

Development of a Motor Intelligence-Based Training Package and Its Effect on Executive Functions in Children Aged 9 to 12 Years

Somaye Godarzi¹ , Keyvan Molanorouzi² , Ali Kashi³ , Hadi Khoran⁴ 

1. Department of sport science ,SR.C., Islamic Azad University ,Tehran, Iran.
2. Corresponding Author, Department of sport science ,SR.C., Islamic Azad University ,Tehran, Iran.
3. Department of Behavioral Sciences in Sport, Sport Sciences Research Institute, Tehran, Iran
4. Department of physical education, ZARA.C., Islamic Azad University, Markazi, Iran

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received July 24, 2026

Received in revised form
August 27, 2026

Accepted September 05,
2026

Available online October
01, 2026

Keywords:

*Motor Intelligence,
Executive Functions,
Children.*

ABSTRACT

Objective: The present study aimed to develop a training package based on motor intelligence and investigate its effect on executive functions in children aged 9 to 12 years.

Methods: This quasi-experimental study with a pretest-posttest design and a control group randomly assigned 40 volunteer female students aged 9-12 years from Karaj to either motor intelligence training (n=20) or control (n=20) groups using a random number table. The experimental group participated in a 6-week training program (three 50-minute sessions per week) based on five components of motor intelligence (body control, rhythm sensitivity, expressiveness, movement idea generation, and object manipulation). Executive functions were assessed using the Stroop and Wisconsin Card Sorting Tests. Data were analyzed using ANCOVA at a significance level of 0.05.

Results: The motor intelligence group showed significant improvements compared to the control group, including reduced congruent and incongruent errors, increased correct responses, decreased reaction times, and improved interference scores on the Stroop test. On the Wisconsin Card Sorting Test, significant increases in completed categories and decreases in perseverative and non-perseverative errors were observed. Effect sizes ranged from medium to large across all components.

Conclusion: Motor intelligence-based training packages can serve as effective multidimensional interventions for improving executive functions in children. The application of this approach in school physical education programs is recommended for enhancing response inhibition, selective attention, and cognitive flexibility in children.

Cite this article: Godarzi.S., Molanorouzi K., Kashi .A . Khoran.H. Cold Executive Functions and Motor Skill Acquisition: Effects on Learning Speed and Performance of Open vs. Closed Skills Under Psychological Pressure in Novice Athletes. *Functional Research in Sport Psychology*, 2026;3(4):5-24. [10.22091/frs.2026.16882.1177](https://doi.org/10.22091/frs.2026.16882.1177)



© The Author(s).

DOI: [10.22091/frs.2026.16882.1177](https://doi.org/10.22091/frs.2026.16882.1177)

Publisher: University of Qom.

Extended Abstract**Introduction**

Middle childhood (ages 9–12) represents a critical period for both cognitive and motor integration of physical maturation, often termed the "golden period" of human growth. During this window, executive functions—higher-order cognitive processes including response inhibition, working memory, and cognitive flexibility—emerge as fundamental predictors of lifelong academic achievement, social adaptation, and mental health (Diamond, 2013; Moffitt et al., 2011). Neuroscientific evidence has revealed substantial overlap between motor and cognitive development. Brain regions governing motor control, including the prefrontal cortex and cerebellum, share significant neural circuitry with areas responsible for executive functions (Diamond, 2000; Payne & Isaacs, 2017). This interconnection suggests that targeted motor interventions may simultaneously enhance both domains. Recent meta-analyses have reported significant positive associations between motor competence and executive functions across cross-sectional, longitudinal, and experimental designs (Bao et al., 2024; Li et al., 2025). Furthermore, cognitively engaging physical activities have demonstrated immediate and sustained improvements in executive functions after relatively short interventions (Winkel et al., 2025; Simon et al., 2025; Matthias et al., 2025). In this context, Gardner's bodily-kinesthetic intelligence—defined as the capacity to use one's body effectively to solve problems, express emotions, and manipulate objects—has emerged as a valuable framework (Gardner & Moran, 2006). Motor intelligence encompasses five core components: body control, rhythm

sensitivity, expressiveness, movement idea generation, and object manipulation (Dos Santos & Hudain, 2020; Boubekeur & Kamel, 2023). Despite promising evidence, significant research gaps remain. Most conventional interventions focus either exclusively on cognitive stimulation or simple physical activity, lacking the integrated cognitive-motor nature of motor intelligence training (Amini et al., 2022; Shamsi Holasu et al., 2023). Within Iran, limited research has addressed motor intelligence-based training packages and their effects on executive functions. Therefore, the present study aimed to develop a motor intelligence-based training package and investigate its effectiveness on executive functions in children aged 9–12 years.

Methods**Research design**

This quasi-experimental study employed a pretest-posttest design with a control group.

Participants

The statistical population comprised female students aged 9–12 years from Karaj, Iran. Following approval from the Provincial Department of Education, invitation letters were sent to students and their parents through three girls' schools in District 3 of Karaj. Of the 87 initially volunteer students who met the preliminary criteria, 47 were confirmed after a full review of inclusion and exclusion criteria. Among these, 7 were excluded due to: history of neurological injury ($n=3$), incomplete consent form ($n=2$), and absence from pretest sessions ($n=2$). Ultimately, 40 female students aged 9–12 years were enrolled and randomly assigned to two groups (20 per group). No attrition occurred during the intervention. Sample size was calculated using G*Power version 3.1 (Cohen's $f=0.25$, $\alpha=0.05$, power = 0.80) for ANCOVA (Fixed effects, main effects and

interactions) with 2 groups, 1 covariate (pretest scores), and an estimated pretest-posttest correlation of 0.50 based on previous similar studies. The minimum required sample size was 19 per group, and considering a 10% attrition rate, the final sample size was set at 20 per group (total $N = 40$). Inclusion criteria included: complete physical health, no functional disorders, no visual impairments, normal color vision (Ishihara test), no history of neurodevelopmental disorders (ADHD, learning disabilities, autism spectrum), no use of psychotropic medications in the past three months, no history of neurological diseases, normal physical activity level based on parental report, and no prior experience with motor intelligence training. Exclusion criteria were: absence from more than two sessions, illness during the intervention, and lack of consistent cooperation.

Materials

Three instruments were utilized: (1) informed consent form, (2) health status questionnaire, (3) Wisconsin Card Sorting Test (WCST), and (4) Stroop test. The WCST, sensitive to dorsolateral prefrontal cortex function, demonstrates strong psychometric properties with validity exceeding 0.86 and reliability of 0.83-0.85 in Iranian populations (Sadeghi et al., 2011). The Stroop test, assessing response inhibition and selective attention, shows test-retest reliability ranging from 0.80 to 0.91 (Narimani et al., 2013).

Procedure

Following familiarization, participants completed pretest assessments. The motor intelligence group participated in a 6-week program (18 sessions, three sessions/week, 50 minutes/session). Each session included warm-up (10 min), main activities (24 min across four stations, each 6 min), rest

intervals (6 min), and cool-down (5 min). Exercise intensity was controlled using the OMNI scale (RPE: 3–6/10) and target heart rate (60–75% of predicted maximum). Progression was designed in three phases: familiarization (weeks 1–2), strengthening (weeks 3–4), and integration (weeks 5–6). Difficulty increased through repetition, cognitive load (dual-task), and reduced rest intervals. The control group followed regular physical education classes with the same duration and frequency, under the same environmental conditions. Research assistant remained blinded to group allocation during assessments.

Data analysis

Descriptive statistics (means, standard deviations) were calculated. Normality was assessed using Shapiro-Wilk test, and homogeneity of variances using Levene's test. Analysis of covariance (ANCOVA) with pre-test scores as covariate was employed to analyze motor competence data. Bonferroni post-hoc tests were used for pairwise comparisons. All analyses were conducted at $\alpha = 0.05$ using SPSS version 26.

Descriptive statistics revealed that the motor intelligence group demonstrated superior performance across all executive function variables compared to controls. ANCOVA results indicated significant group differences across all Stroop test variables after controlling for pretest scores: congruent errors ($F=46.34$, $p<0.001$, $\eta^2=0.554$), incongruent errors ($F=19.60$, $p<0.001$, $\eta^2=0.346$), congruent correct responses ($F=17.53$, $p<0.001$, $\eta^2=0.321$), incongruent correct responses ($F=103.81$, $p<0.001$, $\eta^2=0.737$), congruent reaction time ($F=32.30$, $p<0.001$, $\eta^2=0.466$), incongruent reaction time ($F=35.10$, $p<0.001$, $\eta^2=0.487$), and interference score ($F=61.92$, $p<0.001$, $\eta^2=0.626$). Similarly, WCST analyses

revealed significant group differences: completed categories ($F=40.83$, $p<0.001$, $\eta^2=0.525$), perseverative errors ($F=36.64$, $p<0.001$, $\eta^2=0.498$), and non-perseverative errors ($F=41.03$, $p<0.001$, $\eta^2=0.526$). The motor intelligence group demonstrated significantly better performance across all WCST variables. Effect sizes ranged from medium to large across all components, with the motor intelligence group accounting for 32-73% of the variance in executive function outcomes.

The present study successfully developed a motor intelligence-based training package and demonstrated its significant effectiveness in improving executive functions among children aged 9–12 years. The motor intelligence group exhibited significant improvements in all Stroop and WCST measures compared to the control group. These findings align with previous research demonstrating the effectiveness of cognitively engaging physical activities and motor-based interventions for improving executive functions (Shahi et al., 2021; Amini et al., 2022; Gandotra et al., 2024; Latino et al., 2025). The superiority of motor intelligence training can be attributed to its emphasis on body control and movement idea generation, which require continuous inhibition of dominant responses and execution of novel movements—mechanisms directly paralleling those engaged in the Stroop test (Diamond, 2013). Moreover, the significant improvements on the WCST are consistent with studies showing that fine motor and balance skills correlate with cognitive flexibility (Wen et al., 2025; Gandotra et al., 2024). These effects are likely mediated through frontoparietal network efficiency, increased neural plasticity, and enhanced cognitive control mechanisms, although direct neurophysiological confirmation would

require further research using EEG, fMRI, or fNIRS. Alternative explanations should also be considered: improved performance might partially result from increased attention from the instructor, novelty of activities, motivation, enjoyment, social interaction, or differences in cognitive engagement. However, the presence of a control group and standardized procedures minimized these effects to some extent.

This study had limitations, including the sample being restricted to female students from one city, voluntary sampling, lack of blinding, absence of follow-up assessments, possible practice effects on the Stroop test, and lack of control over extracurricular physical activity and socioeconomic status. Future research should include male participants, other age groups, clinical populations, utilize neurophysiological tools, conduct longitudinal studies with extended follow-up, and examine dose-response relationships.

Considering the quasi-experimental design with random assignment and the limitations of voluntary sampling, the findings indicate that the motor intelligence-based training package significantly improves response inhibition, cognitive interference control, and cognitive flexibility in female students aged 9–12 years. However, given methodological limitations, generalization should be made with caution. Practical recommendations are therefore offered as suggestions for future research rather than broad implementation guidelines. Further studies with more diverse samples, stronger designs, and extended follow-up are needed before widespread application in school settings can be recommended. Nevertheless, these results provide preliminary evidence supporting the potential of motor intelligence-based programs as an innovative approach to

enhancing children's executive functions during this critical developmental period.

Keywords: Motor Intelligence, Executive Functions, Children

Article message

This experimental study examined the effectiveness of a motor intelligence-based training package on executive functions in 40 children aged 9-12 years. Participants were assigned to motor intelligence training or control groups. Results demonstrated that the motor intelligence group showed significant improvements across all Stroop test variables (reduced errors, increased correct responses, decreased reaction times, improved interference scores) and Wisconsin Card Sorting Test measures (increased completed categories, reduced perseverative and non-perseverative errors) compared to controls ($p < 0.001$), with medium-to-large effect sizes. These findings support motor intelligence training as an effective, multidimensional intervention for enhancing response inhibition, selective attention, cognitive flexibility, and working memory in children. The application of this approach in school physical education programs is recommended for promoting children's comprehensive cognitive development during this critical developmental period.

Author Contributions

All authors contributed equally to the

conceptualization of the article and writing of the original and subsequent drafts.

Data Availability Statement

Data available on request from the authors.

Acknowledgements

The present article is derived from the doctoral dissertation of the first author. The authors extend sincere gratitude to all participants for their cooperation.

Ethical considerations

This study was approved by the Ethics Committee of the Islamic Azad University, Science and Research Branch (Ethical code: IR.IAU.SRB.REC.1404.266) on April 21, 2025. All procedures were performed in accordance with ethical standards. Written informed consent was obtained from the parents or legal guardians of all participants. Additionally, age-appropriate verbal assent was obtained from each child, and they were assured of their right to withdraw from the study at any time. Confidentiality of participants' data was guaranteed throughout the research.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

تدوین بسته تمرینی مبتنی بر هوش حرکتی و بررسی تاثیر آن بر کارکردهای اجرایی کودکان ۹ تا ۱۲ سال

سمیه گودرزی^۱  ، کیوان ملانوروزی^۲ ، علی کاشی^۳ ، هادی خوران^۴ 

۱. گروه علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳. گروه علوم رفتاری در ورزش، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران ایران.

۴. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد زرنديه، دانشگاه آزاد اسلامی، مرکزی، ایران.

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

هدف: پژوهش حاضر با هدف تدوین بسته تمرینی مبتنی بر هوش حرکتی و بررسی تأثیر آن بر کارکردهای اجرایی کودکان ۹ تا ۱۲ ساله انجام شد.

مقاله پژوهشی

روش‌ها: این مطالعه از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون همراه با گروه کنترل بود. تعداد ۴۰ دانش‌آموز دختر ۹ تا ۱۲ ساله شهر کرج به‌صورت داوطلبانه انتخاب و سپس با استفاده از جدول اعداد تصادفی به دو گروه تمرین هوش حرکتی (۲۰ نفر) و کنترل (۲۰ نفر) تخصیص یافتند. گروه تجربی به مدت ۶ هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه ۵۰ دقیقه به تمرینات مبتنی بر پنج مؤلفه هوش حرکتی (کنترل بدن، حساسیت به ریتم، بیانگری کردن، تولید ایده حرکت و دستکاری شی) پرداختند. برای سنجش کارکردهای اجرایی از آزمون‌های استروپ و ویسکانسین استفاده شد. داده‌ها با استفاده از تحلیل کوواریانس در سطح معناداری ۰/۰۵ تحلیل شد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۰۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۶/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۸/۳۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۹/۰۱

کلیدواژه‌ها:

یافته‌ها: نتایج نشان داد که گروه هوش حرکتی در مقایسه با گروه کنترل، کاهش معناداری در تعداد خطاهای همخوان و ناهمخوان، افزایش پاسخ‌های صحیح، کاهش زمان واکنش و بهبود نمره تداخل در آزمون استروپ داشت. همچنین در آزمون ویسکانسین، افزایش تعداد طبقات تکمیل‌شده و کاهش خطاهای درج‌ماندگی و خطاهای خاص مشاهده شد. اندازه اثر در تمامی مؤلفه‌ها متوسط تا بزرگ بود.

کارکرد اجرایی، هوش حرکتی، بسته تمرینی، کودکان

نتیجه‌گیری: بسته‌های تمرینی مبتنی بر هوش حرکتی به‌عنوان یک مداخله مؤثر و چندبعدی می‌توانند نقش مهمی در ارتقای کارکردهای اجرایی کودکان ایفا کنند. استفاده از این رویکرد در برنامه‌های آموزشی مدارس جهت بهبود بازداري پاسخ، توجه انتخابی، انعطاف‌پذیری شناختی و حافظه کاری کودکان توصیه می‌شود.

استناد: گودرزی، سیمیه؛ ملانوروزی، کیوان؛ کاشی، علی؛ خوران، هادی. تأثیر کارکردهای اجرایی سرد بر سرعت یادگیری و اجرای مهارت‌های حرکتی باز و بسته در شرایط

فشار روانی در ورزشکاران مبتدی. *مطالعات عملکردی در روانشناسی ورزشی*، ۱۴۰۵، ۳ (۴)، ۲۴-۵.

DOI: [10.22091/frs.2026.16882.1177](https://doi.org/10.22091/frs.2026.16882.1177)



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه قم.

مقدمه

دوران کودکی، به‌ویژه سال‌های بین ۹ تا ۱۲ سالگی، یکی از حساسترین و حیاتی‌ترین مقاطع رشد شناختی و حرکتی در زندگی هر فرد محسوب می‌شود. این دوره، که با عنوان "دوره طلایی" رشد نیز شناخته می‌شود، پایه‌گذار بسیاری از توانایی‌های اساسی در بزرگسالی است و هرگونه غفلت از رشد همه‌جانبه در این سنین، می‌تواند پیامدهای جبران‌ناپذیری برای آینده فرد به همراه داشته باشد [۱]. در این میان، کارکردهای اجرایی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های شناختی، نقشی کلیدی در موفقیت تحصیلی، سازگاری اجتماعی و سلامت روانی کودکان ایفا می‌کنند [۲].

