



DOI: [10.22034/mmbj.2026.68557.1218](https://doi.org/10.22034/mmbj.2026.68557.1218)

The Effect of Synchronizing Training with Circadian Rhythm: A Study on Cognitive and Motor Performance of Adolescent Volleyball Players

Seyyede Fatemeh Seyyedi¹, Seyyede Homa Aghili*², Ommolbanin Ahmadi Haji²

1. Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran
2. Department of Curriculum Studies, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran. Email: seyede.h.aghili1349@gmail.com

Received Date: 2025 August 9

Review Date: 2025 December 24

Accepted Date: 2026 January 10

Published Date:

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of synchronizing training time with circadian rhythm on cognitive and motor performance in adolescent volleyball players. This applied study employed a quasi-experimental repeated-measures design. The statistical population consisted of female volleyball players aged 13–18 from Kordkuy and Bandar Torkaman, of whom 36 participants were selected through convenience sampling and classified into morning-type, evening-type, and intermediate-type groups based on the Horne–Östberg Morningness–Eveningness Questionnaire. Participants completed the Efir volleyball finger test and the Stroop cognitive task at three different times of day (morning, noon, and evening) on separate days. Data were analyzed using repeated-measures ANOVA and Bonferroni post hoc tests with a significance level of $p < 0.05$. The results indicated a significant main effect of time of day on motor performance ($F = 12.79–51006.14$, $p < 0.001$), whereas the interaction effect between time of testing and chronotype on cognitive performance was not significant ($p > 0.05$). Overall, aligning training schedules with biological rhythms may enhance motor performance in adolescents.

Key words: Circadian rhythm, Chronotype, Cognitive performance, Motor performance.

Extended Abstract

OPEN ACCESS



Copyright ©The authors

Publisher: University of Tabriz

Background and Purpose

The acquisition of cognitive and motor skills is considered one of the fundamental pillars of human development and plays a critical role in individuals' quality of life, academic success, professional growth, and mental well-being. In today's world—characterized by high levels of psychological stress, rapid technological change, and intensified educational competition—enhancing these skills is especially crucial during adolescence. However, the effectiveness of such skills is not solely dependent on education and practice; it is also influenced by biological rhythms within the body.

Among these, the circadian rhythm stands out as a key biological factor regulating mental, cognitive, and physical activity. The physiological fluctuations governed by this rhythm, which follow a near-24-hour cycle, can significantly alter an individual's physical and cognitive readiness throughout the day. These fluctuations are particularly impactful in adolescents, who are undergoing substantial biopsychological changes.

Previous studies have examined the effects of circadian rhythms on various aspects of performance; however, most have assessed cognitive or motor domains separately, rather than simultaneously. Furthermore, many have overlooked individual differences in chronotypes (morning-type, evening-type, and intermediate-type individuals). Therefore, the present study aims to investigate the simultaneous influence of circadian rhythm and chronotype on both cognitive performance (using the Stroop test) and motor performance (volleyball set-pass) in adolescent volleyball players.

Only a limited number of studies have examined the combined effects of circadian rhythm and chronotype on integrated cognitive–motor performance. Moreover, most existing research has been conducted in controlled laboratory settings, leaving a gap in understanding how these variables function in real-world educational or athletic environments. This research gap motivated the design of the present study, which seeks to provide a scientifically grounded, data-driven answer to the question: Is the "optimal time for training" different depending on one's biological chronotype? And if so, how does this alignment affect performance outcomes?

Materials and Methods

The present study employed a quasi-experimental design with repeated measures. The statistical population consisted of adolescent female volleyball players from the cities of Kordkuy and Bandar Torkaman. From a pool of approximately 600 individuals, 36 participants were selected through convenience sampling and categorized into three groups—morning-type, evening-type, and intermediate-type—based on scores from the Morningness–Eveningness Questionnaire by Horne and Östberg.

Each participant completed both a cognitive performance test (the computerized Stroop task) and a motor performance test (volleyball set-pass task) at three different times of day: morning, noon, and evening. Data were analyzed using repeated measures ANOVA and Bonferroni post-hoc tests, performed in SPSS software. The significance level was set at $p < 0.05$ for all statistical analyses.

Results

The findings of the study were organized around two main hypotheses, each aimed at examining the effect of circadian rhythms on motor performance (volleyball set-pass task) and cognitive performance (Stroop test) among adolescent female volleyball players with different chronotypes. To test these hypotheses, repeated measures ANOVA and Bonferroni post-hoc tests were conducted.



