مفروضه‌های آزمون تحلیل کوواریانس برقرار بود ( $p > 0.05$ )؛ از این رو برای تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد (جدول ۲).

بر اساس بخش توصیفی جدول ۲، میانگین نمرات مهارت‌های توپی و خرده‌مقیاس‌های آن در دو گروه آموزش غیرخطی و آموزش خطی در مرحله پس‌آزمون و پس از اعمال مداخله تمرینی در هر دو گروه، در مقایسه با مرحله پیش‌آزمون افزایش یافت؛ این افزایش در گروه آموزش به شیوه غیرخطی درخور توجه بود. برای بررسی معناداری این تغییرات، آزمون تحلیل کوواریانس به کار رفت. قبل از استفاده از این

جدول ۲. آماره‌های توصیفی متغیرهای وابسته به پژوهش به تفکیک گروه و مرحله ارزیابی و نتایج آزمون تحلیل کوواریانس پس از حذف اثر پیش‌آزمون

| متغیر               | گروه         | پیش‌آزمون پس‌آزمون   |                      |              | مقدار F | مقدار p | مجدور اتا | توان آزمون |
|---------------------|--------------|----------------------|----------------------|--------------|---------|---------|-----------|------------|
|                     |              | انحراف میانگین معیار | انحراف میانگین معیار | انحراف معیار |         |         |           |            |
| مهارت‌های توپی      | آموزش غیرخطی | ۱۷/۶۰                | ۳/۴۵                 | ۲۶/۵۳        | ۲/۹۴    | ۷/۹۸۲   | ۰/۳۶۶     | ۰/۸۶۱      |
|                     | آموزش خطی    | ۱۷/۷۳                | ۳/۴۹                 | ۲۳/۴۰        | ۲/۳۲    |         |           |            |
| ضربه دودستی         | آموزش غیرخطی | ۳/۱۳                 | ۰/۶۳                 | ۴/۷۳         | ۰/۵۹    | ۶/۲۷۵   | ۰/۳۴۷     | ۰/۸۴۱      |
|                     | آموزش خطی    | ۲/۹۳                 | ۰/۵۹                 | ۳/۹۳         | ۰/۵۱    |         |           |            |
| ضربه فورهند         | آموزش غیرخطی | ۲/۷۳                 | ۰/۵۹                 | ۳/۸۵         | ۰/۴۸    | ۰/۲۸۹   | ۰/۲۴۱     | ۰/۲۸۴      |
|                     | آموزش خطی    | ۲/۹۳                 | ۰/۴۵                 | ۳/۹۳         | ۰/۵۹    |         |           |            |
| دریبل یک دست        | آموزش غیرخطی | ۲/۰۰                 | ۰/۶۵                 | ۳/۰۰         | ۰/۵۳    | ۸/۶۶۰   | ۰/۴۲۳     | ۰/۸۹۴      |
|                     | آموزش خطی    | ۲/۰۰                 | ۰/۴۸                 | ۲/۶۶         | ۰/۶۱    |         |           |            |
| گرفتن دودستی        | آموزش غیرخطی | ۲/۱۳                 | ۰/۶۳                 | ۳/۳۳         | ۰/۸۲    | ۵/۵۷۳   | ۰/۴۸۵     | ۰/۸۱۰      |
|                     | آموزش خطی    | ۲/۱۳                 | ۰/۷۴                 | ۲/۹۳         | ۰/۷۹    |         |           |            |
| ضربه با پا به توپ   | آموزش غیرخطی | ۲/۸۶                 | ۰/۶۳                 | ۴/۲۰         | ۰/۶۷    | ۶/۷۷۲   | ۰/۴۶۰     | ۰/۸۳۹      |
|                     | آموزش خطی    | ۲/۷۱                 | ۰/۶۴                 | ۳/۶۰         | ۰/۷۳    |         |           |            |
| پرتاب از بالای شانه | آموزش غیرخطی | ۲/۳۳                 | ۰/۵۳                 | ۳/۵۳         | ۰/۶۳    | ۰/۴۵۱   | ۰/۱۸۰     | ۰/۳۴۳      |
|                     | آموزش خطی    | ۲/۵۳                 | ۰/۷۴                 | ۳/۳۳         | ۰/۷۲    |         |           |            |
| پرتاب از پایین      | آموزش غیرخطی | ۲/۴۰                 | ۰/۷۳                 | ۳/۸۰         | ۱/۰۱    | ۶/۹۳۵   | ۰/۴۹۵     | ۰/۸۵۳      |
|                     | آموزش خطی    | ۲/۳۳                 | ۰/۶۱                 | ۳/۰۰         | ۰/۵۳    |         |           |            |