۳. کارکردهای اجرایی که شامل سه مؤلفه اصلی بازداری پاسخ، حافظه کاری و انعطاف‌پذیری شناختی است، به فرد این توانایی را می‌دهد که رفتارهای خود را هدفمند و آگاهانه هدایت کرده، در موقعیت‌های جدید از خود انعطاف نشان دهد و بر پاسخ‌های ناخودآگاه و تکانشی خود غلبه کند [۲، ۴]. اهمیت این کارکردها به‌حدی است که مافیت و همکاران [۳] در یک مطالعه طولی ۳۲ ساله بر روی ۱۰۰۰ کودک نشان دادند که کودکانی که در سنین ۳ تا ۱۱ سال بازداری بهتری داشتند، در نوجوانی کمتر به کارهای پرخطر رو آورده بودند و تمایل بیشتری به شرکت در فعالیت‌های تحصیلی داشتند؛ به‌طور کلی سلامت روانی و فیزیکی بهتری را در بزرگسالی تجربه می‌کردند. همچنین، زلازو و کارلسون [۵] بر این باورند که کارکردهای اجرایی پایه‌ای اساسی برای رشد فرایندهای شناختی سطح بالاتر در بزرگسالی فراهم می‌آورند. در سال‌های اخیر، شواهد علمی متقاعدکننده‌ای از ارتباط عمیق و دوسویه بین رشد حرکتی و شناختی در کودکان به‌دست آمده است. یافته‌های حاصل از مطالعات تصویربرداری عصبی نشان می‌دهد که نواحی مغزی درگیر در کنترل حرکات، مانند قشر پیشانی و مخچه، با مناطقی که مسئول کارکردهای اجرایی هستند، هم‌پوشانی قابل‌توجهی دارند [۱، ۶]. دیاموند [۶] در مطالعه خود گزارش کرد که مسیرهای عصبی و نواحی مغزی یکسانی راجع به شناخت و حرکت وجود دارد و این دو حوزه از نظر عصب‌شناختی اشتراکات مهمی دارند. این اشتراکات عصب‌شناختی، این ایده را تقویت می‌کند که مداخلات حرکتی هدفمند، می‌توانند به‌طور همزمان بر هر دو حوزه حرکت و شناخت تأثیرگذار باشند. بائو و همکاران [۷] در یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل جامع بر روی ۴۴ مطالعه شامل کودکان و نوجوانان ۵ تا ۱۸ ساله، ارتباط مثبت و معناداری بین شایستگی حرکتی و کارکردهای اجرایی گزارش کردند. آن‌ها نشان دادند که این ارتباط در مطالعات مقطعی، طولی و تجربی مشاهده می‌شود و شایستگی حرکتی عمومی، مهارت‌های جابجایی، مهارت‌های کنترل شی و مهارت‌های پایداری همگی با کارکردهای اجرایی مرتبط هستند. همچنین، لی و همکاران [۸] در فراتحلیل دیگری بر روی ۱۰ مطالعه با حجم نمونه ۲۰۳۹ کودک، نشان دادند که مداخلات مبتنی بر مهارت‌های حرکتی بنیادی تأثیر مثبت و معناداری بر کارکردهای اجرایی دارد و این تأثیر در کودکان ۵ ساله بیشتر از کودکان ۳ تا ۴ ساله بود. با این وجود، در سال‌های اخیر، تأکید پژوهش‌ها از فعالیت‌های بدنی صرفاً هوازی و تکراری به سمت فعالیت‌هایی با بار شناختی بالاتر معطوف شده است. ون و همکاران [۹] در مطالعه‌ای که به بررسی تأثیر فوری فعالیت بدنی درگیرکننده شناختی بر کارکردهای اجرایی کودکان پیش‌دبستانی پرداخت، نشان دادند که فعالیت بدنی دارای محتوای شناختی، بیشترین بهبود فوری را در عملکرد کارکردهای اجرایی ایجاد می‌کند و این اثر پس از تنها ۱۲ دقیقه فعالیت قابل‌مشاهده است. سیمون و همکاران [۱۰] در یک کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده بر روی ۹۶ کودک دبستانی نشان دادند که یک برنامه ۱۱ هفته‌ای فعالیت بدنی درگیرکننده شناختی، تأثیر قابل‌توجهی بر کارکردهای اجرایی و همچنین بر تاب‌آوری، تنظیم هیجان، سرعت، استقامت و چابکی-هماهنگی داشت. ماتیاس و همکاران [۱۱] در مطالعه دیگری بر روی ۲۰۳ کودک ۸ تا ۱۰ ساله نشان دادند که فعالیت بدنی درگیرکننده شناختی به‌مدت ۱۰ هفته، تأثیرات معناداری بر بازداری پاسخ و حافظه کاری داشت و این بهبودها حتی در پیگیری سه‌ماهه نیز حفظ شده بودند. وانگ و همکاران [۱۲] در یک فراتحلیل شبکه‌ای از کارآزمایی‌های تصادفی کنترل‌شده نشان دادند که در میان انواع مختلف مداخلات فعالیت بدنی، برنامه‌های هدفمند مهارت‌های حرکتی بنیادین و فعالیت بدنی ساختاریافته عمومی، مؤثرترین رویکردها برای بهبود مهارت‌های حرکتی بنیادین هستند و فعالیت‌های بازی‌های ویدیویی فعال بیشترین رتبه را برای مهارت‌های کنترل شی داشتند و تأثیر مثبتی بر حافظه کاری نشان دادند. این یافته‌ها، ضرورت توجه به نوع و کیفیت فعالیت بدنی را بیش از پیش آشکار می‌سازد. در این راستا، مفهوم هوش حرکتی که در نظریه هوش‌های چندگانه گاردنر با عنوان هوش بدنی-جنبشی مطرح شده به‌عنوان یک چارچوب نظری و عملی ارزشمند، مورد توجه پژوهشگران حوزه رشد کودک قرار گرفته است [۱۳].

هوش حرکتی، که به توانایی فرد در استفاده مؤثر از بدن برای حل مسائل، بیان احساسات و دستکاری اشیاء تعریف می‌شود، ماهیتاً یک سازه چندبعدی است و شامل پنج مؤلفه اصلی کنترل بدن، حساسیت به ریتم، بیانگری کردن، تولید ایده حرکت و دستکاری شی می‌باشد [۱۴، ۱۵]. این ابعاد، به‌طرز قابل‌توجهی با مهارت‌های حرکتی بنیادی و همچنین فرایندهای شناختی سطح بالا در هم‌تنیده هستند. به‌عنوان مثال، مؤلفه «تولید ایده حرکت» مستلزم خلاقیت و انعطاف‌پذیری شناختی، مؤلفه «کنترل بدن» نیازمند برنامه‌ریزی و توالی‌بندی حرکات (که با حافظه کاری مرتبط

است) و مؤلفه «بیانگری کردن» نیازمند بازداري پاسخ و کنترل توجه می‌باشد [۱۶، ۱۷]. با وجود تنوع مداخلات موجود برای بهبود کارکردهای اجرایی در کودکان، اکثر رویکردهای رایج یا صرفاً بر تحریک شناختی (مانند توان‌بخشی شناختی رایانه‌ای) متمرکز هستند و یا صرفاً به فعالیت بدنی ساده می‌پردازند [۱۸، ۱۹]. در حالی که رویکرد مبتنی بر هوش حرکتی، با تلفیق هم‌زمان حرکت و شناخت در قالب بازی و فعالیت‌های هدفمند، می‌تواند به‌عنوان یک مداخله چالش‌دوگانه عمل کرده و اثرات هم‌افزایی بر رشد کارکردهای اجرایی داشته باشد. بر اساس نظریه چالش‌دوگانه، فعالیت‌هایی که به‌طور هم‌زمان نیازمند پردازش شناختی و کنترل حرکتی هستند، می‌توانند شبکه‌های عصبی مرتبط با کارکردهای اجرایی را به‌طور مؤثرتری تحریک کنند [۲۰]. این موضوع در مطالعه فانگ و همکاران [۲۱] بر روی کودکان دارای اختلال نقص توجه و بیش‌فعالی نیز تأیید شده است، که نشان داد فعالیت بدنی ترکیبی و درگیرکننده شناختی تأثیر معناداری بر بهبود کارکردهای اجرایی و شایستگی حرکتی دارد و طراحی برنامه و وضعیت مصرف دارو، عوامل تعدیل‌گر معناداری بر این اثر بودند. تحقیقات در خارج از کشور نشان داده‌اند که استفاده از تمرینات مبتنی بر هوش حرکتی می‌تواند به‌عنوان یک رویکرد بهینه در توسعه توانایی‌های حرکتی و شناختی کودکان مؤثر باشد. مشکور و هامید [۱۷] نشان دادند که تمرینات هوش جسمانی-حرکتی در توسعه توانایی‌های حرکتی و مهارت‌های پایه بسکتبال در دانش‌آموزان دختر مؤثر بوده است. ساری و نورفتری [۲۲] نیز نشان دادند که کودکان ۵ تا ۶ ساله پس از شرکت در فعالیت‌های رقص سنتی یاپونگ، افزایش قابل‌توجهی در هوش جنبشی بدنی نشان دادند. هیدایات و هرمان [۲۳] در پژوهشی دیگر نشان دادند که هوش جنبشی نمرات انگیزش یادگیری را پیش‌بینی کرده و با نمرات تربیت بدنی بالاتر مرتبط است. همچنین، بوبکوئر و کمل [۱۵] وجود همبستگی معنادار بین انتخاب‌های هوش حرکتی و نتایج آزمون‌های مهارت حرکتی پایه را در کودکان پیش‌دبستانی اثبات کردند. دی ایوریو و گومز [۲۴] نیز نشان دادند که سن به‌طور عمیقی بر توسعه مهارت‌های حرکتی و اجرای نظام‌مند فعالیت‌های پرکسیک تأثیر می‌گذارد و هماهنگی بین رشد حرکتی و توانایی نمادین (شناختی) در حدود ۶ تا ۷ سالگی شکل می‌گیرد. با وجود این شواهد، یک شکاف تحقیقاتی قابل‌توجه در ادبیات علمی وجود دارد. باثو و همکاران [۷] در پایان فراتحلیل خود تصریح کردند که اگرچه یافته‌های آن‌ها از این ادعا حمایت می‌کند که مداخلات هدفمند شایستگی حرکتی می‌توانند یک استراتژی امیدوارکننده برای بهبود کارکردهای اجرایی باشند، اما تحقیقات بیشتری برای تأیید این یافته‌ها مورد نیاز است و پژوهش‌های آینده باید به بررسی مکانیسم‌های زیربنایی پیوند شایستگی حرکتی و کارکردهای اجرایی بپردازند، چراکه درک این مکانیسم‌ها می‌تواند برای بهینه‌سازی طراحی و اجرای مداخلات آینده استفاده شود. همچنین، وانگ و همکاران [۱۲] در یک فراتحلیل شبکه‌ای از کارآزمایی‌های تصادفی کنترل‌شده، نشان دادند که اگرچه فعالیت بدنی ساختاریافته عمومی و برنامه‌های هدفمند مهارت‌های حرکتی بنیادین برای بهبود مهارت‌های حرکتی مؤثر هستند، اما در حوزه کارکردهای اجرایی، هیچ نوع مداخله خاصی به‌عنوان رویکرد بهینه شناسایی نشده است و این امر نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه را برجسته می‌سازد. متأسفانه در داخل کشور، علی‌رغم اهمیت بالای این موضوع، تحقیقات بسیار محدودی در زمینه طراحی و اجرای بسته‌های تمرینی مبتنی بر هوش حرکتی و بررسی تأثیر آنها بر کارکردهای اجرایی کودکان وجود دارد و این خلأ تحقیقاتی بزرگی را در این حوزه برجسته می‌سازد. بهرامی و همکاران [۱۶] در پژوهشی به تدوین و استانداردسازی پرسشنامه سنجش هوش حرکتی جسمانی در جامعه ایرانی پرداختند، اما این تحقیق صرفاً به ابزار سنجش پرداخته و به بررسی تأثیرات مداخله‌ای هوش حرکتی بر کارکردهای اجرایی نپرداخته است. همچنین، تحقیقات در داخل کشور عمدتاً بر روی کارکردهای اجرایی از طریق مداخلات شناختی محض یا بازی‌درمانی متمرکز بوده‌اند [۲۵، ۲۶] و کمتر به نقش هوش حرکتی به‌عنوان یک رویکرد تلفیقی شناختی-حرکتی توجه شده است. بر اساس شواهد علمی موجود و با توجه به خلأ تحقیقاتی مشخص شده، می‌توان استدلال کرد که تمرینات مبتنی بر هوش حرکتی، با توجه به ماهیت چندبعدی و شناختی-حرکتی خود، پتانسیل بالایی برای تأثیرگذاری بر کارکردهای اجرایی کودکان دارند. با این حال، فقدان یک بسته تمرینی استاندارد و مدون در این حوزه و همچنین کمبود تحقیقات تجربی در زمینه اثربخشی آن بر کارکردهای اجرایی در کودکان ۹ تا ۱۲ ساله، ضرورت انجام پژوهش حاضر را بیش از پیش آشکار می‌سازد. از آنجایی که دوره کودکی، فرصتی طلایی برای مداخلات رشدی محسوب می‌شود و کارکردهای اجرایی به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده موفقیت‌های آتی زندگی شناخته شده‌اند، طراحی یک برنامه تمرینی مؤثر و مبتنی بر اصول علمی، می‌تواند گامی مهم در جهت ارتقای رشد همه‌جانبه کودکان و پیشگیری از مشکلات شناختی و رفتاری در آینده باشد. پژوهش حاضر با هدف تدوین بسته تمرینی مبتنی بر هوش حرکتی و بررسی تأثیر آن بر کارکردهای اجرایی کودکان ۹ تا ۱۲ ساله انجام خواهد شد تا ضمن پر کردن خلأ علمی موجود، یک الگوی عملی و کاربردی در اختیار مربیان، معلمان تربیت بدنی و متخصصان حوزه کودک قرار دهد.

روش پژوهش

طرح پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. با توجه به اینکه نمونه‌گیری به صورت داوطلبانه انجام شد، اما تخصیص شرکت‌کنندگان به گروه‌های آزمایش و کنترل به صورت تصادفی در سطح فردی با استفاده از جدول اعداد تصادفی صورت گرفت، این مطالعه از ویژگی‌های یک پژوهش آزمایشی واقعی نیز برخوردار است. علت استفاده از اصطلاح "نیمه تجربی" به دلیل روش نمونه‌گیری داوطلبانه است، در حالی که تخصیص تصادفی، اعتبار درونی مطالعه را افزایش داده است.

شرکت‌کننده‌ها

جامعه‌ی آماری پژوهش حاضر شامل دانش‌آموزان دختر ۹ تا ۱۲ ساله‌ی شهر کرج بود. پس از اخذ مجوز از آموزش و پرورش استان البرز، دعوت‌نامه‌ی شرکت در پژوهش از طریق سه مدرسه‌ی دخترانه‌ی ناحیه‌ی ۳ کرج به دانش‌آموزان و والدین آن‌ها ابلاغ گردید. از میان ۸۷ دانش‌آموز داوطلب واجد شرایط اولیه، پس از بررسی معیارهای ورود و خروج، ۴۷ نفر تأیید شدند. از این تعداد، ۷ نفر به دلیل عدم تطابق با معیارهای ورود (۳ نفر به دلیل سابقه‌ی آسیب عصبی، ۲ نفر به دلیل عدم تکمیل رضایت‌نامه و ۲ نفر به دلیل غیبت در جلسات پیش‌آزمون) از مطالعه خارج شدند. در نهایت ۴۰ دانش‌آموز دختر ۹ تا ۱۲ ساله وارد مطالعه شدند (گفتنی است مطالعه‌ی پایلوت بر روی ۱۰ کودک از جامعه‌ی آماری مشابه اما جدا از این نمونه‌ی ۴۰ نفری اجرا شد و داده‌های آن‌ها وارد تحلیل اصلی نگردید) و به صورت تصادفی در دو گروه (هر گروه ۲۰ نفر) تخصیص یافتند. همچنین، تخصیص تصادفی در سطح فردی با استفاده از جدول اعداد تصادفی انجام شد. لازم به ذکر است که اگرچه تخصیص به صورت تصادفی صورت گرفت، اما به دلیل داوطلبانه بودن نمونه‌گیری، مطالعه در زمره‌ی طرح‌های نیمه تجربی طبقه‌بندی شده است. برای پنهان‌سازی تخصیص از پاکت‌های مات و شماره‌گذاری شده استفاده گردید. به منظور جلوگیری از آلودگی بین گروه‌ها، جلسات گروه آزمایش و کنترل در دو نوبت مجزا و سالن‌های جداگانه برگزار شد و اعضای دو گروه هیچ تماسی با یکدیگر نداشتند. معیارهای ورود به مطالعه شامل: سلامت کامل جسمی و روانی بر اساس گزارش والدین و معلمان، عدم تشخیص اختلالات عصبی-رشدی (از جمله اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی، اختلال یادگیری خاص و اختلال طیف اتیسم) بر اساس پرونده‌ی تحصیلی و تأیید معلم، عدم مصرف داروهای روان‌گردان یا تأثیرگذار بر عملکرد شناختی در سه ماه‌ی گذشته، داشتن بینایی طبیعی یا اصلاح‌شده و عدم وجود اختلال بینایی رنگ (بر اساس تست ایشیهارا)، عدم سابقه‌ی بیماری‌های عصبی (مانند صرع، سکته یا ضربه‌ی شدید به سر) و سطح فعالیت بدنی عادی (بر اساس گزارش والدین و شرکت در کلاس‌های معمول تربیت بدنی مدرسه) بود. همچنین شرکت‌کنندگان نباید سابقه‌ی شرکت در تمرینات مشابه هوش حرکتی یا برنامه‌های شناختی-حرکتی هدفمند را در شش ماه‌ی گذشته می‌داشتند. معیار خروج از تحقیق نیز شامل موارد زیر می‌باشد: غیبت بیش از دو جلسه، بیماری حین مداخله و عدم همکاری مستمر در جلسات.

حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G*Power نسخه ۳.۱ محاسبه گردید. با توجه به طرح نیمه تجربی با دو گروه و تحلیل داده‌ها با آزمون ANCOVA، نوع آزمون به صورت «F tests – ANCOVA: Fixed effects, main effects and interactions» انتخاب شد. اندازه اثر بر اساس مطالعات پیشین مشابه در حوزه مداخلات حرکتی بر کارکردهای اجرایی کودکان که اندازه اثر متوسط تا بزرگ گزارش کرده‌اند، به صورت محافظه‌کارانه $f = 0.25$ (Cohen's f معادل اندازه اثر متوسط) در نظر گرفته شد [۱۲، ۲۱]. سطح معناداری (α) برابر ۰/۰۵ و توان آماری ($1-\beta$) برابر ۰/۸۰ در نظر گرفته شد. تعداد گروه‌ها ۲ گروه، تعداد کوواریت‌ها (متغیرهای کنترل) ۱ متغیر (نمرات پیش‌آزمون) و همبستگی بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون بر اساس مطالعات مشابه، ۰/۵۰ برآورد گردید. بر اساس این پارامترها، حداقل حجم نمونه مورد نیاز برای هر گروه ۱۹ نفر محاسبه گردید. با در نظر گرفتن احتمال ریزش ۱۰ درصد، حجم نمونه نهایی برای هر گروه ۲۰ نفر در نظر گرفته شد که در مجموع ۴۰ نفر را شامل می‌شود [۷].

ابزار

۱. **فرم رضایت آگاهانه:** از این فرم جهت اخذ رضایت آگاهانه‌ی کتبی از والدین یا سرپرستان قانونی شرکت‌کنندگان استفاده گردید. همچنین موافقت شفاهی متناسب با سن از هر کودک دریافت شد.

۲. پرسشنامه تندرستی، فعالیت بدنی و سلامت پزشکی: از این پرسشنامه جهت مشخصات فردی، سابقه خانوادگی، اطلاعات دارویی، آسیب و صدمات و اطلاعات بیماری شرکت کنندگان استفاده گردید.

۳. آزمون ویسکانسین

آزمون دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین (WCST) به‌عنوان یکی از معتبرترین ابزارهای سنجش انعطاف‌پذیری شناختی، تشکیل مفهوم، تغییر مجموعه، حل مسئله و خطاهای درجاماندگی شناخته می‌شود و به‌ویژه به عملکرد قشر پیش‌پیشانی دورسی‌جانبی (DLPFC) حساس است [۲۷]. این آزمون توانایی فرد را در تغییر استراتژی شناختی بر اساس بازخورد محیطی و پرهیز از پاسخ‌های تکراری و انعطاف‌ناپذیر ارزیابی می‌کند. این آزمون را اولین بار گرانت و برگ برای مطالعه رفتار انتزاعی و تغییر مجموعه تهیه کردند. اولین بار میلنر اظهار داشت که این آزمون، به آسیب‌های قطعه پیشانی مغز حساس است. به‌ویژه براساس کار گلدبرگ و وین برگر در سال ۱۹۹۸ این آزمون از آزمون‌های بسیار حساس مربوط به قشر پیشانی پستی جانبی در نظر گرفته می‌شود. همچنین، آزمون دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین در نسخه‌ی ۱۲۸ کارتی [۲۷] به‌صورت کاغذی-مدادی و با استفاده از ۴ کارت محرک و ۲ دسته کارت پاسخ (هر دسته ۶۴ کارت) اجرا شد. شرکت‌کنندگان باید کارت‌های پاسخ را بر اساس یکی از سه معیار رنگ، شکل یا تعداد با کارت‌های محرک تطبیق می‌دادند و پس از هر پاسخ، بازخورد "درست" یا "نادرست" از سوی آزمونگر دریافت می‌کردند. قوانین دسته‌بندی بدون اطلاع قبلی تغییر داده می‌شد و آزمودنی باید بر اساس بازخورد، استراتژی خود را تغییر می‌داد. شاخص‌های نمره‌گذاری شامل: تعداد طبقات تکمیل‌شده، خطاهای درجاماندگی و خطاهای غیردرجاماندگی بود. روایی این آزمون در جمعیت ایرانی بالای ۰/۸۶ و پایایی بازآزمایی آن ۰/۸۵ گزارش شده است [۲۷]. همچنین در مطالعه‌ی حاضر، برای اطمینان از دقت نمره‌گذاری، توافق بین دو نمره‌گذار در ۰/۲۰ از نمونه‌ها (۸ نفر) محاسبه شد که ضریب توافقی بالای ۰/۹۰ به‌دست آمد. لذا میزان روایی این آزمون را برای سنجش نقایص شناختی به دنبال آسیب مغزی بیش از ۰/۸۶ گزارش کرد.

۴. آزمون استروپ ساده

آزمون استروپ اولین بار در سال ۱۹۳۵ توسط ریدلی استروپ به‌منظور اندازه‌گیری توجه انتخابی و بازداری پاسخ ساخته شد. در پژوهش حاضر، این آزمون به‌صورت رایانه‌ای و در سه مرحله اجرا شد: مرحله‌ی اول (مقدماتی): شامل تمرین با دایره‌های رنگی برای آشنایی با کلیدهای پاسخ. مرحله‌ی دوم (آزمایشی): شامل تمرین با کلمات رنگی مشابه مرحله‌ی اصلی، بدون تأثیر در نمره‌ی نهایی. مرحله‌ی سوم (اصلی): شامل ۴۸ کلمه‌ی همخوان (رنگ و معنا یکی بود) و ۴۸ کلمه‌ی ناهمخوان (رنگ و معنا متفاوت بود) در چهار رنگ قرمز، آبی، زرد و سبز که به‌صورت تصادفی و متوالی نمایش داده شدند. زمان ارائه‌ی هر محرک ۲ ثانیه و فاصله بین دو محرک ۸۰۰ میلی‌ثانیه بود. تکلیف آزمودنی این بود که صرف‌نظر از معنای کلمات، تنها به رنگ ظاهری آن پاسخ دهد. زمان واکنش بر حسب میلی‌ثانیه و تعداد خطاها و پاسخ‌های صحیح به‌طور خودکار توسط نرم‌افزار ثبت گردید [۲۷]. شاخص تداخل با استفاده از فرمول تفاوت میانگین زمان واکنش به محرک‌های ناهمخوان و همخوان محاسبه شد؛ کاهش این شاخص نشان‌دهنده‌ی بهبود بازداری پاسخ و افزایش توانایی نادیده‌گرفتن اطلاعات مزاحم است که حاکی از کارایی بالاتر شبکه‌های عصبی درگیر در کنترل شناختی می‌باشد [۲]. پایایی بازآزمایی این آزمون در دامنه‌ی ۰/۸۰ تا ۰/۹۱ گزارش شده است [۲۷]. لازم به ذکر است که تحقیقات مختلفی از این دو آزمون برای سنجش کارکردهای اجرایی استفاده کرده‌اند [۱۸، ۱۹، ۲۶، ۲۷].

همچنین، شاخص تداخل با استفاده از فرمول تفاوت میانگین زمان واکنش به محرک‌های ناهمخوان و همخوان محاسبه گردید. کاهش این شاخص نشان‌دهنده‌ی بهبود بازداری پاسخ و افزایش توانایی نادیده‌گرفتن اطلاعات مزاحم است که حاکی از کارایی بالاتر شبکه‌های عصبی درگیر در کنترل شناختی می‌باشد [۲]. به عبارت دیگر، نمره‌ی تداخل پایین‌تر بیانگر آن است که فرد توانسته است با موفقیت پاسخ خودکار (خواندن کلمه) را مهار کرده و به تکلیف اصلی (نام‌بردن رنگ) پاسخ دهد.

فرآیند تدوین بسته تمرینی

۱. مبنا و استخراج مؤلفه‌ها:

پژوهش حاضر شامل دو فاز مجزا بود: فاز اول شامل تدوین و اعتبارسنجی بسته‌ی تمرینی مبتنی بر هوش حرکتی و فاز دوم شامل ارزیابی اثربخشی آن بر کارکردهای اجرایی کودکان بود. در ادامه، فرایند تدوین و اعتبارسنجی بسته گزارش شده است. برای استخراج مؤلفه‌ها، مرور پیشینه در پایگاه‌های معتبر (PubMed، ScienceDirect، Magiran و SID) طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵ انجام گردید. سپس برای

هر مؤلفه، ۶ تا ۸ فعالیت حرکتی-شناختی تدوین شد و نسخه‌ی اولیه با ۲۸ فعالیت تهیه گردید. لازم به ذکر است که، رابطه‌ی نظری بین مؤلفه‌های هوش حرکتی و کارکردهای اجرایی بر اساس اشتراکات عصب‌شناختی (نظیر نقش قشر پیش‌پیشانی و مخچه در هر دو حوزه) و نیز ماهیت شناختی حرکتی فعالیت‌ها تدوین گردید. برای شفاف‌سازی این ارتباط، جدول نگاشت مؤلفه‌ها (جدول ۱) تهیه شده است.

جدول ۱. نگاشت مؤلفه‌های هوش حرکتی با کارکردهای اجرایی

مؤلفه‌های حرکتی	هوش	کارکردهای اجرایی هدف	توجیه نظری
کنترل بدن	بازداری پاسخ + برنامه‌ریزی حرکتی	نیاز به مهار پاسخ‌های حرکتی غالب، جداسازی اندام‌ها و توالی‌بندی حرکات	
حساسیت به ریتم	حافظه‌ی کاری + توجه پایدار	نیاز به نگهداری و به‌روزرسانی الگوی ریتمیک در حافظه و تطابق هم‌زمان حرکت با ریتم	
بیانگری کردن	بازداری پاسخ + انعطاف‌پذیری شناختی	نیاز به تغییر سریع کیفیت حرکت بر اساس تغییرات هیجانی و مهار پاسخ‌های قالبی	
تولید ایده حرکت	انعطاف‌پذیری شناختی + برنامه‌ریزی حرکتی	نیاز به تولید گزینه‌های حرکتی متعدد، انتخاب و اجرای پاسخ جدید	
دستکاری شی	حافظه‌ی کاری + برنامه‌ریزی حرکتی	نیاز به برنامه‌ریزی دقیق، توالی‌بندی و هماهنگی دوطرفه در دستکاری اشیاء	

۲. روش دلفی و متخصصان:

برای اعتباریابی، روش دلفی در دو مرحله با مشارکت ۱۲ متخصص انجام شد. ترکیب متخصصان شامل: ۴ نفر دکترای تخصصی علوم‌شناختی (با میانگین سابقه‌ی ۱۲ سال پژوهش در حوزه‌ی کارکردهای اجرایی)، ۴ نفر دکترای تخصصی روان‌شناسی تربیتی (با میانگین سابقه‌ی ۱۰ سال در حوزه‌ی رشد حرکتی کودکان) و ۴ نفر مربی با مدرک کارشناسی‌ارشد تربیت بدنی و دارای حداقل ۸ سال سابقه‌ی مربیگری ورزش‌های رشدی بودند. نحوه‌ی انتخاب متخصصان به‌صورت هدفمند و بر اساس سابقه‌ی پژوهشی یا اجرایی مرتبط با حیطه‌ی هوش حرکتی و کارکردهای اجرایی بود. معیار ورود متخصصان شامل حداقل ۵ سال سابقه‌ی کاری مرتبط یا حداقل یک طرح پژوهشی تأییدشده در این حوزه بود. ابزار امتیازدهی در هر دو مرحله، پرسشنامه‌ای محقق‌ساخته با مقیاس لیکرت چهاردرجه‌ای (۱=نامناسب، ۲=نیازمند اصلاح، ۳=مناسب، ۴=کاملاً مناسب) بود که متخصصان باید به تناسب، دشواری، ایمنی و جذابیت هر فعالیت امتیاز می‌دادند. معیار اجماع برای پذیرش هر فعالیت، کسب حداقل ۷۵ درصد توافق (امتیاز ۳ یا ۴) تعیین شد. در مرحله‌ی اول، نظرات اصلاحی جمع‌آوری و اعمال گردید (حذف ۴ فعالیت به‌دلیل کسب توافق زیر ۷۵ درصد، ادغام ۲ فعالیت مشابه و تغییر ترتیب ۶ فعالیت بر اساس پیشنهاد متخصصان). سپس مرحله‌ی دوم با نسخه‌ی اصلاح‌شده انجام شد. ضریب توافق بین متخصصان (درصد شرکت‌کنندگانی که به هر گویه امتیاز ۳ یا ۴ داده بودند) از ۷۸ درصد در مرحله‌ی اول به ۹۴ درصد در مرحله‌ی دوم افزایش یافت که نشان‌دهنده‌ی اجماع مطلوب است. فعالیت‌هایی که در مرحله‌ی دوم همچنان توافق زیر ۷۵ درصد داشتند، حذف شدند.

۳. شاخص‌های روایی (CVR و CVI):

روایی محتوایی با دو شاخص نسبت روایی محتوایی (CVR) و شاخص روایی محتوایی (CVI) بررسی شد. CVR برای هر ۲۸ فعالیت به‌صورت جداگانه بر اساس فرمول $CVR = (ne - N/2) / (N/2)$ محاسبه گردید که در آن ne تعداد متخصصانی است که فعالیت را "ضروری" (امتیاز ۳ یا ۴ در مقیاس لیکرت چهاردرجه‌ای) ارزیابی کرده‌اند و N تعداد کل متخصصان (۱۲ نفر) می‌باشد. بر اساس جدول لاوشه، مقدار بحرانی CVR برای ۱۲ متخصص برابر ۰/۵۶ تعیین شد و فعالیت‌هایی با CVR کمتر از این مقدار حذف گردیدند. دامنه‌ی CVR فعالیت‌های باقی‌مانده بین ۰/۶۲ تا ۰/۸۱ بود که نشان‌دهنده‌ی روایی محتوایی مطلوب است. همچنین شاخص روایی محتوایی (CVI) به روش والتز و باسل محاسبه گردید. با توجه به اینکه پرسشنامه‌ی ارزیابی متخصصان شامل هر ۲۸ فعالیت به‌صورت مجزا بود، ابتدا I-CVI (نسبت روایی محتوایی هر فعالیت) محاسبه شد و سپس S-CVI/Ave (میانگین نسبت روایی محتوایی کل پرسشنامه) از طریق محاسبه‌ی میانگین I-CVI تمامی

فعالیت‌ها به دست آمد. متخصصان هر فعالیت را بر اساس مقیاس لیکرت چهاردرجه‌ای (۱=نامناسب، ۲=نیازمند اصلاح، ۳=مناسب، ۴=کاملاً مناسب) از نظر تناسب، دشواری، ایمنی و جذابیت امتیازدهی کردند و I-CVI هر فعالیت به عنوان نسبت متخصصانی که به آن فعالیت امتیاز ۳ یا ۴ داده بودند، محاسبه گردید. در نهایت، مقدار S-CVI/Ave برابر ۰/۹۱ به دست آمد که بالاتر از معیار قابل قبول ۰/۷۹ می‌باشد و نشان‌دهنده‌ی روایی محتوایی عالی بسته‌ی تمرینی است. نسبت توافق (IR) نیز در مرحله‌ی دوم دلفی ۹۴ درصد بود (جدول ۱).

۴. مطالعه‌ی پایلوت:

پس از تأیید متخصصان، مطالعه‌ی پایلوت بر روی ۱۰ کودک ۹ تا ۱۲ ساله از جامعه‌ی آماری مشابه اما جدا از نمونه‌ی اصلی (از مدارس همجوار و با همکاری مدارس که در نمونه‌ی اصلی حضور نداشتند) به مدت ۴ جلسه اجرا گردید. داده‌های این ۱۰ کودک وارد تحلیل اصلی نشد و صرفاً جهت بررسی قابلیت فهم، جذابیت، ایمنی و زمان‌بندی فعالیت‌ها و همچنین شناسایی مشکلات احتمالی در اجرای پروتکل، جمع‌آوری گردید. بر اساس بازخوردهای دریافتی از کودکان، مربیان و مشاهده‌ی مستقیم پژوهشگر، تغییرات زیر در پروتکل اعمال گردید: (۱) زمان هر ایستگاه از ۸ دقیقه به ۶ دقیقه کاهش یافت تا از خستگی کودکان جلوگیری شود؛ (۲) ترتیب ایستگاه‌ها بر اساس میزان دشواری و جذابیت اصلاح گردید؛ (۳) دستورالعمل‌های تمرینی با اضافه شدن تصاویر ساده و تأکید بر نمایش عملی توسط مربی، برای کودکان قابل فهم‌تر شد؛ (۴) زمان استراحت بین ایستگاه‌ها از ۱ دقیقه به ۲ دقیقه افزایش یافت تا کودکان فرصت کافی برای ریکاوری داشته باشند. تمامی این تغییرات به صورت مستند در نسخه‌ی نهایی بسته‌ی تمرینی اعمال گردید.

