



Article Type: Original

Effect of Sports Participation Type on Hot and Cold Executive Functions: Emphasis on the Perceptual Demands of Environment

Mohammad Hadi Amin¹, Hossein Samadi^{2*}, Hamidreza Fallah Yakhdani²

1. Master of Sport Science, Department of Physical Education and Sports Science, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Yazd University, Yazd, Iran.
2. Department of Physical Education and Sports Science, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Yazd University, Yazd, Iran.

Received: 09/01/2023, **Revised:** 10/02/2024, **Accepted:** 30/11/2024

* Corresponding Author: Hossein Samadi, E-mail: samadih@yazd.ac.ir

How to Cite: Amin, M. H., Samadi, H., Fallah Yakhdani, H. R. (2024). The Effect of the Type of Sports Participation on Hot and Cold Executive Functions: Emphasis on the Perceptual Demands of Environment. *Sport Psychology Studies*, 13(47), 36-53.

Extended Abstract

Background and Purpose

The studies conducted in recent years suggest that executive functions are divided into two distinct categories: cold and hot, each of which may operate differently depending on the context (1,2). Given the crucial role of executive functions in daily activities (3), deficits in either hot or cold functions can lead to psychological challenges and various developmental consequences (4). Research indicates that long-term engagement in physical activities and sports has a positive impact on executive functions. However, the relationship between the cognitive demands of sports and the key dimensions of executive functions remains underexplored. Considering the benefits of exercise and physical activity on both the structural and functional aspects of the brain, as well as cognitive functions, and acknowledging

the contradictions in the results of previous studies, the purpose of this research was to investigate the effect of different types of sports participations (closed skill vs. open skill exercises) on cold and hot executive functions. The aim was to enhance knowledge and provide a more comprehensive understanding of how cognitive load, processing demands, and the complexity of sports influence executive functions.

Materials and Methods

The current research was causal-comparative and applied in terms of purpose. The statistical sample consisted of 166 teenagers and young adults, aged 18 to 30, selected through a targeted and accessible sampling method. Based on the type of sports participation, the participants were divided into three groups: 59 individuals with experience in practicing open skill exercises (OSE), 56 with experience in practicing closed



skill exercises (CSE), and 51 inactive individuals. Each participant was individually evaluated using the Working Memory (2-back) task and the Iowa Gambling Task (IGT).

Data Collection Tool

1. N-back working memory test

The 2-back test was used to measure cold executive functions. In this test, participants must press the corresponding key if the presented stimulus matches the one shown two steps earlier. The 2-back test is one of the most widely used tools for assessing working memory and has been frequently employed in both clinical and experimental studies across various age groups.

2. Iowa Gambling Task (IGT)

The IGT test was used to measure hot executive functions. It has been widely used to evaluate decision-making in situations involving risk, danger, and ambiguity across different populations. The IGT is a computer-based card game consisting of 100 trials designed to assess judgment and decision-making. In this test, participants are instructed

to select one of four available cards on each trial in order to collect as much money as possible. Each choice can either be beneficial or harmful. The test score is calculated by subtracting the sum of selections from the first pair of cards from the sum of selections from the second pair. The research data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA).

Findings

Before performing the analysis, we checked the normality of the distribution of the variables using the Kolmogorov-Smirnov test and assessed the homogeneity of variances using Levene's test. The results of these tests indicated that the assumptions were not violated ($p \geq 0.05$). The results of the one-way analysis of variance (ANOVA) indicate a significant difference in the number of correct answers on the N-back test between the OSE, CSE, and

inactive groups. Specifically, the OSE and CSE groups performed better than the inactive group ($P = 0.02$). However, no significant difference was found between the OSE, CSE, and inactive groups with regard to the total score on the IGT test ($p = 0.79$). Given the significant differences in the number of correct answers on the N-back test among the groups, Fisher's Least Significant Difference (LSD) test was used to further investigate the differences between groups. The results revealed a significant difference between the OSE and inactive groups ($p = 0.01$) and between the CSE and inactive groups ($p = 0.02$). However, no significant difference was observed between the OSE and CSE groups ($p = 0.82$).

Discussion and Conclusion

The results showed that the OSE and CSE groups scored higher in the N-back test (cold executive functions) than the inactive group. However, no significant difference was found between the OSE and CSE groups. Researchers suggest that different types of exercise, with varying cognitive demands, have specific effects on neuro-cognitive performance. These effects are likely due to differences in the secretion of certain biomarkers in the neurochemical system, as well as variations in brain tissue volume and activation patterns influenced by different exercise types (5, 6).

The results of the IGT test (hot executive functions) showed no significant difference between the scores of the OSE, CSE, and inactive groups. These findings support the 'limited transfer' hypothesis (7), which suggests that the development of hot executive functions occurs at a slower rate. Researchers argue that the cognitive demands of different types of sports results in a small effect size when comparing OSE and CSE groups. Additionally, some tests of executive functions may be less sensitive to the effects of physical activity than others (8).

Keywords: Executive functions, Hot and cold, Decision making, Cognition, Open and closed skills

Ethical Considerations: In addition to completing the consent form and adhering to ethical guidelines, the participants were informed that their data would be kept confidential.

Funding

The present study received no financial support from any institution or organization.

Authors' contributions

First author: Data collection and authorship of the introduction; Second author: conceptualization and presentation of the idea, authorship of the introduction, discussion and methodology; Third author: data analysis. All authors contributed equally to the writing and revision of the article. Additionally, all authors are responsible for the accuracy and integrity of the content in the final manuscript.

Conflicts of Interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We sincerely thank and appreciate all the respected students who cooperated in the present research.



مطالعات روان‌شناسی ورزشی

Journal homepage: <https://spsyj.ssric.ac.ir>



نوع مقاله: پژوهشی اصیل

تأثیر نوع مشارکت ورزشی بر کارکردهای اجرایی داغ و سرد: تأکید بر نیازهای ادراکی محیط

محمدهادی امین^۱ , حسین صمدی^{۲*} , حمیدرضا فلاح یخدانی^۲ 

۱. کارشناس ارشد علوم ورزشی، بخش تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۲. استادیار، بخش تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۹، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۲/۱۱/۲۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۳۰

* Corresponding Author: Hossein Samadi, E-mail: samadih@yazd.ac.ir

How to Cite: Amin, M. H., Samadi, H., Fallah Yakhdani, H. R. (2024). The Effect of the Type of Sports Participation on Hot and Cold Executive Functions: Emphasis on the Perceptual Demands of Environment. *Sport Psychology Studies*, 13(47), 39-53.

چکیده

هدف: پژوهش‌های اخیر نشان داده است که انواع خاصی از ورزش‌ها به سبب ماهیت پردازشی خود ممکن است اثر متفاوتی بر کارکردهای شناختی مختلف و فرایندهای عصبی داشته باشند. هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تجربه تمرین مهارت‌های ورزشی بر کارکردهای اجرایی سرد و داغ با تأکید بر نیازهای ادراکی محیط بود.

مواد و روش‌ها: این پژوهش از نوع علی-مقایسه‌ای و به لحاظ هدف از نوع کاربردی است. نمونه آماری پژوهش شامل ۱۶۶ نفر از جوانان و نوجوانان ۱۸ تا ۳۰ سال بود که به روش در دسترس انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان شامل سه گروه افراد با تجربه انجام مهارت‌های باز، بسته و افراد کم‌تحرک بودند. آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون‌های شناختی حافظه کاری ان-بک و برد و باخت آیوا مورد ارزیابی قرار گرفتند. داده‌های پژوهش با استفاده از آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌سویه مورد بررسی قرار گرفت. ن

یافته‌ها: تایید نشان داد که افراد با تجربه تمرین مهارت‌های باز و بسته در میانگین تعداد پاسخ‌های صحیح آزمون حافظه کاری، نسبت به افراد کم‌تحرک عملکرد بهتری داشتند ($P \leq 0.05$)، اما بین گروه باز و بسته تفاوت معناداری وجود نداشت. همچنین در امتیاز کل کسب شده در آزمون برد و باخت آیوا، بین افراد با تجربه تمرین مهارت‌های باز و بسته و افراد کم‌تحرک تفاوت معناداری دیده نشد ($P \geq 0.05$).