توپی ( $p < 0.001$ ) و خرده‌مقیاس‌های ضربه دودستی ( $p < 0.001$ )، دریبل یک دست ( $p < 0.001$ )، گرفتن دودستی ( $p < 0.001$ )، ضربه با

باتوجه به جدول ۲، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد، پس از حذف اثر پیش‌آزمون، در پس‌آزمون بین دو گروه در متغیر مهارت‌های

پا به توپ ( $p < 0/001$ ) و پرتاب از پایین ( $p < 0/001$ ) اختلاف معناداری وجود داشت؛ این یافته حاکی از تأثیر مداخله تمرینی بر متغیرهای مذکور بود؛ بنابراین با مراجعه به یافته‌های توصیفی جدول ۲ مشخص شد، گروه آموزش غیرخطی درمقایسه با گروه آموزش خطی (گواه)، در متغیرهای مذکور از عملکرد بهتری برخوردار بود. همچنین در خرده‌مقیاس‌های ضربه فورهند ( $p = 0/241$ ) و پرتاب از بالای شانه ( $p = 0/180$ ) تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد؛ به‌طورکلی نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد، اثر مداخله‌ای تمرین به‌روش آموزش غیرخطی توانسته است تأثیر مثبتی بر عملکرد متغیر مهارت‌های توپی (و خرده‌مقیاس‌های ضربه دودستی، دریبل یک دست، گرفتن دودستی، ضربه پا با توپ و ضربه از پایین) در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی داشته باشد.

#### ۴ بحث

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر دست‌کاری قیود تکلیف به‌روش آموزش غیرخطی بر یادگیری مهارت‌های بنیادی توپی در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی بود. یافته‌ها نشان داد، روش آموزش غیرخطی بر یادگیری مهارت‌های بنیادی توپی کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی تأثیر معناداری داشت. در مقایسه بین دو روش، یافته‌ها مشخص کرد، روش آموزش غیرخطی درمقایسه با روش آموزش خطی، از عملکرد بهتری برخوردار بود و سبب عملکرد بهتر کودکان با اختلال هماهنگی رشدی در مهارت‌های حرکتی درشت (مهارت‌های توپی) شد. یافته‌های پژوهش حاضر مبنی بر اثربخشی روش آموزش غیرخطی بر مهارت‌های توپی با نتایج مطالعات متعددی همخوان است؛ به‌طوری‌که یافته‌های حاضر در پژوهش سحر نیز تأیید شد. او گزارش کرد، آموزش به‌روش غیرخطی، عملکرد مهارت‌های دریافت و پرتاب توپ دختران را بهبود می‌بخشد (۱۰)؛ همچنین قربانی مزرونی و همکاران دریافتند، آموزش غیرخطی سبب عملکرد بهتر کودکان در مهارت‌های دریبل، پرتاب و شوت می‌شود (۹)؛ در مطالعه ریچارد و همکاران نیز بر اثربخشی آموزش غیرخطی بر یادگیری و بهبود خلاقیت حرکتی و شناختی کودکان تأکید شد (۲۰).

