

The Effectiveness of a Functional Training and Selected Physical Activity Program on Working Memory and Motor Coordination in High-Functioning Autistic Children

Mohebbi H¹, *Arazeshi N², Maleki B³, Balali M²

Author Address

1. PhD Student, Department of Motor Behavior, C.T.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran;
2. Assistant Professor, Department of Motor Behavior, C.T.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran;
3. Assistant Professor, Department of Physical Education Y.I.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran;

*Corresponding Author's E-mail: Negar.arazeshi@iaui.ir

Received: 2025 October 18; Accepted: 2025 November 7

Abstract

Background & Objectives: Autism spectrum disorder (ASD) is considered one of the most common neurodevelopmental disorders. Working memory is one of the key indicators in assessing the cognitive weaknesses of children with ASD. Working memory refers to the ability to maintain, organize, and process information over a specific period. Another significant issue for children with ASD is their motor coordination deficits, which are typically attributed to lateralized dysfunction in sensorimotor functions. Various methods have been proposed to ameliorate and treat impairments related to working memory and motor coordination in children with ASD. Among these, functional exercises are recognized as an effective and common strategy that facilitates the development of motor and cognitive skills in children facing developmental problems or learning disabilities. Additionally, perceptual-motor exercises have also been highlighted as an effective intervention for the cognitive and motor development of children. Therefore, the present study was designed and conducted with the aim of investigating the efficacy of a functional training and selected physical activity program on working memory and motor coordination of high-functioning autistic children.

Methods: The present research employed a quasi-experimental method with a pretest-posttest design and a control group. The statistical population consisted of all children aged 8 to 10 with autism spectrum disorder (ASD) in Zanjan city during the 2024–2025 academic year. From this population, 36 eligible and volunteer children were selected using purposive sampling based on the results of the Autism Spectrum Quotient (AQ) from medical centers and special education schools in Zanjan. The selected samples were randomly assigned to three twelve-member groups: the selected physical activity group, the functional training group, and the control group. The sample size was determined using G*Power software, considering a power of 0.80, an alpha error of 0.05, and an effect size of 0.30, resulting in an estimated 12 participants per group (36 in total). The inclusion criteria were as follows: age 8–10 years; a diagnosis of high-functioning autism by a specialist psychiatrist, confirmed by the Autism Spectrum Quotient (AQ) (a score of 22 was set as the cutoff for high-functioning autism); having a health record indicating no specific physical or mental illnesses and possessing normal vision and hearing; no history of participation in organized sports activities; and parental informed consent. The exclusion criteria were as follows: absence from the pretest or posttest sessions; missing more than two sessions of the training program; and receiving concurrent therapeutic interventions, such as play therapy, psychotherapy, or pharmacotherapy, to reduce autism symptoms during the study period. For participant selection and data collection, the Autism Spectrum Quotient (AQ) (Baron-Cohen et al., 2001), the computerized N-Back Test (Kirchner, 1958), and the Purdue Pegboard Test (Tiffin & Asher, 1948) were employed. The training intervention was conducted over a six-week period, consisting of three sessions per week (45 minutes per session), totaling eighteen sessions. During this period, the control group did not engage in any specific training activities and continued with their daily routine. Data were analyzed using analysis of covariance (ANCOVA) and the Bonferroni post-hoc test via SPSS software, version 24. The significance level for all tests was set at 0.05.

Results: After removing the pretest effect, there was a significant difference in the mean scores of working memory and motor coordination variables in the posttest among the three groups ($p < 0.001$). In the working memory variable, both methods of selected physical activity ($p = 0.047$) and functional training ($p = 0.035$) showed better performance compared to the control group; however, no significant difference was observed between the two intervention groups ($p = 0.990$). In the motor coordination variable, both methods of selected physical activity and functional training showed a significant difference compared to the control group ($p < 0.001$). Furthermore, the physical activity training method had a greater impact on improving the motor coordination of children with high-functioning autism compared to functional training ($p = 0.039$).

Conclusion: Based on the findings of the present study, both the functional training and the selected physical activity program led to improvements in working memory and motor coordination. Therefore, the use of perceptual-motor exercises and activities, as well as functional training, is recommended for developing cognitive-motor abilities, including working memory and motor coordination, in children with high-functioning autism.

Keywords: Functional training, Physical activity, Working memory, Motor coordination, Childhood, High-functioning autism.

اثربخشی یک دوره برنامه تمرینی عملکردی و فعالیت بدنی منتخب بر حافظه کاری و هماهنگی حرکتی کودکان اوتیسم با عملکرد بالا

هاشم محبی^۱، *نگار آرازشی^۲، بهنام ملکی^۳، مرضیه بلالی^۲

توضیحات نویسندگان

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

۲. استادیار، گروه رفتار حرکتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران؛

۳. استادیار، گروه تربیت بدنی، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران؛

رایانامه نویسنده مسئول: Negar.arazeshi@iaui.ir

تاریخ دریافت: ۲۷ مهر ۱۴۰۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۷ آبان ۱۴۰۴

چکیده

زمینه و هدف: یکی از روش‌های اساسی در بهبود مشکلات حافظه کاری کودکان با اختلال طیف اوتیسم، مشارکت در فعالیت‌های بدنی هدفمند است؛ بنابراین، پژوهش حاضر باهدف بررسی اثربخشی یک دوره برنامه تمرینی عملکردی و فعالیت بدنی منتخب بر حافظه کاری و هماهنگی حرکتی کودکان مبتلا به اختلال اوتیسم با عملکرد بالا انجام شد. **روش بررسی:** روش پژوهش حاضر نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه گواه بود. همه کودکان ۸ تا ۱۰ ساله با اختلال اوتیسم شهرستان زنجان در سال تحصیلی ۱۴۰۴-۱۴۰۳، جامعه آماری پژوهش را تشکیل دادند. تعداد ۳۶ کودک داوطلب واجد شرایط مبتلا به اختلال اوتیسم با عملکرد بالا با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند براساس پرسش‌نامه سنجش طیف اوتیسم (بارون-کوهن، ۲۰۰۱) به‌عنوان نمونه وارد مطالعه شدند. سپس در سه گروه دوازده نفری شامل گروه فعالیت بدنی منتخب، گروه تمرینات عملکردی و گروه گواه به‌شیوه تصادفی جایگزین شدند. برای جمع‌آوری داده‌ها از آزمون رایانه‌ای حافظه کاری ان-بک (کرچنر، ۱۹۵۸) و آزمون هماهنگی دودستی پورد-پگبورد (تفیسین و آشر، ۱۹۴۸) استفاده شد. در مرحله مداخله، گروه‌های آزمایش برنامه تمرینی مدنظر را دریافت کردند؛ اما گروه گواه در این بازه زمانی هیچ‌گونه فعالیت تمرینی خاصی انجام نداد. برای تحلیل داده‌ها از تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معناداری ۰/۰۵ به‌کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ استفاده شد. **یافته‌ها:** پس از حذف اثر پیش‌آزمون، در میانگین نمرات متغیرهای حافظه کاری و هماهنگی حرکتی، در پس‌آزمون بین سه گروه تفاوت معناداری وجود داشت ($p < 0/001$). در متغیرهای مذکور، هردو روش فعالیت بدنی منتخب و تمرینات عملکردی به‌طور معناداری عملکرد بهتری درمقایسه با گروه گواه داشت ($p < 0/05$). تفاوت معناداری بین دو روش در متغیر حافظه کاری مشاهده نشد ($p = 0/990$)؛ اما روش فعالیت بدنی تأثیر بیشتری بر بهبود هماهنگی حرکتی درمقایسه با تمرینات عملکردی داشت ($p = 0/039$). **نتیجه‌گیری:** براساس نتایج پژوهش، برنامه تمرینات عملکردی و فعالیت بدنی منتخب، هردو بر بهبود حافظه کاری و هماهنگی حرکتی کودکان مبتلا به اختلال اوتیسم با عملکرد بالا اثربخشی دارد. **کلیدواژه‌ها:** تمرینات عملکردی، فعالیت بدنی، حافظه کاری، هماهنگی حرکتی، دوره کودکی، اوتیسم با عملکرد بالا.

آن‌ها در یادگیری و پردازش اطلاعات تأثیر می‌گذارد (۸). برنامه‌های ورزشی درمانی و فعالیت‌های بدنی با تمرکز بر توسعه مهارت‌های حرکتی، به‌طور محسوسی توجه، حافظه و مهارت‌های حرکتی کودکان با اختلال اوتیسم را ارتقا می‌دهد و بر اهمیت توجه به چنین مداخلاتی در جلوگیری از چالش‌های ارتباطی، تحصیلی و شناختی تأکید می‌کند (۹).

یکی از مشکلات مهم دیگر کودکان با اختلال طیف اوتیسم، ضعف در هماهنگی حرکتی آن‌ها است. مشکلات هماهنگی حرکتی معمولاً ناشی از اختلالات جانبی در کارکردهای حسی حرکتی است. عملکرد دستگاه حسی حرکتی به سیستم‌های حسی وابسته است و این دستگاه نقش منبع اطلاعاتی برای دریافت داده‌ها از محیط و ارائه پاسخ‌های مناسب و سازگار با نیازهای محیطی ایفا می‌کند (۱۰). در این سیستم، مسیرهای عصبی مسئول دریافت اطلاعات، تفسیر محرک‌ها و ارائه پاسخ است. موجود زنده از اطلاعات حسی دریافتی شامل حس‌های پایه و گیرنده‌های عمقی، برای ایجاد حرکات هماهنگ، حفظ تعادل و توسعه مهارت‌های حرکتی استفاده می‌کند (۹، ۱۱). غیور و همکاران به ویژگی‌های دیگری از اختلالات مرتبط با اوتیسم اشاره کردند؛ از جمله گوشه‌گیری، وسواس، اضطراب، اختلال گفتاری، بی‌تعادلی و هماهنگ‌نبودن دست و پا هنگام راه رفتن. مفهوم هماهنگی حرکتی عبارت است از تعامل هماهنگ بین سیستم‌های اسکلتی، عصبی، عضلانی و حسی که باعث ایجاد الگوهای حرکتی متعادل بین اندام‌ها می‌شود تا فعالیت‌ها با مصرف انرژی کمتر، انجام شود (۱۲). هماهنگی حرکتی یکی از مهم‌ترین توانایی‌هایی است که در دوران کودکی توسعه می‌یابد و زمینه‌ساز رشد حرکتی، مشارکت در فعالیت‌های بدنی و ورزشی و کسب مهارت‌های تخصصی در زندگی روزمره و ورزش می‌شود. اختلال در هماهنگی حرکتی کودکان با اختلال اوتیسم می‌تواند پیامدهای روانی، اجتماعی و حرکتی داشته باشد؛ چراکه غالباً منجر به کناره‌گیری آن‌ها از فعالیت‌های بدنی و ورزشی می‌شود. همچنین نقص در کنترل قامت، تعادل و هماهنگی حرکات در این کودکان، به دلیل مشکلاتی در دروندادهای بینایی و استفاده کمتر از این اطلاعات است (۱۳). رفتارهای ناهنجار، نامتعادل و ناهماهنگ محدودیت‌هایی برای این کودکان ایجاد می‌کند؛ این رفتارها موجب کاهش تعامل مؤثر بین کودک و مربی و نیز کودک با همسالان می‌شود و مانعی برای یادگیری مهارت‌های جدید است؛ بنابراین، کودکان با اختلال اوتیسم به دلیل نتایج رفتاری و اجتماعی منفی ناشی از این نواقص، تمایل کمتری به شرکت در فعالیت‌های جسمانی نشان می‌دهند؛ درحالی‌که فراهم کردن فرصت‌های مناسب برای فعالیت بدنی می‌تواند تأثیر مثبت بر توسعه حرکتی و اجتماعی آن‌ها داشته باشد (۱۴).