نتیجه‌گیری: با توجه به این که تجربه انجام مهارت‌های باز و بسته بر کارکردهای اجرایی سرد تأثیر معناداری دارد، می‌توان از این تمرینات برای بهبود حافظه کاری استفاده نمود.

کلیدواژه‌ها: کارکردهای اجرایی، داغ و سرد، تصمیم‌گیری، شناخت، مهارت‌های باز و بسته



مقدمه

کارکردهای اجرایی^۱ مجموعه‌ای از مهارت‌هاست که به عنوان یک سازه شناختی مطرح شده و وظایفی مانند حل مسئله، توجه، استدلال، سازماندهی، برنامه‌ریزی، حافظه، بازداری پاسخ، کنترل تکانه، حفظ آمایه و تغییر آمایه یادگیری را بر عهده دارد (کلولونیس و گوداس^۲، ۲۰۲۳؛ هلیمن، وینبرگ و ولنی^۳، ۲۰۲۲؛ جلیلود، صمدی و سوری، ۲۰۲۱). این سازه، رفتار انطباقی و هدفمند را تسهیل نموده و برای پیمایش موفقیت‌آمیز در بسیاری از جنبه‌های زندگی، از جمله موفقیت شغلی، روابط بین‌فردی، سلامت روانی و جسمی و عملکرد روزانه و حتی پیش‌بینی و غربالگری استعدادهای ورزشی و در نتیجه رشد بهینه ورزشی ضروری تلقی می‌شود (ان‌جی، ان‌جی و یانگ^۴، ۲۰۲۲).

یکی از بحث‌های اصلی در زمینه کارکردهای اجرایی، تمایز بین کنترل عاطفی یا پاداش در مقابل شناخت صرف می‌باشد که اخیراً در ادبیات نظری و تجربی مطرح شده است (پولادی، باقری و عسکری‌زاده، ۲۰۲۰). تحقیقات اخیر روان‌شناختی و عصب‌روان‌شناختی نشان می‌دهد که کارکردهای اجرایی فرایندهایی چندوجهی هستند و انواع مختلف کارکردهای اجرایی، همبسته اما قابل تفکیک‌اند (پاسسوا، اسملا و نمک^۵، ۲۰۲۰). در گذشته، کارکرد اجرایی صرفاً به شکل سرد و به‌عنوان مهارت شناختی که تحت شرایط نسبتاً انتزاعی و غیرعاطفی است، مورد استنباط قرار می‌گرفت و اهمیت نقش انگیزه و هیجان در کارکردهای اجرایی نادیده گرفته می‌شد، اما مطالعات انجام‌شده در سال‌های اخیر پیشنهاد داده‌اند که کارکرد اجرایی به دو دسته متمایز سرد و داغ تقسیم شده و می‌تواند در زمینه‌های مختلف به طور متفاوتی عمل کند (پولادی و همکاران، ۲۰۲۰؛ زلازو و کارلسون^۶، ۲۰۱۲).

کارکردهای اجرایی سرد^۷ بیشتر شناختی بوده و شامل کنترل آگاهانه افکار، تحلیل منطقی و تأمل‌پذیری و تصمیم‌گیری و حل مساله به‌دور از شرایط هیجانی و تنها با فرایندهای ذهنی است (آزادفر و همکاران، ۲۰۲۰؛ پولادی و همکاران، ۲۰۲۰). در مقابل، کارکردهای اجرایی داغ^۸ فرایند شناختی معطوف به هدف و آینده‌گرا است که در زمینه‌ای از شرایط

هیجانی، انگیزشی و تقابل بین لذت فوری و پاداش بلندمدت فعال می‌شود (آگیت^۹ و همکاران، ۲۰۲۳؛ پون^{۱۰}، ۲۰۱۸؛ شریفیان، علیپور، نجاتی، ۲۰۱۸). کارکردهای اجرایی سرد و داغ، علاوه بر وجود یا عدم وجود محرک‌های هیجانی، در فعالیت مناطق مغزی نیز متمایز هستند. قشر پیشانی، منطقه مغزی اصلی درگیر در کارکردهای اجرایی یا کنترل شناختی است که به مناطق خلفی خارجی پیش‌پیشانی^{۱۱} (DLPFC)، پیشانی میانی و حقه‌ای پیشانی (OFC)^{۱۲} تقسیم می‌شود (گازانیگا^{۱۳}، ۲۰۱۴). قشر خلفی-خارجی پیش‌پیشانی در کارکردهای اجرایی شناختی/فراشناختی درگیر است و هنگام حل مشکلات انتزاعی که عوامل هیجانی را در بر ندارد، فعال می‌شود، در حالی که مناطق حقه‌ای و میانی در کارکردهای اجرایی انگیزشی/هیجانی دخیل هستند (اوتر و بارکر^{۱۴}، ۲۰۱۳). قشر حقه‌ای پیشانی، بخشی از مدار پیشانی-مخطی^{۱۵} است که با آمیگدال و قسمت‌های دیگر سیستم لیمبیک ارتباطی قوی داشته و به یکپارچگی اطلاعات عاطفی و شناختی جهت تنظیم انگیزش و رفتار معطوف به هدف کمک می‌کند. این تفاوت در مناطق مغزی نشان‌دهنده تفاوت در حوزه‌های کارکردهای اجرایی و تفاوت ساختاری و کارکردی در مناطق مغزی مرتبط با آن‌ها است (گازانیگا، ۲۰۱۴؛ شریفیان، علیپور و نجاتی، ۲۰۱۸).

با توجه به نقش مهم کارکردهای اجرایی در فعالیت‌های زندگی روزانه (نعمتی و باردل، ۲۰۲۰)، نقص در کارکردهای داغ و سرد ممکن است آسیب‌های روانی و پیامدهای رشدی متفاوتی ایجاد کند (سونوگا-بارک^{۱۶}، ۲۰۰۵). هنگامی که فرایندهای سازماندهی مجدد مغز به طور معمول پیشرفت نکنند، درگیری پراکنده در مناطق عصبی ممکن است ادامه داشته و در نتیجه منجر به کارکردهای اجرایی ناکافی می‌گردد (زلازو و کارلسون، ۲۰۱۲). چنین عبارات بالینی به‌طور کلی شامل اختلال در کارکردهای اجرایی داغ و سرد مانند نقص در ارضای تأخیر، ناتوانی در پیش‌بینی عواقب، مهار، حافظه کاری و بازداری کلامی و رفتاری می‌باشد (آزادفر و همکاران، ۲۰۲۰).

9. Agate et al
10. Poon
11. Dorsolateral Prefrontal Cortex
12. Orbitofrontal cortex
13. Gazzaniga
14. Otero & Barker
15. Frontostriatal circuitry
16. Sonuga-Barke

1. Executive function
2. Kolovelonis, and Goudas
3. Heilmann, Weinberg and Wollny
4. Ng & Yang
5. Pačesová, Šmela & Nemček
6. Zelazo & Carlson
7. Cold executive functions
8. Hot executive functions

(OSE)^۷ و تمرین مهارت‌های بسته (CSE)^۸ به سبب ماهیت پردازشی خود ممکن است اثر متفاوتی بر حیطه‌های شناختی مختلف و فرآیندهای عصبی بگذارند. با این حال، برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که شرکت‌کنندگان OSE تنها در برخی از جنبه‌های کارکردهای اجرایی (به‌عنوان مثال، کنترل مهارتی و انعطاف‌پذیری شناختی) عملکرد بهتری نسبت به شرکت‌کنندگان CSE دارند (دای^۹ و همکاران، ۲۰۱۳). در مقابل، برخی مطالعات گزارش داده‌اند که اثرات شناختی مهارت‌های OSE و CSE تفاوتی ندارند (چانگ و همکاران، ۲۰۱۷؛ چو، سو و رو^{۱۰}، ۲۰۱۷؛ بکر^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۸). کخ و کرن (۲۰۲۱) پژوهشی را تحت عنوان مقایسه ورزش‌های دارای مهارت‌های باز و بسته و کارکردهای اجرایی ۷۵ ورزشکار نخبه بررسی کردند. نتایج نشان داد که ورزشکاران در OSE در حافظه کاری و انعطاف‌پذیری شناختی عملکرد بهتری داشتند. با این حال، هالفیلدر^{۱۲} و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهش خود بر روی ۴۰ ورزشکار نخبه و ۴۶ ورزشکار آماتور نوجوان دریافتند که نوع ورزش، سطح تخصص، تجربه تمرین یا مدت‌زمان تمرین بر تکالیف حافظه کاری و بازی تاس تأثیر نداشت. همچنین ژو و همکاران (۲۰۲۰) در فراتحلیل خود، برتری OSE در مقابل CSE برای تکلیف بازداری و انعطاف‌پذیری شناختی را نشان دادند. در مقابل، تفاوت معناداری در توجه دیداری فضایی یا سرعت پردازش بین دو حالت تمرین وجود نداشت.

