

تبیین نقش واسطه کارکردهای اجرایی در رابطه هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی

الیه عرب‌عامری ****

عبداله قاسمی ***

کیوان ملانوروزی **

جواد عظیمی راد *

* دانشجوی دکتری، گروه علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. Javadazimirad@yahoo.com

** (نویسنده مسئول) استادیار، گروه علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. keyvan.molanorouzi@srbiau.ac.ir

*** استادیار، گروه علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. a_gh_m2003@yahoo.com

**** استاد، گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. eameri@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۷/۱۹ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۲۸ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۳۰

چکیده:

هماهنگی حرکتی درشت، نه صرفاً یک ویژگی فیزیکی، بلکه به طور فزاینده ای به عنوان یک مؤلفه مهم رشد شناختی و یادگیری شناخته شده است. نقص در هماهنگی حرکتی درشت با طیفی از مشکلات رشدی و یادگیری مرتبط است، که نشان می‌دهد این مهارت‌ها احتمالاً، با نتایج تحصیلی در هم تنیده هستند. مکانیسم‌هایی که توسط آن هماهنگی حرکتی درشت بر عملکرد تحصیلی تأثیر می‌گذارد نامشخص است. هدف تحقیق حاضر بررسی نقش میانجی کارکردهای اجرایی در رابطه بین هماهنگی حرکتی درشت و عملکرد تحصیلی است. تعداد ۱۸۰ نفر از دانش‌آموزان پسر ۱۰-۱۲ ساله مدارس ابتدایی شهرستان سرپل ذهاب در تحقیق مشارکت کردند. جهت سنجش هماهنگی حرکتی از آزمون KTK؛ اندازه‌گیری کارکردهای اجرایی از نسخه الکترونیکی دو آزمون دسته بندی کارت های ویسکانسین و آزمون استروپ استفاده شد. عملکرد تحصیلی براساس عملکرد دانش‌آموزان در نیمسال تحصیلی قبل از اجرای آزمون در نظر گرفته شد. از مدل معادلات ساختاری جهت تحلیل داده‌های تحقیق استفاده گردید. نتایج تحقیق حاضر نشان داد کارکردهای اجرایی (بازداری پاسخ) با توجه به آماره $t(14/764)$ و انعطاف‌پذیری شناختی با توجه به آماره $t(15/45)$ ارتباط بین هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دبستانی را تعدیل می‌کند. کارکردهای اجرایی فقط بعد از مهارت‌های حرکتی اتفاق نمی‌افتند؛ بلکه به صورت پویا بر میزان کمک تجربیات حرکتی به یادگیری تحصیلی تأثیر می‌گذارند. براین اساس با پرورش هماهنگی حرکتی و کارکردهای اجرایی، مربیان و والدین می‌توانند یک محیط یادگیری حمایتی‌تر و مؤثرتر برای همه دانش‌آموزان ایجاد کنند.

کلید واژه‌ها: هماهنگی حرکتی، کارکردهای اجرایی، عملکرد تحصیلی

Role of executive functions in the relationship between motor coordination and academic performance

Javad Azimi Rad* Keyvan Molanorouzi** Abdollah Ghasemi*** Elaheh Arab-Ameri****

* ph.d student, Department of sport science, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

** Corresponding Author, Department of sport science, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran E-mail: keyvan.molanorouzi@srbiau.ac.ir

*** Department of sport science, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran E-mail: a_gh_m2003@yahoo.com

*** Department of motor behaviour, Faculty of Sports and Health sciences, university of Tehran, Tehran Iran

* Keyvan Molanorouzi E-mail: keyvan.molanorouzi@srbiau.ac.ir

Abstract

Gross motor coordination is increasingly recognized not only as a physical attribute but also as a crucial component of cognitive development and learning. Deficits in gross motor coordination are associated with a range of developmental and learning problems, suggesting that these skills are likely intertwined with academic outcomes. The mechanisms by which gross motor coordination affects academic performance remain unclear. The present study aims to investigate the mediating role of executive functions in the relationship between gross motor coordination and academic performance. A total of 180 male students aged 10-12 from elementary schools in Sarpol-e Zahab participated in the study. The KTK test was used to assess gross motor coordination, while executive functions were measured using the electronic versions of the Wisconsin Card Sorting Test and the Stroop test. Academic performance was evaluated based on students' performance in the semester prior to the administration of the tests. Structural equation modeling was employed to analyze the research data. The results of the present study indicated that inhibition, with a t-value of 14.764, and cognitive flexibility, with a t-value of 15.45, significantly mediate the relationship between gross motor coordination and academic performance among elementary school students. Executive functions do not merely occur after motor skills; rather, they dynamically influence the extent to which motor experiences contribute to academic learning. Therefore, by fostering gross motor coordination and executive functions, educators and parents can create a more supportive and effective learning environment for all students.

Keywords: Motor coordination, executive functions, academic performance

مقدمه

پیگیری موفقیت تحصیلی یک تلاش چندوجهی است که تحت تأثیر یک تعامل پیچیده از عوامل شناختی، اجتماعی و فیزیکی است (کاجیوپو و هاوکلی^۱، ۲۰۰۹). در حالی که تحقیقات سنتی عمدتاً بر روی عوامل تعیین کننده شناختی عملکرد تحصیلی مانند هوش و دانش قبلی متمرکز شده‌اند، شواهد در حال ظهور نشان می‌دهند که توانایی‌های فیزیکی، به‌ویژه هماهنگی حرکتی درشت^۲ نیز ممکن است نقش مهمی ایفا کنند (دیاموند^۳، ۲۰۱۵). هماهنگی حرکتی درشت، که اغلب، تنها به عنوان یک ویژگی فیزیکی درک می‌شود، به طور فزاینده‌ای به عنوان یک مؤلفه مهم رشد شناختی و یادگیری شناخته شده است (آیرس^۴، ۲۰۰۶). هماهنگی حرکتی درشت موثر، افراد را قادر می‌سازد تا به طور موثر در محیط خود حرکت کنند، در فعالیت‌های بدنی شرکت کنند و با دیگران تعامل موفقیت‌آمیزی داشته باشند (کلارک^۵، ۲۰۰۷). کودکان با ضعف در مهارت‌های حرکتی درشت ممکن است در جنبه‌های مختلف زندگی‌شان، از جمله تعاملات اجتماعی، عزت نفس، و عملکرد تحصیلی، مشکلاتی را تجربه کنند (میسینونا^۶ و همکاران، ۲۰۰۶).

تحقیقات، نقص در هماهنگی حرکتی را با طیفی از چالش‌های تحصیلی، از جمله مشکلات در خواندن، نوشتن و ریاضیات مرتبط کرده است (آلووی و آلووی^۷، ۲۰۱۰). این ارتباطات ممکن است از بسترهای عصبی مشترک زیربنای عملکردهای حرکتی و شناختی، به ویژه در مخچه و قشر پیش پیشانی ناشی شود (دیاموند، ۲۰۰۰). مخچه که به طور سنتی به عنوان یک مرکز کنترل حرکتی در نظر گرفته می‌شود، نشان داده شده است که در فرآیندهای شناختی مختلف از جمله توجه، زبان و استدلال فضایی نقش دارد (ایتو^۸، ۲۰۰۸). قشر جلوی مغز، مسئول عملکردهای اجرایی، همچنین ارتباطات قوی با نواحی حرکتی مغز از خود نشان می‌دهد، که نشان دهنده ارتباط پیچیده فرآیندهای حرکتی و شناختی با هم می‌باشد (میلر و کوهن^۹، ۲۰۰۱). نقص در هماهنگی حرکتی درشت با طیفی از مشکلات رشدی و یادگیری مرتبط است، که نشان می‌دهد این مهارت‌ها ممکن است بیشتر از آنچه قبلاً شناخته شده بود، با نتایج تحصیلی در هم تنیده باشند (سرماک و لارکین^{۱۰}، ۲۰۰۲).