روش‌های گوناگونی برای اصلاح و درمان نارسایی‌های مرتبط با حافظه

اختلال طیف اوتیسم^۱ یکی از شایع‌ترین اختلالات عصبی-رشدی^۲ به‌شمار می‌رود. طبق تعریف ویراست پنجم راهنمای تشخیصی و آماری اختلال‌های روانی^۳، مشخصه اصلی اختلال طیف اوتیسم، نقص پایدار در توانایی برقراری ارتباط و تعامل اجتماعی متقابل و همچنین الگوهای محدود، تکراری و قالبی در رفتار، علایق و فعالیت‌ها است (۱). طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت^۴، شیوع اختلال طیف اوتیسم، یک نفر در هر ۶۸ کودک برآورد شده است. این اختلال معمولاً از کودکی شروع می‌شود و همچنان شیوع آن روبه‌افزایش است. (۲). اختلال طیف اوتیسم از دوران جنینی به‌علت جایگزینی نامناسب سلول‌های عصبی در برخی از نقاط مغز به‌وجود می‌آید که درحال حاضر از سه‌سالگی تشخیص داده می‌شود. ضعف در ارتباط چشمی، تعامل اجتماعی ضعیف و رفتارهای تکراری^۵ و کلیشه‌ای، به‌خصوص رفتارهایی که سیستم‌های حسی آنان را به‌شدت تحریک می‌کند، از مشکلات شایع افراد با اختلال طیف اوتیسم است؛ اما به‌تازگی در برخی پژوهش‌ها مشکلات دیگری در زمینه رشد حرکتی این افراد شناسایی شده است؛ به‌طوری‌که در مطالعه‌ای مروری به‌خام حرکتی^۶ این افراد اشاره شده است (۳). این کودکان در مهارت‌های حرکتی ظریف و درشت^۷، برنامه‌ریزی حرکتی^۸، هماهنگی حرکتی^۹، حافظه کاری^{۱۰}، گواه‌قامتی ایستا و پویا^{۱۱} و رفتار حرکتی^{۱۲} که نقاط عطف رشد حرکتی هستند، اختلال دارند و این نشانه‌های حرکتی و الگوها می‌تواند به‌عنوان هشدارهایی برای شناسایی زودهنگام افراد با اختلال طیف اوتیسم در نظر گرفته شود (۴).

یکی از شاخص‌های مهم در بررسی ضعف‌های شناختی کودکان مبتلا به اوتیسم، حافظه فعال یا حافظه کاری است. حافظه کاری، توانایی نگهداری، سازمان‌دهی و پردازش اطلاعات در زمانی مشخص است؛ به‌بیان دیگر، حافظه کاری سیستمی پویا است که به ذخیره‌سازی موقت، طبقه‌بندی و دست‌کاری اطلاعات و نیز انجام‌دادن فعالیت‌های شناختی پیچیده مانند استدلال، یادگیری، تفکر و ادراک کمک می‌کند (۵). در پژوهشی نشان داده شد، حافظه کاری نقش مهمی در موقعیت‌های مختلف زندگی روزمره و آموزشی دارد (۶)؛ به‌همین دلیل، امروزه یکی از موضوعات اساسی و مدنظر بسیاری از پژوهشگران در حوزه علوم شناختی و تربیتی محسوب می‌شود. مطالعات نشان داد، از طریق تمرینات توان‌بخشی شناختی حرکتی^{۱۳} و مداخلات شناختی حرکتی می‌توان بر حافظه کاری تأثیر گذاشت. مداخله شناختی حرکتی روشی است که برای بازگرداندن ظرفیت‌های شناختی از دست‌رفته طراحی می‌شود و از طریق انجام تمرینات هدفمند و ارائه محرک‌های ساختارمند صورت می‌گیرد. هدف اصلی این مداخله، ارتقای عملکرد فرد در انجام فعالیت‌های روزمره و مهارت‌های شناختی است (۶، ۷). کودکان با اختلال طیف اوتیسم در حافظه کاری مشکلاتی دارند که بر توانایی

7. Fine and gross motor skill

8. Motor planning

9. Motor coordination

10. Working memory

11. Static and dynamic control posture

12. Motor behavior

13. Cognitive-motor rehabilitation

1. Autism Spectrum Disorder (ASD)

2. Neurodevelopmental Disorder

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

4. World Health Organization (WHO)

5. Repetitive behavior

6. Motor crude

بالا، طراحی و اجرا شد.

۲ روش بررسی

روش پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه گواه بود. تمامی کودکان ۸ تا ۱۰ ساله با اختلال طیف اوتیسم در شهرستان زنجان طی سال تحصیلی ۱۴۰۴-۱۴۰۳، جامعه آماری پژوهش را تشکیل دادند. از این جامعه، ۳۶ کودک واجد شرایط و داوطلب با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند و براساس نتایج پرسش‌نامه سنجش طیف اوتیسم^۹ (۲۱)، از مراکز درمانی و آموزشگاه‌های ویژه شهرستان زنجان وارد مطالعه شدند. نمونه‌های منتخب به‌صورت تصادفی در سه گروه دوازده نفری شامل گروه فعالیت بدنی منتخب، گروه تمرینات عملکردی و گروه گواه، جایگزین شدند. تعیین حجم نمونه با نرم‌افزار G*Power^{۱۰} و با در نظر گرفتن توان ۰/۸۰، خطای ۰/۰۵ و اندازه اثر ۰/۳۰ صورت گرفت که برای هر گروه دوازده نفر و در مجموع ۳۶ نفر برآورد شد. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به پژوهش عبارت بود از: سن ۸ تا ۱۰ سال، تشخیص اختلال اوتیسم با عملکرد بالا توسط روان‌پزشک متخصص و تأیید آن از طریق پرسش‌نامه سنجش طیف اوتیسم (کسب نمره ۲۲ به‌عنوان ملاک انتخاب اختلال اوتیسم با عملکرد بالا)؛ داشتن پرونده سلامت مبنی بر نداشتن بیماری‌های جسمی یا روانی خاص و برخورداری از بینایی و شنوایی سالم؛ نداشتن سابقه مشارکت در فعالیت‌های ورزشی سازمان‌یافته؛ ارائه رضایت‌نامه والدین. معیارهای خروج آزمودنی‌ها از پژوهش، حضور نداشتن در مراحل پیش‌آزمون یا پس‌آزمون، غیبت بیش از دو جلسه در دوره تمرینی و دریافت هم‌زمان سایر مداخلات درمانی مانند بازی‌درمانی، روان‌درمانی یا دارودرمانی برای کاهش علائم اوتیسم طی اجرای پژوهش بود.

به‌منظور انتخاب نمونه‌ها و جمع‌آوری داده‌ها پرسش‌نامه سنجش طیف اوتیسم (۲۱)، آزمون رایانه‌ای ان-بک^{۱۱} (۲۲) و آزمون هماهنگی دودستی پورد-پگبورد^{۱۱} (۲۳) به‌کار رفت.

پرسش‌نامه سنجش طیف اوتیسم: این پرسش‌نامه توسط بارون-کوهن و همکاران در سال ۲۰۰۱ ارائه شد (۲۱). این ابزار ۲۳ گویه‌ای توسط والدین و معلمان تکمیل می‌شود. کودکانی که نمره کلی آن‌ها ۲۲ (در صورت تکمیل شدن توسط درمانگر) و ۱۹ (در صورت تکمیل شدن توسط والدین) باشد، به‌عنوان کودک دارای اختلال اوتیسم با عملکرد بالا انتخاب می‌شوند. این پرسش‌نامه مشکلات افراد با اختلال طیف اوتیسم را در حوزه‌های تعاملات اجتماعی، تأخیر زبان و گفتار، مشکلات رفتاری و بازی‌های نمادین غیرعادی می‌سنجد (۲۱). پرسش‌نامه سنجش طیف اوتیسم در داخل کشور هنجاریابی و روایی و پایایی آن تأیید شد؛ به‌طوری‌که کاسه‌چی و همکاران روایی و پایایی نسخه فارسی این پرسش‌نامه را در گروهی از کودکان ۷ تا ۱۲ ساله بررسی کردند. نتایج نشان داد، پایایی درونی پرسش‌نامه برای نسخه

کاری و هماهنگی حرکتی در کودکان با اختلال طیف اوتیسم پیشنهاد شده است. در این بین، تمرینات عملکردی^۱ یکی از راهکارهای مؤثر و رایج شناخته می‌شود که رشد مهارت‌های حرکتی و شناختی را در کودکان روبه‌رو با مشکلات رشدی یا ناتوانی‌های یادگیری تسهیل می‌کند. این تمرینات مجموعه‌ای از فعالیت‌های ورزشی مبتنی بر الگوهای عملکرد روزمره نظیر راه‌رفتن، بالا و پایین رفتن از پله‌ها، جابه‌جایی بدن، نشستن و برخاستن، و حمل اشیای سبک است و به‌طور ویژه بر مؤلفه‌های آمادگی جسمانی^۲ مانند استقامت^۳، قدرت^۴، انعطاف‌پذیری^۵، تعادل^۶ و هماهنگی^۷ تأکید دارد (۱۵). در کنار آن، تمرینات ادراکی حرکتی^۸ نیز به‌عنوان نوعی مداخله مؤثر در رشد شناختی و حرکتی کودکان مطرح شده است. این تمرینات دربرگیرنده مجموعه‌ای از توانایی‌های رشدی کودک است که دو مؤلفه اساسی «ادراک» و «حرکت» را دربرمی‌گیرد. در این فرایند، عواملی چون تعادل، هماهنگی، روابط فضایی و جهت‌یابی بدن به‌صورت فعال درگیر می‌شود و در نهایت ارتقای شاخص‌های بنیادین رشد حرکتی و شناختی از قبیل حافظه، توجه و آگاهی صورت می‌گیرد؛ با وجود این، مطالعات انجام‌شده در زمینه حافظه کاری و هماهنگی حرکتی در کودکان با اختلال طیف اوتیسم هنوز محدود است (۴).