یک سؤال چالش‌برانگیز در حوزه کارکردهای اجرایی این است که آیا کارکردهای اجرایی سرد و داغ از نظر ساختاری و عملکردی مستقل از هم عمل می‌کنند؟ نکته جالب این است که پژوهش‌ها به بعد شناختی و انتزاعی کارکردهای اجرایی توجه نموده و پردازش پاداش به عنوان حوزه‌ای از شناخت که بر عملکرد اجرایی تأثیر می‌گذارد، به ندرت در این زمینه مورد بررسی قرار گرفته است. در حالی که شواهد مطالعات عصب-روانشناسی از این فرض حمایت می‌کند که کارکردهای اجرایی سرد و داغ، مکانیسم‌های رشدی متفاوتی را درگیر می‌نماید، سایر پژوهش‌ها بر این عقیده استوار هستند که بیشتر تکالیف، کارکردهای اجرایی هر دو بعد سرد و داغ را درگیر می‌کنند (شریفیان، علیپور، نجاتی، ۲۰۱۸). به طور کلی، اگرچه برخی پژوهش‌ها اثرات مثبت فعالیت بدنی و به خصوص OSE در مقابل CSE بر کارکردهای اجرایی را نشان می‌دهد، با این

با توجه به اهمیت موارد فوق، بسیاری از محققان در پی کشف روش‌های تأثیرگذاری بدن و ذهن بر یکدیگر بوده‌اند و پژوهش‌های گذشته شواهد امیدوارکننده‌ای از بهبود جنبه‌های مختلف کارکردهای شناختی در طول زندگی، از جمله توجه، سرعت پردازش، حافظه فعال با ورزش و فعالیت بدنی، به همراه تغییرات ساختاری و عملکردی در آناتومی مغز نشان داده‌اند (ژو^۱ و همکاران، ۲۰۲۰؛ کخ و کرن^۲، ۲۰۲۱). با این حال، اخیراً توجه بیشتری بر فواید نوع ورزش بر کارکردهای شناختی متمرکز شده و شواهد نشان داده است که میزان پیشرفت در کارکرد شناختی از طریق ورزش و فعالیت بدنی ممکن است به ویژگی‌های حرکتی فعالیت‌های مرتبط باشد (گو^۳ و همکاران، ۲۰۱۹؛ ژو و همکاران، ۲۰۲۰). به عبارتی نیازهای متفاوت شناختی انواع خاصی از ورزش‌ها، اثرات متفاوتی بر کارکردهای اجرایی می‌گذارند (کخ و کرن، ۲۰۲۱). برای مثال فورمنتی^۴ و همکاران (۲۰۲۱) معتقدند که تغییرپذیری و پیچیدگی محیطی که در آن تمرین ورزشی انجام می‌شود، نقش کلیدی بر رشد شناختی دارد.

با توجه به تغییرپذیری و تأثیرات محیط و همچنین میزان بار پردازشی، مهارت‌های حرکتی را می‌توان به تمرین مهارت‌های باز و بسته تقسیم کرد (جلیوند، صمدی و دانا، ۲۰۲۱). مهارت‌های باز در محیطی پویا و متغیر انجام می‌شود، در حالی که مهارت‌های بسته در یک محیط قابل پیش‌بینی و ایستا اتفاق می‌افتد. مهارت‌های باز شامل محیط‌های غیرقابل پیش‌بینی، تصمیم‌گیری فعال و سازگاری مداوم است که شرکت‌کنندگان باید پاسخ‌ها را در مقابل محرک خارجی که به طور تصادفی اتفاق می‌افتد، ارائه دهند. در مقابل، مهارت‌های بسته در محیط نسبتاً پایدار و قابل پیش‌بینی انجام می‌شود که در آن اعمال حرکتی، الگوهای برنامه‌ریزی شده نسبتاً ثابتی را دنبال می‌کنند و خواست شناختی و الزامات تصمیم‌گیری آن‌ها کمتر است (فورمنتی و همکاران، ۲۰۲۱، گوکه^۵ و همکاران، ۲۰۲۱).

اگرچه شواهد حاکی از تأثیر مثبت مشارکت طولانی‌مدت در فعالیت‌های بدنی و ورزش بر کارکردهای اجرایی بوده و نشان می‌دهد ورزشکاران در آزمون‌های خاص شناختی نمره بالاتری از غیر ورزشکاران کسب می‌کنند، ارتباط خاص بین نوع ورزش و ابعاد اصلی کارکردهای اجرایی به‌خوبی مورد توجه قرار نگرفته است (کنتراس-اوسوریو^۶ و همکاران، ۲۰۲۲). برخی مطالعات نشان داده‌اند که دو نوع تمرین مهارت‌های باز

7. open skill exercise
8. close skill exercise
9. Dai et al
10. Cho, So, and Roh
11. Becker et al
12. Holfelder

1. Zhu et al
2. Koch & Krenn
3. Gu et al
4. Formenti
5. Gökçe et al
6. Contreras-Orsorio et al

CSE: دو و میدانی، دوچرخه‌سواری، بدن‌سازی، شنا و تیراندازی با کمان) و ۵۱ نفر کم‌تحرک (بدون سابقه ورزشی)، توسط ابزار اندازه‌گیری برد و باخت آیوا و آزمون حافظه کاری ان-بک-۲ به صورت انفرادی مورد آزمون قرار گرفتند.

لازم به ذکر است که گروه OSE و CSE شامل افراد بودند که به صورت آماتور و تفریحی در فعالیتهای ورزشی شرکت می‌کردند و سابقه ورزشی ۳ تا ۱۰ سال داشتند. این افراد در هفته دو تا پنج جلسه تمرین داشتند (هالفیلدر و همکاران، ۲۰۲۰). افراد کم‌تحرک کسانی بودند که فعالیت بدنی منظمی نداشته و در هیچ یک از رشته‌های ورزشی فعالیتی نداشتند (پاسو و همکاران، ۲۰۲۰).

معیارهای ورود شامل عدم سابقه استفاده از دارو برای درمان اختلالات روانشناختی و آسیب به سر (عدم از دست دادن هوشیاری حتی برای زمان کوتاه) بود. با رعایت دستورالعمل‌های اخلاقی، به شرکت‌کنندگان اطلاع داده شد داده‌های افراد محرمانه خواهد ماند.

ابزار گردآوری داده‌ها

آزمون حافظه کاری ان-بک^۱

برای سنجش کارکردهای اجرایی سرد از آزمون حافظه کاری ان-بک استفاده شد. این آزمون که برای اولین بار در سال ۱۹۵۸ توسط کرچنر^۲ طراحی و مورد استفاده قرار گرفت. در نسخه کامپیوتری این آزمون، دنباله‌ای از محرک‌های بینایی به‌صورت گام‌به‌گام و تصادفی بر روی صفحه ظاهر می‌شود. آزمودنی باید بررسی کند که آیا محرک ارائه‌شده فعلی با محرک N گام قبل از آن مشابه است یا خیر. در این مطالعه، از نوع ان-بک-۲ استفاده شد. در این آزمون، چنانچه محرک ارائه‌شده با محرک دو تا ماقبل خود مشابه باشد، فرد باید کلید مربوطه را بفشارد. این آزمون یکی از پرکاربردترین ابزارهای سنجش حافظه کاری بوده و در مطالعات بالینی و تجربی در سنین مختلف به‌صورت گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است و اعتبار آن در پژوهش‌های مختلف نشان داده شده است (جلیلود و همکاران، ۲۰۲۱).