1. Findings Related to Motor Performance (Volleyball Set-Pass):

Statistical analysis revealed that circadian rhythms had a significant effect on motor performance in the volleyball set-pass task. Repeated measures ANOVA indicated that the mean performance scores of participants across three different times of day (morning, noon, evening) varied significantly within each chronotype group ($p < 0.001$).

- In the morning-type group, performance was highest in the morning and lowest in the evening, with this difference being highly significant ($p < 0.001$).
- In the evening-type group, the best performance was observed in the evening, while a noticeable decline occurred during morning testing ($p < 0.001$).
- In the intermediate-type group, although there was a significant difference between morning and noon scores ($p = 0.031$), no significant differences were found between noon and evening or between morning and evening.

The Bonferroni post-hoc test confirmed that motor performance improved significantly when the training or testing time matched the participant's chronotype. This temporal alignment, or biological synchronization, was observed across all three groups, indicating that an individual's circadian rhythm plays a determining role in the quality of motor skill execution.

2. Findings Related to Cognitive Performance (Stroop Test):

Cognitive performance was assessed using two key indicators derived from the Stroop test:

- Stroop Interference Score: Reflecting cognitive control and attentional accuracy.
- Reaction Time for Interference: Indicating the speed of cognitive processing.

2.1 Stroop Interference Score:

Repeated measures ANOVA showed no significant differences in interference scores across different times of day for any of the chronotype groups ($p > 0.05$). In other words, cognitive accuracy and control were not significantly affected by the time of task execution.

2.2 Reaction Time for Interference:

Regarding reaction time, a significant difference between times of day was found only in the morning-type group ($p = 0.026$). Bonferroni post-hoc analysis revealed that reaction times were significantly faster in the morning compared to the evening ($p = 0.019$), while no significant differences were found between morning and noon or noon and evening.

In contrast, no significant time-of-day effects on reaction time were found in the evening-type group ($p = 0.087$) or the intermediate-type group ($p = 0.885$).

Conclusion

The findings of this study emphasize that temporal alignment between circadian rhythms and training time can significantly enhance motor performance in adolescents. This synchronization effect was observed across all chronotype groups and aligns with existing theories of "temporal congruence" and "biological optimization of performance." Such results hold important implications for coaches, physical education instructors, and training program designers, as



they underscore the potential benefits of scheduling practice sessions in accordance with an individual's biological peak times.

However, in the domain of cognitive performance, circadian rhythm effects were only statistically significant in the morning-type group. This suggests that cognitive functions may be less sensitive to fluctuations in time-of-day, or perhaps more influenced by confounding variables such as sleep quality, mood, stress levels, or nutrition. This finding underscores the need for more rigorous control of environmental and psychological variables in future research.

Moreover, this study demonstrated that tailoring training schedules based on chronotype could represent a novel and personalized approach in adolescent education and sports. The findings open avenues for further research across different age groups, genders, and broader training contexts. Future studies are encouraged to employ more complex cognitive tasks or a wider range of motor skills in order to better explore the underlying cognitive–biological mechanisms at play.

This study received no funding from public, commercial, or nonprofit organizations.

DOI: [10.22034/mmbj.2026.68557.1218](https://doi.org/10.22034/mmbj.2026.68557.1218)

تأثیر همزمانی آموزش با ریتم شبانه‌روزی؛ مطالعه‌ای بر عملکرد شناختی و حرکتی نوجوانان والیبالیست

سیده فاطمه سیدی^۱، سیده هما عقیلی^{۲*}، ام البنین احمدی حاجی^۲

۱. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

۲. گروه مطالعات برنامه درسی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۱۸ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۰/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۲۰ تاریخ آنلاین:

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی اثر همزمانی زمان تمرین با ریتم شبانه‌روزی بر عملکرد شناختی و حرکتی نوجوانان والیبالیست بود. پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح اندازه‌گیری مکرر و از نظر هدف، کاربردی است. جامعه آماری شامل والیبالیست‌های دختر ۱۳ تا ۱۸ سال شهرستان‌های کردکوی و بندرترکمن بود که ۳۶ نفر به روش در دسترس انتخاب و بر اساس پرسشنامه صبح‌گاهی-عصرگاهی هورن-استبرگ به سه گروه تیپ زمانی صبح‌گرا، عصرگرا و میانه تقسیم شدند. آزمودنی‌ها آزمون پنجه والیبال ایفرد و آزمون شناختی استروپ را در سه زمان صبح، ظهر و عصر و در روزهای مجزا اجرا کردند. داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معناداری $p < 0.05$ تحلیل شدند. نتایج نشان داد اثر زمان اجرا بر عملکرد حرکتی معنادار است ($p < 0.001$, $F = 12.79 - 51006.14$)، در حالی که اثر متقابل زمان اجرا و تیپ زمانی در عملکرد شناختی معنادار نبود ($p > 0.05$) به طور کلی، هم راستاسازی زمان تمرین با ریتم زیستی می‌تواند موجب بهبود عملکرد حرکتی نوجوانان شود.