در پژوهش بو و همکاران، شرکت کودکان با اختلال طیف اوتیسم در برنامه‌ای باهدف توسعه مهارت‌های بنیادی حرکتی، منجر به بهبود معنادار عملکرد حرکتی آنان شد و اهمیت تداوم فعالیت‌های بدنی در این گروه از کودکان مشاهده شد (۱۶). صمدی و همکاران نیز در مطالعه‌ای اثربخشی تمرینات ادراکی حرکتی را بر بهبود حافظه کاری در کودکان کم‌توان ذهنی گزارش کردند (۱۷). ازسوی دیگر، پژوهش‌های مختلف حاکی از آن است که ترکیب تمرینات ادراکی حرکتی با موسیقی موجب ارتقای عملکرد شناختی و حرکتی در کودکان با اختلال اوتیسم می‌شود (۱۸). افزون‌بر این، شواهدی وجود دارد که فعالیت‌های بدنی بر توانایی‌های شناختی نظیر حافظه کاری و حافظه دیداری و بر عملکرد حرکتی کودکان دارای نقص توجه اثرگذار است (۱۹). یافته‌های مطالعه فتح‌آبادی و همکاران نیز نشان داد، بازی‌های شناختی و رایانه‌ای بر بهبود شاخص‌های عملکرد اجرایی کودکان با اختلال اوتیسم تأثیر مثبت دارد؛ هرچند در برخی مطالعات، تأثیر این فعالیت‌ها بر حافظه کاری تأیید نشده است (۲۰).

باتوجه به شواهد یادشده و نقش برجسته مداخلات مبتنی بر بازی و فعالیت بدنی در بهبود عملکرد شناختی کودکان با اختلال طیف اوتیسم و از آنجاکه در بیشتر تحقیقات پیشین تمرکز عمدتاً بر بازی‌درمانی بوده و کمتر به نقش تمرینات ادراکی حرکتی و عملکردی در بهبود شاخص‌های شناختی و حرکتی (به‌ویژه حافظه کاری و هماهنگی حرکتی) پرداخته شده است، پژوهش حاضر باهدف بررسی اثربخشی یک دوره برنامه تمرینی عملکردی و فعالیت بدنی منتخب بر حافظه کاری و هماهنگی حرکتی کودکان مبتلا به اختلال اوتیسم با عملکرد

7. Coordination

8. Perceptual-motor training

9. Autism Spectrum Quotient (AQ)

10. N-Back Test

11. Purdue Pegboard Test (PPT)

1. Functional training

2. Physical fitness

3. Endurance

4. Strength

5. Flexibility

6. Balance

والدین و معلمان به ترتیب ۰/۷۷ و ۰/۸۱ بود. همچنین روایی هم‌زمان پرسش‌نامه با ابزارهای مشابه برای نسخه والدین و معلمان به ترتیب $r=0/495$ و $r=0/715$ گزارش شد که بیانگر روایی پذیرفتنی این مقیاس در جامعه ایرانی است (۲۴).

آزمون رایانه‌ای ان-بک: برای ارزیابی حافظه کاری از آزمون رایانه‌ای ان-بک استفاده شد. این آزمون، تکلیف سنجش عملکرد شناختی مرتبط با کنش‌های اجرایی^۱ است که عموماً در مطالعات تصویربرداری عصبی برای برانگیختن کارکرد مغز آزمودنی‌ها به کار می‌رود. این آزمون نخستین بار توسط کرچر در سال ۱۹۵۸ ارائه شد (۲۲). در این آزمون تعدادی محرک بینایی به صورت متوالی روی صفحه نمایشگر رایانه ظاهر می‌شود و آزمودنی باید در صورت تشابه هر محرک با محرک قبل یا در صورت نبود تشابه، کلید اختصاص یافته در صفحه‌کلید را فشار دهد. روند کلی تکلیف به این صورت است که دنباله‌ای از محرک‌ها (عموماً دیداری) به صورت گام‌به‌گام به آزمودنی ارائه می‌شود و او باید بررسی کند آیا محرک ارائه‌شده فعلی با محرک n گام قبل از آن، همخوانی دارد یا خیر. انجام این آزمایش با مقادیر مختلف n صورت می‌پذیرد و با افزایش میزان n بر دشواری تکلیف افزوده می‌شود. این آزمون دارای سه مرحله و تکلیف است: در تکلیف اول، آخرین محرک ارائه‌شده با محرک قبلی مقایسه می‌شود و در تکلیف سوم آخرین محرک ارائه‌شده با سه محرک قبل مقایسه می‌شود. در این پژوهش از سطح یک آزمون بهره گرفته شد که در آن آزمودنی باید در صورت تکرار محرک فعلی با محرک ارائه‌شده در یک مرحله قبل، کلید پاسخ را فشار دهد. آزمون به صورت رایانه‌ای و توسط نرم‌افزار ساخته‌شده در شرکت سینا اجرا شد. در این نسخه، تعداد پاسخ‌های صحیح به عنوان شاخص اصلی عملکرد حافظه کاری در نظر گرفته شد و محاسبه نمره نهایی براساس تعداد کل پاسخ‌های صحیح شرکت‌کننده در طول اجرای آزمون صورت گرفت؛ بدین معنا که هرچه تعداد پاسخ‌های صحیح بیشتر باشد، عملکرد حافظه کاری مطلوب‌تر تلقی می‌شود. از آنجایی که این تکلیف شامل هم‌نگهداری اطلاعات شناختی و هم دست‌کاری آن‌ها می‌شود، برای سنجش عملکرد حافظه کاری بسیار مناسب شناخته شده و در سال‌های اخیر، به‌طور گسترده در این حیطه به کار رفته است (۱۹). در مطالعات گوناگون کاربردهای مختلفی در حیطه حافظه کاری برای آزمون ان-بک ثبت شده است که می‌توان از آن در بررسی میزان برانگیختگی مغزی هنگام فعالیت حافظه کاری، بررسی تفاوت‌های فردی در حافظه کاری یا سنجش عملکرد حافظه کاری در گروه‌های خاص نظیر بیماران آسیب مغزی، سوء‌مصرف کنندگان مواد، مبتلایان به اختلالاتی نظیر افسردگی، اوتیسم، بیش‌فعالی/نقص توجه، اختلالات یادگیری، اسکیزوفرنیا و... استفاده کرد. در مطالعه حاضر برای ارزیابی حافظه کاری کودکان مبتلا به اختلال اوتیسم با عملکرد بالا از گام اول آزمون استفاده شد و از بین شاخص‌های متنوع آزمون، ملاک ارزیابی تعداد پاسخ‌های صحیح در نظر گرفته شد. روایی و پایایی نسخه اولیه آزمون ان-بک در نسخه اصلی آن گزارش نشده و بررسی مقادیر روان‌سنجی، تنها در نسخه‌های رایانه‌ای و مدرن این

آزمون از دهه ۱۹۹۰ به بعد صورت گرفته است؛ به طوری که براساس مطالعه جاگی و همکاران، نسخه‌های مدرن آزمون ان-بک از پایایی پذیرفتنی برخوردار است؛ اما روایی هم‌زمان آن با سایر ابزارهای اندازه‌گیری حافظه کاری به صورت محدود گزارش شده است (۲۵). در ایران پایایی نرم‌افزار ان-بک با استفاده از آلفای کرونباخ برابر با ۰/۸۷ و روایی همگرا با آزمون‌های استاندارد حافظه کاری برابر با ۰/۸۱ گزارش شد (۱۹، ۲۶).

آزمون هماهنگی دودستی پورد-پگبورد: برای ارزیابی هماهنگی حرکتی از آزمون هماهنگی دودستی پورد-پگبورد طراحی شده توسط تیفین و آشر در سال ۱۹۴۸ استفاده شد (۲۳). این آزمون یکی از ابزارهای معتبر در ارزیابی سرعت، دقت و هماهنگی بین دو دست است. این آزمون شامل صفحه‌ای با دو ردیف سوراخ موازی و تعدادی میله فلزی کوچک است. آزمون در حالت‌های مختلف یعنی استفاده از دست راست، دست چپ یا هر دو دست به‌طور هم‌زمان و مونتاژ قطعات اجرا می‌شود. در این پژوهش، تنها وظیفه هماهنگی دودستی به‌کار رفت. شرکت‌کنندگان موظف بودند طی ۳۰ ثانیه، با استفاده هم‌زمان از هر دو دست، بیشترین تعداد ممکن از میله‌ها را در سوراخ‌ها قرار دهند. نمره هر فرد براساس تعداد میله‌های قرارگرفته به‌درستی و به صورت کامل در جای خود، در مدت زمان تعیین شده (۳۰ ثانیه) محاسبه می‌شود. نمره بیشتر بیانگر توانایی زیادتر در هماهنگی حرکتی دودستی و چابکی عملکردی است. در صورت افتادن میله یا جای‌گذاری ناقص، آن مورد در امتیاز نهایی لحاظ نمی‌شود (۲۳).

روایی همگرای این آزمون با آزمون هماهنگی ۰/۸۸ و پایایی برای هر زیرآزمون ۰/۷۵ تا ۰/۹۵ گزارش شد (۲۳). در ایران تقی‌زاده و همکاران، روایی و پایایی آزمون هماهنگی دودستی پورد-پگبورد را بررسی و تأیید کردند؛ به طوری که ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای^۲ در بخش‌های مختلف آزمون ۹۱ درصد بود که پایایی نسبی بسیار عالی در اندازه‌گیری‌های مکرر را نشان می‌دهد. همچنین میزان خطای استاندارد اندازه‌گیری^۳ در هر زیرآزمون در یک و سه تکرار آزمون، کمتر از ۱۰ درصد از بیشترین نمره به‌دست‌آمد که نشان‌دهنده پایایی مطلق پذیرفتنی است. روایی ابزار نیز در حد مطلوب گزارش شد (۲۷). به‌منظور اجرای پژوهش حاضر، در گام نخست، رضایت‌نامه آگاهانه و کتبی از والدین تمامی کودکان شرکت‌کننده دریافت شد. سپس اهداف پژوهش، مراحل اجرا و جزئیات فرایند مطالعه برای شرکت‌کنندگان تشریح شد و به آنان اطمینان داده شد که مشارکت در این پژوهش کاملاً داوطلبانه است و امکان انصراف در هر مرحله بدون هیچ‌گونه پیامد منفی وجود دارد. همچنین به والدین و کودکان اطلاع داده شد که حضور در مطالعه هیچ‌گونه خطر یا آسیب احتمالی برای آنان به‌همراه نخواهد داشت. در ادامه، پژوهشگران با همکاری متخصص روان‌شناسی و با بهره‌گیری از پرسش‌نامه سنجش طیف اوتیسم (۲۱)، کودکان دارای اختلال اوتیسم با عملکرد بالا را شناسایی و گزینش کردند. در مجموع ۳۶ کودک واجد شرایط انتخاب و به صورت تصادفی به سه گروه دوازده نفری تقسیم شدند: گروه تمرینات بدنی

3. Standard Error of Measurement (SEM)

1. Executive functions

2. Intraclass Correlation Coefficient (ICC)

منتخب؛ گروه تمرینات عملکردی؛ گروه گواه. پس از تخصیص گروهی، تمامی شرکت‌کنندگان در مرحله پیش‌آزمون در دو آزمون ان-بک (۲۲) و آزمون هماهنگی دودستی پورد-پگبورد (۲۳) شرکت کردند. سپس مداخله تمرینی طی یک دوره شش‌هفته‌ای در قالب سه جلسه در هفته

جدول ۱. برنامه جلسات فعالیت بدنی منتخب براساس پروتکل‌های تمرینات یکپارچگی حسی حرکتی آیرز (۲۸) و کورتز (۲۹)