آزمون برد و باخت آیوا^۳ (IGT)

برای سنجش کارکردهای اجرایی داغ از آزمون برد و باخت آیوا استفاده شد. نسخه فارسی این آزمون در سال ۲۰۰۱ توسط اختیاری و بهزادی در مؤسسه مطالعات علوم‌شناختی طراحی شده و به‌طور گسترده‌ای برای ارزیابی تصمیم‌گیری در شرایط دارای ریسک، خطر و ابهام در جمعیت‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. تکلیف برد و باخت آیوا، یک

حال هیچ مدرک قطعی برای اثبات برتری نوع ورزش وجود ندارد. به علاوه اغلب پژوهش‌ها صرفاً به بررسی کارکردهای اجرایی سرد پرداخته و تمایز دو نوع کارکردهای اجرایی را علیرغم تفاوت در وجود محرک‌های هیجانی مورد مطالعه قرار نداده‌اند. با وجود تناقض در نتایج مطالعات قبلی، طبق مطالعات صورت گرفته، پژوهش‌های مشخصی که به بررسی تفاوت اثرات انواع تمرین با توجه به نیازهای ادراکی محیط بر کارکردهای اجرایی سرد و داغ جوانان به صورت همزمان پرداخته باشند، به‌ندرت یافت می‌شود.

تحقیقات کم و ناکافی در زمینه تاثیر ورزش و فعالیت بدنی بر انواع کارکردهای اجرایی، از ضرورت‌های انجام این پژوهش است، چراکه این موضوع علاوه بر پر کردن خلاءهای موجود، باعث بسط علمی و عملیاتی مفاهیم فوق و گشایش مسیرهای جدید تحقیقاتی در این حوزه خواهد شد. همچنین با توجه به فواید ورزش و فعالیت بدنی بر تغییر جنبه‌های ساختاری و عملکردی مغز و عملکردهای شناختی، پژوهش حاضر جهت افزایش دانش و درک بهتر و جامع‌تر از تاثیر بار شناختی، نیازهای پردازشی و پیچیدگی ورزش بر کارکردهای اجرایی داغ و سرد ضروری به نظر می‌رسد. به علاوه، با توجه به این که نشان داده شده است که فعالیت بدنی بر سلامت مغز و شناخت افراد سالم تأثیر می‌گذارد، احتمالاً بتوان از نتایج پژوهش حاضر جهت برنامه‌ریزی فعالیت‌های مناسب در زمینه بهبود کارکردهای اجرایی و حتی انتخاب ورزشکاران برای رشته‌های ورزشی باز و بسته استفاده نمود. با توجه به موارد فوق و اهمیت کارکردهای اجرایی در اعمال روزمره، سوال پژوهش حاضر این بود که آیا نوع مشارکت ورزشی (تجربه تمرین ورزش با مهارت‌های باز و بسته) بر کارکردهای اجرایی سرد و داغ جوانان و نوجوانان اثر متفاوتی دارد؟

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر توصیفی از نوع علی-مقایسه‌ای و به لحاظ هدف کاربردی بود.

جامعه آماری و نمونه‌های آماری

جامعه آماری پژوهش حاضر، همه دانشجویان پسر دانشگاه یزد بودند. نمونه آماری پژوهش شامل ۱۶۶ نفر از نوجوانان و جوانان بین سن ۱۸ تا ۳۰ سال بود که به شیوه هدفمند و در دسترس انتخاب شدند. در پژوهش حاضر، با توجه به نوع مشارکت ورزشی، ۵۹ نفر با تجربه تمرین مهارت‌های ورزشی باز (گروه OSE: فوتبال، والیبال، بسکتبال، تنیس و بدمینتون)، ۵۶ نفر با تجربه تمرین مهارت‌های ورزشی بسته (گروه

3. Iowa Gambling Task

1. N-back working memory
2. Kirchner

توجه با شرایط و امکانات موجود در یک فضای آرام، نسخه رایانه‌ای آزمون‌های برد و باخت آیوا و حافظه کاری ان-بک به ترتیب جهت سنجش کارکردهای اجرایی داغ و سرد به صورت انفرادی اجرا گردید.

روش آماری

در این پژوهش، از آمار توصیفی به منظور محاسبه میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش استفاده شد. به منظور بررسی طبیعی بودن توزیع متغیرها، از آزمون کلموگروف-اسمیرنف استفاده شد و همچنین همگنی واریانس‌ها با آزمون لوین مورد بررسی قرار گرفت. سپس فرضیه‌های صفر پژوهش با آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌سویه مورد تحلیل قرار گرفتند. تمام محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس نسخه ۲۴ پردازش و تحلیل شد.

نتایج

در جدول ۱، اطلاعات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌های گروه‌های OSE و CSE و کم‌تحرک شامل سن و سابقه فعالیت ورزشی شرکت‌کنندگان ارائه شده است.

بازی کارت کامپیوتری است که از ۱۰۰ کوشش تشکیل شده و به آزمون قضاوت و تصمیم‌گیری می‌پردازد. در این آزمون به شرکت‌کنندگان گفته می‌شود به واسطه انتخاب یکی از چهار کارت موجود (کارت‌های A، B، C و D) در هر کوشش هرچقدر که می‌توانند پول جمع کنند. هر انتخاب می‌تواند منفعت یا ضرری را به بار آورد. به عبارت دیگر، در این آزمون، شخص با گزینه‌هایی مواجه می‌گردد که انتخاب آن‌ها باری از ضرر یا سود در حال و آینده به همراه دارد و در عین حال میزان این سود و زیان با درجاتی از احتمال و عدم قطعیت همراه است. هر یک از دو کارت موجود در جفت کارت اول (کارت‌های A و B) و دوم (کارت‌های C و D) الگوی متفاوتی از سوددهی و ضرر رسانی دارند، اما در مجموع نتیجه یکسانی به بار می‌آورند. در پایان، نمره آزمون بر اساس مجموع انتخاب‌ها از جفت کارت دوم منهای مجموع انتخاب‌ها از جفت کارت اول محاسبه می‌شود (اختیاری و بهزادی، ۲۰۰۸).

روش اجرای پژوهش

پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه و جمع‌آوری اطلاعات اولیه از آزمودنی‌ها و قرارگیری در یکی از سه گروه بر اساس معیارهای ورود، ابتدا اطلاعات لازم در مورد پژوهش، اهداف و روش کار به افراد داده شد و سپس با

جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد مربوط به سن، سابقه و تعداد آزمودنی‌ها

متغیرها	تعداد	سن (سال)	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد
گروه‌ها			سابقه ورزشی (سال)
OSE	59	23 ± 3.31	6 ± 2.44
CSE	56	24.60 ± 3.20	5.20 ± 2.33
کم‌تحرک	51	24.30 ± 4.61	-
Inactive			

در آزمون آیوا در گروه‌های OSE و CSE نسبت به افراد کم‌تحرک بالاتر است. به عبارت دیگر، گروه‌های OSE و CSE نسبت به افراد کم‌تحرک اجرای بهتری داشته‌اند.

میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش شامل اطلاعات مربوط به تعداد پاسخ‌های صحیح در آزمون ان-بک-۲ و امتیاز کل کسب شده در آزمون آیوا در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود میانگین تعداد پاسخ‌های صحیح آزمون ان-بک و امتیاز کل کسب شده

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای تعداد پاسخ صحیح آزمون ان-بک و امتیاز کل آزمون آیوا

متغیرها	گروه	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد
تعداد پاسخ صحیح آزمون ان-بک	OSE	86.26 $\pm$ 15.26
	CSE	85.56 $\pm$ 18.16
	کم‌تحرك	77.90 $\pm$ 16.44
امتیاز کل آزمون آیوا	OSE	1537 $\pm$ 763
	CSE	1583 $\pm$ 713
	کم‌تحرك	1487 $\pm$ 653

به‌منظور بررسی وجود تفاوت در نمرات آزمون حافظه کاری ان-بک و آزمون برد و باخت آیوا، از آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌سویه استفاده شد. ابتدا مفروضه‌های این آزمون (طبیعی بودن توزیع متغیرها توسط آزمون کلموگروف-اسمیرنف و همگنی واریانس‌ها با آزمون لوین) بررسی شد و نتایج نشان داد که از مفروضه‌های آزمون تخطی نشده است ($p > 0.05$). نتایج مربوط به آزمون تحلیل واریانس یک‌سویه در جدول ۳ آمده است.

جهت اجرای آمار استنباطی، ابتدا طبیعی بودن داده‌ها با آزمون کلموگروف-اسمیرنف و همگنی واریانس‌ها با آزمون لوین مورد بررسی قرار گرفت. همچنین به‌منظور بررسی همگنی گروه‌ها از نظر سن و سابقه ورزشی، نمرات این متغیرها در گروه OSE و CSE با استفاده از آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌سویه با هم مقایسه شد و نتایج نشان داد که گروه‌ها در مشخصات جمعیت‌شناختی مذکور تفاوت معناداری با هم ندارند و همگن هستند ($p > 0.05$).