نظریه‌هایی مانند نظریه سیستم‌های پویا^{۱۱} پیشنهاد می‌کنند که رشد فرآیندیست که از تعامل چندین زیرسیستم نشأت می‌گیرد و نشان می‌دهد که تحولات حرکتی، شناختی و اجتماعی به جای مستقل بودن، عمیقاً در هم تنیده و متقابلاً تأثیرگذار هستند (تلن و اسمیت^{۱۲}، ۱۹۹۴). با این حال، با وجود شواهد قانع کننده برای این ارتباطات، مسیرهای شناختی دقیقی که هماهنگی حرکتی از طریق آن‌ها تأثیر خود را بر موفقیت تحصیلی اعمال می‌کند، تا حد زیادی ناشناخته مانده‌اند و یک شکاف حیاتی در درک ما ایجاد می‌کنند.

-
- 1 Cacioppo & Hawkley
 - 2 Gross motor coordination
 - 3 Diamond
 - 4 Ayres
 - 5 Clark
 - 6 Missiuna
 - 7 Alloway, T. P., & Alloway, R. G.
 - 8 Ito
 - 9 Miller & Cohen
 - 10 Cermak & Larkin
 - 11 Dynamic Systems Theory
 - 12 Thelen & Smith

این رابطه پیچیده بین هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی به طور فزاینده‌ای فرض می‌شود که توسط کارکردهای اجرایی^{۱۳}، مجموعه‌ای از فرآیندهای شناختی هدفمند که افکار و اعمال را تنظیم می‌کنند، میانجی‌گری می‌شود (دیاموند، ۲۰۱۳). کارکردهای اجرایی برای موفقیت تحصیلی حیاتی هستند و دانش‌آموزان را قادر می‌سازند تا کارهای پیچیده را برنامه‌ریزی، سازماندهی و اجرا کنند، عوامل حواس‌پرتی را مدیریت کنند و با تقاضاهای در حال تغییر سازگار شوند (بلیر و ریور^{۱۴}، ۲۰۱۶). اجزای کلیدی کارکرد اجرایی شامل حافظه کاری، کنترل بازداری و انعطاف‌پذیری شناختی^{۱۵} (نسبیت^{۱۶} و همکاران، ۲۰۱۹؛ ما^{۱۷} و همکاران، ۲۰۲۵)، برای درگیر شدن موفقیت‌آمیز در وظایف تحصیلی در تمام حوزه‌ها و سطوح تحصیلی بنیادی هستند. به عنوان مثال، کنترل بازداری برای نادیده گرفتن عوامل حواس‌پرتی در کلاس درس و تمرکز بر اطلاعات مرتبط در طول سخنرانی‌ها یا کارهای مستقل ضروری است (بلیر و رازا^{۱۸}، ۲۰۰۷). حافظه کاری برای درک جملات پیچیده، دنبال کردن دستورالعمل‌های چند مرحله‌ای، و حل مسائل ریاضی که نیاز به نگهداری همزمان چندین قطعه اطلاعات دارند، حیاتی است (گترکول و بدلی^{۱۹}، ۲۰۱۴). انعطاف‌پذیری شناختی دانش‌آموزان را قادر می‌سازد تا مسائل را از زوایای مختلف بررسی کنند، با استراتژی‌های یادگیری جدید سازگار شوند و بین موضوعات یا انواع تکالیف جابجا شوند (زلازو^{۲۰} و همکاران، ۲۰۱۶). بنابراین، از دیدگاه رشد شناختی، تقویت کارکردهای اجرایی نه تنها مفید است، بلکه برای موفقیت در سیستم آموزشی پیچیده امروزی و رسیدن به پیشرفت تحصیلی کاملاً ضروری است. پیوند مفهومی بین هماهنگی حرکتی و کارکردهای اجرایی هم توسط شواهد عصب‌شناختی و هم مشاهدات رفتاری پشتیبانی می‌شود. مطالعات تصویربرداری از مغز نشان داده‌اند که بین نواحی مسئول کنترل حرکتی و نواحی مسئول کارکردهای اجرایی (مانند قشر جلوی مغز، مخچه و عقده‌های قاعده‌ای) اشتراک زیادی وجود دارد (استودلی و شمماهمان^{۲۱}، ۲۰۱۸). علاوه بر این، اجرای وظایف حرکتی پیچیده ذاتاً نیازمند کنترل اجرایی است. به عنوان مثال، موفقیت در گرفتن یک توپ نیازمند کنترل بازدارنده برای مقاومت در برابر حرکات زودرس، حافظه کاری برای ردیابی مسیر توپ، و انعطاف‌پذیری شناختی برای تنظیم وضعیت بدن در زمان واقعی است (لودیگا^{۲۲} و همکاران، ۲۰۱۶). نظریه‌های شناخت تجسم‌یافته^{۲۳} نیز این فرضیه را مطرح می‌کنند که توانایی‌های ذهنی ما مثل فکر کردن، حل مسئله یا برنامه‌ریزی، جدا از بدن ما نیستند. بلکه این توانایی‌ها ریشه در تجربیات حسی و حرکتی ما دارند، یعنی همان چیزهایی که با دست زدن، دیدن، شنیدن و حرکت کردن در دنیای واقعی به دست می‌آوریم (بارسالو^{۲۴}، ۲۰۰۸). این دیدگاه نظری، رابطه پویا و متقابلی را پیشنهاد می‌کند که در آن درگیر شدن در فعالیت‌های حرکتی می‌تواند کارکردهای اجرایی زیربنایی را تقویت و بهبود بخشد، و از این طریق مسیری را ایجاد کند که از طریق آن رشد فیزیکی بر توانایی‌های شناختی تأثیر می‌گذارد.

با توجه به روابط اثبات‌شده بین هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی و بین کارکردهای اجرایی و عملکرد تحصیلی و همچنین پیوندهای نظری و تجربی قوی بین هماهنگی حرکتی و کارکردهای اجرایی، گام منطقی بعدی بررسی کارکردهای اجرایی به عنوان یک متغیر میانجی‌گر است. بیشتر تحقیقاتی که در گذشته صورت گرفته به بررسی واسطه کارکردهای اجرایی در ارتباط میان عملکرد حرکتی و عملکرد تحصیلی در میان افراد دارای شرایط خاص صورت گرفته است. ابراهیم نجف‌آبادی و

13 Executive functions

14 Blair & Raver

15 working memory, inhibitory control, and cognitive flexibility

16 Nesbitt

17 Ma

18 Blair & Razza

19 Gathercole & Baddeley

20 Zelazo

21 Stoodley & Schmahmann

22 Ludyga

23 Theories of embodied cognition

24 Barsalou

همکاران (۱۳۹۹) در پژوهش که بر روی کودکان دارای اختلالات یادگیری انجام دادند نتیجه گرفتند که مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف با واسطه کارکردهای اجرایی، تأثیر مثبتی بر پیشرفت تحصیلی کودکان دارای اختلالات یادگیری می‌گذارد. بنزینگ^{۲۵} و همکاران (۲۰۲۲) نیز به نتیجه مشابهی در میان کودکان نجات یافته از سرطان گزارش کردند. با توجه به کمبود مطالعاتی که به بررسی نقش واسطه کارکردهای اجرایی در ارتباط میان هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی در میان دانش‌آموزان دارای شرایط طبیعی رشدی و سلامتی پرداخته باشند؛ هدف تحقیق حاضر بررسی نقش میانجی کارکردهای اجرایی در رابطه بین هماهنگی حرکتی درشت و عملکرد تحصیلی در میان دانش‌آموزان با شرایط رشدی و یادگیری طبیعی است.