در رویکرد آموزش غیرخطی، برای اثربخشی بیشتر آموزش سعی می‌شود از طریق دست‌کاری قیود، شرایط مناسبی برای ترکیب ادراک و عمل به‌وجود آید. در این روش فرد راه‌حل‌های مناسب‌تری برای حل مسئله و یادگیری بیشتر در اختیار دارد. با توجه به تفاوت ادراک و تجارب افراد، در این روش سعی بر آن است که به کودک در یافتن الگوی بهینه کمک شود (۸). همچنین از دلایل همخوانی یافته‌ها و برتری شیوه آموزش به‌روش غیرخطی می‌توان به اصول مرتبط با آموزش غیرخطی اشاره کرد. این اصول شامل تغییرپذیری کارکردی، توجه و تمرکز بیرونی و دست‌کاری قیود تکلیف است. در روش غیرخطی مطابق رویکرد قیودمحور دست‌کاری قیود سبب می‌شود یادگیرنده مرزهای یادگیری خود را شکل دهد و بهترین راه‌حل حرکتی را جست‌وجو و کشف کند. روش غیرخطی چهارچوبی ادراکی و نظری برای اصول آموزش فراهم می‌آورد که منجر به توانایی تخمین تغییرات غیرخطی یادگیری حرکتی می‌شود (۲۱). همچنین در تبیین اثرات مشاهده‌شده می‌توان گفت، رویکرد آموزش غیرخطی با دست‌کاری قیود

تکلیف مانند دستورعمل‌ها، قوانین مربوط به فعالیت و تجهیزات تلاش می‌کند با همیادکردن فراهم‌سازهای عملکردی موجب یکی شدن ادراک و عمل شود تا یادگیرنده را به کشف راه‌حل‌های حرکتی مختلف تشویق کند. به‌طور قطع ادراک و تجارب هر فرد با فرد دیگر متفاوت است و این رویکرد سعی دارد به ظهور الگوی اختصاصی منحصر به هر فرد کمک کند (۲۲).

در رویکرد غیرخطی شیوه بهره‌برداری بهتری از نشانه‌های محیطی با مدنظر قراردادن زمینه پویای اجرا فراهم می‌آید و رابطه میان ادراک و عمل از طریق فرایند هماهنگی مرتبط با تکلیف و کنترل راه‌حل تسهیل می‌شود و رابطه کارکردی میان اجراکننده و محیط توسعه می‌یابد؛ بنابراین فرصت‌های عمل بیشتری در اختیار فرد، از طریق دست‌کاری قیود و القای تجارب حرکتی طی یادگیری قرار می‌گیرد و در ادامه فرصت استفاده از فراهم‌سازها به‌صورت اختصاصی با تولید الگوهای هماهنگی فردی ایجاد می‌شود. مجموعه این روند سبب عملکرد بهتر فرد در محیط یادگیری می‌شود. براساس مدل مفهومی و رویکرد بوم‌شناختی، رفتارهای فرد از طریق تعامل میان تکلیف و محیط و ارگانیسم به‌وجود می‌آید. در این رویکرد هیچ‌گونه الگوی ایده‌آلی برای رفتار ماهرانه وجود ندارد. در واقع افراد مختلف، دارای ساختار بدنی متفاوت، تجارب حرکتی و مرحله رشدی مختلف هستند که لزوماً ایجاد الگویی واحد را ایجاب نمی‌کند؛ بلکه بنا به شرایط موجود امکان دارد الگوی اختصاصی و منحصر به فردی به‌وجود آید که این امر در رویکرد غیرخطی مشهود است (۲۳). در پژوهش حاضر نیز با دست‌کاری قیود تکلیف و تنوع در تمرینات و بازی‌های متنوع برای مهارت‌های بنیادی توپی، خلاف رویکرد آموزش خطی بر الگوی کامل و ماهرانه تأکید نشد؛ بلکه تمرینات درجهتی بود که فضای ادراکی حرکتی فرد به‌گونه‌ای به‌چالش کشیده شود که یادگیرنده را به درک هدف اصلی تکلیف هدایت کند. از آنجا که یادگیرنده در این رویکرد به‌شکل فردی و متفاوت از سایر افراد به‌چالش کشیده می‌شود، فرد تشویق خواهد شد الگوی اختصاصی و منحصر به فرد خود را ایجاد کند؛ این موضوع در عملکرد بهتر کودکان در مهارت‌های توپی در گروه آموزش غیرخطی مشهود بود.