جلسه	هدف تمرین	محتوای تمرین	پروتکل
۱	تحریک حواس لامسه، تعادل، ادراک عمق	از ابزارهایی نظیر توپ سی‌پی، توری اکروبات، تاب‌بازی و نردبان تعادل برای تحریک حس لامسه، تعادل و ادراک عمق استفاده شد.	آیرز
۲	آگاهی بدنی، برنامه‌ریزی حرکتی	هل دادن کف‌پوش‌ها در مقابل دیوار، سینه‌خیزرفتن و رفتن روی پشت صورت گرفت. تقلید توالی حرکت چندگانه و گذر از مانع با ترتیب و روش‌های مختلف انجام شد.	کورتز
۳	تحریک حس لامسه، تحریک تعادل	حس لامسه کودکان با استفاده از فشاردادن خمیر بازی، مجاله‌کردن روزنامه و هل دادن اجسام سنگین تحریک شد. برای تحریک حس تعادل از راه‌رفتن روی یک لبه باریک، ایستادن روی یک پا و لی‌لی‌رفتن استفاده شد.	آیرز
۴	یکپارچگی حرکتی دوجانبه	بریدن تصاویر با دست غالب و غیرغالب و نیز پرکردن لیوان از دانه‌های برنج درحالی‌که دست غالب لیوان را نگه داشته است، صورت گرفت.	کورتز
۵	تحریک ادراک عمق	حس ادراک عمق کودکان با استفاده از توپ سی‌پی، هل دادن اجسام سنگین و تاب‌بازی تحریک شد.	آیرز
۶	آگاهی بدنی	هل دادن کف‌پوش‌ها در مقابل دیوار، سینه‌خیزرفتن و رفتن روی پشت صورت گرفت.	کورتز
۷	تحریک تعادل	برای تحریک حس تعادل از راه‌رفتن روی یک لبه باریک، ایستادن روی یک پا و لی‌لی‌رفتن استفاده شد.	آیرز
۸	هماهنگی حرکتی ظریف، یکپارچگی حرکتی دوجانبه	بازکردن گره‌ها، پرکردن شکاف و چرخاندن سکه بین انگشتان دست صورت گرفت. بریدن تصاویر با دست غالب و غیرغالب و نیز پرکردن لیوان از دانه‌های برنج درحالی‌که دست غالب لیوان را نگه داشته است، انجام شد.	کورتز
۹	تحریک حس لامسه	برای تحریک مجدد حس لامسه از تمریناتی مانند راه‌رفتن روی سطوح با زبری مختلف، غلتیدن و خزیدن استفاده شد.	آیرز
۱۰	آگاهی بدنی، برنامه‌ریزی حرکتی	هل دادن کف‌پوش‌ها در مقابل دیوار، سینه‌خیزرفتن و رفتن روی پشت صورت گرفت. تقلید توالی حرکت چندگانه و گذر از مانع با ترتیب و روش‌های مختلف انجام شد.	کورتز
۱۱	تحریک حس عمقی	برای تحریک مجدد حس عمقی از پریدن روی توری اکروبات، مسابقه طناب‌کشی و لی‌لی‌کردن استفاده شد.	آیرز
۱۲	یکپارچگی حرکتی دوجانبه، برنامه‌ریزی حرکتی	بریدن تصاویر با دست غالب و غیرغالب و نیز پرکردن لیوان از دانه‌های برنج درحالی‌که دست غالب لیوان را نگه داشته است، صورت گرفت. تقلید توالی حرکت چندگانه و گذر از مانع با ترتیب و روش‌های مختلف انجام شد.	کورتز
۱۳	تحریک حس لامسه	برای تحریک مجدد حس لامسه از ماساژ کف دست، فشاردادن خمیر بازی، نقاشی با انگشت و رنگ‌انگشتی استفاده شد.	آیرز
۱۴	مهارت‌های حرکتی گفتاری، مهارت‌های تعادلی	فوت‌کردن حباب‌ها و حرکت دادن توپ با فوت در مسیرهای مختلف صورت گرفت. حمل مکعب‌ها روی تخته، راه‌رفتن در بین خطوط و گذاشتن پا در جایگاه مشخص شده انجام شد.	کورتز
۱۵	تحریک حس عمقی، تعادل	برای تحریک حس عمقی و تعادل از شوت‌کردن توپ، پرتاب توپ، ایستادن روی تخته تعادل و هل دادن اجسام سنگین استفاده شد.	آیرز
۱۶	مهارت‌های عملکردی بینایی	کشیدن شکل با نور چراغ‌دستی بر دیوار اتاق تاریک و تعقیب نور صورت گرفت.	کورتز
۱۷	هماهنگی حرکتی ظریف، تحریک ادراک عمق	بازکردن گره‌ها، پرکردن شکاف و چرخاندن سکه بین انگشتان دست انجام شد. حس ادراک عمق کودکان با استفاده از توپ سی‌پی، هل دادن اجسام سنگین و تاب‌بازی تحریک شد.	کورتز آیرز
۱۸	تحریک حس عمقی، لامسه، تعادل	برای تحریک حس عمقی، لامسه و تعادل از بازی‌های گرگم به هوا، پریدن از روی پله، توپ‌بازی روی تخته تعادل و حرکت روی مسیر باریک و پریدن از روی موانع استفاده شد.	آیرز

برنامه فعالیت بدنی منتخب در این پژوهش با برگرفتن از رویکرد «یکپارچگی حسی حرکتی^۱» طراحی و سازمان‌دهی شد. تمرینات با استفاده از الگوی تمرینات یکپارچگی حسی حرکتی آیرز (۲۸) و کورتز (۲۹) طراحی شد و پس از بازبینی و تأیید توسط متخصصان حوزه اختلالات رشدی، به‌عنوان پروتکل نهایی مداخله به‌کار گرفته شد. روش یکپارچگی حسی حرکتی آیرز که برای نخستین بار در سال ۱۹۷۲

1. Sensory-motor integration

بود که بیانگر انطباق مناسب و همخوانی مطلوب اجزای برنامه با اهداف پژوهش است. برای اجرای تمرینات عملکردی از پروتکل‌های منتخب بهره گرفته شد که با تعاریف و چارچوب تمرینات عملکردی همخوانی داشت (۳۲). این برنامه طی یک دوره شش هفته‌ای و سه جلسه در هفته اجرا شد که مدت زمان هر جلسه تقریباً ۴۵ دقیقه بود. در آغاز هر جلسه، ده دقیقه به حرکات کششی و فعالیت‌هایی مانند راه رفتن و دویدن آرام برای گرم کردن اختصاص یافت. پس از آن، پروتکل تمرینی اصلی به مدت سی دقیقه اجرا شد و در پایان هر جلسه نیز پنج دقیقه به حرکات کششی برای سرد کردن بدن اختصاص داده شد. به منظور افزایش تنوع و بهره‌مندی کودکان از تمرینات عملکردی، در هر جلسه از ترکیبی از پروتکل‌های منتخب استفاده شد (جدول ۲). همچنین روایی محتوای تمرینات توسط ده نفر از متخصصان حوزه تربیت بدنی بررسی شد و شاخص همخوانی محتوای کل برنامه برابر با ۰/۸۲ به دست آمد که نشان‌دهنده انطباق مناسب و همخوانی مطلوب اجزای برنامه با اهداف پژوهش است.

به منظور توان بخشی کودکان با اختلالات یادگیری ارائه شد (۲۸)، بر ایجاد تعادل میان ورودی‌های حسی، به ویژه حس عمقی و سیستم وستیبولار (تعادلی) تمرکز دارد. (۳۰). همچنین برنامه مداخله‌ای کروتز در هفت محور آگاهی بدنی^۱، برنامه ریزی حرکتی^۲، یکپارچگی حرکتی دوجانبه^۳، مهارت‌های تعادلی^۴، هماهنگی حرکتی ظریف^۵، مهارت‌های عملکردی بینایی^۶ و مهارت‌های حرکتی گفتاری^۷ تنظیم شده است (۳۱). جلسات تمرینی در این مطالعه مطابق با برنامه‌ای از پیش تعیین شده و بر پایه اصول نظری و درمانی رویکرد یکپارچگی حسی حرکتی آیرز، با همکاری متخصصان و اساتید حوزه درمان اوتیسم، طراحی و اجرا شد (جدول ۱). پس از تدوین برنامه، روایی محتوایی آن سنجش شد؛ بر این اساس، از شاخص نسبی روایی محتوای^۸ استفاده شد و مقادیر شاخص همخوانی محتوای بیشتر از ۰/۷۰ به عنوان سطح پذیرفتنی در نظر گرفته شد. بررسی روایی محتوا توسط ده نفر از متخصصان حوزه تربیت بدنی انجام گرفت و هر تمرین بر اساس معیارهای ضرورت، شدت، ایمنی و تناسب با اهداف برنامه ارزیابی شد تا محاسبه ضریب روایی محتوا برای هر آیت صورت گیرد. نتایج نشان داد، شاخص همخوانی محتوای کل برنامه برابر با ۰/۸۸

جدول ۲. برنامه جلسات تمرینات عملکردی

جلسه	گرم کردن (۱۰ تا ۵ دقیقه)	تمرینات عملکردی (۲۵ تا ۳۰ دقیقه)	سرد کردن (۵ تا ۱۰ دقیقه)
۱	دویدن سبک+ بازی تعقیب	سکوات با وزن بدن (۱۰×۳)، پرش روی حلقه‌ها، حرکت خرس (۱۰×۴ متر)	راه رفتن و کشش پا و دست
۲	طناب زدن سبک	لانچ جلو (۸×۳ هر پا)، پرش جفت از روی مانع کوتاه، حرکت خرچنگی (۸×۴ متر)	تنفس عمیق+ کشش
۳	بازی پاس توپ گروهی	اسکوات پرشی (۸×۳)، شنا روی زانو (۶×۳)، پرش پروانه (۱۲×۳)	راه رفتن و کشش پویا
۴	دویدن زیگزاگی بین مخروط‌ها	اسکوات دیواری (۲۰×۳ ثانیه)، پرش از داخل به بیرون حلقه‌ها، چهار دست و پا جلو (۸×۴ متر)	راه رفتن و کشش ساق و ران
۵	طناب زدن+ دست زدن	لانچ جانبی (۸×۳ هر پا)، پرش روی یک پا (۶×۳ هر پا)، حرکت خرچنگی توپ دار	ریلکسیشن
۶	بازی حمل توپ کوچک	اسکوات معمولی (۱۲×۳)، پرش پهلو (۱۰×۳)، حرکت خرس با توپ (۶×۴ متر)	راه رفتن و کشش پویا
۷	دویدن آرام همراه دست زدن	اسکوات پرشی (۸×۳)، شنای کامل (۶×۳)، پرش پروانه (۱۵×۳)	راه رفتن و کشش کمر و شانه
۸	طناب زدن	لانچ عقب (۸×۳ هر پا)، پرش از روی مانع، حرکت خرچنگی به پهلو	راه رفتن و کشش دست و پا
۹	بازی «دایره گرفتن»	اسکوات با مکث (۱۰×۳)، پرش یک پا روی دایره، حرکت خرس سریع	راه رفتن و کشش پویا
۱۰	دویدن سبک+ تغییر جهت	لانچ متقاطع (۸×۳)، پرش جفت جلو-عقب، پرش پروانه توپ دار	راه رفتن و کشش ران و ساق
۱۱	بازی تیمی ساده	اسکوات پرشی (۱۰×۳)، شنا روی زانو (۸×۳)، پرش پهلو سریع (۱۲×۳)	ریلکسیشن
۱۲	دویدن آرام+ بازی گروهی	ترکیب اسکوات + پرش (۸×۳)، لانچ جلو (۸×۳ هر پا)، حرکت خرچنگی توپ دار	راه رفتن و کشش کامل بدن