جدول ۳- نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌سویه در خصوص تعداد پاسخ صحیح آزمون ان-بک و امتیاز کل آزمون آیوا

شاخص‌ها	متغیر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	آماره F	معناداری	مجذورات انا
منبع تغییرات	تعداد پاسخ صحیح (آزمون ان-بک)	2281.45	2	1140.45	4.11	*0.02	0.05
	امتیاز کل (آزمون آیوا)	242368	2	121184	0.24	0.79	

* $p < 0.05$

نشده. باتوجه به معناداری نمرات تعداد پاسخ صحیح در آزمون ان-بک در بین گروه‌های مورد مطالعه، به‌منظور بررسی این که این تفاوت بین کدام گروه‌ها معنادار است، از آزمون تعقیبی حداقل تفاوت میانگین فیشر استفاده شد. نتایج در جدول ۴ آمده است.

طبق جدول ۳، نتایج حاکی از تفاوت معنادار در نمرات تعداد پاسخ‌های صحیح آزمون ان-بک در بین گروه‌های OSE و CSE و کم‌تحرك است. با وجود این، در مورد متغیر امتیاز کل آزمون برد و باخت آیوا تفاوت معناداری بین گروه‌های OSE و CSE و کم‌تحرك مشاهده

جدول ۴- نتایج آزمون تعقیبی LSD در مورد بررسی تفاوت بین گروه‌ها

گروه‌ها	تفاوت میانگین	خطای استاندارد	سطح معناداری
OSE	CSE کم‌تحرک	0.69 3.10	0.82
		8.36 3.19	*0.01
CSE	کم‌تحرک	7.66 3.21	*0.02

* $p < 0.05$

مانند یادگیری نواختن یک ساز، صحبت کردن به زبان دیگر، یا یادگیری یک ورزش به طور بالقوه تحت تاثیر قرار می‌گیرد (آگیت و همکاران، ۲۰۲۳). پژوهشگران عنوان می‌کنند انواع مختلف ورزش با بار شناختی متفاوت اثرات خاصی در عملکرد عصبی-شناختی داشته و این اثرات به دلیل تفاوت در ترشح برخی از نشانگرهای زیستی در سیستم عصبی شیمیایی (به عنوان مثال فاکتور نوروتروفیک ناشی از مغز، فاکتور رشد شبه انسولین ۱، هموسیستئین، کاتپسین B^۱) و تفاوت در حجم بافت مغز و الگوهای فعال‌سازی ناشی از انواع مختلف ورزش است (تی‌سای و همکاران، ۲۰۱۴؛ تی‌سای^۲ و همکاران، ۲۰۱۷؛ جلیوند و همکاران، ۲۰۲۱). به علاوه، محققان اعتقاد دارند ورزش سبب افزایش جریان خون در شبکه‌های مغزی، افزایش نوروترنژن و شکل‌پذیری مغز، افزایش تشکیلات غیرعصبی مانند عروق زایی، تراکم زیاد ماده خاکستری در قشر پیش‌پیشانی و مناطق وابسته به گیجگاه، تراکم زیاد ماده سفید در جسم پینه‌ای، افزایش فاکتورهای نوروتروفیک و نوروترانسمیترها می‌شود (اسکندرناژاد و رضایی، ۲۰۲۰؛ جلیوند و همکاران، ۲۰۲۱). همچنین شواهد نشان می‌دهد که ورزشکاران در ابعاد مختلف کارکردهای اجرایی از همسالان غیرورزشکار خود بهتر عمل می‌کنند (کنتراس-اوسوریو و همکاران، ۲۰۲۲؛ بوریس، لیو و اپلبام^۲، ۲۰۲۰). هلیمن و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه مروری خود عنوان کردند که ورزشکاران در مقایسه با غیر ورزشکاران، امتیازات بیشتری را در آزمون-های کارکردهای اجرایی کسب می‌کنند. محققین معتقدند این امر بدین دلیل است که نواحی مشترک قشر هم در حین تکالیف حرکتی و هم در کارهای شناختی که شامل قشر جلوی مغز می‌شود، فعال می‌گردند (هلیمن و همکاران، ۲۰۲۲؛ فورمنتی و همکاران، ۲۰۲۱). محققین رفتار حرکتی در تبیین عملکرد بهتر افراد ورزشکار نسبت به افراد غیر ورزشکار

باتوجه به نتایج جدول ۴، بین نمرات گروه‌های OSE و CSE و کم-تحرک تفاوت معناداری وجود دارد. با این وجود، بین دو گروه OSE و CSE تفاوت معناداری مشاهده نشد.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر، بررسی تاثیر تجربه تمرین مهارت‌های ورزشی (نوع مشارکت ورزشی) بر کارکردهای اجرایی سرد و داغ با تأکید بر نیازهای ادراکی محیط بود. مطالعات عنوان می‌کنند فواید ورزش و فعالیت بدنی در طول عمر محدود به سلامت جسمی نیست، بلکه به تغییر جنبه‌های ساختاری و عملکردی مغز و عملکردهای شناختی نیز تعمیم داده می‌شود که به توانایی‌های ذهنی درگیر در فرآیندهای زیربنایی ادراک و عمل اشاره دارد (پاسسوا و همکاران، ۲۰۲۰؛ فورمنتی و همکاران، ۲۰۲۱). بسیاری از محققین معتقدند با توجه به تفاوت در ماهیت ورزش و فعالیت-های بدنی، الزامات شناختی باید در هنگام تفسیر تاثیر ورزش بر کارکردهای اجرایی در نظر گرفته شود (فورمنتی و همکاران، ۲۰۲۱؛ هلیمن و همکاران، ۲۰۲۲).

نتایج بخش اول پژوهش نشان داد که گروه OSE و CSE نسبت به گروه کم‌تحرک نمره بیشتری در آزمون کارکردهای اجرایی سرد (حافظه کاری ان‌بک-۲) کسب کردند. با این وجود، بین دو گروه OSE و CSE تفاوت معناداری دیده نشد. یافته‌ها با نتایج برخی مطالعات از جمله چانگ و همکاران (۲۰۱۷)؛ چو و همکاران (۲۰۱۷)؛ بکر و همکاران (۲۰۱۸)؛ هالفیلدر و همکاران (۲۰۲۰) و پاسسوا و همکاران (۲۰۲۰) و هلیمن و همکاران (۲۰۲۲) مبنی بر اثرات مثبت فعالیت بدنی بر عملکرد شناختی بدون توجه به باز و بسته بودن مهارت، همسو است. کارکردهای اجرایی در تمام مراحل رشد انعطاف‌پذیر بوده و در موقعیت‌های مختلف زندگی

1. Burris, Liu & Appelbaum

1. Cathepsin
2. Tsai, Pan

نوع آزمون، سطح مهارت ورزشی، سن و غیره اشاره کرد. آزمودنی‌های پژوهش حاضر را ورزشکاران آماتور و تفریحی در رده سنی ۱۸ تا ۳۰ سال با سابقه ورزش ۳ تا ۱۰ سال تشکیل دادند که طبق خودگزارشی اغلب افراد جلسات کمی تمرین مهارت باز و بسته سبک انجام می‌دادند و شاید این زمان برای تأثیرگذاری جهت تغییر در کارکردهای اجرایی بین دو تمرین باز و بسته کافی نباشد که البته این ادعا نیازمند پژوهش‌های بیشتر است.