علاوه بر مطالب یادشده در تبیین برتری اثربخشی روش آموزش غیرخطی درمقایسه با روش خطی می‌توان اظهار داشت، رویکرد غیرخطی در زمینه اکتساب مهارت به رویکرد خطی انتقاداتی وارد کرده است و روش‌های غیرخطی از دیدگاه بوم‌شناختی سیستم‌های پویا نشئت می‌گیرند. در این دیدگاه فرض بر این است که ارائه الگو و بازخورد قرارگیری کودک در چالش حرکتی و حل مسئله را از وی می‌گیرد و از این طریق به روش خطی که از دیدگاه شناختی نشئت گرفته است، انتقاد می‌کند (۲۳)؛ به‌طوری‌که در رویکرد سنتی از پیوند اطلاعات و حرکت در محیط واقعی جلوگیری می‌شود (۲۱)؛ به‌صورتی‌که تکرار مهارت به‌شکل یکسان سبب خواهد شد فرد نتواند راه‌حل‌های مختلف حرکتی را کشف کند و به این منجر می‌شود که فرد حرکت یکسانی انجام دهد؛ بنابراین حس‌های مختلف در یک عمل تجربه نمی‌شود و فرایند حل مسئله و اکتشاف با اختلال روبه‌رو می‌گردد. در واقع زمانی که یک الگوی حرکتی به دفعات متوالی در

شرایط همانند تکرار شود، فرصت اکتشاف و نقش حل مسئله از یادگیرنده گرفته می‌شود و فراگیر نقش غیرفعال خواهد داشت. از سوی دیگر در روش غیرخطی، فراگیر این فرصت را دارد که خود، چالش‌های حرکتی ایجادشده را از طریق درگیری در فرایند حل مسئله و اکتشاف حل کند (۲۳). همچنین در این روش فرد با گروه مقایسه نمی‌شود و متناسب با ویژگی‌های فردی تمرین دریافت می‌کند؛ این امر، عزت نفس، خودپنداره، اعتمادبه‌نفس و شایستگی حرکتی ادراک‌شده فرد را ارتقا می‌بخشد و سبب انگیزش برای ادامه فعالیت کودک می‌شود. تمامی موضوعات مذکور در روش‌های غیرخطی بهتر از روش خطی توسعه می‌یابد. همچنین در دیدگاه سنتی فرض بر این است که تغییرپذیری، مهارت را از صورت ایده‌آل خود دور می‌کند و فرد نمی‌تواند الگوی بهینه خود را داشته باشد. این در حالی است که دیدگاه سیستم‌های پویا معتقد است، الگوی ایده‌آلی برای حرکت وجود ندارد و هر فرد متناسب با شرایط مختلف الگوی متفاوتی خواهد داشت و باید تمرین تغییرپذیر باشد تا در شرایط پیچیده تمرینی، فرد بتواند بهترین عملکرد را داشته باشد؛ از این رو، نوع تمرین در این دو روش تفاوت بین آن‌ها را رقم می‌زند و سبب نتایج متفاوتی می‌شود (۲۱).

همچنین یافته‌های پژوهش حاضر با رویکرد نظری نقطه بهینه چالش همسوست. در این رویکرد عنوان شده است، به منظور ارتقای یادگیری و بهینه‌سازی شرایط تمرین، همگام با افزایش توانایی فرد، باید سختی تکلیف افزایش یابد و فرد با چالشی جدید روبه‌رو شود. میزان چالش ایجادشده از اهمیت خاصی برخوردار است؛ به‌طور کلی، دست‌کاری تمرین، محیط و یادگیری باید با مشخص شدن خط قرمز و مرزهای برنامه حرکتی توسط تغییرات سطح مهارت یادگیرنده و سختی کارکردی تکلیف صورت پذیرد تا تغییرات شرایط تمرین موجب چالشی شدن و در نهایت یادگیری بهتر شود (۲۴).

بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، برخی از مهارت‌ها از جمله پرتاب از بالای شانه و ضربه فوره‌ند در دو گروه آموزش غیرخطی و آموزش خطی از پیشرفت یکسانی برخوردار بود و چالش و دست‌کاری اعمال‌شده نتوانست تفاوت معناداری را بین دو روش آموزش غیرخطی و آموزش خطی سبب شود. می‌توان چنین استنباط کرد که این دو مهارت دارای پیچیدگی‌های خاصی بوده‌اند که دست‌کاری قیود اعمال‌شده در مطالعه حاضر در مدت‌زمان مدنظر فرصت کافی برای ایجاد هماهنگی بین اندام‌ها نداشته و دارای اثرات محسوسی نبوده است. به‌نظر می‌رسد، مربیان با استفاده از این رویکرد آموزشی می‌توانند یادگیرنده را برای تلاش بیشتر در جهت الگوهای هماهنگ جدید به چالش بکشند و به فراگیران در به‌کارگیری فرایندهای ناهشیار درونی کمک کنند و از این طریق توانایی تولید الگوهای کارکردی را در افراد به‌وجود آورند.

از آنجاکه کودکان با اختلال هماهنگی رشد در انجام تکالیف حرکتی با تأخیر مواجه هستند، میزان چالش و طراحی تمرینات از اهمیت خاصی برخوردار است؛ از این رو در مطالعات آینده میزان چالش باتوجه به پیچیدگی مهارت‌ها باید بازبینی و بازطراحی شود و از طرفی برای ایجاد هماهنگی بیشتر بین اندام‌ها، فرصت‌های تمرینی و مدت مداخلات تمرینی افزایش یابد. همچنین توصیه می‌شود، در پژوهش‌های آینده علاوه بر ارزیابی‌های کمی مهارت‌ها که در مطالعه حاضر و طیف

وسعی از پژوهش‌ها صورت گرفته است، بر ارزیابی کیفی مهارت‌ها نیز تأکید شود و از این طریق شکل و فرایند اجرای مهارت‌های حرکتی مدنظر قرار گیرد. همچنین باتوجه به تحقیقات اندک انجام‌شده در این زمینه، ضروری به‌نظر می‌رسد که در پژوهش‌های آتی اثربخشی آموزش غیرخطی و مقایسه آن با سایر رویکردهای موجود در یادگیری مهارت‌های حرکتی و ورزشی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی و سایر اختلالات، مدنظر پژوهشگران قرار گیرد.

## ۵ نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر تأثیر آموزش به‌روش غیرخطی را در آموزش مهارت‌های حرکتی بنیادی (توپ) نشان داد. آموزش غیرخطی، از طریق یادگیری اکتشافی و جست‌وجوی گسترده‌تر در فضای کاری ادراکی حرکتی و با استفاده از تغییرپذیری در شرایط تمرین، یادگیری فرد را افزایش می‌دهد؛ بنابراین باتوجه به یافته‌های حاضر، استفاده از روش آموزش با رویکرد غیرخطی می‌تواند به‌عنوان روشی مناسب برای آموزش و یادگیری حرکتی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی مدنظر قرار گیرد.

## ۶ تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر با همکاری مربیان و والدین دانش‌آموزان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی در ناحیه هفت آموزش و پرورش شهر مشهد اجرا شد. نویسندگان مقاله از تمامی عزیزانی که در این مطالعه همکاری و مشارکت و مساعدت داشتند، تشکر و قدردانی می‌کنند.