۵. ساختار نهایی بسته:

نسخه‌ی نهایی شامل ۱۸ جلسه‌ی ۵۰ دقیقه‌ای (۳ جلسه در هفته، به مدت ۶ هفته) است. هر جلسه دارای سه بخش است: گرم کردن (۱۰ دقیقه)، تمرینات اصلی در ۵ ایستگاه (هر ایستگاه ۶ دقیقه، متناظر با یکی از پنج مؤلفه‌ی هوش حرکتی شامل کنترل بدن، حساسیت به ریتم، بیانگری کردن، تولید ایده حرکت و دستکاری شی؛ با ۲ دقیقه استراحت بین ایستگاه‌ها) و سرد کردن (۵ دقیقه). هر ایستگاه به گونه‌ای طراحی شده است که مؤلفه‌ی متناظر هوش حرکتی را هدف قرار دهد و هم‌زمان، کارکرد اجرایی مرتبط با آن را بر اساس جدول نگاشت (جدول ۱) بهبود بخشد. به عنوان مثال، ایستگاه کنترل بدن با تمریناتی نظیر "آینه‌های معکوس" و "مجسمه‌های متحرک"، بازداري پاسخ و برنامه‌ریزی حرکتی را هدف قرار می‌دهد. جلسات در سه فاز آشنایی (۱-۶)، تقویت (۷-۱۲) و تلفیق (۱۳-۱۸) سازماندهی شده‌اند. تمرینات با وسایل ساده و در دسترس (توپ، حلقه، نردبان تعادلی، مخروط و طناب) طراحی شده‌اند تا در مدارس قابل اجرا باشند. بدین ترتیب، بسته‌ی تمرینی نهایی جهت استفاده در فاز دوم پژوهش (ارزیابی اثربخشی) آماده گردید.

جدول ۲. شاخص‌های روایی محتوایی بسته‌ی تمرینی

شاخص	مقدار	معیار قابل قبول	وضعیت
CVR	۰/۶۲ تا ۰/۱	$\geq 0/56$	تأیید
CVI	۰/۹۱	$\geq 0/79$	عالی
IR (مرحله‌ی دوم)	۰/۹۴	$\geq 0/75$	مطلوب

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، همه‌ی شاخص‌ها در سطح مطلوب قرار دارند. همچنین، CVR برای هر ۲۸ فعالیت به صورت جداگانه محاسبه شد و دامنه‌ی گزارش شده مربوط به فعالیت‌های باقی‌مانده پس از حذف فعالیت‌های با CVR کمتر از ۰/۵۶ می‌باشد.

پروتکل

در ابتدای هر مداخله آموزشی، مطابق با اصول یادگیری و رشد حرکتی، افراد باید در جلسه اول آموزش آشناسازی با وسایل و ابزارهای تحقیق را

دریافت کنند. این جلسه برای اطمینان این می باشد که آزمودنی ها هیچ استرسی را در طول مداخله تحقیق از خود بروز نخواهند داد و به خوبی به تمرینات مربوطه می پردازند. در ادامه آزمونگر خرده آزمون های استروپ و ویسکانسین را آماده و یک پیش آزمون از همه آنها گرفته شد و در برگ ثبت نتایج ثبت گردید. سپس آزمودنی ها به صورت تصادفی در قالب دو گروه تمرین هوش حرکتی و کنترل تقسیم بندی شدند. گروه اول مداخله طراحی شده مرتبط با هوش حرکتی با ۵ مولفه اصلی کنترل بدن، حساسیت به ریتم، بیانگری کردن، تولید ایده حرکت و دستکاری برای ۶ هفته، سه بار در هفته و ۵۰ دقیقه در هر جلسه تمرین کردند. [۲۸، ۲۹]. گروه کنترل در طول مدت ۶ هفته به مدت ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۵۰ دقیقه در برنامه های معمول تربیت بدنی مدرسه شرکت کردند.

مولفه های گروه هوش حرکتی شامل آیتیم های مختلفی می باشد و هر آیتیم نیز تمرینات مخصوص به خود را دارد که تمامی آن ها در دو جدول جداگانه در زیر توضیح داده شده است.

جدول ۱. ابعاد هوش حرکتی

توانایی	آیتیم	تمرین
کنترل بدن	۱	توانایی برای تعیین، جداسازی و استفاده از بخش های مختلف بدن
	۲	توانایی برنامه ریزی، توالی و اجرای کارآمد حرکت (اجرای موثر حرکت نه تنها تصادفی و تکه تکه، بلکه به کودک اجازه می دهد تعادل را پیدا کند، بی حرکت بماند و
	۳	توانایی تکرار حرکات تولید شده توسط خود کودک و دیگران
حساسیت به ریتم	۱	توانایی همگام سازی حرکات با ریتم های ثابت با در حال تغییر
	۲	توانایی ایجاد یک ریتم شخصی از طریق حرکت و تنظیم آن برای اثرات مورد نظر
بیانگری کردن	۱	توانایی بیان احساسات و تصاویر از طریق حرکت (با استفاده از حالات و حرکات بدن)
	۲	توانایی بیان احساسات و حالات از طریق حرکت در پاسخ به ملودی های مختلف
تولید ایده حرکت	۱	توانایی ابداع ایده های حرکتی جدید یا ارائه بسط ایده ها که می تواند به صورت شفاهی یا جنبشی بیان شود.
	۲	توانایی دستکاری ماهرانه اشیا با استفاده از حرکات ظریف بازوها و دست ها
دستکاری	۱	توانایی دستکاری ماهرانه اشیا با استفاده از حرکات درشت بدن.
	۲	توانایی دستکاری ماهرانه اشیا با استفاده از حرکات درشت بدن.

بعد از اتمام مداخله تمرینی همانند پیش آزمون، پس آزمون مرتبط با استروپ و ویسکانسین از آزمودنی ها گرفته شد. گروه کنترل در طول مدت ۶ هفته (همزمان با گروه آزمایش) به مدت ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۴۵ دقیقه در برنامه های معمول تربیت بدنی مدرسه که توسط معلم تربیت بدنی مدرسه اجرا می شد، شرکت کردند. محتوای این جلسات شامل فعالیت های عمومی تربیت بدنی مبتنی بر برنامه درسی ملی بود که شامل: گرم سازی عمومی (۱۰ دقیقه)، بازی های گروهی ساده مانند فوتبال دستی، طناب زنی، بازی های تعقیبی و گریزی، تمرینات آمادگی جسمانی عمومی شامل حرکات کششی، نرمش های صبحگاهی و حرکات تعادلی ساده به مدت ۲۴ دقیقه (همزمان با زمان فعالیت مؤثر گروه آزمایش) و بازگشت به حالت اولیه (۵ دقیقه) می شد. شدت فعالیت های گروه کنترل بر اساس مقیاس تصویری-کلامی OMNI در دامنه ی سبک (RPE: ۲ تا ۴ از ۱۰) قرار داشت و شامل هیچ گونه تمرین هدفمند مبتنی بر هوش حرکتی یا تکالیف شناختی-حرکتی دوگانه نبود. به منظور کنترل سوگیری عملکرد و ایجاد برابری در میزان تماس با پژوهشگر، گروه کنترل نیز به صورت هفتگی (یک جلسه در هفته، هر جلسه ۲۰ دقیقه) با پژوهشگر ملاقات داشته و در این جلسات، صرفاً درباره ی فعالیت های روزمره و سلامت عمومی گفت و گو می شد و هیچ گونه تمرین هدفمند یا مشاوره ی مرتبط با مداخله ارائه نمی گردید. همچنین هر دو گروه در زمان های یکسان (پیش آزمون و پس آزمون) و با شرایط کاملاً مشابه (مکان، زمان، آزمونگر) مورد ارزیابی قرار گرفتند تا احتمال سوگیری ارزیابی به حداقل برسد. در نهایت، تمامی جلسات پیش آزمون و پس آزمون در شرایط استاندارد شامل: ساعت اجرا (۹ تا ۱۱ صبح)، محیط آرام با نور و دمای یکسان، ۵ دقیقه استراحت پیش از شروع و فاصله ی حداقل ۴۸ ساعت از آخرین جلسه ی تمرینی برگزار شد. همچنین به کودکان توصیه شد شب قبل از آزمون خواب کافی داشته باشند و از مصرف نوشیدنی های که ممکن است

بر عملکرد شناختی اثرگذار باشد خودداری کنند.

مداخله تمرینی گروه هوش حرکتی به مدت ۶ هفته (۱۸ جلسه)، سه بار در هفته و هر جلسه به مدت ۵۰ دقیقه اجرا گردید. هر جلسه از چهار بخش تشکیل شد: گرم کردن (۱۰ دقیقه) شامل فعالیت‌های هوازی سبک و حرکات کششی پویا، تمرینات اصلی در ۵ ایستگاه (۳۰ دقیقه) که هر ایستگاه ۶ دقیقه به طول می‌انجامید و متناظر با یکی از پنج مؤلفه‌ی هوش حرکتی بود، استراحت بین ایستگاه‌ها (۱۰ دقیقه) که پس از هر ایستگاه ۲ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد، و سرد کردن (۵ دقیقه) شامل حرکات کششی ایستا و تنفس عمیق. بدین ترتیب، مجموع زمان جلسه به صورت $10 + 30 + 55 = 95$ دقیقه محاسبه می‌گردد که با در نظر گرفتن ۵ دقیقه زمان اضافی برای انتقال بین ایستگاه‌ها و آماده‌سازی وسایل، کل جلسه ۵۰ دقیقه خواهد بود. گرم کردن شامل ۱۰ دقیقه فعالیت‌های هوازی سبک و حرکات کششی پویا به همراه ۵ دقیقه بازی‌های ساده جهت آمادگی عصبی-عضلانی بود (۳۰، ۳۱). خنک‌سازی نیز شامل ۵ دقیقه حرکات کششی ایستا و تنفس عمیق بود (۳۱). شدت تمرینات با استفاده از مقیاس تصویری-کلامی OMNI (دامنه ۰ تا ۱۰) در دامنه‌ی سبک تا نسبتاً شدید (RPE: ۳ تا ۶ از ۱۰) کنترل شد. همچنین ضربان قلب هدف برای هر جلسه در محدوده‌ی ۶۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب پیش‌بینی‌شده ($220 - \text{سن}$) قرار داده شد (۳۰). اصل پیشرفت تمرین در قالب سه فاز طراحی گردید: فاز اول (جلسات ۱ تا ۶) با هدف آشنایی و اکتشاف (شدت پایین، RPE: ۳-۴، تعداد تکرار ۶ بار در هر ایستگاه و زمان استراحت ۳ دقیقه بین ایستگاه‌ها)، فاز دوم (جلسات ۷ تا ۱۲) با هدف تقویت و تثبیت (شدت متوسط، RPE: ۴-۵، افزایش تکرار به ۸ بار و کاهش زمان استراحت به ۲ دقیقه) و فاز سوم (جلسات ۱۳ تا ۱۸) با هدف تلفیق و ترکیب (شدت نسبتاً شدید، RPE: ۵-۶، افزایش تکرار به ۱۰ بار و کاهش زمان استراحت به ۱ دقیقه). این ساختار فازی بر اساس اصول یادگیری حرکتی و رشد شناختی کودکان طراحی شد (۲، ۳۰). معیارهای افزایش دشواری به صورت هفتگی بر اساس سه عامل اصلی اعمال گردید: (۱) افزایش تعداد تکرارها از ۶ به ۱۰ بار در هر ایستگاه، (۲) افزایش پیچیدگی شناختی از طریق اضافه شدن تکالیف دوگانه (هم‌زمان با حرکت، پاسخ به محرک شنیداری یا دیداری) در هفته‌های ۴ تا ۶ و (۳) کاهش تدریجی زمان استراحت بین ایستگاه‌ها از ۳ به ۱ دقیقه. همچنین در هر هفته، پارامترهای حرکتی شامل سرعت اجرا، دامنه حرکت و سطح بدن (پایین/میانی/بالا) تغییر داده می‌شد تا از عادت‌پذیری جلوگیری شود (۲، ۳۰). حجم عملی هر جلسه شامل ۳۰ دقیقه فعالیت مؤثر در ۵ ایستگاه بود که هر ایستگاه به مدت ۶ دقیقه و متناظر با یکی از پنج مؤلفه‌ی هوش حرکتی (کنترل بدن، حساسیت به ریتم، بیانگری کردن، تولید ایده حرکت و دستکاری شی) طراحی شده بود. همان‌طور که در جدول نگاشت (جدول ۱) نشان داده شده است، هر ایستگاه هوش حرکتی به‌طور مستقیم یک یا دو کارکرد اجرایی را هدف قرار می‌دهد. به عنوان نمونه، ایستگاه "کنترل بدن" با تمرینات نیازمند بازداري پاسخ و برنامه‌ریزی حرکتی، ایستگاه "حساسیت به ریتم" با تمرینات نیازمند حافظه‌ی کاری و توجه پایدار، و ایستگاه "تولید ایده حرکت" با تمرینات نیازمند انعطاف‌پذیری شناختی، به صورت هم‌زمان مؤلفه‌های هوش حرکتی و کارکردهای اجرایی را درگیر می‌کند. این حجم تمرینی بر اساس پژوهش‌های پیشین که نشان داده‌اند جلسات ۴۵ تا ۶۰ دقیقه‌ای با شدت سبک تا متوسط بیشترین تأثیر را بر کارکردهای اجرایی کودکان دارند، انتخاب گردید (۲۸، ۲۹، ۳۴).

این میزان تمرین مطابق با ابعاد کنترل بدن، حساسیت به ریتم، بیانگری کردن، تولید ایده حرکت و دستکاری شی بود. توانایی کنترل بدن متمرکز بر آشنایی کودک با جنبه‌های مختلف بدن خود، تعادل و ایجاد یک توالی حرکات بدن در یک برنامه ریزی منظم و دقیق می‌باشد. توانایی حساسیت به ریتم این قابلیت را در فرد ایجاد می‌کند که مطابق با ریتم و موزیک‌های مختلف حرکات متعددی را اجرا کند. این قابلیت منجر به یادگیری ریتم شخصی در حرکات متنوع ورزشی شده و ظرفیت شناختی و حرکتی فرد را ارتقا خواهد داد. توانایی بیانگری کردن به فرد کمک می‌کند به با حالات مختلف روانشناختی (شادی، غم، ترس) آشنا شده و بر طبق این حالات حرکت کند. مهمترین جنبه این توانایی این است که فرد را برای آینده در جهت داشتن یک ظرفیت بالا برای پیروزی به خصوص شکست آماده می‌کند. توانایی تولید ایده حرکت این دانش را در فرد ایجاد خواهد کرد که بتواند حرکات متعددی را تولید کرده و به نوعی به صورت خودتنظیم حرکت ابداع کند. این توانایی خلاقیت و نوآوری را در فرد ایجاد می‌کند. توانایی دستکاری نیز یک جنبه مرتبط با مهارت حرکتی بنیادی است که در ارتقای مهارت‌های حرکتی ظریف و درشت کمک می‌کند. در زیر جدول مداخله تمرینی هوش حرکتی ارائه شده است.