اگرچه برخی مطالعات عنوان می‌کنند که کارکردهای اجرایی افراد ورزشکار بهتر از غیر ورزشکاران است (کنتراس-اوسوریو و همکاران، ۲۰۲۲؛ بوریس، لیو و ایلپام، ۲۰۲۰)، اما به ندرت مولفه‌های داغ و سرد را به طور مجزا مورد بررسی قرار داده‌اند. لذا با توجه به تفاوت در مناطق مغزی مرتبط با کارکردهای اجرایی و عدم ارتباط معنادار بین کارکردهای اجرایی سرد و داغ (هالفیلدر و همکاران، ۲۰۲۰)، در پژوهش حاضر مولفه داغ این سازه نیز مورد بررسی قرار گرفت. کارکردهای اجرایی داغ بر خلاف کارکردهای اجرایی سرد، موجب فعال شدن قشر حذقه‌ای پیشانی می‌شود (شریفیان، علیپور، نجاتی، ۲۰۱۸)، این ناحیه با مناطق لیمبیک پیوند دارد و مدیریت کارکردهای اجرایی داغ و مسئولیت پردازش اطلاعات هیجانی را بر عهده دارد و در زمان حاوی محرک‌ها و عوامل هیجانی فعال می‌گردد. کارکردهای اجرایی داغ شامل توانایی‌های شناختی احساسی، مانند توانایی به تأخیر انداختن رضایت و تصمیم‌گیری احساسی است و در زمینه‌ای از شرایط هیجانی، انگیزشی و تقابل بین لذت فوری و پاداش بلندمدت فعال می‌شود. وقتی فرد تحت شرایط با بار هیجانی و با در نظر گرفتن خواسته‌ها، اهداف و انگیزش‌ها تصمیم می‌گیرد یا حل مسئله را انجام می‌دهد، درگیر پردازش‌های هیجانی و انگیزشی مغز شده و از کارکردهای اجرایی داغ استفاده می‌کند. OFC به وسیله‌ی تکالیفی که نیاز به پردازش پاداش یا اطلاعات هیجانی دارد، فعال می‌شود و با اسناد ارزشی پیش‌بینی پاداش، کسب پاداش و از دست دادن پاداش ارتباط دارد (پولادی و همکاران، ۲۰۲۰). در اهمیت کارکردهای اجرایی داغ باید عنوان نمود که پردازش پاداش و انگیزه باعث ایجاد آمادگی پیشگیرانه برای رهایی از عوامل حواس‌پرتی با بار هیجانی می‌شود که منجر به افزایش تمرکز می‌شود (آگیت و همکاران، ۲۰۲۳). علیرغم این که لودیگا^۴ و همکاران (۲۰۲۲) عنوان می‌کنند رشد کارکردهای اجرایی در سن ۳ تا ۱۸ سال اتفاق می‌افتد، مطالعات با تفکیک سیر رشد کارکردهای اجرایی داغ و سرد نشان می‌دهد که اگرچه بهبودهای مرتبط با سن در کارکردهای اجرایی سرد را می‌توان در این بازه سنی مشاهده

به فرضیه انتقال مهارت گسترده^۱ استناد می‌کنند. این رویکرد فرض می‌کند که مهارت‌های شناختی به دست آمده در حین تمرین یک ورزش خاص ممکن است به عملکرد تکالیف شناختی خارج از زمینه ورزشی و آموزش ندیده منتقل شوند (گوکه و همکاران، ۲۰۲۱). با توجه به این رویکرد و به نظر اینکه حافظه کاری بیش از هر کارکرد اجرایی دیگری از ورزش در بزرگسالان جوان سود می‌برد (آگیت و همکاران، ۲۰۲۳)، شاید مهارت‌های شناختی بدست آمده ناشی از تجربه مهارت‌های ورزشی منجر به بهبود برخی جنبه‌های عملکرد شناختی از جمله حافظه کاری شده باشد.

اگرچه نتایج برتری نسبی OSE به CSE بر نمرات حافظه کاری را نشان داد، اما این تفاوت معنادار نبود. پژوهش‌ها عنوان می‌کنند مهارت‌های باز شامل بارها و خواسته‌های شناختی بیشتری نسبت به مهارت‌های بسته است. هنگام اجرای مهارت باز، شرکت‌کنندگان ملزم به تطبیق یک محیط دائماً در حال تغییر بوده و حفظ مداوم و استفاده موقعیتی از رفتار تاکتیکی فردی و تیمی در تعامل با بازیکنان دیگر و تیم حریف مهم هستند (هلیمن، ولنی و لاتنباخ^۲، ۲۰۲۲؛ هالفیلدر و همکاران، ۲۰۲۰). به این ترتیب، نیازهای شناختی بیشتر منجر به بهبود برخی جنبه‌های عملکرد شناختی مانند حافظه کاری می‌گردد (گو و همکاران، ۲۰۱۹). در مقابل، مهارت بسته در یک محیط قابل پیش‌بینی و پایدار انجام می‌شود که در آن شرکت‌کنندگان کمتر در معرض محرک‌های چندحسی نسبت به مهارت باز قرار گرفته و بنابراین هدایت شناختی نسبتاً کمتری را برای دستیابی به یک هدف چالش‌برانگیز یا هماهنگ کردن بدن برای اجرای حرکات پیچیده ارائه می‌دهد (کنخ و کرن، ۲۰۲۱، گو و همکاران، ۲۰۱۹). یافته‌های پژوهش با نتایج برخی مطالعات از جمله دای و همکاران (۲۰۱۳)؛ فورمنتی و همکاران (۲۰۲۱) و دی ویل^۳ و همکاران (۲۰۲۱) که نشان داده‌اند که شرکت‌کنندگان در OSE در کارکردهای اجرایی عملکرد بهتری نسبت به شرکت‌کنندگان در CSE دارند، متناقض است. در پژوهش حاضر، عدم تفاوت بین تفاوت مهارت باز و بسته می‌تواند به این واقعیت نسبت داده شود که بلوغ مغز و توانایی شناختی در بزرگسالان جوان به اوج خود می‌رسد، بنابراین، مهارت باز نمی‌تواند مزایای اضافی بر عملکرد شناختی در بزرگسالان جوان اعمال کند (گو و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین ژو و همکاران (۲۰۲۰) این استدلال را تأیید می‌کنند که OSE نسبت به CSE تنها برای بهبود جنبه‌های خاصی از کارکردهای اجرایی و نه همه آن‌ها موثر هستند. از دیگر دلایل احتمالی ناهمخوانی پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهش‌های ذکر شده می‌توان به

3. De Waelle
4. Ludyga et al

1. broad skill transfer hypothesis
2. Lautenbach

معناداری کارکردهای اجرایی داغ بر خلاف کارکردهای اجرایی سرد می-تواند این مساله باشد که تحریک‌های شناختی خاص ورزش توسط سایر محرک‌های شناختی در مدرسه یا فعالیت‌های تفریحی که باعث افزایش کارکردهای اجرایی می‌شوند، تحت تاثیر قرار می‌گیرند (فینچ^۴، ۲۰۱۹، دیاموند و لینگ^۵، ۲۰۱۶). این ایده به ویژه در گروه مورد مطالعه محتمل به نظر می‌رسد، زیرا ورزش به عنوان یک حرفه انجام نشده و بنابراین با بسیاری از محرک‌های دیگر خلط می‌گردد (نلسون، جاکو و گویر^۶، ۲۰۱۶، فورمن، نور و بلیکموور^۷، ۲۰۱۵). یافته‌های پژوهش با نظر گیل و زوالوتسکی^۸ (۱۹۹۸) مبنی بر این که ورزشکاران به طور کلی با توجه به ماهیت رقابتی آن‌ها نسبت به پاداش و خطا حساس‌تر هستند، ناهمسو است. البته در تبیین این ناهمسو می‌توان عنوان نمود که ورزشکاران پژوهش حاضر آماتور بوده و در ورزش‌های تفریحی و نه رقابتی شرکت می‌کردند.