روش

جامعه و نمونه آماری: جامعه آماری تحقیق حاضر را کلیه دانش‌آموزان دوره دوم ابتدایی شهر سرپل ذهاب تشکیل دادند. از میان آنان تعداد ۱۸۰ نفر از دانش‌آموزان پسر دو آموزشگاه نصر و دهخدا به عنوان نمونه پژوهشی در دسترس انتخاب و در تحقیق مشارکت کردند.

ابزار تحقیق: جهت سنجش هماهنگی حرکتی از آزمون KTK استفاده شد. این آزمون توسط کیفارد و شیلینگ^{۲۶} (۱۹۷۴، ۲۰۰۷، لی^{۲۷} و همکاران، ۲۰۲۳) طراحی گردید و شامل چهار خرده مقیاس برای اندازه‌گیری هماهنگی حرکتی درشت در دامنه سنی ۵-۱۵ سال می‌باشد. خرده مقیاس‌های آن شامل حفظ تعادل در راه رفتن به عقب، جهیدن با یک پا بر روی یک مانع، جهیدن به پهلوی با حداکثر سرعت ممکن و حرکت عرضی با تغییر جا بر روی سکو می‌باشد.

حفظ تعادل در راه رفتن رو به عقب: راه رفتن به عقب، سه بار بر روی سه تخته تعادل (سه متر طول)، به ترتیب ۶، ۴.۵ و ۳ سانتی متر عرض با ۵ سانتی متر ارتفاع) حداکثر ۲۴ گام (۸ گام در هر کوشش) برای هر تخته تعادل محاسبه می‌گردد که ۷۲ گام را در بر می‌گیرد (۲۴ گام * سه تخته موازنه) برای هر آزمون.

جهیدن با یک پا بر روی مانع (پرش از روی موانع با لی کردن): شامل پرش با یک پا بر روی یک توده تشک (۶۰ سانتی متر * ۲۰ سانتی متر * ۵ سانتی متر) بعد از یک دو کوتاه. به ترتیب سه، دو یا یک امتیاز برای موفقیت در پرش بار اول، دوم و یا سوم. حداکثر ۳۹ امتیاز (کف زمین + ۱۲ تشک) برای هر پا می‌توان در نظر گرفت یعنی حداکثر امتیاز ممکن ۷۸ امتیاز می‌باشد.

جهیدن به پهلوی (پرش به دو طرف با هر دو پا کنار هم): پرش به پهلوی به حداکثر تعداد دفعات ممکن بر روی یک تخته چوبی (۶۰ سانتی متر * ۴ سانتی متر * ۲ سانتی متر) در ۱۴۵ ثانیه. مجموع تعداد پرش‌های دو کوشش محاسبه می‌گردد.

حرکت عرضی با تغییر جا بر روی سکو (جابه‌جایی سکوها یا صفحه‌های چوبی): حرکت در عرض کف اتاق در ۲۰ ثانیه با گام گذاشتن از یک سکو (۲۵ سانتی متر * ۲۵ سانتی متر * ۵/۷ سانتی متر) به روی سکوی دیگر، سکوی دوم را جابه‌جا کرده و سپس بر روی آن گام می‌گذارد. تعداد جابه‌جا شدن‌ها در دو کوشش محاسبه می‌گردد.

سلامی و همکاران (۱۳۹۸) ویژگی‌های روانسنجی این آزمون را در کودکان پنج تا ۱۴ ساله شهر تهران بررسی کردند. پایایی همسانی درونی برای خرده‌مقیاس‌های آزمون KTK، در مجموع چهار آیتم به صورت $\alpha = 0.84$ بود. و دامنه تغییرات ضرایب آلفای کرونباخ در چهار خرده‌مقیاس آزمون KTK، ۰/۶۱ تا ۰/۹۷ به دست آمد (برای خرده‌مقیاس حفظ تعادل در

گام برداشتن به عقب به صورت $\alpha = 0/81$ ، پرش از روی موانع با لی کردن به صورت $\alpha = 0/93$ ، پرش به دو طرف با هر دو پا کنار هم به صورت $\alpha = 0/96$ و جابه‌جایی سکوها یا صفحه‌های چوبی در یک جهت به صورت $\alpha = 0/92$.

در تحقیق حاضر بر مبنای نظریه لی^{۲۸} و همکاران (۲۰۱۳) که یک ساختار دو عاملی شامل ترکیب بازداری پاسخ و تغییر^{۲۹} (انعطاف پذیری شناختی) را بهترین الگو برای کودکان ۵-۱۳ سال در نظر گرفته اند از دسته بندی کارتهای ویسکانسین برای اندازه‌گیری تغییر و آزمون آستروپ جهت سنجش بازداری پاسخ استفاده گردید.

آزمون دسته‌بندی کارتهای ویسکانسین^{۳۰} که توسط گرانت و برگ^{۳۱} (۱۹۴۸) ساخته شده است و توانایی انتزاع و تغییر راهبردهای شناختی را در پاسخ به بازخوردهای محیطی ارزیابی می‌کند (کاوالارو^{۳۲} و همکاران، ۲۰۰۳). این آزمون متشکل از ۶۴ کارت غیر مشابه با شکل‌های متفاوت (مثلث، ستاره، صلیب و دایره) و رنگهای مختلف است. برای اجرای آزمون ابتدا ۴ کارت الگو در مقابل آزمودنی قرار داده می‌شود. آزمونگر ابتدا رنگ را به عنوان اصل دسته‌بندی در نظر می‌گیرد بدون آنکه این اصل را به آزمودنی اطلاع دهد از وی می‌خواهد بقیه کارت‌ها را یک به یک در زیر چهار کارت الگو قرار دهد. بعد از هر کوشش به آزمودنی گفته می‌شود جای‌گذاری وی صحیح است یا خیر. اگر آزمودنی بتواند به طور متوالی ۱۰ دسته‌بندی صحیح انجام دهد اصل دسته‌بندی تغییر می‌یابد و اصل بعدی شکل خواهد بود. تغییر اصل فقط با تغییر دادن الگوی بازخورد بلی و خیر انجام می‌شود. بدین ترتیب پاسخ صحیح قبلی در اصل جدید پاسخ غلط تلقی می‌شود. اصل بعدی تعداد است و بعد سه اصل به ترتیب تکرار می‌شوند. زمانی آزمون متوقف می‌شود که آزمودنی بتواند با موفقیت ۶ طبقه را به طور صحیح دسته‌بندی کند. آزمون دسته بندی ویسکانسین را می‌توان به چندین روش نمره گذاری کرد. یکی از رایج‌ترین شیوه‌های نمره‌گذاری، خطای درجامندگی می‌باشد. مواقعی که آزمودنی بر طبق اصل موفقیت آمیز قبلی دسته‌بندی را ادامه دهد و همچنین زمانی که در اولین سری، در دسته‌بندی بر یک حدس غلط اولیه پافشاری کند، خطای درجامندگی وجود دارد (نیپوس و بارسل^{۳۳}، ۲۰۰۹). پایایی این آزمون نیز بر اساس ضریب توافق ارزیابی‌کنندگان در مطالعه اسپیرین و استراوس^{۳۴} (۱۹۸۸) معادل ۰/۸۳ و در ایران خلفی (۱۳۹۴) اعتبار آن را مورد تأیید قرار داد و ضرایب اعتبار خطای درجامندگی ۰/۸۱ به دست آمده است.