کلیدواژه‌ها: ریتم شبانه‌روزی، تیپ زمانی، عملکرد شناختی، عملکرد حرکتی.



یادگیری مهارت‌های شناختی و حرکتی یکی از ارکان اساسی در تحول انسانی است که از مراحل اولیه رشد تا بزرگسالی نقش تعیین‌کننده‌ای در کیفیت زندگی، موفقیت تحصیلی، پیشرفت حرفه‌ای و سلامت روانی افراد ایفا می‌کند. در دنیای امروز که با تحرک بالا، فشارهای روانی، رقابت‌های آموزشی و تغییرات سریع فناوری همراه است، توانایی‌های حرکتی و شناختی نه تنها ابزار تعامل با محیط، بلکه شاخصی از سازگاری مؤثر با شرایط پیچیده محسوب می‌شوند (Sharifi et al., 2014). با این حال، کیفیت بروز و رشد این توانایی‌ها تحت تأثیر عوامل گوناگونی قرار دارد که تنها به زمینه‌های آموزشی و روان‌شناختی محدود نمی‌شوند، بلکه مؤلفه‌های زیستی نیز نقشی تعیین‌کننده در آن ایفا می‌کنند.

در این میان، ریتم شبانه‌روزی^۱ به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل زیستی، نقشی بنیادین در کارکردهای شناختی و حرکتی انسان دارد، اما در ادبیات پژوهشی کمتر به طور نظام‌مند بررسی شده است. فرایند یادگیری، در سطح فردی و اجتماعی، نیازمند شرایطی پویا و چند بُعدی است که در آن، ویژگی‌های زیستی، روان‌شناختی و محیطی افراد در تعامل با یکدیگر قرار دارند. ریتم شبانه‌روزی به عنوان یکی از بنیادی‌ترین مکانیسم‌های تنظیم‌کننده زیستی در موجودات زنده، به ویژه انسان، چرخه‌ای درونی و نسبتاً پایدار است که در بازه‌ای نزدیک به ۲۴ ساعت جریان دارد (Martin-López et al., 2025). این چرخه به طور طبیعی بدن را برای سازگاری با چرخه‌های محیطی—مانند شب و روز—آماده می‌سازد و با هماهنگ‌سازی دقیق فرایندهای بدنی، نقشی بی‌بدیلی در حفظ نظم فیزیولوژیکی ایفا می‌کند (Faramarzi et al., 2020). کنترل این چرخه توسط ساختار تخصصی‌ای در مغز به نام هسته فوق‌چلیپایی^۲ انجام می‌شود که در هیپوتالاموس قرار دارد و با دریافت ورودی‌های نوری از شبکه چشم، فرمان‌هایی به سایر سیستم‌های بدنی صادر می‌کند تا بدن را با زمان‌سنجی طبیعی هماهنگ سازد. در نتیجه‌ی این تنظیم پیچیده، طیف گسترده‌ای از عملکردهای زیستی نظیر خواب و بیداری، دمای بدن، ترشح هورمون‌هایی مانند ملاتونین و کورتیزول، فشار خون، و سطح هوشیاری ذهنی در طول شبانه‌روز دچار نوسان می‌شوند. این نوسانات نه تنها نشانگر سازوکارهای درونی بدن هستند بلکه در عمل، موجب می‌شوند که انسان در بازه‌های زمانی مشخصی از روز یا شب، عملکرد بهتری در حوزه‌های مختلف داشته باشد. این تغییرات زیستی که تحت کنترل ریتم شبانه‌روزی قرار دارند، از طریق اثرگذاری بر سطح برانگیختگی عصبی، سرعت پردازش اطلاعات، هماهنگی عصبی-عضلانی و زمان واکنش، می‌توانند به طور مستقیم موجب تغییر در عملکردهای شناختی و حرکتی شوند. به بیان دیگر، زمانی که تمرین یا فعالیت در بازه‌ای هم‌راستا با تیپ زمانی و اوج ریتم زیستی فرد انجام می‌شود، سیستم‌های شناختی و حرکتی در وضعیت بهینه‌تری قرار می‌گیرند، در حالی که عدم تطابق زمانی می‌تواند منجر به افت دقت، افزایش خطا و کاهش کارایی عملکرد شود (Latino et al., 2025). این ریتم‌های زیستی صرفاً به حوزه‌های فیزیولوژیکی محدود نمی‌شوند، بلکه به شدت در