طبق مطالعات صورت گرفته، پژوهش حاضر اولین مطالعه‌ای است که به بررسی تأثیر نوع مشارکت ورزشی بر کارکردهای اجرایی سرد و داغ پرداخته است. این مطالعه به منظور درک عمیق‌تر از تأثیر نوع مشارکت ورزشی بر کارکردهای اجرایی داغ و سرد انجام شد. یافته‌های پژوهش ممکن است به پیشرفت دانش ما در مورد نقش ورزش‌های مختلف با ویژگی‌های محیطی متفاوت مرتبط با رشد شناختی کمک کند. با توجه به نتایج پژوهش مبنی بر تأثیر مثبت فعالیت‌های ورزشی افراد بر کارکردهای اجرایی سرد، توصیه می‌شود سیاست‌هایی برای ارتقاء مشارکت ورزشی افراد در داخل و خارج از محیط مدرسه و دانشگاه، جهت ارتقاء کارکردهای اجرایی که خاستگاه آن مغز است، اتخاذ گردد. هر مطالعه‌ای علیرغم نقاط قوت، دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشد. جامعه آماری پژوهش حاضر، جوانان و نوجوانان پسر با دامنه سنی ۱۸ تا ۳۰ سال با فعالیت تفریحی بودند و تعمیم اطلاعات آن‌ها به سایر سطوح مهارتی و گروه‌های سنی دیگر باید با احتیاط صورت گیرد. عدم کنترل دقیق سطح آمادگی جسمانی یا ویژگی‌های شخصیتی، منحصراً بودن جمع‌آوری داده‌ها با پرسشنامه و خودگزارشی، استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس، از دیگر محدودیت‌های این پژوهش بود. نظر به این که تمایز ساده بین OSE و CSE نمی‌تواند راه را برای استنباط بیشتر در زمینه کارکردهای اجرایی فراهم سازد، پژوهش‌های آینده باید انواع رشته‌های ورزشی را بر اساس نیازهای شناختی آن‌ها طبقه‌بندی کنند تا فرضیه انتقال مهارت گسترده را در این زمینه اثبات کنند، اگرچه برخی

کرد، پیشرفت در کارکردهای اجرایی داغ به تدریج اتفاق می‌افتد و به طور معمول در نوجوانی و بعد از حدود ۱۴ سالگی رخ می‌دهد (هالفیلدر و همکاران، ۲۰۲۰؛ پون، ۲۰۱۸). همچنین پون (۲۰۱۸) استدلال می‌کند که اگرچه کارکردهای اجرایی سرد از روند رشد خطی پیروی می‌کنند، کارکردهای اجرایی داغ از یک منحنی زنگوله‌ای پیروی می‌کنند که منجر به حساسیت به تصمیمات مخاطره آمیز در اواسط بلوغ (۱۴-۱۵ سال) می‌شود.

در بخش دوم، نتایج آزمون برد و باخت آیوا نشان داد که گروه‌های OSE و CSE نسبت به افراد کم‌تحرک نمره بالاتری (نشان‌دهنده تمایل بیشتری برای پاسخ سریع، عدم توجه و کنترل شناختی) کسب کردند، اما بین نمرات افراد گروه‌های OSE و CSE و کم‌تحرک تفاوت معناداری وجود نداشت و اجرای مهارت‌های باز و بسته بر کارکردهای اجرایی داغ تأثیر معناداری ایجاد نکرده است.

یافته‌های پژوهش حاضر با پژوهش انجام شده توسط هالفیلدر و همکاران (۲۰۲۰) و آگیت و همکاران (۲۰۲۳) همخوانی دارد. آگیت و همکاران (۲۰۲۳) نیز در پژوهش خود پاسخ الکتروفیزیولوژیکی بیشتری را در ورزشکاران نسبت به غیر ورزشکاران گزارش نکردند. یافته‌های کارکردهای اجرایی داغ از فرضیه 'انتقال محدود' که افراد دارای تخصص در یک زمینه خاص ممکن است فرایندهای شناختی برتر را صرفاً در همان زمینه و نه در سایر تکالیف داشته باشند، حمایت می‌کند (جاکوبسون و ماتیسوس^۲، ۲۰۱۴). همچنین طبق نظر پون (۲۰۱۸)، توسعه کارکردهای اجرایی سرد و داغ با الگوهای مختلف وابسته به سن مشخص شده و کارکردهای اجرایی داغ با سرعت کمتری رشد می‌کند. برخی مطالعات از جمله هلیمن و همکاران (۲۰۲۲) عنوان می‌کنند میزان و نوع نیازهای شناختی ورزش‌ها هنگام مقایسه گروه‌های OSE و CSE به اندازه اثر کوچک منجر می‌شود و این میزان در حدی نیست که تفاوتی را در آزمون‌های کارکرد اجرایی ایجاد کند. همچنین پاسوسا و همکاران (۲۰۲۰) عنوان می‌کنند که برخی کارکردهای اجرایی نسبت به سایر انواع عملکردهای شناختی به فعالیت بدنی کمتر حساس‌تر هستند. سرانجام، می‌توان فرض کرد که آزمون‌هایی که تاکنون به طور مکرر استفاده شده است، حساسیت کافی برای تمایز بین ورزشکاران و افراد کم‌تحرک یا تمایز تفاوت انواع ورزش‌های مختلف را ندارند. توضیح دیگر برای عدم

6. Nelson, Jarcho and Guyer
7. Fuhrmann, Knoll and Blakemore
8. Gill & Dzewaltowski

2. narrow transfer
3. Jacobson and Matthaeus
4. Finch
5. Diamond and Ling

پژوهشگران بر خود لازم می‌دانند مراتب تشکر ویژه خود را از همکاری دانشجویان محترم اعلام دارند.

ملاحظات اخلاقی: در این پژوهش ملاحظات اخلاقی در تمامی طول اجرای پژوهش رعایت گردید. مقاله مذکور مستخرج از پایان‌نامه آقای محمدهادی امین کارشناس ارشد تربیت بدنی دانشگاه یزد می‌باشد.

تعارض منافع: بنابر اظهار نویسندگان، تعارض منافع وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان: همه نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش بخش‌های پژوهش مشارکت داشته‌اند.

محققین از جمله هلیمن و همکاران (۲۰۲۲) عنوان می‌کنند تحلیل دقیق نیازهای شناختی و طبقه‌بندی مناسب ورزش‌ها امکان‌پذیر نیست. همچنین پیشنهاد می‌گردد جهت درک بهتر، پژوهش‌های آتی مقایسه سنین مختلف را در نظر گرفته و سایر متغیرهای کارکردهای اجرایی نیز مورد بررسی قرار دهند. در نهایت، در مطالعات آینده استفاده از فناوری تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی (fMRI) برای کشف تغییرات عملکردی و ساختاری تاثیرگذار در مغز و مکانیسم(های) عصبی زمینه‌ساز تغییرات مشاهده شده مهم خواهد بود.

تشکر و قدردانی

neuroplasticity-related growth factors, cerebral blood flow velocity, and cognitive functions in healthy children: A randomized controlled trial. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 14(5), 454. <https://doi.org/10.3390/ijerph14050454>

7. Contreras-Osorio, F., Guzmán-Guzmán, I. P., Cerda-Vega, E., Chiroso-Ríos, L., Ramírez-Campillo, R., & Campos-Jara, C. (2022). Effects of the type of sports practice on the executive functions of schoolchildren. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 19(7), 3886. <https://doi.org/10.3390/ijerph19073886>

8. Dai, C. T., Chang, Y. K., Huang, C. J., & Hung, T. M. (2013). Exercise mode and executive function in older adults: An ERP study of task-switching. *Brain Cogn.*, 83(2), 153-162. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2013.07.007>

9. De Waelle, S., Laureys, F., Lenoir, M., Bennett, S. J., & Deconinck, F. J. (2021). Children involved in team sports show superior executive function compared to their peers involved in self-paced sports. *Children*, 8(4), 264. <https://doi.org/10.3390/children8040264>

10. Di Russo, F., Bultrini, A., Brunelli, S., Delussu, A. S., Polidori, L., Taddei, F., ... & Spinelli, D. (2010). Benefits of sports participation for executive function in disabled athletes. *J. Neurotrauma*, 27(12), 2309-2319. <https://doi.org/10.1089/neu.2010.1501>

11. Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Dev. Cogn. Neurosci.*, 18, 34-48. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>

12. Ekhtiari, H., & Behzadi, A. (2008). Assessing the construct of risky decision making: Evidence

References

1. Agate, F. T., Gordon, I., Karr, J. E., & Garcia-Barrera, M. A. (2023). Sport expertise and physical exercise are associated with "hot" executive functioning: An electrophysiological examination of reward processing in collegiate athletes. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/13803395.2023.2219022>
2. Azadfar, N., Fathi Azar, E., & Hashemi, T. (2020). Effectiveness of the training package of cool executive functions on normal students' academic performance of Elementary Sixth Grade. *Rooyesh-e-Ravanshenasi J. (RRJ)*, 9(10), 27-36. In Persian
3. Becker, D. R., McClelland, M. M., Geldhof, G. J., Gunter, K. B., & MacDonald, M. (2018). Open-skilled sport, sport intensity, executive function, and academic achievement in grade school children. *Early Educ. Dev.*, 29(7), 939-955. <https://doi.org/10.1080/10409289.2018.1479079>
4. Burris, K., Liu, S., & Appelbaum, L. (2020). Visual-motor expertise in athletes: Insights from semiparametric modelling of 2317 athletes tested on the Nike SPARQ Sensory Station. *J. Sports Sci.*, 38(3), 320-329. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1698090>
5. Chang, E. C. H., Chu, C. H., Karageorghis, C. I., Wang, C. C., Tsai, J. H. C., Wang, Y. S., & Chang, Y. K. (2017). Relationship between mode of sport training and general cognitive performance. *J. Sport Health Sci.*, 6(1), 89-95. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2015.07.007>
6. Cho, S. Y., So, W. Y., & Roh, H. T. (2017). The effects of taekwondo training on peripheral