ثبات واریانس خطاها و همگنی ماتریس واریانس کوواریانس متغیرها بررسی شد. در این راستا، آزمون کلموگروف اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها، آزمون لون به منظور ارزیابی برابری واریانس‌ها

برای تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی به کمک نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ استفاده شد. پیش از اجرای آزمون‌ها، پیش فرض‌های آماری شامل نرمال بودن توزیع داده‌ها،

5. Coordination motor fine
6. Skills vision functional
7. Skills motor oral
8. Content Validity Ratio (CVR)

1. Awareness body
2. Planning motor
3. Integration motor bilateral
4. Balance skills

و آزمون ام‌باکس برای سنجش همگنی ماتریس واریانس‌کوواریانس به‌کار گرفته شد. سطح معناداری آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

۳ یافته‌ها

گزارش شد. میانگین و انحراف معیار وزن شرکت‌کنندگان در سه گروه فعالیت بدنی منتخب، تمرینات عملکردی و گواه، به‌ترتیب ۳۲/۳۳±۳/۹۹، ۳۱/۸۳±۳/۹۹ و ۳۱/۹۱±۳/۷۷ کیلوگرم بود. همچنین میانگین و انحراف معیار قد شرکت‌کنندگان در سه گروه فعالیت بدنی منتخب، تمرینات عملکردی و گواه، به‌ترتیب ۱۳۶/۳۳±۴/۱۱، ۱۳۶/۰۸±۴/۰۷ و ۱۳۵/۱۶±۴/۲۶ سانتی‌متر گزارش شد. در جدول ۴ داده‌های مربوط به متغیرهای حافظه کاری و هماهنگی حرکتی در هر سه گروه، به‌تفکیک مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون ارائه شده است.

در جدول ۳، اطلاعات توصیفی مربوط به سن، قد و وزن شرکت‌کنندگان در هر گروه ارائه شده است. میانگین و انحراف معیار سن شرکت‌کنندگان در گروه فعالیت بدنی منتخب ۹/۰۸±۰/۸۲، گروه تمرینات عملکردی ۸/۸۳±۰/۷۹ و گروه گواه ۸/۹۱±۰/۷۹ سال

جدول ۳. اطلاعات توصیفی مربوط به سن، قد و وزن شرکت‌کنندگان به‌تفکیک گروه

گروه	تعداد	ویژگی	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
فعالیت بدنی منتخب	۱۲	سن (سال)	۸	۱۰	۹/۰۸	۰/۸۲
		قد (سانتی‌متر)	۱۲۱	۱۴۷	۱۳۶/۳۳	۴/۱۱
		وزن (کیلوگرم)	۱۹	۴۴	۳۲/۳۳	۳/۹۹
تمرینات عملکردی	۱۲	سن (سال)	۸	۱۰	۸/۸۳	۰/۸۴
		قد (سانتی‌متر)	۱۲۳	۱۴۸	۱۳۶/۰۸	۴/۰۷
		وزن (کیلوگرم)	۲۰	۴۲	۳۱/۸۳	۳/۹۹
گواه	۱۲	سن (سال)	۸	۱۰	۸/۹۱	۰/۷۹
		قد (سانتی‌متر)	۱۱۹	۱۴۵	۱۳۵/۱۶	۴/۲۶
		وزن (کیلوگرم)	۱۸	۴۳	۳۱/۹۱	۳/۷۷

همان‌طور که در یافته‌های توصیفی جدول ۴ نشان داده شده است، میانگین نمرات متغیرهای حافظه کاری و هماهنگی حرکتی در دو گروه تمرینات بدنی منتخب و تمرینات عملکردی در مرحله پس‌آزمون و پس

جدول ۴. یافته‌های توصیفی (متغیرهای حافظه کاری و هماهنگی کودکان دارای اختلال اوتیسم با عملکرد بالا در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون)

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
حافظه کاری	فعالیت بدنی منتخب	۳۳/۹۱±۶/۷۷	۴۷/۷۵±۷/۶۰
	تمرینات عملکردی	۳۴/۵۰±۶/۴۸	۴۶/۱۶±۷/۱۵
	گواه	۳۳/۵۸±۵/۴۲	۳۵/۷۰±۵/۴۸
هماهنگی حرکتی	فعالیت بدنی منتخب	۱۲/۰۸±۲/۰۶	۲۲/۷۵±۱/۶۵
	تمرینات عملکردی	۱۲/۴۱±۱/۲۴	۱۹±۱/۳۴
	گواه	۱۲/۱۶±۲/۰۸	۱۳/۴۱±۲/۰۲

برای بررسی معناداری تغییرات، از تحلیل کوواریانس استفاده شد. پیش از اجرای این آزمون، بررسی پیش‌فرض‌های آماری شامل همگنی واریانس‌ها، نرمال بودن توزیع داده‌ها، موازی بودن شیب رگرسیون و

همگنی ماتریس واریانس‌کوواریانس صورت گرفت. مشخص شد، این مفروضه‌ها برقرار بود ($p > 0.05$)؛ بنابراین، تحلیل داده‌ها با استفاده از تحلیل کوواریانس انجام شد (جدول ۵).

جدول ۵. نتایج تحلیل کوواریانس برای مقایسه حافظه کاری و هماهنگی حرکتی کودکان دارای اختلال اوتیسم با عملکرد بالا

متغیر	منبع اثر	مقدار F	مقدار p	اندازه اثر
حافظه کاری	پیش‌آزمون	۹/۹۷۴۵	<۰/۰۰۱	۰/۱۲۷
	گروه	۳۰/۷۴۱۵	<۰/۰۰۱	۰/۵۷۹
هماهنگی حرکتی	پیش‌آزمون	۲/۱۲۵	۰/۰۶۱	۰/۰۲۴
	گروه	۱۸/۹۶۴	<۰/۰۰۱	۰/۶۱۰

همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، پس از حذف اثر پیش‌آزمون، در میانگین نمرات حافظه کاری در پس‌آزمون بین سه گروه تفاوت

معناداری وجود داشت ($F=30.7415, p < 0.001$). اندازه اثر نشان داد، ۵۷/۹ درصد از افزایش حافظه کاری متأثر از روش‌های تمرینات

تمرینات عملکردی، تفاوت معناداری را نشان نداد ($p=0/990$) که بیانگر آن است هر دو روش تقریباً به یک میزان باعث بهبود حافظه کاری کودکان دارای اختلال اوتیسم با عملکرد بالا شد. علاوه بر این، نتایج نشان داد، میانگین نمرات هماهنگی حرکتی گروه‌های فعالیت بدنی منتخب و تمرینات عملکردی در مقایسه با گروه گواه تفاوت معناداری داشت ($p<0/001$)؛ یعنی هر دو روش در مقایسه با گروه گواه عملکرد بهتری ارائه کرد. در مقایسه دو گروه فعالیت بدنی منتخب و تمرینات عملکردی، نتایج نشان داد، روش فعالیت بدنی منتخب برتری معناداری داشت و تأثیر بیشتری بر بهبود هماهنگی حرکتی کودکان مبتلا به اختلال اوتیسم با عملکرد بالا در مقایسه با تمرینات عملکردی داشت ($p=0/039$) (جدول ۶).

عملکردی و فعالیت بدنی منتخب بود. همچنین یافته‌ها نشان داد، پس از حذف اثر پیش‌آزمون، در میانگین نمرات هماهنگی حرکتی در پس‌آزمون بین سه گروه تفاوت معناداری وجود داشت ($p<0/001$ ، $F=18/964$). اندازه اثر نشان داد، ۶۱ درصد از افزایش حافظه کاری متأثر از مداخلات برنامه‌تمرینی عملکردی و فعالیت بدنی منتخب بود. برای بررسی دقیق‌تر تفاوت‌های بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۶ ارائه شده است. یافته‌ها نشان داد، میانگین نمرات حافظه کاری در گروه‌های فعالیت بدنی منتخب و تمرینات عملکردی در مقایسه با گروه گواه به‌طور معناداری بیشتر بود؛ به عبارت دیگر، هر دو روش فعالیت بدنی منتخب ($p=0/047$) و تمرینات عملکردی ($p=0/035$) عملکرد بهتری در مقایسه با گروه گواه داشت. همچنین مقایسه مستقیم دو گروه فعالیت بدنی منتخب و

جدول ۶. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی مربوط به متغیرهای حافظه کاری و هماهنگی حرکتی کودکان دارای اختلال اوتیسم با عملکرد بالا

متغیر	گروه	گروه	تفاضل میانگین‌ها	خطای استاندارد	مقدار p
حافظه کاری	فعالیت بدنی منتخب	تمرینات عملکردی	۰/۵	۲/۶۲	۰/۹۹۰
	فعالیت بدنی منتخب	گواه	۶/۲۵	۲/۶۲	۰/۰۴۷
	تمرینات عملکردی	گواه	۵/۷۵	۲/۶۲	۰/۰۳۵
هماهنگی حرکتی	فعالیت بدنی منتخب	تمرینات عملکردی	۱/۷۱	۰/۶۵	۰/۰۳۹
	فعالیت بدنی منتخب	گواه	۴/۶۲	۰/۶۵	<0/001
	تمرینات عملکردی	گواه	۲/۹۱	۰/۶۵	<0/001

۴ بحث

هدف این پژوهش بررسی اثربخشی یک دوره برنامه‌تمرینی عملکردی و فعالیت بدنی منتخب بر حافظه کاری و هماهنگی حرکتی در کودکان دارای اختلال اوتیسم با عملکرد بالا بود. نتایج نشان داد، هر دو مداخله مذکور یعنی برنامه‌تمرینی عملکردی و فعالیت بدنی منتخب، به‌طور معناداری موجب بهبود حافظه کاری و هماهنگی حرکتی این کودکان شد که نشان‌دهنده ظرفیت این روش‌ها در ارتقای عملکردهای شناختی و حرکتی در کودکان با اختلال اوتیسم است.