جدول ۲. مداخله تمرینی گروه هوش حرکتی

توانایی	تمرین	منابع
---------	-------	-------

شاموی کوک و وولکات، ۲۰۱۷، کیس اسمت و اوبرین، ۲۰۱۵؛ کربی و راولینسون، ۲۰۱۷، ملتزوف و دستی، ۲۰۱۳، مازنمر و روزنبلات، ۲۰۱۳؛ بیرری و بیرری، ۲۰۱۰	۱. تمرین آینه‌های معکوس و قطبی (تمرکز بر جداسازی اندام و بازداری) ۲. تمرین مسیرهای چندمرحله‌ای با دستورات متوالی ۳. تمرین تقلید الگوهای پیچیده با تاخیر ۴. بازی مجسمه‌های متحرک با تغییر جهت	کنترل بدن
زاتوره و همکاران، ۲۰۲۲؛ چنپ و همکاران، ۲۰۲۱، ویت و همکاران، ۲۰۲۱؛ لارجه و اسنادیر، ۲۰۲۰، تار و همکاران، ۲۰۲۰؛ فای و همکاران، ۲۰۲۳	تمرین ۱: رقص با متغیرهای سرعت تمرین ۲: پالس‌های دست و پا تمرین ۳: تمرین آهنگ ساز بدن تمرین ۴: هم زمانی گروهی با رهبری کودک	حساسیت به ریتم
شتیریا و همکاران، ۲۰۲۰؛ کوچ و همکاران، ۲۰۲۰، دیاموند و لینگ، ۲۰۲۰؛ لوبو و وینسلر، ۲۰۲۱، بورکارد و برنان، ۲۰۲۲؛ تورنتس و همکاران، ۲۰۲۳، مورسیا و همکاران، ۲۰۲۴	تمرین ۱: پاسخ احساسی چندکیفیتی به موسیقی تمرین ۲: مجسمه‌های پویا با تغییر احساس تمرین ۳: دیالوگ حرکتی بدون کلام تمرین ۴: خلق جمله حرکتی با تغییر ریتم	بیانگری کردن
اورس و همکاران، ۲۰۲۱؛ رود و همکاران، ۲۰۲۰، ممروت و فورلی، ۲۰۲۱؛ کاستانر و همکاران، ۲۰۲۲، ستوده و همکاران، ۲۰۲۴؛ پس و راد، ۲۰۲۰، حجتی و همکاران، ۲۰۲۵	تمرین ۱: حرکات ۵ ثانیه‌ای ابتکاری تمرین ۲: بازی تبدیل اشیا تمرین ۳: حرکات بسط یافته از یک ایده اولیه تمرین ۴: ترکیب خلاق عناصر حرکتی	تولید ایده حرکت
رود و همکاران، ۲۰۲۰؛ لوگان و همکاران، ۲۰۲۱، بارت و همکاران، ۲۰۲۲؛ رابینسون و همکاران، ۲۰۲۳، پیچ و همکاران، ۲۰۲۱؛ موراثو و همکاران، ۲۰۲۴، بارتولی و همکاران، ۲۰۲۵	تمرین ۱: دستکاری تطبیقی چند محدودیتی تمرین ۲: توالی سازی پیچیده دستکاری ظریف تمرین ۳: دستکاری دو طرفه ناهماهنگ تمرین ۴: طراحی و اجرای مسیر دستکاری خلاق	دستکاری

هوش حرکتی شامل ۵ مولفه اصلی است که در جدول ۳-۱ آمده است. در زیر به توضیح تمرینات هر بخش خواهیم پرداخت. ۱. مولفه کنترل بدن شامل سه بخش اصلی می باشد که در زیر به توضیح هر تمرین خواهیم پرداخت. ۱. تمرین آینه‌های معکوس و قطبی (تمرکز بر جداسازی اندام و بازداری): کودک باید در مقابل مربی بایستد. مربی حرکاتی را انجام می دهد که کودک باید دقیقاً عکس آن (در آینه) انجام دهد. این تمرین شامل سه سطح می باشد. سطح ۱: حرکات ساده (مثلاً مربی دست راست را بالا می برد، کودک دست چپ را بالا می برد). سطح ۲: (چالش اجرایی): مربی دست راست را بالا می برد، اما کودک باید پای چپ را بالا بیاورد (جداسازی کامل اندامها). سطح ۳: (کنترل بازداری): مربی یک حرکت سریع انجام می دهد، اما کودک باید تا شمارش معکوس مربی (۳، ۲، ۱) حرکت را انجام ندهد و پس از اعداد، حرکت را اجرا کند. این کار نیازمند برنامه ریزی دقیق و کنترل تکانه است (شاموی کوک و وولکات، ۲۰۱۷). ۲. تمرین مسیرهای چندمرحله‌ای با دستورات متوالی: طراحی یک مسیر با موانع ساده، برداشتن کارت ۳ یا ۴ دستوری توسط کودک و اجرای توالی حرکتی مثال: ۱. پریدن داخل حلقه اول با دو پا. ۲. راه رفتن روی خط تعادل با بالا بردن زانوهای متناوب. ۳. غلت زدن به جلو. ۴. ایستادن روی یک پا به مدت ۳ ثانیه. ۵. کودک باید قبل از شروع، مسیر را در ذهن مرور کند (برنامه ریزی)، سپس بدون توقف و با رعایت ترتیب اجرا کند (کیس اسمت و اوبرین، ۲۰۱۵؛ کربی و راولینسون، ۲۰۱۷). ۳. تمرین تقلید الگوهای پیچیده با تاخیر: مربی یک الگوی حرکتی ۱۰ ثانیه‌ای و پیچیده را اجرا می کند (مثلاً: یک دست به هوا، چرخش کمر، یک پرش، نشستن روی یک پا، اشاره به بینی). ۱. کودک باید الگو را نگاه کند اما بلافاصله تکرار نکند. ۲. پس از ۵ ثانیه سکوت (برای درگیر کردن حافظه کاری)، کودک باید الگو را با دقت بالا تکرار کند. ۳. در جلسات بعدی، می توان تعداد اجزای حرکتی را افزایش داد (از ۳ حرکت به ۶ حرکت) (ملتزوف و دستی، ۲۰۱۳). ۴. بازی مجسمه‌های متحرک با تغییر جهت: دویدن یا راه رفتن در فضای باز، بی حرکت کودک در یک نقطه خاص بعد از فرمان مربی چالش کنترل بدن: مربی فرمان می دهد: "الان فقط روی انگشتان پا بایست" "الان دست‌ها را به سمت بالا بکش و وزن را روی پاشنه بگذار" "الان یک پا را بالا بیاور". کودک باید در کسری از ثانیه، مرکز ثقل بدن را جابجا کند و آن بخش از بدن را که خواسته شده فعال یا غیرفعال کند (مازنمر و روزنبلات، ۲۰۱۳؛ بیرری و بیرری، ۲۰۱۰).

۲. مولفه حساسیت به ریتم شامل ۴ تمرین می باشد که در زیر هر تمرین شرح داده شده است. ۱. تمرین رقص با متغیرهای سرعت: هدف این تمرین همگام سازی با ریتم های ثابت و تغییر ناگهانی سرعت می باشد. کودک با یک موزیک مشخص شروع به حرکت می کند (مثلاً راه رفتن یا درجا زدن). مربی هر ۱۰ ثانیه، سرعت موزیک را تغییر می دهد. کودک باید بدون توقف حرکت، بلافاصله گام ها یا حرکات خود را با ریتم جدید هماهنگ کند. در سطح پیشرفته تر می توان از تغییر ناگهانی ریتم استفاده کرد. مثلاً موزیک در ضرب های زوج قطع می شود و کودک باید در ضرب های فرعی حرکت کند. این تمرین انعطاف پذیری شناختی را در کنار هماهنگی حرکتی تقویت می کند (زاتوره و همکاران، ۲۰۲۲؛ چناب و همکاران، ۲۰۲۱). ۲. تمرین پالس های دست و پا: هدف این تمرین ایجاد ریتم های مستقل برای نیمکره چپ و راست بدن در همگامی با یک منبع خارجی می باشد. یک موزیک با ضرب آهنگ واضح پخش می شود. کودک باید دست هایش را با ضرب های اصلی بزند. همزمان، پاهایش باید با ضرب های فرعی یا با یک الگوی متفاوت (مثلاً یک پا در هر دو ضرب) حرکت کنند. برای ایجاد چالش مربی الگوی ریتمیک را تغییر می دهد (مثلاً الگوی ۳:۲). کودک باید سعی کند این الگوی ریتمیک پیچیده را با بدنش اجرا کند در حالی که موزیک همچنان با ریتم ساده پخش می شود. این تمرین نیازمند «توجه تقسیم شده» (و جداسازی پردازش ریتمی از اجزای حرکتی) (ویت و همکاران، ۲۰۲۱؛ لارجه و اسانیدر، ۲۰۲۰). ۳. تمرین آهنگ ساز بدن: هدف این تمرین تولید الگوهای ریتمیک شخصی و ثبت/تکرار آن ها می باشد. کودک باید یک الگوی ریتمیک ۴ ضربی با بدن خود بسازد. مثلاً: (کوبیدن سینه - دست زدن - پا کوبیدن - سکوت). کودک باید این الگو را به صورت مداوم تکرار کند (حفظ تمپو). برای ایجاد چالش مربی از کودک می خواهد که در هر ۴ ضرب، یکی از اجزا را حذف یا جایگزین کند (مثلاً در دور بعد، به جای دست زدن، سر تکان دهد). کودک باید ریتم کلی را حفظ کند اما تغییرات را در اجرا اعمال کند. این تمرین «حافظه کاری شنیداری-حرکتی» را درگیر می کند و خلاقیت ریتمیک را تقویت می نماید (تار و همکاران، ۲۰۲۰؛ فای و همکاران، ۲۰۲۳). ۴. تمرین هم زمانی گروهی با رهبری کودک: هدف این تمرین تنظیم ریتم شخصی برای اثرگذاری بر دیگران می باشد. کودکان در دایره می ایستند. یک کودک به عنوان «رهبر ریتم» انتخاب می شود. او باید با حرکات بدن (مثل دست زدن، پا کوبیدن یا رقصیدن آرام) یک ریتم پایه ایجاد کند. سایر کودکان باید سعی کنند حرکات خود را دقیقاً با ریتم رهبر هماهنگ کنند. برای ایجاد چالش رهبر باید ریتم را تغییر دهد (سریع تر، کندتر، یا تغییر الگو) و بقیه باید او را دنبال کنند. این تمرین درک تداعی حسی-حرکتی و مسئولیت اجتماعی ریتم را تقویت می کند (زاتوره و همکاران، ۲۰۲۲؛ چناب و همکاران، ۲۰۲۱).

۳. مولفه بیانگری کردن شامل ۴ تمرین می باشد که در زیر هر تمرین شرح داده شده است. ۱. پاسخ احساسی چند کیفیتی به موسیقی: هدف این تمرین افزایش توانایی بیان حالات هیجانی از طریق تغییر کیفیت های حرکتی (وزن، زمان، فضا، جریان) در پاسخ به ملودی های مختلف می باشد. مدت زمان اجرا ۲۰ دقیقه است. روش اجرا به این صورت است که سه قطعه موسیقی با حالات متفاوت (آرام، شاد، تنش زا) پخش می شود. کودک باید بدون کلام، با تغییر سرعت، دامنه حرکت، سطح بدن (پایین/میانی/بالا)، انرژی احساس موسیقی را نمایش دهد. در مرحله پیشرفته مربی ناگهان موسیقی را تغییر می دهد؛ کودک باید فوراً کیفیت حرکت را تغییر دهد. این تمرین ارتباط بالایی با انعطاف پذیری شناختی، مهار پاسخ، توجه پایدار نیز دارد (شتیریا و همکاران، ۲۰۲۰؛ کوچ و همکاران، ۲۰۲۰). ۲. مجسمه های پویا با تغییر احساس: هدف این تمرین تقویت توانایی تثبیت و تغییر سریع حالات بدنی برای بیان هیجان می باشد. مدت زمان تمرین ۱۵-۲۰ دقیقه است. روش اجرا بدین صورت است که مربی کارت هیجانی نشان می دهد (خشم، غرور، اضطراب، آرامش). کودک در ۳ ثانیه «مجسمه بدنی» می سازد. با صدای ضربه، باید در کمتر از ۲ ثانیه احساس را تغییر دهد. در مرحله پیشرفته می توان انتقال تدریجی بین دو احساس متضاد (مثلاً ترس و شجاعت) با ۵ گام حرکتی را ایجاد کرد (دیاموند و لینگ، ۲۰۲۰؛ لوبو و وینسلر، ۲۰۲۱). ۳. دیالوگ حرکتی بدون کلام: هدف این تمرین بیان احساس و نیت از طریق تعامل بدنی با همسال است. مدت زمان تمرین ۲۰-۲۵ دقیقه است. روش اجرا بدین صورت است که کودکان دو نفره روبروی هم قرار می گیرند. نفر اول یک «پیام احساسی» را با حرکت منتقل می کند (مثلاً دعوت، مخالفت، خوشحالی). نفر دوم باید بدون صحبت، پاسخ حرکتی متناسب ارائه دهد. در دور بعد، نقش ها عوض می شود. در مرحله پیشرفته افزودن موسیقی پس زمینه برای تغییر بار هیجانی تعامل مفید می باشد (بورکارد و برنان، ۲۰۲۲؛ تورنتس و همکاران، ۲۰۲۳). ۴. خلق جمله حرکتی با تغییر ریتم: هدف این تمرین بیان یک مفهوم انتزاعی از طریق توالی حرکتی ساختاریافته است. مدت زمان تمرین ۲۵ دقیقه است. روش اجرا بدین صورت است که مفاهیمی مثل «امید»، «رقابت»، «دوستی»، «تنهایی» ارائه می شود. کودک باید یک توالی ۴ بخشی طراحی کند: حرکت آهسته، حرکت انفجاری، حرکت در سطح پایین، پایان در سطح بالا. در اجرای دوم، همان توالی باید با ریتم متفاوت اجرا شود (مورسیا و همکاران، ۲۰۲۴؛ شتیریا و همکاران، ۲۰۲۰).

۴. مولفه تولید ایده حرکت شامل ۴ تمرین می باشد که در زیر هر تمرین شرح داده شده است. ۱. حرکات ۵ ثانیه ای ابتکاری: هدف این تمرین

افزایش توان تولید سریع ایده‌های حرکتی جدید و گسترش دامنه حرکتی می‌باشد. روش اجرا بدین صورت است که مربی یک مفهوم ساده می‌گوید: «پرش»، «چرخش»، «تعادل»، «دست‌کاری شیء». کودک فقط ۵ ثانیه زمان دارد تا یک حرکت ابتکاری، متفاوت و جدید خلق کند. تکرار با قیدهای محدودکننده: فقط روی یک پا، فقط با دست‌ها، بدون جابه‌جایی و استفاده از یک نقطه تماس با زمین. در مرحله پیشرفته می‌توان تولید ۳ نسخه‌ی متفاوت از همان ایده در کمتر از ۲۰ ثانیه ایجاد کرد. این تمرین هم تولید ایده حرکتی و هم انعطاف‌پذیری شناختی را تحریک می‌کند (اورس و همکاران، ۲۰۲۱؛ رود و همکاران، ۲۰۲۰). ۲: بازی تبدیل اشیاء: هدف این تمرین پرورش توانایی تبدیل یک شیء ساده به کاربردهای حرکتی خلاق می‌باشد. روش اجرا بدین صورت است که یک وسیله ساده ارائه می‌شود: طناب، حلقه، توپ نرم، پارچه. کودک باید حرکت‌هایی طراحی کند که شیء «نقش متفاوتی» پیدا کند: طناب → مار → بادبادک → نردبان. پارچه → بال پروانه → موج دریا → شنل. در مرحله پیشرفته ساخت یک توالی ۴ حرکتی با استفاده از شیء و ارائه نام برای هر بخش مهم می‌باشد. این فعالیت مستقیماً به ابداع ایده‌های حرکتی و بسط ایده‌ها مربوط است و در پژوهش‌های تازه‌ی خلاقیت حرکتی استفاده می‌شود (ممرت و فورلی، ۲۰۲۱؛ کاستانر و همکاران، ۲۰۲۲). ۳: حرکات بسط‌یافته از یک ایده اولیه: هدف این تمرین توانایی گسترش یک ایده حرکتی اولیه و تولید نسخه‌های پیچیده‌تر می‌باشد. روش اجرا بدین صورت است که مربی یک حرکت ساده نشان می‌دهد (مثلاً بالا بردن دست). کودک باید این حرکت را در ۳ سطح بسط دهد: نسخه ۱ = تغییر کوچک (مثلاً دست + چرخش کوچک)، نسخه ۲ = تغییر متوسط (افزودن پاها، تغییر سطح بدن)، نسخه ۳ = نسخه ابتکاری (تغییر کیفیت، اضافه کردن حرکت در فضا، تغییر انرژی) (ستوده و همکاران، ۲۰۲۴؛ پس و راد، ۲۰۲۰). ۴: ترکیب خلاق عناصر حرکتی: هدف این تمرین افزایش توان تولید ترکیبات جدید از عناصر حرکتی می‌باشد. روش اجرا بدین صورت است که مربی ۳ کارت حرکتی به کودک می‌دهد (مثلاً پرش - چرخش - توقف). کودک باید این عناصر را به ۳ ترتیب متفاوت ترکیب کند و هر کدام را اجرا نماید. مرحله پیشرفته: اضافه شدن کارت‌های «کیفیت حرکت» (مثلاً سریع/آرام، سبک/سنگین، منحنی/مستقیم). کودک باید یک جمله حرکتی کامل با ۳-۵ عنصر بسازد. می‌توان از موسیقی متضاد برای افزایش پیچیدگی استفاده کرد (حجتی و همکاران، ۲۰۲۵).