آزمون استروپ^{۳۵} یکی از پرکاربردترین آزمون‌ها برای اندازه‌گیری بازداری پاسخ است (چان^{۳۶} و همکاران، ۲۰۰۶). آزمون رنگ و کلمه استروپ اولین بار در سال ۱۹۳۵ توسط ریدلی استروپ برای اندازه‌گیری توجه انتخابی و انعطاف‌پذیری شناختی توسعه داده شد. این آزمون نام یک رنگ را که با رنگی متفاوت از معنای کلمه نوشته شده است، نشان می‌دهد (به عنوان مثال، کلمه «زرد» با حروف قرمز نشان داده شده است). آزمودنی باید رنگ کلمه را صرف نظر از معنای آن تشخیص دهد و باید میل اولیه خود را برای خواندن معنای کلمه سرکوب کند و فقط به رنگ کلمه پاسخ دهد. در این آزمون، نمرات مربوط به دقت (تعداد پاسخ‌های صحیح) و زمان واکنش، شاخص‌های بازداری شناختی هستند. تحقیقات روی این آزمون، پایایی و روایی را در بزرگسالان

28 Lee

29 inhibition and switching (cognitive flexibility)

30 Wisconsin Card Sorting Test

31 Grant & Berg

32 Cavallaro

33 Nyhus & Barcel

34 Spreen, & Strauss

35 Stroop test

36 Chan

نشان داده است (مک‌لئود^{۳۷}، ۱۹۹۱). اعتبار این آزمون از طریق بازآزمایی در محدوده ۰/۸ تا ۰/۹۱ گزارش شده است (لزاک^{۳۸} و همکاران، ۲۰۰۴).

برای سنجش عملکرد تحصیلی از نمرات دانش‌آموزان در نیمسال تحصیلی قبل از اجرای آزمون که در کارنامه تحصیلی آنان ثبت شده بود و براساس چهار شاخص (خیلی خوب، خوب، قابل قبول و نیاز به تلاش بیشتر) بود در نظر گرفته شد.

روش پژوهش و شیوه اجرا و تحلیل داده‌ها: مطالعه حاضر یک بررسی توصیفی همبستگی از نوع مقطعی است. شیوه جمع‌آوری داده‌ها به صورت میدانی بوده و از نوع تحقیقات کاربردی می‌باشد. محقق پس از کسب رضایت والدین و با هماهنگی مدارس، در محل آموزشگاه حاضر شد و پس از توضیح روند اجرای پژوهش اقدام به جمع‌آوری داده‌ها نمود. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و تبیین نقش واسطه کارکردهای اجرایی در ارتباط بین هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی از مدل معادلات ساختاری در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده گردید.

یافته‌های پژوهش

در جدول (۱) میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای تحقیق گزارش شده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای تحقیق

متغیرها	میانگین	انحراف استاندارد
عملکرد تحصیلی	۲/۹۵	۱/۶۰
کارکردهای اجرایی (بازداری پاسخ)	۳۳/۶۸	۹/۴۸
کارکردهای اجرایی (انعطاف‌پذیری شناختی، تغییر)	۱۰/۱۱	۱/۴۱
حرکت عرضی	۴۳/۴۴	۷/۸۹
پرش عرضی	۳۲/۰۷	۶/۹۱
پرش عمودی	۵۶/۳۷	۹/۴۴
تعادل	۴۴/۵۵	۸/۷۵
هماهنگی حرکتی	۴۴/۱۱	۷/۱۸

براساس نتایج بدست آمده از جدول ۱. میانگین عملکرد تحصیلی ۲/۹۵ از ۴ بدست آمد. میانگین کارکردهای اجرایی (بازداری) ۳۳/۶۸ و میانگین کارکردهای اجرایی (تغییر) ۱۰/۱۱ بدست آمد. میانگین حرکت عرضی ۴۳/۴۴، میانگین پرش عرضی ۳۲/۰۷، میانگین پرش عمودی ۵۶/۳۷ و میانگین تعادل نیز ۴۴/۵۵ حاصل شد، میانگین هماهنگی حرکتی دانش‌آموزان نیز ۴۴/۱۱ بدست آمد. جهت سنجش طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنف استفاده شد. که نتایج آن نشان داد همه متغیرها توزیع نرمال دارند.

جدول ۲ نتایج آزمون کلموگروف – اسمیرنف شاخص‌های اندازه گیری شده

متغیرها	Z	Sig
عملکرد تحصیلی	۰/۴۹	۰/۹۶
کارکردهای اجرایی(بازداری)	۰/۷۱	۰/۶۰
کارکردهای اجرایی(تغییر)	۰/۹۲	۰/۳۴
حرکت عرضی	۱/۰۸	۰/۱۹
پرش عرضی	۱/۰۵	۰/۲۱
پرش عمودی	۰/۵۲	۰/۹۴
تعادل	۰/۴۴	۰/۹۸
هماهنگی حرکتی	۰/۶۹	۰/۷۲

بررسی رابطه بین متغیرها

جهت بررسی رابطه متغیرهای پژوهش از آزمون ضریب همبستگی پیرسون با توجه به نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. نتایج جدول ۲ نشان داد:

- بین عملکرد تحصیلی و هماهنگی حرکتی دانش آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب با ضریب همبستگی ۰/۶۷ و سطح معنی داری ۰/۰۰۱ ارتباط معنی داری وجود دارد. در بررسی میانگین ها نتایج نشان داد که دانش آموزانی که عملکرد تحصیلی آنها بیشتر از ۱۷ بودند دارای بیشترین هماهنگی حرکتی و دانش آموزانی که عملکرد تحصیلی آنها ۱۳ تا ۱۷ بود نیز در رده دوم قرار داشتند. بدین معنی که هر چه عملکرد تحصیلی بهتر باشد هماهنگی حرکتی نیز بیشتر می شود.
- بین کارکردهای اجرایی(بازداری) و هماهنگی حرکتی دانش آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب با ضریب همبستگی ۰/۵۸ و سطح معنی داری ۰/۰۰۱ ارتباط معنی داری وجود دارد. بدین معنی که هر چه کارکردهای اجرایی(بازداری) بهتر باشد هماهنگی حرکتی نیز بیشتر می شود.
- بین کارکردهای اجرایی(تغییر) و هماهنگی حرکتی دانش آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب با ضریب همبستگی ۰/۶۰ و سطح معنی داری ۰/۰۰۱ ارتباط معنی داری وجود دارد. بدین معنی که هر چه کارکردهای اجرایی(تغییر) بهتر باشد هماهنگی حرکتی نیز بیشتر می شود.
- بین کارکردهای اجرایی(بازداری) و عملکرد تحصیلی دانش آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب با ضریب همبستگی ۰/۶۴ و سطح معنی داری ۰/۰۰۱ ارتباط معنی داری وجود دارد. بدین معنی که هر چه عملکرد تحصیلی دانش آموزان بهتر باشد کارکردهای اجرایی(بازداری) نیز بیشتر می شود.