## ۷ بیانیه‌ها

### تأییدیه اخلاقی و رضایت‌نامه از شرکت‌کنندگان

پژوهش حاضر توسط اساتید دانشکده تربیت‌بدنی، گروه رفتار حرکتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی به‌تأیید رسید. همچنین والدین رضایت‌نامه شرکت آگاهانه را امضا کردند. در این رضایت‌نامه هدف مطالعه ذکر شد و بیان گردید که شرکت‌کنندگان هر زمان تمایل داشتند می‌توانند از ادامه مشارکت در پژوهش خودداری کنند.

### دردسترس بودن داده‌ها و مواد

باتوجه به اینکه مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری بوده و تمام حقوق آن متعلق به دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی است، امکان انتشار عمومی داده‌ها وجود ندارد؛ باوجوداین اگر پژوهشگری به دسترسی به داده‌ها نیاز داشت، می‌تواند از طریق تماس با نویسنده مسئول مقاله درخواست خود را مطرح کند.

### تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافی ندارند.

### منابع مالی

تمام مراحل اجرای پژوهش و تنظیم مقاله با هزینه شخصی محققان انجام شده است.

### مشارکت نویسندگان

نویسنده اول کار اجرایی و نمونه‌گیری پژوهش را انجام داد. نویسندگان دوم و سوم و چهارم در طراحی مطالعه و تحلیل داده‌ها و تهیه نسخه اصلی مقاله همکاری داشتند. تمامی نویسندگان نسخه نهایی مقاله را خواندند و تأیید کردند.