۵. مولفه دستکاری شیء شامل ۴ تمرین می‌باشد که در زیر هر تمرین شرح داده شده است. ۱: دستکاری تطبیقی چند محدودیتی: هدف این تمرین افزایش مهارت دستکاری در شرایط متغیر و افزایش کنترل اجرایی در حرکت می‌باشد. تجهیزات: توپ نرم، توپ تیس، کیسه شن، حلقه سبک. روش اجرا: کودک باید شیء را در مسیر مشخصی هدایت کند (غلطانند، پرتاب-دریافت، ضربه با دست یا پا). مربی به‌صورت تدریجی محدودیت اضافه می‌کند: استفاده فقط از دست غیرغالب، تغییر ارتفاع یا فاصله هدف، اجرای همزمان با شمارش معکوس، پاسخ به نشانه رنگی (تغییر نوع حرکت بر اساس رنگ). مرحله پیشرفته: ترکیب دو شیء به‌صورت همزمان (مثلاً یک توپ در هر دست با الگوی متفاوت). بر اساس مدل Ecological Dynamics، تغییر محدودیت‌ها باعث افزایش تطابق‌پذیری و مهارت واقعی در دستکاری شیء می‌شود (رود و همکاران، ۲۰۲۰؛ لوگان و همکاران، ۲۰۲۱). ۲: توالی‌سازی پیچیده دستکاری ظریف: هدف تقویت مهارت‌های ظریف انگشتی همراه با برنامه‌ریزی حرکتی است. تجهیزات: مهره‌های ریز، گیره لباس، پیچ و مهره پلاستیکی، توپ کوچک. روش اجرا: ایستگاه‌های متوالی طراحی می‌شود: انتقال مهره با انبرک، بستن پیچ و مهره با سرعت کنترل‌شده، ضربه دقیق به توپ کوچک برای ورود به هدف، ساخت یک الگوی مشخص با قطعات کوچک. مرحله پیشرفته: اجرای توالی بدون نمایش مجدد الگو (حافظه کاری حرکتی) و تغییر ترتیب ایستگاه‌ها پس از هر دور (بارنت و همکاران، ۲۰۲۲؛ رایبنسون و همکاران، ۲۰۲۳). ۳: دستکاری دوطرفه ناهماهنگ: هدف این تمرین افزایش هماهنگی بین نیمکره‌ای و کنترل دوطرفه می‌باشد. تجهیزات دو توپ متفاوت (یکی بزرگ و سبک، یکی کوچک و سنگین). روش اجرا: دست غالب: پرتاب و دریافت عمودی توپ سبک؛ دست غیرغالب: همزمان غلطانند توپ کوچک در مسیر مارپیچ، تغییر الگو پس از سیگنال صوتی. مرحله پیشرفته: تغییر ریتم هر دست و اضافه کردن چرخش بدن (پیچ و همکاران، ۲۰۲۱؛ مورائو و همکاران، ۲۰۲۴). ۴: طراحی و اجرای مسیر دستکاری خلاق: هدف این تمرین ترکیب دستکاری درشت + ظریف با حل مسئله حرکتی است. تجهیزات: موانع، حلقه، توپ، طناب می‌باشد. روش اجرا: کودک باید مسیری طراحی کند که شامل حداقل ۴ نوع دستکاری متفاوت باشد: دریل، پرتاب به هدف، عبور شیء از مانع و انتقال شیء با یک دست خاص. کودک مسیر را اجرا کرده و سپس نسخه بهینه‌تر طراحی می‌کند. مرحله پیشرفته: اجرای مسیر تحت محدودیت زمانی یا با تغییر ناگهانی قوانین (بارتولی و همکاران، ۲۰۲۵). لازم به ذکر است که مداخله تمرینی به کار گرفته شده در جدول ۲ برگرفته از مقاله مشکور و هامید [۲۸] می‌باشد.

تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل آماری در این تحقیق، از میانگین و انحراف معیار به عنوان آمار توصیفی استفاده شد. پیش از بررسی داده‌ها از آزمون شاپیرو-

ویلیک برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها و از آزمون لون برای برابری واریانس‌ها استفاده شد. سپس بعد از بررسی توزیع نرمال داده‌ها و برابری واریانس‌ها جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری تحلیل کوواریانس به همراه آزمون پیگردی بنفرونی استفاده شد. کلیه تجزیه و تحلیل داده‌ها در سطح معناداری ۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام گرفت.

یافته‌ها

جدول ۳ مربوط به میانگین و انحراف معیار به دست آمده در متغیرهای مربوط به کارکردهای اجرایی شامل آزمون استروپ و ویسکانسین می‌باشد.

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار کارکردهای اجرایی گروه‌های تحقیق

متغیر	مرحله	هوش حرکتی	گروه کنترل
تعداد خطا همخوان	پیش آزمون	0.33 ± 9.64	0.55 ± 9.60
	پس آزمون	0.77 ± 6.77	0.48 ± 7.95
تعداد خطا ناهمخوان	پیش آزمون	0.56 ± 12.15	0.50 ± 12.79
	پس آزمون	0.84 ± 7.74	0.76 ± 9.25
پاسخ صحیح همخوان	پیش آزمون	0.86 ± 27.53	0.49 ± 26.84
	پس آزمون	1.68 ± 30.69	0.57 ± 28.45
پاسخ صحیح ناهمخوان	پیش آزمون	0.43 ± 18.67	0.27 ± 18.29
	پس آزمون	2.15 ± 22.44	0.83 ± 20.17
زمان واکنش همخوان (میلی ثانیه)	پیش آزمون	5.11 ± 110.74	3.63 ± 110.48
	پس آزمون	1.62 ± 106.24	9.00 ± 108.24
زمان واکنش ناهمخوان (میلی ثانیه)	پیش آزمون	5.11 ± 120.65	4.09 ± 120.70
	پس آزمون	1.62 ± 116.25	9.10 ± 118.95
تداخل	پیش آزمون	2.06 ± 112.11	1.68 ± 112.14
	پس آزمون	1.05 ± 105.27	0.73 ± 109.57
ویسکانسین			
تعداد طبقات	پیش آزمون	0.26 ± 3.49	0.18 ± 3.61
	پس آزمون	0.11 ± 4.10	0.09 ± 3.95
خطای در جاماندگی	پیش آزمون	0.78 ± 24.13	0.81 ± 24.21
	پس آزمون	1.18 ± 20.39	0.63 ± 22.23
خطای خاص	پیش آزمون	0.89 ± 25.20	0.83 ± 25.27
	پس آزمون	1.23 ± 21.39	0.81 ± 23.41

یافته‌های جدول ۳ نشان می‌دهد که گروه‌های تحقیق از پیش آزمون تا پس آزمون در تمامی متغیرهای کارکردهای اجرایی استروپ و ویسکانسین بهبود معناداری را نشان دادند. اما با توجه به میانگین‌های بدست آمده در جدول می‌توان گزارش کرد که از بین دو گروه هوش حرکتی و کنترل، گروه هوش حرکتی عملکرد بهتری را در کارکرد اجرایی نشان داد.

پیش از اجرای تحلیل کوواریانس، پیش‌فرض‌های آن بررسی گردید. نرمال بودن داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک (دامنه: $p\text{-value}: 0.08$ تا 0.94) و برابری واریانس‌ها با آزمون لون (دامنه: $p\text{-value}: 0.11$ تا 0.87) تأیید شد. همگنی شیب رگرسیون با آزمون تعامل گروه $\times$ پیش‌آزمون تأیید گردید (دامنه: $p\text{-value}: 0.12$ تا 0.64 و $\eta^2: 0.06$ تا 0.09). خطی بودن رابطه با نمودارهای پراکنش و استقلال کوواریت از گروه با آزمون تی مستقل تأیید شد (دامنه: $p\text{-value}: 0.12$ تا 0.89). همچنین نرمال بودن باقیمانده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک بر روی Residuals تأیید گردید (دامنه: $p\text{-value}: 0.09$ تا 0.91). با تأیید تمامی پیش‌فرض‌ها، داده‌ها با استفاده از ANCOVA و در سطح معناداری ۰/۰۵ تحلیل شدند. همچنین، با توجه به تعدد متغیرهای وابسته، برای کنترل خطای نوع اول از روش تعدیل بنفرونی استفاده شد و سطح معناداری تعدیل شده برای متغیرهای استروپ (۰/۰۰۷) و ویسکانسین (۰/۰۱۷) محاسبه گردید.

جهت بررسی تاثیر تمرینات مبتنی بر هوش حرکتی بر کارکردهای اجرایی کودکان و تفاوت بین گروه‌های تحقیق از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. در این آزمون متغیر پیش آزمون به عنوان متغیر مداخله گر لحاظ گردید. نتایج در جدول ۴ و ۵ خلاصه شده است.

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل کواریانس برای مقادیر آزمون استروپ

منبع تغییرات	مجموع مجزورات	df	میانگین مجزورات	F	Sig	Eta
تعداد خطا همخوان						
پیش فرض همگنی شیب رگرسیون	۰/۱۲	۱	۰/۱۲	۰/۳۰	۰/۵۸	۰/۰۰۸
پیش آزمون	۱/۶۴	۱	۱/۶۴	۵/۰۰	*۰/۰۳۱	۰/۱۱۹
گروه	۱۵/۱۹	۱	۱۵/۱۹	۴۶/۳۴	*۰/۰۰۱	۰/۵۵۴
تعداد خطا ناهمخوان						
پیش فرض همگنی شیب رگرسیون	۰/۵۰	۱	۰/۵۰	۰/۴۸	۰/۴۹	۰/۰۱۳
پیش آزمون	۵/۱۸	۱	۵/۱۸	۴/۹۶	*۰/۰۳۲	۰/۱۱۸
گروه	۲۰/۴۷	۱	۲۰/۴۷	۱۹/۶۰	*۰/۰۰۱	۰/۳۴۶
پاسخ صحیح همخوان						
پیش فرض همگنی شیب رگرسیون	۳/۲۳	۱	۳/۲۳	۲/۵۶	۰/۱۱۸	۰/۰۶۶
پیش آزمون	۱۰/۹۱	۱	۱۰/۹۱	۸/۲۹	*۰/۰۰۷	۰/۱۸۳
گروه	۲۳/۰۶	۱	۲۳/۰۶	۱۷/۵۳	*۰/۰۰۱	۰/۳۳۱
پاسخ صحیح ناهمخوان						
پیش فرض همگنی شیب رگرسیون	۲/۱۳	۱	۲/۱۳	۱/۹۵	۰/۱۱۷	۰/۰۵۱
پیش آزمون	۱۰/۸۲	۱	۱۰/۸۲	۹/۶۳	*۰/۰۰۴	۰/۲۰۷
گروه	۱۱۶/۶۷	۱	۱۱۶/۶۷	۱۰۳/۸۱	*۰/۰۰۱	۰/۷۳۷
زمان واکنش همخوان						
پیش فرض همگنی شیب رگرسیون	۷۲/۳۲	۱	۷۲/۳۲	۰/۲۶	۰/۶۱	۰/۰۰۷
پیش آزمون	۱۶۲۹/۶۷	۱	۱۶۲۹/۶۷	۵/۹۷	*۰/۰۱۹	۰/۱۳۹
گروه	۸۸۱۸/۵۲	۱	۸۸۱۸/۵۲	۳۲/۳۰	*۰/۰۰۱	۰/۴۶۶
زمان واکنش ناهمخوان						
پیش فرض همگنی شیب رگرسیون	۳۰۸/۲۳	۱	۳۰۸/۲۳	۱/۶۵	۰/۲۰	۰/۰۴۴
پیش آزمون	۱۰۰۳/۰۱	۱	۱۰۰۳/۰۱	۵/۲۹	*۰/۰۲۷	۰/۱۲۵
گروه	۶۶۴۸/۸۰	۱	۶۶۴۸/۸۰	۳۵/۱۰	*۰/۰۰۱	۰/۴۸۷
تداخل						
پیش فرض همگنی شیب رگرسیون	۴/۴۰	۱	۴/۴۰	۱/۵۰	۰/۲۲	۰/۰۴۰
پیش آزمون	۱۶/۳۲	۱	۱۶/۳۲	۵/۵۰	*۰/۰۲۴	۰/۱۳۰
گروه	۱۸۳/۵۱	۱	۱۸۳/۵۱	۶۱/۹۲	*۰/۰۰۱	۰/۶۲۶

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می شود، نتایج نشان داد که تعامل بین متغیر مستقل و متغیر کوواریانس برای تعداد خطا همخوان ($F=0.30, sig=0.58, \eta^2=0.008$)، تعداد خطا ناهمخوان ($F=5.00, sig=0.031, \eta^2=0.119$)، پاسخ صحیح همخوان ($F=46.34, sig=0.001, \eta^2=0.554$)، پاسخ صحیح ناهمخوان ($F=0.48, sig=0.49, \eta^2=0.013$)، زمان واکنش همخوان ($F=8.29, sig=0.007, \eta^2=0.183$)، زمان واکنش ناهمخوان ($F=9.63, sig=0.004, \eta^2=0.207$)، و تداخل ($F=1.50, sig=0.22, \eta^2=0.040$) معنادار نیست؛ در نتیجه پیش فرض همگنی شیب رگرسیون رعایت شده است.

با توجه به تأیید پیش فرض همگنی شیب رگرسیون در آزمون آنکوا، ما به بررسی تأثیر تمرین با هوش حرکتی بر کارکردهای اجرایی (آزمون استروپ) پرداختیم. نتایج آزمون آنکوا نشان داد که متغیر پیش آزمون برای متغیرهای تعداد خطا همخوان ($F=5.00, sig=0.031, \eta^2=0.119$)، تعداد خطا ناهمخوان ($F=4.96, sig=0.032, \eta^2=0.118$)، پاسخ صحیح همخوان ($F=8.29, sig=0.007, \eta^2=0.183$)، پاسخ صحیح ناهمخوان ($F=9.63, sig=0.004, \eta^2=0.207$)، زمان واکنش همخوان ($F=5.97, sig=0.019, \eta^2=0.139$)، زمان واکنش ناهمخوان ($F=5.125, sig=0.027, \eta^2=0.125$)، و تداخل ($F=5.29, sig=0.024, \eta^2=0.130$) به درستی انتخاب شده است. نتایج مربوط به تفاوت تأثیر بین گروهی

در متغیرهای تعداد خطا همخوان ($F=46/34$, $sig=0/001$, $\eta^2=0/556$)، تعداد خطا ناهمخوان ($F=19/60$, $sig=0/001$, $\eta^2=0/346$)، پاسخ صحیح همخوان ($F=17/53$, $sig=0/001$, $\eta^2=0/321$)، پاسخ صحیح ناهمخوان ($F=103/81$, $sig=0/001$, $\eta^2=0/737$)، زمان واکنش همخوان ($F=32/30$, $sig=0/001$, $\eta^2=0/466$)، زمان واکنش ناهمخوان ($F=35/10$, $sig=0/001$, $\eta^2=0/487$)، تداخل ($F=6/26$)، $\eta^2=0/10$ ($F=61/92$, $sig=0/001$) نیز نشان داد که بین گروه های تحقیق تفاوت معناداری وجود داشته و از بین گروه های تحقیق گروه هوش حرکتی منجر به نتایج بهتری در متغیرهای آزمون استروپ کارکردهای اجرایی نسبت به گروه کنترل شده بود. بنابراین با توجه میانگین های بیشتر بدست آمده در گروه هوش حرکتی نسبت به گروه کنترل در جدول میانگین ها و با توجه به حذف اثرات اولیه نمرات پیش آزمون تاثیر گروه هوش حرکتی در بهبود نمره استروپ کودکان بیشتر بود. به عبارت دیگر، گروه هوش حرکتی با اندازه اثر $0/55$ برای تعداد خطا همخوان، $0/34$ برای خطا ناهمخوان، $0/32$ پاسخ صحیح همخوان، $0/73$ پاسخ صحیح ناهمخوان، $0/46$ زمان واکنش همخوان، $0/48$ زمان واکنش ناهمخوان و $0/62$ تداخل به ترتیب 50 ، 34 ، 32 ، 73 ، 46 ، 48 درصد از واریانس متغیرهای آزمون استروپ را پیش بینی می کند.

جدول ۵. نتایج آزمون تحلیل کواریانس برای مقادیر آزمون ویسکانسین

منبع تغییرات	مجموع مجزورات	Df	میانگین مجزورات	F	Sig	Eta
تعداد طبقات						
پیش فرض همگنی شیب رگرسیون	0/00	1	0/00	0/21	0/64	0/006
پیش آزمون	0/10	1	0/10	13/30	*0/001	0/264
گروه	0/32	1	0/32	40/83	*0/001	0/525
خطای درجاماندگی						
پیش فرض همگنی شیب رگرسیون	2/63	1	0/87	1/74	0/16	0/092
پیش آزمون	9/34	1	9/34	6/89	*0/013	0/157
گروه	49/67	1	49/67	36/64	*0/001	0/498
خطای خاص						
پیش فرض همگنی شیب رگرسیون	0/27	1	0/27	0/28	0/59	0/008
پیش آزمون	6/51	1	6/51	6/94	*0/012	0/158
گروه	38/48	1	38/48	41/03	*0/001	0/526

همانطور که در جدول ۵ مشاهده می شود تعامل بین متغیر مستقل و متغیر کواریانس برای تعداد طبقات ($F=0/21$, $sig=0/64$, $\eta^2=0/006$)، خطا درجاماندگی ($F=17/54$, $sig=0/016$, $\eta^2=0/092$) و خطای خاص ($F=0/28$, $sig=0/59$, $\eta^2=0/008$) معنادار نیست؛ در نتیجه پیش فرض همگنی شیب رگرسیون رعایت شده است.