– بین کارکردهای اجرایی(تغییر) و عملکرد تحصیلی دانش آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب با ضریب همبستگی ۰/۶۸ و سطح معنی داری ۰/۰۰۱ ارتباط معنی داری وجود دارد. بدین معنی که هر چه عملکرد تحصیلی دانش آموزان بهتر باشد کارکردهای اجرایی(تغییر) نیز بیشتر می شود.

جدول ۳. بررسی رابطه بین متغیرها

شاخصهای آماری متغیرها	میانگین	انحراف استاندارد	ضریب همبستگی پیرسون	نتیجه
عملکرد تحصیلی	۱۴/۷۵	۵/۸۱	$r = ۰/۶۷$	معنی دار است
هماهنگی حرکتی	۴۴/۱۱	۷/۱۸	$Sig = ۰/۰۰۱$	
کارکردهای اجرایی(بازداری پاسخ)	۳۳/۶۸	۹/۴۸	$r = ۰/۵۸$	معنی دار است
هماهنگی حرکتی	۴۴/۱۱	۷/۱۸	$Sig = ۰/۰۰۱$	
کارکردهای اجرایی(انعطاف پذیری شناختی، تغییر)	۱۰/۱۱	۱/۴۱	$r = ۰/۶۰$	معنی دار است
هماهنگی حرکتی	۴۴/۱۱	۷/۱۸	$Sig = ۰/۰۰۱$	
کارکردهای اجرایی(بازداری پاسخ)	۳۳/۶۸	۹/۴۸	$r = ۰/۶۴$	معنی دار است
عملکرد تحصیلی	۲/۹۵	۱/۶۰	$Sig = ۰/۰۰۱$	
کارکردهای اجرایی(انعطاف پذیری شناختی، تغییر)	۱۰/۱۱	۱/۴۱	$r = ۰/۶۸$	معنی دار است
عملکرد تحصیلی	۲/۹۵	۱/۶۰	$Sig = ۰/۰۰۱$	

جهت بررسی نقش واسطه ای کارکردهای اجرایی(بازداری) و (تغییر) در ارتباط هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی دانش آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب از نرم افزار معادلات ساختاری لیزرل و آزمون سوبل(۱۹۸۲) استفاده شد.

بطور کلی در آزمون سوبل می توان از تخمین نرمال برای بررسی معنی داری رابطه استفاده کرد. با داشتن برآورد خطای استاندارد اثر غیرمستقیم می توان فرضیه صفر را در مقابل فرض مخالف آزمون کرد. آماره Z برابر است با نسبت ab به خطای استاندارد آن. به عبارت دیگر مقدار Z-Value را از رابطه زیر بدست می آوریم:

$$t = \frac{a \times b}{\sqrt{(b^2 \times s_a^2) + (a^2 \times s_b^2) + (s^2 \times s_b^2)}}$$

جدول ۴: نقش واسطه کارکردهای اجرایی (بازداری و تغییر) بین هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی

نتیجه	p-value	آماره t	
تأیید شد	۰/۰۰۱	۳/۶۵	کارکردهای اجرایی (بازداری) ارتباط مستقیم با هماهنگی حرکتی دانش‌آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب دارد.
تأیید شد	۰/۰۰۱	۴/۰۵	کارکردهای اجرایی (بازداری) ارتباط مستقیم با عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب دارد.
تأیید شد	۰/۰۰۱	۹/۰۶	کارکردهای اجرایی (تغییر) ارتباط مستقیم با هماهنگی حرکتی دانش‌آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب دارد.
تأیید شد	۰/۰۰۱	۶/۴۴	کارکردهای اجرایی (تغییر) ارتباط مستقیم با عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب دارد.
تأیید شد	۰/۰۰۱	۱۴/۷۶	کارکردهای اجرایی (بازداری) ارتباط بین هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب را تعدیل می‌کند.
تأیید شد	۰/۰۰۱	۱۵/۴۵	کارکردهای اجرایی (تغییر) ارتباط بین هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب را تعدیل می‌کند.

نتایج جدول ۴ نشان داد:

- کارکردهای اجرایی (بازداری) با هماهنگی حرکتی دانش‌آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب با آماره $t(3/65)$ ارتباط مستقیم دارد.
- کارکردهای اجرایی (بازداری) با عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب با آماره $t(4/05)$ ارتباط مستقیم دارد.
- کارکردهای اجرایی (تغییر) با هماهنگی حرکتی دانش‌آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب با آماره $t(9/06)$ ارتباط مستقیم دارد.
- کارکردهای اجرایی (تغییر) با عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب با آماره $t(6/44)$ ارتباط مستقیم دارد.
- کارکردهای اجرایی (بازداری) ارتباط بین هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب را با توجه به آماره $t(14/76)$ بدست آمده از آزمون سوبل تعدیل می‌کند.
- نتایج جدول ۴ نشان داد کارکردهای اجرایی (تغییر) ارتباط بین هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب را با توجه به آماره $t(15/45)$ بدست آمده از آزمون سوبل تعدیل می‌کند.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف تحقیق حاضر تبیین نقش واسطه کارکردهای اجرایی در رابطه هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان بود. نتایج تحقیق حاضر رابطه مثبت و معناداری را بین عملکرد تحصیلی و هماهنگی حرکتی دانش‌آموزان ابتدایی تأیید می‌کند. مطالعات به

طور مداوم نشان می‌دهند که کودکانی که سطوح بالاتری از مهارت حرکتی درشت را نشان می‌دهند، تمایل دارند در حوزه‌های مختلف تحصیلی، از جمله ادبیات، حساب و پیشرفت تحصیلی کلی، به نتایج بهتری دست یابند (به عنوان مثال، برناردی^{۳۹}، ۲۰۱۸؛ روزا گویلامون^{۴۰}، ۲۰۲۱). این ارتباط بنیادی نشان می‌دهد که هماهنگی حرکتی تنها یک ویژگی جسمانی نیست، بلکه یک مؤلفه حیاتی است که در موفقیت تحصیلی کودکان نقش دارد.