در بررسی اثربخشی روش‌های تمرینی بر بهبود حافظه کاری، یافته پژوهش حاضر با نتایج مطالعات جلیوند و همکاران مبنی بر اثربخشی یک دوره فعالیت بدنی بر بهبود حافظه کاری کودکان پیش‌دبستانی (۳۳)، عسگری و همکاران درباره اثربخشی بازی‌های ویدئویی فعال بر بهبود کارکردهای شناختی اجرایی مغز در کودکان چاق با اختلال اوتیسم (۳۴) و فتح‌آبادی و همکاران مبنی بر اثربخشی بازی‌های ویدئویی فعال بر بهبود کارکردهای شناختی اجرایی مغز در کودکان با اختلال اوتیسم (۲۰)، همخوان است. در تبیین این نتایج می‌توان گفت، براساس مطالعات نوروفیزیولوژیک، هیپوکامپ در جنبه‌های مشخصی از یادگیری و حافظه نقش کلیدی دارد. همچنین تمرینات بدنی می‌تواند سبب بهبود حافظه کاری در کودکان مبتلا به اوتیسم شود. حافظه کاری دقیقاً همان چیزی است که تفاوت‌های عمده‌ای را در موفقیت یادگیری تعیین می‌کند. حافظه کاری زیربنای تمام عملکردهای اجرایی مغز است که ورزش می‌تواند این نوع حافظه را تقویت کند

(۲۰)؛ اما هر نوع ورزشی با هدفی خواسته یا ناخواسته انجام می‌شود و اگر کودکان ورزش‌هایی مثل یوگا، بازی ریتمیک و آمادگی جسمانی توسط کودکان انجام دهند، بر حافظه کاری آن‌ها اثر مثبت خواهد داشت. درخصوص چگونگی تأثیر فعالیت بدنی بر حافظه، بحث‌های زیادی مطرح شده است؛ اما سازوکارهای زیربنایی مداخله به‌طور قطعی آشکار نیست. در تحقیقات حیوانی بسیاری تغییرات زیربنایی فعالیت بدنی و ذهنی بررسی شده و افزایش حجم مغز، فاکتور رشد شبه‌انسولین، فاکتور مشتق مغز و... نشان داده شده است؛ اما تحقیقات انسانی به دلیل ملاحظات اخلاقی محدودتر است (۳۳). کلکمی و همکاران در پژوهشی به بررسی سیناپتوژنیز^۱ (افزایش سیناپس‌ها و انتقال‌دهنده‌های عصبی) این تأثیر بر مغز انسان پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که تمرین هوازی بر حجم ماده خاکستری مغز تأثیر دارد؛ اما بر تأثیر مستقیم تمرین هوازی بر تراکم بافت مغز اعتقادی ندارند. به‌گفته آن‌ها، تمرین هوازی فقط سبب جلوگیری از زوال می‌شود (۳۲). اریکسون و همکاران در مطالعه‌ای مشابه و با دقت بیشتر، نتیجه گرفتند که تمرینات هوازی و بدنی سبب افزایش حجم هیپوکامپ و حافظه فضایی می‌شود. همچنین یافته‌های پژوهش آنان سازوکارهای نوروبیولوژیک حمایت‌کننده ارتباط سببی بین اثرات سودمند ورزش و عملکردهای شناختی را نشان داد. این اثرات شامل افزایش خروج اکسیژن و توانایی اکسیژن‌گیری و افزایش جریان خون مغزی است. این افزایش، به‌ویژه در مناطقی از مغز اتفاق می‌افتد که در یادگیری و حافظه نقش مهمی دارد؛ مانند لوب پیشانی و هیپوکامپ که در این نواحی، ورزش و انجام حرکات بدنی نیز فعال می‌شود. به‌نظر می‌رسد، تمرینات

1. Synaptogenesis

آن می‌شود (۳۹). همچنین در تصویربرداری عصبی، به‌صورت ویژه، حجم بیشتر منطقه پیش‌پیشانی و ماده سفید و ماده خاکستری در قدامی مغز، از مشخصه‌های افراد فعال از نظر حرکتی گزارش شده است. این بخش مربوط به حافظه است و در تشکیل آن نقش مهمی دارد.

افزون‌براین، تقویت حافظه در نتیجه تمرینات حرکتی به دلیل افزایش آزادسازی نوراپی‌نفرین است. نوراپی‌نفرین، پیام‌رسان شیمیایی در مغز است که در تنظیم حافظه نقش بسیار زیادی دارد. همچنین تمرینات حرکتی، احتمالاً به تعدیل انطباق‌های هیپوکامپ منجر می‌شود که در یادگیری و حافظه نقش بسزایی دارد. نتایج مطالعات حاکی از آن است که تمرینات حرکتی می‌تواند با افزایش رشد مویرگ‌های مغزی، جریان خون، اکسیژن، تولید و رشد سلول‌های عصبی در هیپوکامپ (مرکز یادگیری و عملکردهای شناختی)، سطوح انتقال‌دهنده عصبی، توسعه اتصالات عصبی و تراکم شبکه عصبی، حجم بافت و فیزیولوژی مغز را تحت تأثیر قرار دهد. این تغییرات سبب می‌شود عملکردهای شناختی از جمله حافظه کاری بهبود یابد (۳۸).

در بررسی اثربخشی روش‌های تمرینی بر بهبود هماهنگی حرکتی، یافته‌های حاضر با نتایج مطالعات معینی و همکاران (۱۰) همخوان است؛ به‌طوری‌که آن‌ها در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات حس عمقی بر هماهنگی حرکتی کودکان مبتلا به اختلال طیف اوتیسم مدارس شهر شیراز پرداختند. نتایج نشان داد، در همه خرده‌مقیاس‌های هماهنگی حرکتی پورد-پگبورد، تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود داشت. با توجه به ارزیابی‌ها در این پژوهش و معنادار شدن هماهنگی حرکتی در نتیجه تغییرات به‌وجود آمده در سیستم پردازشی و سیستم‌های حسی حرکتی این افراد، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تمرینات حس عمقی موجب بهبود هماهنگی حرکتی در کودکان با اختلال اوتیسم شده است (۱۰). در تبیین نتایج حاضر می‌توان به این مطالب اشاره داشت؛ از جمله اینکه اختلالات افراد مبتلا به اوتیسم، اختلالات شناختی همراه با مشکلاتی در سیستم عصبی است. این افراد علاوه بر مشکلات متعدد در سیستم عصبی، مشکلاتی در سیستم پردازش اطلاعات نیز دارند. مطابق با دیدگاه پردازش اطلاعات، اجرای موفقیت‌آمیز حرکات هماهنگ در نتیجه کاهش تداخل عصبی، به‌واسطه شکل‌گیری برنامه حرکتی کلی‌تر یا تعامل صحیح بین سطوح بالا و پایین‌تر و افزایش سرعت گسترش اطلاعات بین سطوح است. علت کاهش عملکرد هماهنگی نیز ممکن است ناشی از اختلال در جنبه شناختی، ناتوانی در ادراک و کاهش توانایی پردازش اطلاعات باشد؛ بنابراین، تشخیص زودهنگام افت عملکرد عصبی و روانی در افراد با اختلال اوتیسم بسیار اهمیت دارد؛ زیرا در صورت تشخیص آن در مراحل اولیه با مداخله‌های درمانی و توان‌بخشی می‌توان از پیشرفت آن جلوگیری کرد. مطالعات نشان داد، ورزش و تمرین در کاهش ناتوانی حرکتی و تأخیر حرکتی در کودکان با اختلال طیف اوتیسم مفید است. تمرینات بدنی از مؤلفه‌های تأثیرگذار بر هماهنگی حرکتی است که موجب بهبود کارایی سیستم عصبی-عضلانی و افزایش عملکرد هماهنگی می‌شود. تمرین و فعالیت‌های بدنی و ورزشی از طریق اصول روانی حرکتی، علاوه بر بهبود وضعیت جسمانی، موجب بهبود وضعیت روانی و خصوصیات اجتماعی این افراد می‌شود. نتایج تحقیقات روی

و فعالیت بدنی و تمرینات فانکشنال به‌کاررفته در این مطالعه، علاوه بر اینکه باعث افزایش فعالیت کرتکس پیش‌پیشانی افراد با اختلال اوتیسم شده، از طریق افزایش تمرکز منجر به افزایش عملکرد حافظه کاری نیز شده است (۳۵).

از طرفی نتایج این پژوهش با نظریه تحکیم شرینگتون درباره فرایند عصبی تحکیم، همسویی دارد. براساس نظریه تحکیم، فعالیت مکرر مدارهای عصبی و افزایش ارتباطات سیناپسی به برقراری تحکیم کمک می‌کند و بدین‌طریق اطلاعات وارد حافظه درازمدت می‌شود. وقتی اطلاعات وارد حافظه درازمدت می‌شود، درصد از بین‌رفتن آن‌ها خیلی کم می‌شود. تکرار و مرور ذهنی نقش مهمی در تحکیم و انتقال اطلاعات به حافظه درازمدت ایفا می‌کند که در انتقال اطلاعات از حافظه کوتاه‌مدت به حافظه بلندمدت پیش می‌آید (۳۶). در واقع می‌توان بیان کرد که فعالیت‌های ادراکی حرکتی، فعالیت‌های بدنی و حرکتی به‌واسطه به‌چالش کشیدن ذهن فرد به تجزیه و تحلیل اطلاعات، سبب افزایش فرایند تحکیم می‌شود. ضعف عملکرد حافظه در هر فردی به‌صورت متفاوتی بروز می‌یابد؛ اما در کودکان با اختلال اوتیسم، نقص عملکرد حافظه کاری به‌شدت به تشدید مشکلات یادگیری منجر می‌شود. در هر حال، برای کمک به کودکانی با عملکرد ضعیف حافظه، بدون توجه به وجود یا نبود اختلالات یادگیری دیگر می‌توان از یک روش آموزش مهارت‌های ادراکی حرکتی، گام‌به‌گام و مرحله‌ای استفاده کرد (۳۷). همچنین متخصصان دیگر بر این باورند که آموزش مهارت‌های حرکتی فرصت‌های مناسبی را برای جذب فعالیت‌های دروندادهای حسی مختلف از محیط فراهم می‌آورد. در واقع رفتارهای حرکتی هدفمند نظیر فعالیت‌های بدنی و مداخلاتی حرکتی مطالعه حاضر، بر بهبود عملکرد متقابل کورتکس مغز و مخچه تأثیر می‌گذارد و این امر به بهبود مهارت‌های شناختی از جمله حافظه منجر می‌شود. درباره چگونگی تأثیر فعالیت بدنی بر حافظه بحث‌های زیادی مطرح شده است؛ اما سازوکارهای زیربنایی مداخله به‌طور قطعی آشکار نیست؛ هر چند فرض بر این است که با تغییراتی در بدن این تأثیرات به‌وقوع می‌پیوندد. تغییرات ناشی از ورزش و فعالیت بدنی در جریان خون مغزی منطقه‌ای، به‌عنوان سازوکار احتمالی دیگر برای تغییر در شناخت از جمله حافظه عنوان شده است که توضیح دهنده اثرات مثبت ورزش و فعالیت بدنی بر فرایندهای شناختی است (۳۲). علاوه بر این، در مدل‌های حیوانی مشاهده شده است که ورزش و فعالیت بدنی به‌طور کامل باعث افزایش جریان خون مغزی در تمام نواحی مغز نمی‌شود؛ اما بر نواحی ویژه درگیر در حرکت، تعادل و مهار قلبی-تنفسی و نیز مناطقی از هیپوکامپ که در حافظه دخیل است، تمرکز دارد (۳۸). در تبیینی دیگر می‌توان اظهار کرد، اثربخشی تمرینات و مداخلات حرکتی استفاده‌شده در مطالعه حاضر دارای دو سازوکار فیزیولوژیک و یادگیری تحولی است. سازوکارهای فیزیولوژیک شامل افزایش جریان خون مغز، تغییرات در انتقال‌دهنده‌های عصبی مغز، تغییرات ساختاری در سیستم عصبی مرکزی، سطوح برانگیختگی اصلاح‌شده و تغییرات فیزیکی حاصل از تمرینات حرکتی است. از طرفی، براساس سازوکارهای یادگیری تحولی، تمرینات حرکتی فراهم‌کننده تجربیات آموزنده‌ای است که برای رشد شناختی ضروری است و موجب تحریک

افراد با اختلال اوتیسم نشان داده است که با اجرای برنامه‌های تمرینی مناسب می‌توان پیشرفت‌های چشمگیری را در سیستم پردازشی این افراد و همچنین در بهبود مهارت‌های حرکتی آن‌ها مشاهده کرد و به دنبال آن توسعه هماهنگی حرکتی را ایجاد کرد (۴۰).