¹. Circadian Rhythm

². Suprachiasmatic Nucleus - SCN



عملکردهای شناختی انسان نیز بازتاب می‌یابند. از جمله، کارکردهایی چون توجه، تمرکز، پردازش اطلاعات، حافظه فعال و تصمیم‌گیری با ریتم شبانه‌روزی هم‌نوسان هستند (Faramarzi et al., 2020). عبارت دیگر، سطح بهره‌وری شناختی در ساعات مختلف روز تغییر می‌کند، به گونه‌ای که انسان در برخی ساعات از روز توانایی بیشتری در پردازش شناختی دارد و در برخی ساعات دیگر، با افت هوشیاری و کندی ذهنی مواجه می‌شود (Karanika et al., 2024). این پویایی زمانی نه فقط بر ذهن، بلکه بر عملکردهای حرکتی نیز اثرگذار است. فعالیت‌های حرکتی پیچیده نظیر هماهنگی چشم و دست، زمان واکنش، تعادل، دقت در اجرای حرکات ظریف و توان عضلانی همگی تابعی از آمادگی عصبی-عضلانی هستند که خود، تحت تأثیر مستقیم ریتم شبانه‌روزی قرار دارند. برای نمونه، افزایش دمای مرکزی بدن در ساعات بعد از ظهر، می‌تواند به بهبود عملکرد عضلات و انعطاف‌پذیری فیزیکی کمک کند؛ در حالی که در ساعات اولیه صبح، کاهش دمای بدن ممکن است باعث افت کارایی حرکتی گردد (Kakojoibari, 2018). افزون بر این، ابعاد روانی و هیجانی انسان نیز به صورت روزانه دچار تغییراتی هم‌راستا با ریتم شبانه‌روزی می‌شوند. وضعیت خلق، انگیزش، شادکامی، تمرکز هیجانی و حتی میزان تحمل استرس، در هماهنگی با این چرخه تنظیم می‌گردد. برهم‌خوردگی این ریتم، همان‌طور که در اختلالات خواب، کار شیفتی یا پروازهای طولانی مشاهده می‌شود، ممکن است منجر به افت خلق، افزایش اضطراب، کاهش انگیزش و ناتوانی در تمرکز شود. نکته‌ای که درک عمیق‌تری از این ریتم فراهم می‌آورد، تفاوت‌های فردی در نوع تنظیم ریتم شبانه‌روزی است؛ امری که با مفهوم تیپ زمانی¹ توصیف می‌شود. افراد بسته به ویژگی‌های زیستی و روان‌شناختی خود در یکی از سه گروه «صبح‌گرا»، «عصرگرا» یا «میان‌رو» قرار می‌گیرند. این تیپ‌های زمانی، بازه‌های اوج و افت هوشیاری و کارایی را در افراد مشخص می‌کنند و در تعامل با زمان‌بندی فعالیت‌های ذهنی و جسمی، نقشی تعیین‌کننده در بهره‌وری دارند. در مجموع، ریتم شبانه‌روزی را می‌توان نوعی «زیرساخت زمانی» برای عملکرد انسان دانست؛ زیرساختی که در صورت شناخت و به کارگیری هوشمندانه آن در طراحی برنامه‌های آموزشی، تمرینی یا شغلی، می‌تواند زمینه‌ساز افزایش کیفیت یادگیری، کاهش خطاهای شناختی، بهبود اجرای مهارت‌های حرکتی و ارتقای سلامت روانی شود (Wong et al., 2015). چنین دیدگاهی، مسیر پژوهش‌هایی را هموار می‌سازد که در پی پاسخ به این پرسش‌اند که آیا می‌توان از هم‌راستا سازی فعالیت‌ها با ریتم زیستی افراد، بهره‌وری را افزایش داد؟ در سال‌های اخیر، توجه به ریتم شبانه‌روزی و تیپ زمانی در مطالعات حوزه یادگیری و عملکرد، روند رو به رشدی را طی کرده است. در همین راستا، (mohammadzadeh et al., 2019) با طراحی پژوهشی تجربی، نشان دادند که تطابق تیپ زمانی دانشجویان با ساعت تمرین، بر بهبود هم‌زمان عملکرد شناختی و حرکتی تأثیرگذار است. این پژوهش یکی از معدود مطالعات داخلی بود که به بررسی هم‌زمان این دو بُعد عملکردی پرداخت و نتیجه گرفت که ترکیب زمان تمرین و تیپ زمانی می‌تواند به طور معناداری بازده یادگیری را ارتقا بخشد (Entezari et al., 2018). با تمرکز بر فرآیند یادداری، تأثیر ساعت تمرین را در هماهنگی با تیپ