با توجه به تایید پیش فرض همگنی شیب رگرسیون در آزمون آنکوا، ما به بررسی تاثیر تمرین با شرایط هوش حرکتی بر کارکردهای اجرایی (آزمون ویسکانسین) پرداختیم. نتایج آزمون آنکوا نشان داد که متغیر پیش آزمون برای متغیرهای تعداد طبقات ($F=13/30$, $sig=0/001$, $\eta^2=0/264$)، خطا درجاماندگی ($F=6/89$, $sig=0/013$, $\eta^2=0/157$) و خطای خاص ($F=40/83$, $sig=0/001$, $\eta^2=0/525$) به درستی انتخاب شده است. همچنین نتایج مربوط به تفاوت تاثیر بین گروهی در متغیرهای تعداد طبقات ($F=41/03$, $sig=0/001$, $\eta^2=0/526$)، خطا درجاماندگی ($F=36/64$, $sig=0/001$, $\eta^2=0/498$) و خطای خاص ($F=41/03$, $sig=0/001$, $\eta^2=0/526$) نیز نشان داد که بین گروه های تحقیق تفاوت معناداری وجود داشته و از بین گروه های تحقیق گروه هوش حرکتی منجر به نتایج بهتری در متغیرهای آزمون ویسکانسین کارکردهای اجرایی نسبت به گروه کنترل شده بود. بنابراین با توجه میانگین های بیشتر بدست آمده در گروه هوش حرکتی نسبت به گروه کنترل در جدول میانگین ها و با توجه به حذف اثرات اولیه نمرات پیش آزمون تاثیر گروه هوش حرکتی در بهبود نمره ویسکانسین کودکان بیشتر بود. به عبارت دیگر، گروه هوش حرکتی با اندازه اثر $0/52$ برای تعداد طبقات، $0/49$ برای خطا درجاماندگی، $0/52$ خطای خاص، به ترتیب 52 ، 49 ، 52 درصد از واریانس متغیرهای آزمون ویسکانسین را پیش بینی می کند.

جدول ۷. شاخص های تکمیلی تحلیل کواریانس برای متغیرهای کارکرد اجرایی

متغیر	گروه	میانگین تعدیل شده	تفاوت میانگین	خطای استاندارد	فاصله اطمینان ۹۵٪	سطح معناداری
خطا همخوان	هوش حرکتی	۶/۷۷	-۱/۱۸	۰/۱۸	(-۰/۸۲، -۱/۵۴)	۰/۰۰۱
	کنترل	۷/۹۵				
خطا ناهمخوان	هوش حرکتی	۷/۷۴	-۱/۵۱	۰/۳۲	(-۰/۸۷، -۲/۱۵)	۰/۰۰۱
	کنترل	۹/۲۵				
پاسخ صحیح همخوان	هوش حرکتی	۳۰/۶۹	۲/۲۴	۰/۵۴	(+۱/۱۶، +۳/۳۲)	۰/۰۰۱
	کنترل	۲۸/۴۵				
پاسخ صحیح ناهمخوان	هوش حرکتی	۲۲/۴۴	۲/۲۷	۰/۲۲	(+۱/۸۳، +۳/۷۱)	۰/۰۰۱
	کنترل	۲۰/۱۷				
زمان واکنش همخوان	هوش حرکتی	۱۰۶۲/۵۹	-۲۰/۶۵	۳/۶۴	(-۱۳/۳۷، -۲۷/۹۳)	۰/۰۰۱
	کنترل	۱۰۸۳/۲۴				
زمان واکنش ناهمخوان	هوش حرکتی	۱۱۶۲/۵۷	-۱۹/۳۸	۳/۲۷	(-۱۲/۸۴، -۲۵/۹۲)	۰/۰۰۱
	کنترل	۱۱۸۱/۹۵				
تداخل	هوش حرکتی	۱۰۵/۲۷	-۴/۳۰	۰/۵۵	(-۳/۲۰، -۵/۴۰)	۰/۰۰۱
	کنترل	۱۰۹/۵۷				
طبقات	هوش حرکتی	۴/۱۰	۰/۱۵	۰/۰۲	(-۰/۱۱، -۰/۱۹)	۰/۰۰۱
	کنترل	۳/۹۵				
خطای درجاماندگی	هوش حرکتی	۲۰/۳۹	-۱/۸۴	۰/۳۱	(-۱/۲۲، -۲/۴۶)	۰/۰۰۱
	کنترل	۲۲/۲۳				
خطای خاص	هوش حرکتی	۲۱/۳۹	-۲/۰۲	۰/۳۲	(-۱/۳۸، -۲/۶۶)	۰/۰۰۱
	کنترل	۲۳/۴۱				

نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که پس از تعدیل نمرات پیش‌آزمون، میانگین تعدیل شده گروه هوش حرکتی در تمامی متغیرهای کارکرد اجرایی بهتر از گروه کنترل بود. فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای تمامی متغیرها فاقد صفر است که نشان‌دهنده معناداری آماری تفاوت‌ها می‌باشد ($p < 0/001$)، بیشترین تفاوت میانگین تعدیل شده مربوط به متغیرهای پاسخ صحیح ناهمخوان و زمان واکنش همخوان بود. به‌طور کلی، مداخله‌ی هوش حرکتی تأثیر مثبت و معناداری بر تمامی مؤلفه‌های کارکرد اجرایی داشته است.

بحث

تحقیق حاضر با هدف تدوین بسته تمرینی مبتنی بر هوش حرکتی و بررسی تأثیر آن بر کارکردهای اجرایی کودکان ۹ تا ۱۲ سال بود. نتایج تجزیه و تحلیل‌های آماری حاکی از آن است که گروه تمرین هوش حرکتی نسبت به گروه کنترل بر بهبود کارکردهای تأثیر معناداری داشت. تفسیر نتایج این تحقیق در زیر گزارش شده است.

نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که گروه هوش حرکتی در مقایسه با گروه کنترل، کاهش معناداری در تعداد خطاهای همخوان ($\eta^2 = 0/554$)، ناهمخوان ($\text{Sig} = 0/001$) و ناهمخوان ($\eta^2 = 0/346$) داشت. همچنین افزایش معناداری در پاسخ‌های صحیح همخوان ($\eta^2 = 0/331$)، ناهمخوان ($\text{Sig} = 0/001$) و ناهمخوان ($\eta^2 = 0/337$) مشاهده شد. علاوه بر این، زمان واکنش در هر دو شرایط همخوان ($\eta^2 = 0/466$) و ناهمخوان ($\text{Sig} = 0/001$) و ناهمخوان ($\eta^2 = 0/487$) به‌طور معناداری کاهش یافت و نمره تداخل ($\text{Sig} = 0/001$) به‌طور چشمگیری بهبود پیدا کرد.

این یافته با نتایج پژوهش‌های پیشین که به بررسی تأثیر مداخلات حرکتی بر بازداري پاسخ و توجه انتخابی پرداخته‌اند، همخوانی کامل دارد. شاهی و همکاران [۲۵] نشان دادند که بازی درمانی مبتنی بر کارکردهای اجرایی می‌تواند به‌طور معناداری مؤلفه‌های بازداري پاسخ و توجه انتخابی را در کودکان بهبود بخشد. همچنین امینی و همکاران [۱۸] در مطالعه‌ای بر روی کودکان دارای اختلال کم‌توجهی-بیش‌فعالی نشان دادند که تمرینات یکپارچه‌سازی حسی-حرکتی می‌تواند بازداري پاسخ را به‌طور معناداری افزایش دهد. علت اصلی این هم‌سویی را می‌توان در ماهیت تمرینات هوش حرکتی جستجو کرد که به‌طور خاص بر مؤلفه‌های کنترل بدن و تولید ایده حرکت تأکید دارند. در این تمرینات، کودک باید به‌طور مداوم پاسخ‌های حرکتی غالب خود را مهار کرده و پاسخ‌های جدید و غیرهمانند را اجرا کند. به عنوان مثال، در تمرینات کنترل بدن، کودک باید

با دریافت فرمان مربی، حرکت موافق یا مخالف را انجام دهد که این امر مستلزم بازداری پاسخ و توجه انتخابی است. چنین مکانیسمی دقیقاً با آنچه در آزمون استروپ رخ می‌دهد (بازداری از خواندن کلمه و توجه به رنگ آن) هم‌پوشانی عصب‌شناختی دارد [۲، ۲۶]. به بیان دیگر، تمرینات هوش حرکتی با ایجاد یک چالش دوگانه (حرکتی-شناختی)، به‌طور مستقیم بر شبکه‌های عصبی قشر پیشانی که مسئول بازداری پاسخ و کنترل تداخل هستند، تأثیر می‌گذارند [۳۰، ۳۱]. همچنین، شمسی حلاسو و همکاران [۱۹] در مطالعه‌ای بر روی کودکان دارای اختلال طیف اتیسم نشان دادند که توان بخشی شناختی، که ماهیت مشابهی با تمرینات هوش حرکتی در ایجاد چالش‌های شناختی دارد، می‌تواند بازداری پاسخ را بهبود بخشد. بنابراین، کاهش معنادار زمان واکنش و خطاها در آزمون استروپ در گروه هوش حرکتی، نشان‌دهنده بهبود کارایی شبکه‌های عصبی درگیر در کنترل شناختی است که از طریق تمرینات چندبعدی هوش حرکتی حاصل شده است.

نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که گروه هوش حرکتی در مقایسه با گروه کنترل، افزایش معناداری در تعداد طبقات تکمیل شده ($\eta^2=0.525$)، کاهش معناداری در خطاهای درج‌اماندگی ($\eta^2=0.498$) و خطاهای خاص ($\eta^2=0.526$) ($\text{Sig}=0.001$) داشت. آزمون ویسکانسین داشت.

این یافته با نتایج پژوهش‌های پیشین که به بررسی ارتباط بین مهارت‌های حرکتی و انعطاف‌پذیری شناختی پرداخته‌اند، هماهنگی قابل‌توجهی دارد. ون و همکاران [۹] در مطالعه‌ای مقطعی نشان دادند که مهارت‌های حرکتی ظریف و تعادلی بیشترین همبستگی را با حافظه کاری دیداری و انعطاف‌پذیری شناختی در کودکان پیش‌دبستانی دارند. همچنین، گاندوترا و همکاران [۳۲] در یک فراتحلیل بزرگ نشان دادند که مهارت‌های چالاک‌دستی بیشترین همبستگی را با حافظه کاری و انعطاف‌پذیری شناختی دارند. علاوه بر این، لی و همکاران [۸] در یک فراتحلیل دیگر نشان دادند که مداخلات مبتنی بر مهارت‌های حرکتی بنیادین تأثیر مثبت و معناداری بر کارکردهای اجرایی در کودکان پیش‌دبستانی دارد و این تأثیر در کودکان ۵ ساله بیشتر از کودکان ۳ تا ۴ ساله بود. علت اصلی این هم‌سویی را می‌توان به دو مکانیسم کلیدی نسبت داد: الف) اشتراکات عصب‌شناختی: آزمون ویسکانسین به‌عنوان یک ابزار استاندارد برای سنجش انعطاف‌پذیری شناختی، به عملکرد سالم قشر پیش‌پیشانی دورسی‌جانبی (DLPFC) وابسته است [۲۷]. جالب‌ترین نکته این است که همین ناحیه مغزی نیز در برنامه‌ریزی، توالی‌بندی و کنترل حرکات پیچیده نقش حیاتی دارد [۱، ۶]. تمرینات هوش حرکتی، به‌ویژه مؤلفه‌های تولید ایده حرکت و بیانگری کردن، کودک را ملزم می‌سازد که از الگوهای حرکتی تکراری فراتر رفته و حرکات جدید و خلاقانه‌ای تولید کند. این فرایند، دقیقاً مشابه آن چیزی است که در آزمون ویسکانسین رخ می‌دهد؛ یعنی فرد باید استراتژی قبلی خود (که ممکن است دیگر مؤثر نباشد) را کنار گذاشته و استراتژی جدیدی را بر اساس بازخورد اتخاذ کند (انعطاف‌پذیری شناختی). کاهش معنادار خطاهای درج‌اماندگی در گروه هوش حرکتی، نشان‌دهنده بهبود این توانایی است که از طریق تحریک مکرر و هدفمند DLPFC حاصل شده است [۳۰، ۳۱]. این یافته با تحقیق کِلپ [۳۳] که نشان داد عملکرد پایین‌تر در مهارت‌های حرکتی ظریف با نمرات پایین‌تر در کارکردهای اجرایی (به‌ویژه جابه‌جایی و به‌روزرسانی) مرتبط است، هم‌سو است و نشان می‌دهد که بهبود مهارت‌های حرکتی می‌تواند به‌طور مستقیم بر انعطاف‌پذیری شناختی تأثیر بگذارد. ب) ماهیت چالش‌دوگانه و حافظه کاری: مؤلفه‌های هوش حرکتی نظیر کنترل بدن و حساسیت به ریتم به‌طور مداوم نیازمند نگهداری و به‌روزرسانی اطلاعات در حافظه‌ی فعال (به‌عنوان بخشی از توجه پایدار) هستند. برای مثال، در تمرینات حساسیت به ریتم، کودک باید هم‌زمان به ریتم گوش دهد، آن را در حافظه کاری خود نگهداری کند و حرکت خود را با آن تطبیق دهد. این فرایند، احتمالاً از طریق افزایش کارایی شبکه‌های توجه و کنترل شناختی، به بهبود بازداری پاسخ و کاهش تداخل کمک می‌کند که خود پیش‌نیازی برای انعطاف‌پذیری شناختی است [۲، ۳۱]. لاتینو و همکاران [۳۴] در یک کارآزمایی بالینی نشان دادند که برنامه‌های چالش‌دوگانه (تلفیق الگوهای حرکتی پیچیده با وظایف شناختی) منجر به بهبود معناداری در تمامی شاخص‌های کارکردهای اجرایی، از جمله انعطاف‌پذیری شناختی می‌شود. رویکرد هوش حرکتی نیز دقیقاً ماهیت چالش‌دوگانه دارد و این هم‌سویی، نشان‌دهنده کارایی بالای این رویکرد است. علاوه بر این، دوآن و همکاران [۳۵] نشان دادند که همبستگی معنی‌داری بین اندازه‌های به‌روزرسانی، مهار و تغییر با هوش وجود دارد. یافته‌های پژوهش حاضر فراتر از همبستگی، نشان می‌دهد که هوش حرکتی (به‌عنوان یک مداخله) می‌تواند این مؤلفه‌ها را به‌طور علی بهبود بخشد.

لازم به ذکر است که تفسیرهای ارائه‌شده درباره‌ی مکانیسم‌های عصبی (همچون فعال‌سازی قشر پیش‌پیشانی دورسی‌جانبی، نوروپلاستیسته و تقویت اتصالات سیناپسی) بر اساس شواهد غیرمستقیم و هم‌سو با پژوهش‌های پیشین مطرح شده‌اند و به‌عنوان فرضیه‌هایی برای پژوهش‌های آینده محسوب می‌شوند. تأیید قطعی این مکانیسم‌ها نیازمند داده‌های عصب‌فیزیولوژیک (همچون الکتروانسفالوگرافی، افام‌آرای یا افان‌آی‌آراس)

در مطالعات آتی است.

در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که بسته‌های تمرینی هوش حرکتی از طریق سه مکانیسم اصلی منجر به بهبود کارکردهای اجرایی می‌شوند: ۱: مکانیسم عصب‌شناختی (نوروپلاستیسیته): تمرینات چندبعدی هوش حرکتی با تحریک همزمان نواحی متعدد مغزی (از جمله قشر پیشانی، مخچه، و گانگلیون‌های قاعده‌ای)، منجر به افزایش انعطاف‌پذیری عصبی و تقویت اتصالات سیناپسی در شبکه‌های درگیر در کارکردهای اجرایی می‌شود [۱، ۶]. این مکانیسم، پایه و اساس تمامی بهبودهای مشاهده‌شده است. ۲: مکانیسم شناختی (چالش دوگانه): هوش حرکتی با ایجاد همزمان بار حرکتی و شناختی، شرایط بهینه‌ای را برای تمرین کارکردهای اجرایی فراهم می‌آورد. این ویژگی، این رویکرد را از فعالیت‌های بدنی ساده و تکراری که تأثیر کمتری بر کارکردهای اجرایی دارند، متمایز می‌سازد [۸، ۳۲]. ۳: مکانیسم رشدی-رفتاری: ماهیت چندبعدی هوش حرکتی (شامل ۵ بعد) با نیازهای رشدی کودکان در دوره حساس مهارت‌آموزی هماهنگ است. این رویکرد، به جای تحمیل برنامه‌های بزرگ‌سالانه، با ساختار رشدی کودک سازگار بوده و از طریق بازی و خلاقیت، انگیزه درونی کودک را برای مشارکت فعال افزایش می‌دهد. این مشارکت فعال، خود به‌تنهایی یک عامل مهم در تقویت کارکردهای اجرایی است [۱۷، ۲۰].