تحقیق حاضر نشان داد رابطه معناداری بین کارکردهای اجرایی و هماهنگی حرکتی در دانش‌آموزان ابتدایی وجود دارد. نتایج تحقیقات پیشین نشان می‌دهد که هرچه بازداري پاسخ و انعطاف‌پذیری شناختی کودک بهتر باشد، هماهنگی حرکتی او بیشتر است (وان در فلس^{۴۱} و همکاران، ۲۰۱۹؛ لیو^{۴۲} و همکاران، ۲۰۲۲). هماهنگی حرکتی درشت، نشان دهنده مشارکت عضلات بزرگ بدن در تعادل حرکات در اندام‌ها و تنه است (چاوز^{۴۳} و همکاران، ۲۰۱۶). این تمرین مداوم بازداري پاسخ در طول وظایف حرکتی، ذاتاً این عملکرد اجرایی اصلی را تقویت می‌کند. همچنین بسیاری از فعالیت‌های حرکتی پیچیده، از سازگاری با تغییر سناریوهای بازی گرفته تا یادگیری الگوهای حرکتی جدید، نیاز به انعطاف‌پذیری در توانایی تغییر بین استراتژی‌ها، قوانین یا برنامه‌های حرکتی مختلف دارند. این سازگاری پویا که در ذات وظایف حرکتی پیچیده است، انعطاف‌پذیری شناختی را پرورش داده و اصلاح می‌کند و تقویت متقابل را نشان می‌دهد.

همچنین رابطه معناداری بین کارکردهای اجرایی، بازداري پاسخ و انعطاف‌پذیری شناختی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دبستانی وجود دارد. این رابطه نشان می‌دهد که هرچه عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان بهتر باشد، عملکردهای اجرایی آنها (بازداري و انعطاف‌پذیری شناختی) بیشتر است (ژو و تولمی^{۴۴}، ۲۰۲۴؛ سون^{۴۵} و همکاران، ۲۰۲۴؛ کورتس پاسکوال^{۴۶} و همکاران، ۲۰۱۹). سطوح بالای بازدارندگی، دانش‌آموزان را قادر می‌سازد تا تمرکز خود را در کلاس درس حفظ کنند، در برابر حواس‌پرتی مقاومت کنند، از دستورالعمل‌ها پیروی کنند و رفتار خود را به طور مؤثر تنظیم کنند، که همه اینها برای موفقیت تحصیلی بسیار مهم هستند. انعطاف‌پذیری شناختی نیز به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا با استراتژی‌های جدید یادگیری سازگار شوند. بین وظایف تحصیلی مختلف جابجا شوند، از دیدگاه‌های مختلف به مسائل نزدیک شوند و مفاهیم پیچیده‌ای را که نیاز به چابکی ذهنی دارند، درک کنند.

یافته اصلی تحقیق حاضر نشان داد کارکردهای اجرایی (بازداري و تغییر) ارتباط بین هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب را تعدیل می‌کنند. مجموعه تحقیقات موجود، به طور واضح رابطه مثبت و معناداری را بین هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی در میان گروه‌های جمعیتی مختلف تأیید می‌کند. این یافته با نتایج تحقیقات مارتین-بوزاس^{۴۷} و همکاران (۲۰۲۵) در دانش‌آموزان دبیرستانی؛ قربان‌زاده و همکاران (۱۴۰۲) دانش‌آموزان ۶ و ۷ ساله؛ بنزینگ و همکاران (۲۰۲۲) کودکان بازمانده از تحصیل سرطانی؛ ویزیر-آلفونسو^{۴۸} و همکاران، (۲۰۲۰) دانش‌آموزان ۹-۱۱ ساله اسپانیایی؛ ابراهیم نجف آبادی و همکاران (۱۳۹۹) کودکان دارای اختلالات یادگیری؛ اوبرر^{۴۹} و همکاران (۲۰۱۸) کودکان پیش دبستانی همسو می‌باشد. کودکانی که هماهنگی حرکتی بالاتری از خود نشان می‌دهند، معمولاً نتایج تحصیلی بهتری نیز نشان می‌دهند،

39 Bernardi

40 Rosa Guillamón

41 van Der Fels

42 Liu

43 Chaves

44 Zhou & Tolmie

45 Sun

46 Cortés Pascual

47 Martín-Bozas

48 Visier-Alfonso

49 Oberer

که نشان می‌دهد مهارت‌های جسمانی به طور پیچیده‌ای با موفقیت تحصیلی مرتبط است. بر اساس این مبنا، فرضیه‌های تعدیل پیشنهاد می‌کنند که قدرت یا ماهیت این پیوند هماهنگی حرکتی-عملکرد تحصیلی یکسان نیست، بلکه به سطح عملکرد اجرایی کودک بستگی دارد.

این نتایج با چارچوب‌های نظری گسترده‌تری که بر درهم‌تنیدگی رشد جسمی و شناختی تأکید دارند، سازگار است. از جمله نظریه‌های شناخت تجسم‌یافته (بارسالو، ۲۰۰۸) که فرض می‌کنند که فرآیندهای شناختی مستقل از تعاملات بدن با محیط نیستند، بلکه عمیقاً در تجربیات حسی و حرکتی ما ریشه دارند. یافته‌های ما این دیدگاه را با پیشنهاد اینکه «استفاده موثر» از تجربیات حرکتی برای پیشرفت شناختی و تحصیلی مشروط به ظرفیت کارکردهای اجرایی است، گسترش می‌دهد. به طور مشابه، نظریه سیستم‌های پویا (تلن و اسمیت، ۱۹۹۴) رشد را به عنوان یک ویژگی نوظهور از تعامل زیرسیستم‌ها برجسته می‌کند. تعدیل مشاهده شده در اینجا تأکید می‌کند که حوزه‌های حرکتی، شناختی (کارکردهای اجرایی) و تحصیلی صرفاً مرتبط نیستند، بلکه به طور پویا به یکدیگر وابسته هستند و عملکردهای شناختی به عنوان تنظیم‌کننده‌های حیاتی نحوه ظهور قابلیت‌های حرکتی در زمینه‌های یادگیری عمل می‌کنند.

این یافته که عملکردهای اجرایی (بازداری) رابطه بین هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دبستانی را تعدیل می‌کنند، نشان می‌دهد که تأثیر هماهنگی حرکتی بر عملکرد تحصیلی، زمانی که کودک بازداری پاسخ قوی دارد، برجسته‌تر یا حتی کارآمدتر می‌شود (باشاریز^{۵۰} و همکاران، ۲۰۲۵). برای مثال، دانش‌آموزی با هماهنگی حرکتی خوب که کنترل بازداری قوی نیز دارد، ممکن است بهتر بتواند از شایستگی فیزیکی خود در زمینه‌های یادگیری استفاده کند. بهبود تمرکز که شاید تا حدی از طریق تکالیف حرکتی، توسعه یافته باشد، به او اجازه می‌دهد تا مزایای یادگیری حرکتی (مثلاً توجه بیشتر) را به طور مؤثرتری به محیط‌های تحصیلی، مانند تمرکز در طول درس یا انجام دقیق تکالیف، منتقل کند. بنابراین، بازداری بالا، تأثیر مثبت هماهنگی حرکتی بر موفقیت تحصیلی را تقویت می‌کند (بورکه^{۵۱} و همکاران، ۲۰۲۵).