- of a cross-cultural difference. *Cogn. Sci. Update*, 3(4), 36-48.
13. Eskandarnejad, M., & Rezaei, F. (2020). The effect of physical activity with different levels of cognitive load on the cingulate cortex's brain waves. *Mot. Behav.*, 12(40), 17-36. In Persian <https://doi.org/10.22089/mbj.2019.5244.1613>
 14. Finch, J. E. (2019). Do schools promote executive functions? Differential working memory growth across school-year and summer months. *AERA Open*, 5(2), 2332858419848443. <https://doi.org/10.1177/2332858419848443>
 15. Formenti, D., Trecroci, A., Duca, M., Cavaggioni, L., D'Angelo, F., Passi, A., ... & Alberti, G. (2021). Differences in inhibitory control and motor fitness in children practicing open and closed skill sports. *Sci. Rep.*, 11(1), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82698-z>
 16. Fuhrmann, D., Knoll, L. J., & Blakemore, S. J. (2015). Adolescence as a sensitive period of brain development. *Trends Cogn. Sci.*, 19(10), 558-66. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.07.008>
 17. Gazzaniga, M. S. (2014). *Handbook of cognitive neuroscience*. Berlin, Germany: Springer.
 18. Gökçe, E., Güneş, E., Arı, F., Hayme, S., & Nalçacı, E. (2021). Comparison of the effects of open-and closed-skill exercise on cognition and peripheral proteins: A cross-sectional study. *PLoS One*, 16(6), e0251907. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251907>
 19. Gill, D. L., & Dziewaltowski, D. A. (1988). Competitive orientations among intercollegiate athletes: Is winning the only thing? *Sport Psychol.*, 2(3), 212-221. <https://doi.org/10.1123/tsp.2.3.212>
 20. Gu, Q., Zou, L., Loprinzi, P. D., Quan, M., & Huang, T. (2019). Effects of open versus closed skill exercise on cognitive function: A systematic review. *Front. Psychol.*, 1707. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01707>
 21. Heilmann, F., Weinberg, H., & Wollny, R. (2022). The impact of practicing open-vs. closed-skill sports on executive functions—A meta-analytic and systematic review with a focus on characteristics of sports. *Brain Sci.*, 12(8), 1071. <https://doi.org/10.3390/brainsci12081071>
 22. Heilmann, F., Wollny, R., & Lautenbach, F. (2022). Inhibition and calendar age explain variance in game performance of youth soccer athletes. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 19(3), 1138. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031138>
 23. Holfelder, B., Klotzbier, T. J., Eisele, M., & Schott, N. (2020). Hot and cool executive function in elite-and amateur-adolescent athletes from open and closed skills sports. *Front. Psychol.*, 11, 694. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00694>
 24. Jacobson, J., & Matthaeus, L. (2014). Athletics and executive functioning: How athletic participation and sport type correlate with cognitive performance. *Psychol. Sport Exerc.*, 15(5), 521-527. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.05.005>
 25. Jalilvand, M., Samadi, H., & Dana, A. (2021). Effectiveness of physical activity course on preschool children's working memory: Emphasizing environmental change. *Sci. J. Rehabil. Med.*, 10(5), 936-947. <https://doi.org/10.32598/sjrm.10.5.9>
 26. Jalilvand, M., Samadi, H., & Soori, R. (2021). The effectiveness of cognitive load of task on the executive functions of inactive elderly women: Emphasis on environmental variability. *Sports Psychol.*, 13(1), 15-28. In Persian <https://doi.org/10.48308/mbsp.6.1.15>
 27. Koch, P., & Krenn, B. (2021). Executive functions in elite athletes: Comparing open-skill and closed-skill sports and considering the role of athletes' past involvement in both sport categories. *Psychol. Sport Exerc.*, 55, 101925. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2021.101925>
 28. Kolovelonis, A., & Goudas, M. (2023). Acute enhancement of executive functions through cognitively challenging physical activity games in elementary physical education. *Eur. Phys. Educ. Rev.*, 29(2), 268-285. <https://doi.org/10.1177/1356336x221135139>
 29. Ludyga, S., Mücke, M., Andrä, C., Gerber, M., & Pühse, U. (2022). Neurophysiological correlates of interference control and response inhibition processes in children and adolescents engaging in open-and closed-skill sports. *J. Sport Health Sci.*, 11(2), 224-233. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.01.001>
 30. Nelson, E. E., Jarcho, J. M., & Guyer, A. E. (2016). Social re-orientation and brain development: An expanded and updated view.

- Dev. Cogn. Neurosci.*, 17, 118-127. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.12.008>
31. Nemati, S., & Bardel, M. (2020). The hot and cool executive functions in individuals with attention deficit/hyperactivity disorder (AD/HD): A phenomenological study. *J. Appl. Psychol. Res.*, 10(4), 201-216. In Persian <https://doi.org/10.22059/japr.2019.284496.643308>
 32. Ng, G., Ng, W. Q., & Yang, H. (2022). Executive functions predict the trajectories of rumination in middle-aged and older adults: A latent growth curve analysis. *Emotion*. <https://doi.org/10.1037/emo0001096>
 33. Otero, T. M., & Barker, L. A. (2013). The frontal lobes and executive functioning. In *Handbook of executive functioning* (pp. 29-44). New York, NY: Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8106-5_3
 34. Pačesová, P., Šmela, P., & Nemček, D. (2020). Cognitive functions of female open skill sport athletes, closed skill sport athletes and nonathletes. *Phys. Act. Rev.*, 2(8), 23-29. <https://doi.org/10.16926/par.2020.08.18>
 35. Poon, K. (2018). Hot and cool executive functions in adolescence: Development and contributions to important developmental outcomes. *Front. Psychol.*, 8, 2311. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02311>
 36. Pouladi, F., Bagheri, M., & Askarizadeh, G. (2020). tDCS anodic stimulation of left hemisphere DLPFC regulates hot executive performance. *Neurosci. J. Shafaye Khatam*, 8(4), 39-49. <http://dx.doi.org/10.29252/shefa.8.4.39>
 37. Sharifian, M., Alipoor, A., & Nejati, V. (2018). The role of dorsolateral and ventromedial prefrontal cortex of brain in emotional and non-emotional inhibitory control: Evidence from direct current stimulation. *RBS*, 16(2), 121-129. In Persian <http://dx.doi.org/10.52547/rbs.16.2.121>
 38. Sonuga-Barke, E. J. (2005). Causal models of attention-deficit/hyperactivity disorder: From common simple deficits to multiple developmental pathways. *Biol. Psychiatry*, 57(11), 1231-1238. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2004.09.008>
 39. Tsai, C. L., Chen, F. C., Pan, C. Y., Wang, C. H., Huang, T. H., & Chen, T. C. (2014). Impact of acute aerobic exercise and cardiorespiratory fitness on visuospatial attention performance and serum BDNF levels. *Psychoneuroendocrinology*, 41, 121-131. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2013.12.014>
 40. Tsai, C. L., Pan, C. Y., Chen, F. C., & Tseng, Y. T. (2017). Open-and closed-skill exercise interventions produce different neurocognitive effects on executive functions in the elderly: A 6-month randomized, controlled trial. *Front. Aging Neurosci.*, 9, 294. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00294>
 41. Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Dev. Perspect.*, 6(4), 354-360. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x>
 42. Zhu, H., Chen, A., Guo, W., Zhu, F., & Wang, B. (2020). Which type of exercise is more beneficial for cognitive function? A meta-analysis of the effects of open-skill exercise versus closed-skill exercise among children, adults, and elderly populations. *Appl. Sci.*, 10(8), 2737. <https://doi.org/10.3390/app10082737>