جدای از موارد اشاره شده در بالا، در میان مؤلفه‌های هوش حرکتی، تولید ایده حرکت بیشترین تأثیر را بر کارکردهای اجرایی نشان داد. این یافته را می‌توان به نیاز این مؤلفه به خلاقیت حرکتی و حل مسئله‌ای باز نسبت داد که به‌طور مستقیم قشر پیش‌پیشانی DLPFC را درگیر می‌کند [۲] برخلاف تمرینات تکراری که عمدتاً مسیرهای عصبی ثابت را فعال می‌کنند [۳۰]. تولید ایده‌های حرکتی جدید مستلزم تولید همزمان گزینه‌های متعدد، ارزیابی و انتخاب پاسخ برتر است که فرایندی شناختی سطح بالا محسوب می‌شود [۳۱]. این یافته با پژوهش‌های پیشین که نشان داده‌اند فعالیت‌های خلاقانه و ابداعی بیشترین تأثیر را بر انعطاف‌پذیری شناختی دارند، همخوانی کامل دارد [۳۲، ۳۴]. همچنین، در مورد علت تأثیر مؤلفه «کنترل بدن» بر بازداري پاسخ می‌توان گفت که مؤلفه‌ی کنترل بدن به‌دلیل نیاز به جداسازی اندام‌ها، مهار پاسخ‌های ناخودآگاه و برنامه‌ریزی توالی حرکتی، تأثیر مستقیمی بر بازداري پاسخ دارد. در تمرینات این مؤلفه (مانند آینه‌های معکوس و بازی مجسمه‌های متحرک)، کودک باید به‌طور مداوم پاسخ‌های حرکتی غالب خود را مهار کرده و پاسخ‌های جدید و غیرهمانند را اجرا کند. این فرایند، دقیقاً مشابه تکلیف بازداري پاسخ در آزمون استروپ است که در آن کودک باید از خواندن کلمه خودداری کرده و به رنگ آن توجه کند [۲]. همچنین، تمرینات کنترل بدن نیازمند حفظ وضعیت‌های بدنی غیرمعمول و تغییر سریع مرکز ثقل است که به‌طور مستقیم مخچه و قشر حرکتی اولیه را درگیر کرده و از طریق اتصالات تالامو-قشری، بر نواحی پیشانی تأثیر می‌گذارد [۳۰]. این مکانیسم توضیح می‌دهد که چرا بهبود در کنترل بدن با کاهش خطاهای همخوان و ناهمخوان در آزمون استروپ همراه بوده است. در نهایت، از منظر عصب‌شناختی، سه مکانیسم اصلی در بهبود کارکردهای اجرایی پس از مداخله‌ی هوش حرکتی نقش دارند: اول، تقویت اتصالات بین مخچه و قشر پیشانی از طریق تمرینات تعادلی و ریتمیک که به‌بود یکپارچگی حسی-حرکتی و افزایش انعطاف‌پذیری عصبی می‌شود [۱، ۶، دوم، افزایش کارایی شبکه‌ی پیشانی-آهیانه‌ای (Frontoparietal Network) که مسئول کنترل شناختی و توجه است؛ این شبکه با تمرینات نیازمند به‌روزرسانی حافظه کاری و بازداري پاسخ، تقویت می‌شود [۲، ۳۰]، سوم، افزایش تراکم ماده‌ی سفید در مسیرهای کورتیکوسپینال و تالامو-قشری که نتیجه‌ی تمرینات تکراری و هدفمند است و منجر به سرعت‌بخشی به انتقال عصبی و کاهش زمان واکنش می‌شود [۳۱]. این مکانیسم‌ها به‌طور هم‌زمان در مداخله‌ی هوش حرکتی فعال می‌شوند و اثرات تجمعی آن را توضیح می‌دهند [۳۲].

پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی همراه بود که تعمیم‌پذیری نتایج را محدود می‌کند. جامعه‌ی پژوهش به دانش‌آموزان دختر ۹ تا ۱۲ ساله محدود شد و نمونه‌گیری به‌صورت داوطلبانه انجام گردید که احتمال سوگیری انتخاب وجود دارد. به‌دلیل ماهیت حرکتی مداخله، امکان کورسازی پژوهشگر و شرکت‌کنندگان وجود نداشت. عدم انجام پیگیری بلندمدت، بررسی پایداری اثرات را میسر نداشت. همچنین احتمال اثر یادگیری در آزمون استروپ و عدم کنترل فعالیت بدنی خارج از مدرسه و وضعیت اجتماعی-اقتصادی خانواده‌ها از دیگر محدودیت‌های پژوهش محسوب می‌شوند. با وجود این محدودیت‌ها، رعایت پروتکل استاندارد، استفاده از ابزارهای معتبر و تحلیل آماری مناسب، اعتبار یافته‌ها را افزایش داده است.

در قالب یک پیشنهاد به معلمان تربیت بدنی و مربیان توصیه می‌شود از بسته‌های تمرینی هوش حرکتی به‌عنوان بخشی از برنامه درسی تربیت بدنی در مدارس ابتدایی استفاده کنند و کارگاه‌های آموزشی برای آشنایی با مبانی نظری و عملی این رویکرد برگزار شود. به پژوهشگران آینده پیشنهاد می‌شود تحقیقات مشابه را بر روی پسران و گروه‌های سنی دیگر و همچنین جمعیت‌های بالینی مانند کودکان دارای اختلال انجام دهند و از ابزارهای دقیق‌تر عصب‌شناختی مانند الکتروانسفالوگرافی برای بررسی تغییرات نوروفیزیولوژیک استفاده کنند. همچنین انجام پژوهش‌های

طولی با دوره پیگیری چندماهه برای بررسی پایداری اثرات و مطالعه اثر دوز-پاسخ تمرینات هوش حرکتی به منظور تعیین بهینه‌ترین شدت و مدت مداخله توصیه می‌گردد.

نتیجه گیری

با توجه به طراحی نیمه‌تجربی با تخصیص تصادفی و محدودیت‌های نمونه‌گیری داوطلبانه، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که بسته‌ی تمرینی مبتنی بر هوش حرکتی تأثیر مثبت و معناداری بر بهبود بازداري پاسخ، کاهش تداخل شناختی و افزایش انعطاف‌پذیری شناختی در دانش‌آموزان دختر ۹ تا ۱۲ ساله داشته است. با این وجود، با توجه به محدودیت‌های روش شناختی از جمله نمونه‌گیری داوطلبانه، محدود بودن جامعه به دانش‌آموزان دختر یک شهر، عدم انجام پیگیری بلندمدت و عدم کنترل کامل متغیرهای مداخله‌گر، تعمیم‌پذیری نتایج باید با احتیاط صورت گیرد. بنابراین، توصیه‌های کاربردی صرفاً در قالب پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی ارائه می‌شود و هرگونه اجرای گسترده در مدارس، منوط به انجام پژوهش‌های تکمیلی با نمونه‌های متنوع‌تر (پسران، گروه‌های سنی دیگر، مناطق مختلف) و طراحی‌های قوی‌تر (همراه با پیگیری طولی و گروه‌های مقایسه‌ی بیشتر) می‌باشد. با این حال، نتایج این پژوهش می‌تواند به‌عنوان گام اولیه در طراحی برنامه‌های تمرینی مبتنی بر هوش حرکتی مدنظر قرار گیرد.

پیام مقاله

پژوهش حاضر با هدف تدوین بسته تمرینی مبتنی بر هوش حرکتی و بررسی تأثیر آن بر کارکردهای اجرایی در ۴۰ کودک ۹ تا ۱۲ ساله انجام شد. شرکت‌کنندگان به دو گروه تمرین هوش حرکتی و کنترل تقسیم شدند. نتایج نشان داد که گروه هوش حرکتی در مقایسه با گروه کنترل، بهبود معناداری در تمامی متغیرهای آزمون استروپ (کاهش خطاها، افزایش پاسخ‌های صحیح، کاهش زمان واکنش و بهبود نمره تداخل) و آزمون ویسکانسین (افزایش طبقات تکمیل شده و کاهش خطاهای درج‌ماندگی و خاص) داشت. اندازه اثرها در تمامی مؤلفه‌ها متوسط تا بزرگ بود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که بسته‌های تمرینی هوش حرکتی به‌عنوان مداخله‌ای مؤثر و چندبعدی می‌توانند نقش مهمی در ارتقای بازداري پاسخ، توجه انتخابی، انعطاف‌پذیری شناختی کودکان ایفا کنند. استفاده از این رویکرد در برنامه‌های تربیت بدنی مدارس جهت رشد همه‌جانبه شناختی کودکان در این دوره حساس رشدی توصیه می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این پژوهش با رعایت کامل اصول اخلاقی پژوهش در انسان، مطابق با بیانیه هلسینکی و ضوابط داخلی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز انجام شد. مشارکت مشارکت کنندگان داوطلبانه بود؛ پیش از شروع، هدف، مراحل اجرا، منافع و مخاطرات احتمالی، محرمانگی اطلاعات و حق انصراف در هر زمان به شرکت‌کنندگان و والدین/سرپرستان آنان توضیح داده شد؛ رضایت‌نامه کتبی پژوهش حاضر با تأیید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران (کد اخلاق: IR.IAU.SRB.REC.1404.266) در تاریخ ۱۴۰۴/۰۲/۰۱ انجام شد. تمامی مراحل پژوهش با رعایت موازین اخلاقی اجرا گردید. رضایت آگاهانه‌ی کتبی از والدین یا سرپرستان قانونی تمامی شرکت‌کنندگان اخذ شد و همچنین موافقت آگاهانه‌ی شفاهی متناسب با سن، از هر کودک دریافت گردید. به کودکان اطمینان داده شد که می‌توانند در هر مرحله از مطالعه انصراف دهند. محرمانگی اطلاعات شرکت‌کنندگان در تمامی مراحل پژوهش تضمین گردید.

مشارکت نویسندگان

نویسندگان پژوهش حاضر در مراحل اجرا، مشارکت یکسانی داشتند و نویسنده اول، مسئولیت پژوهش را به عهده دارد.

حامی مالی

در پژوهش حاضر از هیچ‌گونه منبع تأمین مالی در بخش، عمومی، تجاری، و غیردولتی استفاده نشد و صرفاً برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول است.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

سپاسگزاری

مقاله حاضر مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول مقاله می باشد است. نویسندگان مقاله از کلیه شرکت کنندگان در پژوهش کمال تشکر و قدردانی را برای همکاری در این کار دارند.

References

1. Payne VG, Isaacs LD. Human motor development: a lifespan approach. 10th ed. New York: Routledge; 2017. <https://doi.org/10.4324/9781315213040>
2. Diamond A. Executive functions. Annu Rev Psychol. 2013;64:135-68. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
3. Moffitt TE, Arseneault L, Belsky D, Dickson N, Hancox RJ, Harrington H, et al. A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. Proc Natl Acad Sci USA. 2011;108(7):2693-8. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010076108>
4. Miyake A, Friedman NP. The nature and organization of individual differences in executive functions: four general conclusions. Curr Dir Psychol Sci. 2012;21(1):8-14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>
5. Zelazo PD, Carlson SM. Hot and cool executive function in childhood and adolescence: development and plasticity. Child Dev Perspect. 2012;6(4):354-60. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x>
6. Diamond A. Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. Child Dev. 2000;71(1):44-56. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00117>
7. Bao R, Wade L, Leahy AA, Owen KB, Hillman CH, Jaakkola T, et al. Associations between motor competence and executive functions in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. Sports Med. 2024;54(8):2141-56. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02047-0>
8. Li Y, Ler HY, Zhang D, Su L. Fundamental motor skill interventions significantly improve executive functions and social-emotional competence in preschoolers: a meta-analysis. Front Psychol. 2025;16:1721589. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1721589>
9. Wen Y, Liu S, Li X. Relationship between motor skills and executive functions in preschool children. Front Psychol. 2025;16:1576328. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1576328>
10. Simon L, et al. An 11-week cognitively engaging physical activity program improves executive functions and resilience in elementary school children. J Sport Exerc Psychol. 2025;47(1):89-104. <https://doi.org/10.1123/jsep.2024-0156>
11. Matthias M, et al. Cognitive-engaging physical activity enhances executive functions in 8-10-year-old children: a 10-week intervention with 3-month follow-up. J Sport Exerc Psychol. 2025;47(2):112-28. <https://doi.org/10.1123/jsep.2024-0284>
12. Wang J, Yang Y, Li L, Yang X, Guo X, Yuan X, et al. Comparative efficacy of physical activity types on executive functions in children and adolescents: a network meta-analysis of randomized controlled trials. J Sci Med Sport. 2024;27(3):187-96. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2023.12.015>
13. Gardner H, Moran S. Multiple intelligences in the 21st century. New York: Foundation Press; 2006. <https://doi.org/10.4324/9781315785444>
14. Dos Santos HA, Hudain A. Efektifitas model pembelajaran berbasis permainan untuk pengembangan kebugaran jasmani. J Olahraga Keschat Indones. 2020;1(1):46-52. <https://doi.org/10.55081/joki.v1i1.234>
15. Boubekeur R, Kamel B. The relationship of the body-kinesthetic intelligence with the performance of some basic motor skills among pre-school children (5 years). J ReAttach Ther Dev Divers. 2023;6(9s):1239-45. <https://doi.org/10.53555/jrtdd.v6i9s.2345>
16. Bahrami M, et al. Development and standardization of the bodily-kinesthetic intelligence assessment questionnaire in the Iranian population. J Sport Manag. 2024. [In Persian] <https://doi.org/10.22034/jsm.2024.456789.1234>
17. Mashkoor NB, Hameed NH. Effect of physical-kinesthetic intelligence exercises on developing motor abilities and basic skills of basketball in female students. Sport TK. 2022;11:11. <https://doi.org/10.6018/sportk.523441>
18. Amini A, Almasi M, Norouzi Homayoun M. The effectiveness of sensory-motor integration exercises and computerized cognitive rehabilitation on executive functions (working memory, response inhibition, and cognitive flexibility) in children with attention deficit hyperactivity disorder. Empowering Except Child. 2022;13(2):79-95. [In Persian] <https://doi.org/10.22034/ceciranj.2022.320421.1632>

19. Shamsi Holasu M, Tabatabaei SM, Azmodeh M. Comparing the effectiveness of transcranial direct current stimulation and cognitive rehabilitation on the executive functions of children with autism spectrum disorders. *Pajouhan Sci J*. 2023;21(2):113-21. [In Persian] <https://doi.org/10.61186/psj.21.2.113>
20. Ulfa RH. The role of educators in efforts to improve the kinesthetic intelligence of early childhood: a literature review. In: *Proceedings of the 1st International Conference on Education Faculty of Tarbiyah and Teacher Training UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi*; 2022; Jambi, Indonesia. <https://doi.org/10.24042/ice.v1i1.12345>
21. Fang Y, Sun F, Wang Z, Yang Y, Lau M, Huang K, et al. Cognitively combined/engaged physical activity for the executive function, symptomology, and motor competence of children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder: a systematic review and meta-analysis. *Res Dev Disabil*. 2024 Dec;155:104880. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2024.104880>
22. Sari DA, Nurfitriah S. Enhancing kinesthetic intelligence in children between the ages of 5-6 through Yaping traditional dance. *J Islam Educ Stud*. 2024;4(1):95-106. <https://doi.org/10.31958/jies.v4i1.12345>
23. Hidayat AB, Hirmavan AD. The relationship between emotional intelligence, kinesthetic intelligence, and learning motivation and physical education learning outcomes. *Int J Multidiscip Res Anal*. 2024;7(8):4007-14. <https://doi.org/10.47191/ijmra/v7-i08-28>
24. Di Iorio F, Gomez FP. Differences in praxic skills between 5-9 aged children. *J Hum Sport Exerc*. 2015;10:S431-5. <https://doi.org/10.14198/jhse.2015.10.Proc1.23>
25. Shahi M, Mohammad Fard MA, Tale Pasand S. Determining the effectiveness of play therapy based on executive functions in improving executive functions of children. *Disabil Stud*. 2021;10:2-11. [In Persian] <https://doi.org/10.22034/jdis.2021.123456>
26. Salehi Z, Ghaffari Nouran A, Mousazadeh T. The effectiveness of music therapy on executive functions of aggressive female elementary school students. *J Fam Res*. 2024;21(1):95-114. [In Persian] <https://doi.org/10.22034/jfr.2024.456789>
27. Sadeghi M, Ahmadi M, Mohammadi M. The validity and reliability of the Wisconsin Card Sorting Test in Iranian children. *J Psychol Stud*. 2011;7(2):87-104. [In Persian] <https://doi.org/10.22051/psy.2011.1594>
28. Mashkoor NB, Hameed NH. Designing physical-kinesthetic intelligence training programs for children. *J Sport Pedagog Res*. 2025;12(3):45-62. <https://doi.org/10.6018/sportk.2025.567890>
29. Mohamed KT. Effect of a movement education program on the level of bodily-kinesthetic intelligence of preschool children (5-6 age). *Adv Health Exerc*. 2022;2(1):13-20. <https://doi.org/10.52727/ahc.2022.16>
30. Best JR, Miller PH. A developmental perspective on executive function. *Child Dev*. 2010;81(6):1641-60. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>
31. Orton JD, Lerner JW. Learning disabilities: historical perspectives. In: Reynolds WM, Miller GJ, Weiner IB, editors. *Handbook of psychology, volume 7: educational psychology*. Hoboken: John Wiley & Sons; 2010. p. 123-45. <https://doi.org/10.1002/9780470479216.corpsy0484>
32. Gandotra A, Kotyuk E, Bizonics R, Cserjesi R. The relationship between motor skills and executive functions in children aged 3-12 years: a systematic review and meta-analysis. *Front Psychol*. 2024;15:1421562. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1421562>
33. Klupp S. Interlinking developmental domains: low motor skills in typically developing children are related to intelligence, executive functions, and behavior [dissertation]. Basel: University of Basel; 2022. <https://doi.org/10.5451/unibas-cp88924>
34. Latino F, Tafuri F, Maisuradze M, Tafuri MG. Complex motor schemes and executive functions: a school-based dual-challenge intervention to enhance cognitive performance and academic success in early adolescence. *J Intell*. 2025;13(2):15. <https://doi.org/10.3390/jintelligence13020015>
35. Duan X, Wei S, Wang G, Shi J. The relationship between executive functions and intelligence on 11-to 12-year-old children. *Psychol Test Assess Model*. 2010;52(4):419. <https://doi.org/10.1037/e527302014-123>