به طور مشابه، عملکردهای اجرایی (انعطاف‌پذیری شناختی) رابطه بین هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دبستانی را تعدیل می‌کنند. انعطاف‌پذیری شناختی به کودکان اجازه می‌دهد تا تفکر و رفتار خود را در پاسخ به محیط‌ها و وظایف متغیر تنظیم کنند (شی و فنگ^{۵۲}، ۲۰۲۲) سپس مهارت‌هایی که از طریق چالش‌های حرکتی تقویت می‌شوند، مانند هماهنگی و تفکر استراتژیک، را به تکالیف تحصیلی منتقل کنند. کودکانی که در فعالیت‌های بدنی که نیاز به تفکر سریع و سازگاری دارند، شرکت می‌کنند، احتمالاً مهارت‌های حل مسئله‌ای را توسعه می‌دهند که در زمینه‌های تحصیلی مفید است (آییدین-کیلیچ و ارسوشکون^{۵۳}، ۲۰۲۴). هماهنگی حرکتی بالاتر به یک زمینه آموزشی قدرتمند برای بهبود چابکی ذهنی و انعطاف‌پذیری شناختی تبدیل می‌شود. و انعطاف‌پذیری شناختی افزایش یافته نیز سپس به عنوان یک تعدیل‌کننده عمل می‌کند و ارتباط بین هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی را تقویت می‌کند (باتلمن و کارباچ^{۵۴}، ۲۰۱۷).

به طور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد کارکردهای اجرایی ارتباط بین هماهنگی حرکتی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دبستانی شهر سرپل ذهاب را تعدیل می‌کنند. یافته‌های ما این دیدگاه را با پیشنهاد اینکه «استفاده موثر» از تجربیات حرکتی برای پیشرفت شناختی و تحصیلی مشروط به ظرفیت کارکردهای اجرایی است، گسترش می‌دهد و تأکید می‌کند که حوزه‌های حرکتی،

50 Başarır

51 Bourke

52 Shi & Feng

53 Aydın Kılıç, & Ercoşkun

54 Buttelmann & Karbach

شناختی (کارکردهای اجرایی) و تحصیلی صرفاً مرتبط نیستند، بلکه به طور پویا به یکدیگر وابسته هستند و عملکردهای شناختی به عنوان تنظیم‌کننده‌های حیاتی نحوه ظهور قابلیت‌های حرکتی در زمینه‌های یادگیری عمل می‌کنند.

با توجه به ماهیت همبستگی و غیرآزمایشی پژوهش حاضر، استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی می‌توانست قابلیت تعمیم نتایج را افزایش دهد؛ با این حال، به دلیل محدودیت‌های اجرایی، نمونه‌گیری به صورت در دسترس انجام شد. از این رو نتایج پژوهش واجد جنبه تحلیلی و اکتشافی بوده و تعمیم آن‌ها به سایر جامعه‌های آماری باید با احتیاط صورت گیرد. بر همین اساس، پیشنهاد می‌شود جهت تأیید و تعمیم‌پذیری نتایج، پژوهش‌های آتی با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی و در جامعه‌های آماری متنوع‌تر تکرار شوند. همچنین با توجه به ماهیت متفاوت ابزارهای اندازه‌گیری، اگرچه گزینه‌های اولیه برخی گویه‌ها در ابزار سنجش عملکرد تحصیلی به صورت رتبه‌ای (مثلاً خیلی خوب، خوب، قابل قبول و نیاز به تلاش بیشتر) تعریف شده‌اند، اما تحلیل‌ها بر اساس نمره‌های مرکب حاصل از جمع یا میانگین چندین گویه و نمرات پیشرفت تحصیلی استاندارد انجام شده است؛ در ادبیات روش تحقیق و سنجش در علوم تربیتی، چنین نمره‌هایی غالباً به عنوان مقیاس فاصله‌ای تقریبی تلقی می‌شوند و استفاده از روش‌های پارامتریک برای آن‌ها رویکردی پذیرفته شده است. با این حال پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های بعدی از ابزارهای با اعتبار و روایی بالاتر برای سنجش عملکرد تحصیلی استفاده گردد.

تقدیر و تشکر

از کلیه دانش آموزان، والدین و کارکنان محترم آموزشگاه‌های نصر و دهخدا که در اجرای این پژوهش نهایت همکاری را نمودند نهایت تشکر را ابراز می‌داریم.

منابع

- ابراهیم نجف‌آبادی، رسول، بادامی، رخساره، مشکاتی، زهره، و آقابابایی، سارا. (۱۳۹۹). نقش واسطه‌ای کارکردهای اجرایی در رابطه بین مهارت‌های حرکتی با پیشرفت تحصیلی در کودکان دارای اختلالات یادگیری: یک مطالعه توصیفی. پژوهش در علوم توانبخشی، ۱۶ (۱)، ۳۳۱-۳۴۰. https://jrrs.mui.ac.ir/article_17183.html?lang=fa
- خلفی، اکرم. (۱۳۹۴). ویژگی‌های روان‌سنجی آزمون ویسکانسین و رابطه آن با آزمون عصب‌شناسی کولیدج در کودکان با و بدون اختلال یادگیری شهر قزوین [پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز]. ایرانداک.
- سلامی، صدیقه، شمس، امیر، و شمی‌پور دهکردی، پروانه. (۱۳۹۸). ویژگی‌های روان‌سنجی (روایی و پایایی) نسخه فارسی آزمون هماهنگی بدن (ktk) در کودکان پنج تا ۱۴ ساله شهر تهران: مطالعه مقدماتی. رفتار حرکتی، ۱۱ (۳۸)، ۹۶-۷۱. <https://doi.org/10.22089/mbj.2018.5960.1687>
- قربان زاده، بهروز، محمدی اورنگی، بهزاد، و اقدسی، محمدتقی. (۱۴۰۲). توانایی شناختی در ارتباط بین مهارت حرکتی و عملکرد تحصیلی نقش مؤثر دارد. رفتار حرکتی، ۱۵ (۵۲)، ۱۷۴-۱۵۳. <https://doi.org/10.22089/mbj.2021.10041.1949>
- Alloway, T. P., & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106(1), 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.11.003>
- Aydın Kılıç, Z. N., & Ercoşkun, N. Ç. (2024). The mediating role of cognitive flexibility in the relationship between creative thinking tendencies and problem-solving skills. *South African Journal of Education*, 44(4), Article a2538. <https://doi.org/10.15700/saje.v44n4a2538>
- Ayres, P. (2006). Impact of reducing intrinsic cognitive load on learning in a mathematical domain. *Applied Cognitive Psychology*, 20(3), 287–298. <https://doi.org/10.1002/acp.1245>
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59(1), 617–645. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093639>
- Başarır, B., Canlı, U., Şendil, A. M., Alexe, C. I., Tomozei, R. A., Alexe, D. I., & Burchel, L. O. (2025). Effects of coordination-based training on preschool children's physical fitness, motor competence and inhibition control. *BMC Pediatrics*, 25(1), Article 539. <https://doi.org/10.1186/s12887-025-05897-x>
- Benzing, V., Siegwart, V., Anzeneder, S., Spitzhüttl, J., Grotzer, M., Roebers, C. M., Steinlin, M., Leibundgut, K., Everts, R., & Schmidt, M. (2022). The mediational role of executive functions for the relationship between motor ability and academic performance in pediatric cancer survivors. *Psychology of Sport and Exercise*, 60, Article 102160. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2022.102160>
- Bernardi, M. (2018). *The relationship between executive functions and motor coordination: longitudinal impact on academic achievement and language*, [Doctoral dissertation, University of London City]. <https://openaccess.city.ac.uk/id/eprint/20001/>