## References

1. Payne VG. Human motor development: a lifespan approach. Routledge; 2017. <https://doi.org/10.4324/9781315213040>
2. Logan SW, Kipling Webster E, Getchell N, Pfeiffer KA, Robinson LE. Relationship between fundamental motor skill competence and physical activity during childhood and adolescence: a systematic review. *Kinesiology Review*. 2015;4(4):416–26. <https://doi.org/10.1123/kr.2013-0012>
3. Hung W, Pang M. Effects of group-based versus individual-based exercise training on motor performance in children with developmental coordination disorder: a randomized controlled study. *J Rehabil Med*. 2010;42(2):122–8. <https://doi.org/10.2340/16501977-0496>
4. Corredor GA, Justicia-Arráez A, Romero-López M, Benavides-Nieto A. longitudinal study of the effects of social competence on behavioral problems. *Procedia Soc Behav Sci*. 2017;237:479–85. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.093>
5. Kordi F, Arsham S, Parvinpour S, Lotfi G. The effect of constraint manipulation (nonlinear method) on the level of intrinsic motivation and skills in girls aged 7 to 9 years. *Razi Journal of Medical Sciences* 2021;28(9):157–71. [Persian] <http://rjms.iuums.ac.ir/article-1-6923-en.html>
6. Salehi H, Kalantari P. Effects of task constraints on throwing patterns of children. *Motor Behavior*. 2019;11(36):105–26. [Persian] [https://mbj.ssrc.ac.ir/article\\_1502.html?lang=en](https://mbj.ssrc.ac.ir/article_1502.html?lang=en)
7. Jarrett K, Eloi S, Harvey S. Teaching games for understanding (TGfU) as a positive and versatile approach to teaching adapted games. *European Journal of Adapted Physical Activity*. 2014;7(1):6–20.
8. Tan CWK, Chow JY, Davids K. 'How does TGfU work?': examining the relationship between learning design in TGfU and a nonlinear pedagogy. *Phys Educ Sport Pedagogy*. 2012;17(4):331–48. <https://doi.org/10.1080/17408989.2011.582486>
9. Ghorbani Marzoni M, Bahram A, Ghadiri F, Yaali R. The comparison of effectiveness linear and nonlinear pedagogy on manipulation motor skills performance of children. *Motor Behavior*. 2022;13(45):91–112. [Persian] [https://mbj.ssrc.ac.ir/article\\_1656.html?lang=en](https://mbj.ssrc.ac.ir/article_1656.html?lang=en)
10. Sahar F. Impact of nonlinear pedagogy to teaching fundamental movement skills (FMS). 2017.
11. Brown T, Lalor A. The movement assessment battery for children—second edition (MABC-2): a review and critique. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2009;29(1):86–103. <https://doi.org/10.1080/01942630802574908>
12. Pless M, Carlsson M. Effects of motor skill intervention on developmental coordination disorder: a meta-analysis. *Adapt Phys Activ Q*. 2000;17(4):381–401. <https://doi.org/10.1123/APAQ.17.4.381>
13. 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. <https://doi.org/10.1080/01942630902784761>
14. Henderson SE, Sugden DA, Barnett AL. Movement assessment battery for children-2. *APA PsycTests*; 2007. <https://doi.org/10.1037/t55281-000>
15. Ulrich DA. Introduction to the special section: evaluation of the psychometric properties of the TGMD-3. *J Mot Learn Dev*. 2017;5(1):1–4. <https://doi.org/10.1123/jmld.2017-0020>
16. Salehi H, Afsorde Bakhshayesh R, Movahedi AR, Ghasemi V. Psychometric properties of a Persian version of the Developmental Coordination Disorder Questionnaire in boys aged 6–11 year-old. *Psychology of Exceptional Individuals*. 2016;1(4):135–61. [Persian] [https://jpe.atu.ac.ir/article\\_2132.html?lang=en](https://jpe.atu.ac.ir/article_2132.html?lang=en)
17. Alizadeh B, Ghasemi A, Arabameri E, Rezaey M. Validity and reliability of Movement Assessment Battery for Children–2 Second edition in children with intellectual disability. *Middle Eastern Journal of Disability Studies*. 2019;9:38. [Persian] <http://jdisabilstud.org/article-1-1090-en.html>
18. Salami S, Rahimian Mashhadi M, Shamsipour Dehkordi P. Validity and reliability of the Test of The Development Motor Skills Development of Ulrich in 7–9 years of girls and boy children in Tehran. *Motor Behavior*. 2019;11(36):127–48. [Persian] [https://mbj.ssrc.ac.ir/article\\_1442.html?lang=en](https://mbj.ssrc.ac.ir/article_1442.html?lang=en)
19. Balali M, Vaez Mousavi MK, Ghasemi A. The role of affordances in developing children manipulative movement skills: an application of challenge point framework. *Research in Sport Management*. 2019;9(17):15–26. [Persian] <http://dx.doi.org/10.29252/JRSM.9.17.15>
20. Richard V, Lebeau JC, Becker F, Boiangin N, Tenenbaum G. Developing cognitive and motor creativity in children through an exercise program using nonlinear pedagogy principles. *Creativity Research Journal*. 2018;30(40):391–401.
21. Renshaw I, Chow JY, Davids K, Hammond J. A constraints-led perspective to understanding skill acquisition and game play: a basis for integration of motor learning theory and physical education praxis? *Physical Education & Sport Pedagogy*. 2010;15(2):117–37. <https://doi.org/10.1080/17408980902791586>
22. Alizadeh L, Mohammad Zadeh H. The role of task constraints manipulation on learning of skills and strategies of basketball by nonlinear pedagogy (TGFU). *Motor Behavior*. 2020;11(38):115–28. [Persian] [https://mbj.ssrc.ac.ir/article\\_1633.html?lang=en](https://mbj.ssrc.ac.ir/article_1633.html?lang=en)
23. Chow JY, Davids K, Button C, Shuttleworth R, Renshaw I, Araújo D. Nonlinear pedagogy: a constraints-led framework for understanding emergence of game play and movement skills. *Nonlinear Dynamics Psychol Life Sci*. 2006;10(1):71–103.
24. Guadagnoli M, Morin MP, Dubrowski A. The application of the challenge point framework in medical education: application of the challenge point framework. *Medical Education*. 2012;46(5):447–53. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2011.04210.x>