در حال حاضر توافق عمومی مبنی بر چند عاملی بودن علت اختلال اوتیسم وجود دارد؛ در حالی که در گذشته اعتقاد به عوامل روانی‌رئتیکی بود. اگرچه تعدادی از ساختارهای نورواناتومیک پیشنهاد شده است، ناهنجاری‌های مربوط به مخچه و ویژگی اصلی در اختلال اوتیسم است. مطالعات کالبدشکافی، نبود سلول‌های پورکنینز و گرانول^۱ و رشد ناقص نیمکره و وریمس^۲ در قسمت خلفی مخچه را آشکار کرده است. از طرفی نقش بارز مخچه در کنترل حرکت از جمله تعادل و هماهنگی، به‌خوبی مشخص شده است. مخچه به‌عنوان گذرگاهی دوطرفه میان قشر بینایی، شنوایی و حسی‌بدنی^۳ ایفای نقش می‌کند. به‌تازگی مشخص شده است که مخچه در عملکردهای اجتماعی، شناختی و احساسی نیز درگیر می‌شود. براساس گزارش مطالعات، در یک فرد، پس از برداشتن یک تومور مخچه‌ای ویژگی‌های کامل اختلال اوتیسم مانند تعادل، کناره‌گیری اجتماعی، رفتارهای قالبی و بی‌زاری از نگاه ادامه‌دار مشاهده شد (۴۱). طبق ادعای برخی مطالعات، سندرم احساسی‌شناختی مخچه‌ای^۴ با ویژگی‌هایی مانند اختلال در هماهنگی، اختلال در عملکردهای شناختی، اختلال در حافظه بینایی فضایی^۵ و شناخت فضایی، تغییرات شخصیتی مانند رفتارهای اجتماعی نامناسب و در نهایت مشکلات زبانی شناخته می‌شود. همچنین مطالعات نورواناتومیک و نوروفیزیولوژیک نشان داد، نقص در نواحی قشری و زیرقشری مانند قشر حرکتی^۶، قشر مکمل حرکتی^۷، بازال گانگلیوم^۸ و مخچه^۹ می‌تواند دلیلی برای نقص طراحی حرکتی، یکپارچگی حسی حرکتی و اجرای حرکت باشد. همین‌طور نقص در سیستم دهلیزی و بینایی می‌تواند موجب ایجاد محدودیت در ایجاد ارتباط بین سیستم آوران‌های حسی بینایی و دهلیزی و در نهایت بی‌تعادلی در قامت شود. احتمال دارد تمرینات جابه‌جایی و استواری منتخب در فعالیت‌های بدنی منتخب به‌عنوان فعالیت نیازمند به مهارت‌های یادگیری، کنترل حرکتی و درگیری اجتماعی، با عملکرد مخچه و نواحی قشری و زیرقشری در ارتباط باشد (۴۲). در تحقیق حاضر به‌طور مستقیم هیچ‌گونه اندازه‌گیری برای تعیین میزان دقیق فعالیت مخچه انجام نگرفت؛ اما یافته‌های مطالعات ذکرشده از این تفاسیر حمایت می‌کند؛ بنابراین می‌توان گفت، بهبود معنادار در هماهنگی حرکتی کودکان با اختلال اوتیسم به عملکرد مخچه نسبت داده می‌شود. از طرفی در پروتکل تمرینی گروه فعالیت‌های بدنی منتخب، در شکل و نوع حرکات به‌کاررفته از حرکات دست‌کاری بیشتری استفاده می‌شود و این حرکات شباهت‌های الگویی و عملکردی زیادی با تکلیف آزمون هماهنگی دارد؛ از این رو، عملکرد بهتر کودکان در گروه فعالیت بدنی منتخب را می‌توان به این عامل نیز نسبت داد.

افزون‌براین، باتوجه به اینکه برنامه فعالیت بدنی منتخب به‌کاررفته در مطالعه حاضر بر مبنای یکپارچگی حسی حرکتی تنظیم شده است، در تبیین یافته‌ها می‌توان گفت که بهبود یکپارچگی حسی حرکتی باعث رشد توانایی پردازش حسی در مؤلفه‌های پردازش آگاهی بدن، حفظ تعادل و خلاقیت حرکتی و متعاقباً موجب بهبود تعادل و هماهنگی حرکتی شده است. مطالعات نشان می‌دهد، تمرینات یکپارچگی حسی حرکتی روی سامانه عصبی مرکزی تأثیر می‌گذارد و موجب سازگاری فیزیولوژیک در مغز می‌شود که سبب افزایش خون‌رسانی و اکسیژن‌رسانی بهتر به تمامی سلول‌های مغزی شده و منجر به بالا رفتن سطح گیرنده‌ها در دریافت اطلاعات حسی و افزایش در ظرفیت دستگاه عصبی مرکزی در پردازش و هدایت پیام‌های حسی می‌شود. این زنجیره تعاملات می‌تواند زمینه را برای شناخت بهتر کودکان با اختلال اوتیسم فراهم کند و سبب توسعه هماهنگی و تعادل در رفتار فرد شود. همچنین این نوع مداخله زمینه‌ساز رشد توانایی‌های حسی در مؤلفه‌های پردازش آگاهی بدن، حفظ تعادل و خلاقیت حرکتی هدفمند کودک می‌شود؛ بنابراین می‌توان گفت، اجرای برنامه یکپارچگی حسی حرکتی زمینه را برای رشد کودک در علمکردهای حسی حرکتی که برای انجام فعالیت‌های هدفمند استفاده می‌شود، تقویت می‌کند و از این طریق می‌تواند بر مهارت‌های حرکتی، رشد حرکتی و هماهنگی حرکتی تأثیر گذارد (۴۳).

در مجموع‌ها این پژوهش بر اهمیت استفاده از روش‌های مداخله‌ای تمرینات عملکردی و فعالیت بدنی منتخب برای بهبود حافظه کاری و هماهنگی حرکتی کودکان مبتلا به اختلال اوتیسم با عملکرد بالا تأکید دارد؛ از این رو، آگاهی‌دادن به والدین، معلمان، مربیان و درمانگران اختلال اوتیسم، ارائه راهکارهای عملی به مسئولان مدارس ویژه اختلال اوتیسم، اطلاع‌رسانی به کارشناسان آموزش استثنایی و سازمان بهزیستی، روان‌شناسان و متخصصان درباره نقش و اهمیت فعالیت‌های بدنی در ارتقای توانمندی‌های شناختی حرکتی از جمله حافظه کاری و هماهنگی حرکتی کودکان مبتلا به اختلال اوتیسم با عملکرد بالا، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر، مشکل در برقراری ارتباط محقق‌آزمونگر با کودکان با اختلال اوتیسم بود؛ لذا بهتر است در مطالعات آتی این موضوع مدنظر قرار گیرد و برای مداخلات تاحدامکان از مربیان اختصاصی کودکان استفاده شود. توصیه می‌شود در مطالعات آینده نوع مداخله حرکتی و شناختی، نوع تمرینات عملکردی و یکپارچگی حسی حرکتی باتوجه به طیف و شدت اوتیسم کودکان، بازبینی و بازطراحی شود. از آنجاکه بیشتر طرح‌های پژوهشی در حیطه کودکان با اختلال اوتیسم فاقد دوره پیگیری است، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی با در نظر گرفتن طرح‌های پیگیری، ماندگاری و پایداری اثرات مداخله‌ها با دقت بیشتری بررسی شود.

6. Motor cortex
7. Supplementary motor cortex
8. Basal ganglia
9. Cerebellum

1. Purkinje and granule cells
2. Vermis
3. Visual, auditory, and somatosensory cortex
4. Cerebellar cognitive-emotional syndrome
5. Visual-spatial memory

۵ نتیجه‌گیری

رضایت‌نامه ضمن ذکر هدف مطالعه، به آن‌ها گفته شد که شرکت‌کنندگان هر زمان تمایل داشتند می‌توانند از ادامه مشارکت در پژوهش خودداری کنند.

رضایت برای انتشار

این امر اجرایی نیست.

در دسترس بودن داده‌ها و مواد

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

تضاد منافع

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

منابع مالی

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

مشارکت نویسندگان

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

براساس یافته‌های مطالعه حاضر، برنامه تمرینی عملکردی و فعالیت بدنی منتخب، هر دو سبب بهبود حافظه کاری و هماهنگی حرکتی می‌شود. همچنین این روش‌های تمرینی از ویژگی‌های انگیزشی و انگیزه برای ادامه بازی و فعالیت برخوردار است و سبب ارتقای عملکرد حرکتی و شناختی کودکان مبتلا به اختلال اوتیسم با عملکرد بالا می‌شود. باتوجه به یافته‌های حاضر، استفاده از تمرینات و فعالیت‌های ادراکی حرکتی و تمرینات عملکردی به منظور توسعه قابلیت‌های شناختی حرکتی از جمله حافظه کاری و هماهنگی حرکتی کودکان مبتلا به اختلال اوتیسم با عملکرد بالا، توصیه می‌شود.

۶ تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر با همکاری مربیان و والدین کودکان مبتلا به اختلال طیف اوتیسم شهرستان زنجان اجرا شد. نویسندگان مقاله از تمامی عزیزانی که در این پژوهش همکاری، مشارکت و مساعدت داشتند، تشکر و قدردانی فراوان می‌کنند.