- Blair, C., & Raver, C. C. (2016). Poverty, stress, and brain development: New directions for prevention and intervention. *Academic Pediatrics*, 16(3), S30–S36. <https://doi.org/10.1016/j.acap.2016.01.010>
- Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78(2), 647–663. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x>
- Bourke, M., Wang, H. F. W., Wicks, H., Barnett, L. M., Cairney, J., & Fortnum, K. (2025). Children's and adolescents' actual motor competence, perceived physical competence and physical activity: A structural equation modelling meta-analysis. *Sports Medicine*, 55(8), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s40279-025-02233-2>
- Buttelmann, F., & Karbach, J. (2017). Development and plasticity of cognitive flexibility in early and middle childhood. *Frontiers in Psychology*, 8, Article 258078. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01040>
- Cacioppo, J. T., & Hawkley, L. C. (2009). Perceived social isolation and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(10), 447–454. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.06.005>
- Cavallaro, R., Cavedini, P., Mistretta, P., Bassi, T., Angelone, S. M., Ubbiali, A., & Bellodi, L. (2003). Basal-corticofrontal circuits in schizophrenia and obsessive-compulsive disorder: A controlled, double dissociation study. *Biological Psychiatry*, 54(4), 437–443. [https://doi.org/10.1016/S0006-3223\(02\)01814-0](https://doi.org/10.1016/S0006-3223(02)01814-0)
- Cermak, S. A., & Larkin, D. (2002). *Developmental coordination disorder*. Singular Publishing Group.
- Chan, R. C., Chen, E. Y., & Law, C. W. (2006). Specific executive dysfunction in patients with first-episode medication-naïve schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 82(1), 51–64. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2005.09.020>
- Chaves, R. D., Bustamante, V. A., & Neill, A. (2016). Developmental and physical-fitness associations with gross motor coordination problems in Peruvian children. *Research in Developmental Disabilities*, 53, 107–114. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.01.003>
- Clark, J. E. (2007). On the problem of motor skill development. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 78(5), 39–44. <https://doi.org/10.1080/07303084.2007.10598023>
- Cortés Pascual, A., Moyano Muñoz, N., & Quílez Robres, A. (2019). The relationship between executive functions and academic performance in primary education: Review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 1582. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01582>
- Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Development*, 71(1), 44–56. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00117>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

- Diamond, A. (2015). Effects of physical exercise on executive functions: Going beyond simply moving to moving with thought. *Annals of Sports Medicine and Research*, 2(1), Article 1011. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (2014). *Working memory and language* (2nd ed.). Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781315804682>
- Ito, M. (2008). Control of mental activities by internal models in the cerebellum. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(4), 304–313. <https://doi.org/10.1038/nrn2332>
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Loring, D. W., & Fischer, J. S. (2004). *Neuropsychological assessment* (4th ed.). Oxford University Press.
- Li, K., Bao, R., Kim, H., Ma, J., Song, C., Chen, S., & Cai, Y. (2023). Reliability and validity of the Körperkoordinationstest Für Kinder in Chinese children. *PeerJ*, 11, Article e15447. <https://doi.org/10.7717/peerj.15447>
- Liu, S., Chen, S. T., & Cai, Y. (2022). Associations between gross motor coordination and executive functions: Considering the sex difference in Chinese middle-aged school children. *Frontiers in Psychology*, 13, Article 875256. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.875256>
- Ludyga, S., Gerber, M., Brand, S., Holsboer-Trachsler, E., & Pühse, U. (2016). Acute effects of moderate aerobic exercise on specific aspects of executive function in different age and fitness groups: A meta-analysis. *Psychophysiology*, 53(11), 1611–1626. <https://doi.org/10.1111/psyp.12736>
- Ma, C., Song, M., & Zhao, X. (2025). The impact of executive functions on English academic performance among Chinese primary school students: A network analysis. *Learning and Instruction*, 99, Article 102174. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2025.102174>
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109(2), 163–203. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.109.2.163>
- Martín-Bozas, F., Escolano-Pérez, E., & Bestué-Laguna, M. (2025). The mediation role of executive functions as predictors between physical activity and academic performance in high school students. *Contemporary Educational Psychology*, 81, Article 102364. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2025.102364>
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24(1), 167–202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- Missiuna, C., Moll, S., Law, M., King, S., & King, G. (2006). Mysteries and mazes: Parents' experiences of children with developmental coordination disorder. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 73(1), 7–17. <https://doi.org/10.2182/cjot.05.0010>
- Nesbitt, K. T., Fuhs, M. W., & Farran, D. C. (2019). Stability and instability in the co-development of mathematics, executive function skills, and visual-motor integration from prekindergarten to first grade. *Early Childhood Research Quarterly*, 46, 262–274. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.02.003>

- Nyhus, E., & Barceló, F. (2009). The Wisconsin Card Sorting Test and the cognitive assessment of prefrontal executive functions: A critical update. *Brain and Cognition*, 71(3), 437–451. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.03.005>
- Oberer, N., Gashaj, V., & Roebbers, C. M. (2018). Executive functions, visual-motor coordination, physical fitness and academic achievement: Longitudinal relations in typically developing children. *Human Movement Science*, 58, 69–79. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.01.003>
- Rosa Guillamón, A., García Cantó, E., & Martínez García, H. (2021). Motor coordination and academic performance in primary school students. *Journal of Human Sport and Exercise*, 16(2), 247–260. <https://doi.org/10.14198/jhse.2021.162.02>
- Shi, P., & Feng, X. (2022). Motor skills and cognitive benefits in children and adolescents: Relationship, mechanism and perspectives. *Frontiers in Psychology*, 13, Article 1017825. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1017825>
- Spreeen, O., & Strauss, E. (1998). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Stoodley, C. J., & Schmahmann, J. D. (2018). Functional topography of the human cerebellum. *Handbook of Clinical Neurology*, 154, 59–70. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63956-1.00004-7>
- Sun, Z., Yuan, Y., Xiong, X., Meng, S., Shi, Y., & Chen, A. (2024). Predicting academic achievement from the collaborative influences of executive function, physical fitness, and demographic factors among primary school students in China: Ensemble learning methods. *BMC Public Health*, 24(1), Article 274. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-17769-7>
- Thelen, E., & Smith, L. B. (1994). *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/2524.001.0001>
- van der Fels, I. M. J., Smith, J., de Bruijn, A. G. M., Bosker, R. J., Königs, M., Oosterlaan, J., Visscher, C., & Hartman, E. (2019). Relations between gross motor skills and executive functions, controlling for the role of information processing and lapses of attention in 8-10 year old children. *PLOS ONE*, 14(10), Article e0224219. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224219>
- Visier-Alfonso, M. E., Sánchez-López, M., Martínez-Vizcaíno, V., Jiménez-López, E., Redondo-Tébar, A., & Nieto-López, M. (2020). Executive functions mediate the relationship between cardiorespiratory fitness and academic achievement in Spanish schoolchildren aged 8 to 11 years. *PLOS ONE*, 15(4), Article e0231246. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231246>
- Zelazo, P. D., Blair, C. B., & Willoughby, M. T. (2016). *Executive function: Implications for education* (NCER 2017-2000). National Center for Education Research. <https://eric.ed.gov/?id=ED570880>
- Zhou, Y., & Tolmie, A. (2024). Associations between gross and fine motor skills, physical activity, executive function, and academic achievement: Longitudinal findings from the

UK Millennium Cohort Study. *Brain Sciences*, 14(2), Article 121.
<https://doi.org/10.3390/brainsci14020121>