۷ بیانیه‌ها

تأییدیه اخلاقی و رضایت‌نامه از شرکت‌کنندگان

مطالعه حاضر توسط اساتید دانشکده تربیت‌بدنی، گروه رفتار حرکتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز تأیید شده است. همچنین رضایت‌نامه شرکت آگاهانه توسط والدین آزمودنی‌ها امضا شد. در این

References

1. American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5. 5th ed. Washington: American Psychiatric Publishing; 2013.
2. World Health Organization. Autism spectrum disorders [Internet]. 2023 [cited 2026 May 25]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>
3. Travers BG, Powell PS, Klinger LG, Klinger MR. Motor difficulties in autism spectrum disorder: linking symptom severity and postural stability. J Autism Dev Disord. 2013;43(7):1568-83. doi: [10.1007/s10803-012-1702-x](https://doi.org/10.1007/s10803-012-1702-x)
4. Payne VG, Isaacs LD. Human motor development: a lifespan approach. Routledge; 2017. <https://doi.org/10.4324/9781315213040>
5. Alloway TP, Gathercole SE, Pickering SJ. Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: are they separable? Child Dev. 2006;77(6):1698-716. doi: [10.1111/j.1467-8624.2006.00968.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00968.x)
6. Causton-Theoharis J, Ashby C, Cosier M. Islands of loneliness: exploring social interaction through the autobiographies of individuals with autism. Intellect Dev Disabil. 2009;47(2):84-96. doi: [10.1352/1934-9556-47.2.84](https://doi.org/10.1352/1934-9556-47.2.84)
7. Pérez-Martín MY, González-Platas M, Eguía-Del Río P, Croissier-Elías C, Jiménez Sosa A. Efficacy of a short cognitive training program in patients with multiple sclerosis. Neuropsychiatr Dis Treat. 2017;13:245-52. doi: [10.2147/NDT.S124448](https://doi.org/10.2147/NDT.S124448)
8. Hirota T, King BH. Autism spectrum disorder: a review. JAMA. 2023;329(2):157-68. doi: [10.1001/jama.2022.23661](https://doi.org/10.1001/jama.2022.23661)
9. Akhgari M R, Pourmohamadreza-Tajrishi M, Bidhendi Yarandi R. Comparison the Effects of Visual Activities Schedule and Social Narratives on Social Interaction in Children with Autism Spectrum Disorder. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences. 2024;28(6):100-22 [Persian] doi: [10.61186/sjku.28.6.100](https://doi.org/10.61186/sjku.28.6.100)
10. Moeini A, Nazemzadegan GH, Rostami R. The effect of 8 weeks of proprioceptive training on motor coordination in children with autism spectrum disorders. Journal of Sports and Motor Development and Learning. 2019;10(4):505-17. [Persian] doi: [10.22059/jmlm.2018.238080.1278](https://doi.org/10.22059/jmlm.2018.238080.1278)
11. Aggernaes B. Autism: a transdiagnostic, dimensional, construct of reasoning? Eur J Neurosci. 2018;47(6):515-33. doi: [10.1111/ejn.13599](https://doi.org/10.1111/ejn.13599)

12. Ghayour M, Sheikh M, Hemayattalab R, Memari A. The effects of selected spark exercises on balance and coordination in autistic children: a quasi-experimental study. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*. 2017;9(2):173-80. [Persian] doi: [10.22059/jmlm.2017.102503.810](https://doi.org/10.22059/jmlm.2017.102503.810)
13. Sabet S, Gholami Heidar Abadi Z. The effect of art therapy on motor skills of children with autism. *International Journal of Applied Behavioral Sciences*. 2021;8(4):27-34. doi: [10.22037/ijabs.v8i4.33684](https://doi.org/10.22037/ijabs.v8i4.33684)
14. Fournier KA, Hass CJ, Naik SK, Lodha N, Cauraugh JH. Motor coordination in autism spectrum disorders: a synthesis and meta-analysis. *J Autism Dev Disord*. 2010;40(10):1227-40. doi: [10.1007/s10803-010-0981-3](https://doi.org/10.1007/s10803-010-0981-3)
15. Almasi S, Karimi S, Godarzi E. The effect of spark motion program and music on stereobehavior of children with autism spectrum disorder. *Pajouhan Sci J*. 2022;20(4):242-9. [Persian] doi: [10.61186/psj.20.4.242](https://doi.org/10.61186/psj.20.4.242)
16. Bo J, Shen B, Pang Y, Zhang M, Xiang Y, Dong L, et al. Transfer and retention effects of a motor program in children with autism spectrum disorders. *Adapt Phys Activ Q*. 2023;41(1):88-106. doi: [10.1123/apaq.2022-0200](https://doi.org/10.1123/apaq.2022-0200)
17. Samadi H, Nejad EH, Sohbatiha M. Comparison of effectiveness of motor-working memory training and perceptual-motor exercises on digit span and letter-number sequencing in educable children with intellectual disabilities. *Avicenna J Clin Med*. 2022;29:41-9. [Persian] doi: [10.52547/ajcm.29.1.41](https://doi.org/10.52547/ajcm.29.1.41)
18. Moradi Mokhles H, Bagheri S. The effect of music-based blended environment on the development of motor skills in children with autism: a quasi-experimental study. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2021;19(10):1035-52. [Persian] doi: [10.29252/jrums.19.10.1035](https://doi.org/10.29252/jrums.19.10.1035)
19. Dana A, Rezaei R, Shams A. The effects of active game intervention and exergames on the executive function of high-functioning Autistic children. *Shenakht Journal of Psychology and Psychiatry* 2021;8(5):113-25. [Persian] doi: [10.32598/shenakht.8.5.113](https://doi.org/10.32598/shenakht.8.5.113)
20. Fathabadi R, Bakhtiarvand M, Hajiali P. The effectiveness of cognitive computer games on the working memory of children with high functioning autism disorder. *Educational Technologies in Learning*. 2017;3(10):113-24. [Persian] doi: [10.22054/jti.2020.44948.1280](https://doi.org/10.22054/jti.2020.44948.1280)
21. Baron-Cohen S, Wheelwright S, Skinner R, Martin J, Clubley E. The autism-spectrum quotient (AQ): evidence from Asperger syndrome/high-functioning autism, males and females, scientists and mathematicians. *J Autism Dev Disord*. 2001;31(1):5-17. doi: [10.1023/a:1005653411471](https://doi.org/10.1023/a:1005653411471)
22. Kirchner WK. Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *J Exp Psychol*. 1958;55(4):352-8. doi: [10.1037/h0043688](https://doi.org/10.1037/h0043688)
23. Tiffin J, Asher EJ. The Purdue Pegboard: norms and studies of reliability and validity. *Journal of Applied Psychology*. 1948;32(3):234-47.
24. Kasechi M, Behnia F, Mirzaei H, Rezafiani M, Farzi M. Validity and reliability of Persian version of high-functioning autism spectrum screening questionnaire age 7-12. *Pajouhan Sci J*. 2013;12(1):45-54. [Persian] <http://psj.umsha.ac.ir/article-1-46-fa.html>
25. Kirchner WK. Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *J Exp Psychol*. 1958;55(4):352-8. doi: [10.1037/h0043688](https://doi.org/10.1037/h0043688)
26. Jaeggi SM, Buschkuhl M, Perrig WJ, Meier B. The concurrent validity of the N-back task as a working memory measure. *Memory*. 2010;18(4):394-412. doi: [10.1080/09658211003702171](https://doi.org/10.1080/09658211003702171)
27. Amini D, Almasi M, Noroozi Homayoon M. 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 Exceptional Children*. 2022;13(2):95-79. [Persian] doi: [10.22034/ceciranj.2022.318579.1619](https://doi.org/10.22034/ceciranj.2022.318579.1619)
28. Taghi-Zadeh G, Mehdi-Zadeh H, Ashayeri H, Rafiei S, Lajevardi L. Reliability investigation of the Purdue Pegboard Test in drug off-phase for Parkinson's patients. *Archives of Rehabilitation*. 2010;11(2):29-35. [Persian] <http://rehabilitationj.uswr.ac.ir/article-1-479-fa.html>
29. Ayres AJ. *Sensory integration and learning disorders*. Los Angeles, CA: Western Psychological Services; 1972.
30. Kurtz LA. *Understanding motor skills in children with dyspraxia, ADHD, autism, and other learning disabilities: a guide to improving coordination (JKP Essentials)*. London, UK: Jessica Kingsley Publishers; 2007.
31. Faramarzi S, Abbasi S, Gholami M, Vahabi RS, Pour Sadoghi A. Effectiveness of sensory integration exercises on social interactions and stereotypical behaviors of children with autism spectrum disorder. *Research in Cognitive and Behavioral Sciences*. 2021;10(2):71-82. [Persian] doi: [10.22108/cbs.2021.128209.1520](https://doi.org/10.22108/cbs.2021.128209.1520)
32. Ahmadi A, Beh Pajoo, A. The efficacy of sensorimotor exercises on motor, social interaction, and communication skills and stereotypic behaviors of children with autism spectrum disorders. *Journal of Research in Behavioral Sciences*. 2016;14(2):219-28. [Persian] <http://rbs.mui.ac.ir/article-1-469-en.html>
33. Colcombe SJ, Erickson KI, Raz N, Webb AG, Cohen NJ, McAuley E, et al. Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2003;58(2):176-80. doi: [10.1093/gerona/58.2.m176](https://doi.org/10.1093/gerona/58.2.m176)
34. Jalilvand M, Samadi H, Dana A. Effectiveness of physical activity course on preschool children's working memory: emphasizing environmental change. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021;10(5):936-47. [Persian] doi: [10.32598/SJRM.10.5.9](https://doi.org/10.32598/SJRM.10.5.9)

35. Asgari M, Jenidi Jafari F, Salehi H, Ahmadi A. The effectiveness of active video games on the cognitive executive functions of the brain in children with autism with Obesity. *Neuropsychology*. 2021;7(24):131-44. [Persian] doi: [10.30473/clpsy.2020.53249.1550](https://doi.org/10.30473/clpsy.2020.53249.1550)
36. Erickson KI, Prakash RS, Voss MW, Chaddock L, Hu L, Morris KS, et al. Aerobic fitness is associated with hippocampal volume in elderly humans. *Hippocampus*. 2009;19(10):1030-9. doi: [10.1002/hipo.20547](https://doi.org/10.1002/hipo.20547)
37. Sherrington CS. *The integrative action of the nervous system*. Yale University Press; 1906.
38. Hu JP, Guo YH, Wang F, Zhao XP, Zhang QH, Song QH. Exercise improves cognitive function in aging patients. *Int J Clin Exp Med*. 2014;7(10):3144-9. PMID: [25419345](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25419345/)
39. Gomes da Silva S, Arida RM. Physical activity and brain development. *Expert Rev Neurother*. 2015;15(9):1041-51. doi: [10.1586/14737175.2015.1077115](https://doi.org/10.1586/14737175.2015.1077115)
40. Sibley BA, Etnier JL. The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*. 2003;15(3):243-56. doi: [10.1123/pes.15.3.243](https://doi.org/10.1123/pes.15.3.243)
41. Pan CY, Tsai CL, Chu CH. Fundamental movement skills in children diagnosed with autism spectrum disorders and attention deficit hyperactivity disorder. *J Autism Dev Disord*. 2009 Dec;39(12):1694-705. doi: [10.1007/s10803-009-0813-5](https://doi.org/10.1007/s10803-009-0813-5)
42. Levisohn L, Cronin-Golomb A, Schmahmann JD. Neuropsychological consequences of cerebellar tumour resection in children: cerebellar cognitive affective syndrome in a paediatric population. *Brain*. 2000;123 (Pt 5):1041-50. doi: [10.1093/brain/123.5.1041](https://doi.org/10.1093/brain/123.5.1041)
43. Parellada M, Pina-Camacho L, Moreno C, Aleman Y, Krebs MO, Desco M, et al. Insular pathology in young people with high-functioning autism and first-episode psychosis. *Psychol Med*. 2017;47(14):2472-82. doi: [10.1017/S0033291717000988](https://doi.org/10.1017/S0033291717000988)
44. Guadagnoli MA, Kohl RM. Knowledge of results for motor learning: Relationship between error estimation and knowledge of results frequency. *J Mot Behav*. 2001;33(2):217-24. doi: [10.1080/00222890109603152](https://doi.org/10.1080/00222890109603152)