¹. Chronotype



زمانی افراد بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تمرین در زمان مناسب، موجب بهبود ذخیره‌سازی اطلاعات در حافظه بلندمدت می‌شود. یافته‌های این پژوهش، پیوند میان ریتم زیستی و فرآیندهای شناختی مانند حافظه را تقویت نمود. پژوهش (Kashani et al., 2018) نیز با هدف بررسی اثر زمان تمرین بر اجرای حرکتی، بر اساس تیپ زمانی آزمودنی‌ها، نشان داد که افراد در زمان ترجیحی خود (صبح یا عصر) عملکرد بهتری در مهارت‌های حرکتی دارند. این مطالعه تأکید کرد که شناخت تیپ زمانی می‌تواند به عنوان یک متغیر واسطه در طراحی تمرینات بدنی و آموزشی به کار گرفته شود. در مطالعه‌ای قبل تر از این‌ها (Sharifi et al., 2014) نقش تیپ زمانی را بر عملکرد شناگران بررسی کردند و به نتایجی مشابه دست یافتند؛ به طوری که عملکرد حرکتی افراد با تیپ صبح‌گرا در ساعات صبح بهتر بود و بالعکس. این مطالعه از نخستین پژوهش‌های داخلی در زمینه کاربرد تیپ زمانی در عملکرد حرکتی بود که زمینه را برای مطالعات بعدی گشود. در حوزه پژوهش‌های بین‌المللی، (Sato et al., 2020) در یکی از جدیدترین مطالعات خود، اثر تعاملی بین تیپ زمانی و ساعت تمرین را بر عملکرد مهارت‌های حرکتی بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که تطابق زمانی موجب بهبود قابل توجهی در عملکرد جسمانی می‌شود، در حالی که عدم تطابق، کاهش عملکرد را به دنبال دارد. این یافته‌ها به ویژه در حوزه ورزش‌های رقابتی و یادگیری مهارت‌های حرکتی پیچیده کاربرد گسترده دارد. در بررسی دقیق نقش ریتم شبانه‌روزی بر کارکردهای شناختی، تأکید کرد که نوسانات زمانی، مستقیماً با سطح هوشیاری، تمرکز، و کارایی ذهنی مرتبط‌اند. وی پیشنهاد داد که زمان‌بندی فعالیت‌های شناختی در محیط‌های آموزشی باید با تیپ زمانی دانش‌آموزان تنظیم شود تا یادگیری بهینه شود. (Xu et al., 2021) نیز به تحلیل اثر زمان روز بر کارکردهای اجرایی مغز، مانند انعطاف‌پذیری شناختی و بازداری ذهنی پرداختند و نشان دادند که در ساعات ناهم‌راستا با ساعت زیستی، عملکرد شناختی افراد دچار افت محسوسی می‌شود. این مطالعه از نخستین پژوهش‌هایی بود که به صورت نظام‌مند به تعامل میان ریتم زیستی و عملکرد اجرایی ذهن پرداخت. در نقطه مقابل، (Ramírez et al., 2012) در مطالعه‌ای بر روی آزمون‌های شناختی در زمان‌های مختلف روز، به تفاوت معناداری دست نیافتند. این یافته برخلاف بخش عمده‌ای از ادبیات موجود بود و به نظر می‌رسد که شرایط خاص آزمایش یا عدم کنترل تیپ زمانی آزمودنی‌ها، بر نتایج آن اثرگذار بوده باشد. اگرچه پژوهش‌های متعددی نقش ریتم شبانه‌روزی را در بهبود یا افت عملکرد در ساعات مختلف روز به اثبات رسانده‌اند (Ramírez et al., 2012; Sharifi et al., 2014)، اما یک محدودیت اساسی در اکثر آن‌ها مشهود است: بیشتر این مطالعات، صرفاً اثر زمان روز را به صورت مستقل و بدون در نظر گرفتن تفاوت‌های فردی در تیپ زمانی بررسی کرده‌اند. در واقع، تأکید اصلی این پژوهش‌ها بر پاسخ به این پرسش بوده است که «کدام ساعات روز برای انجام تکالیف شناختی یا حرکتی مناسب‌ترند؟»، در حالی که یکی از متغیرهای مهم مغفول‌مانده، تطابق یا عدم تطابق بین تیپ زمانی فرد (صبح‌گرا، عصرگرا، میانه‌رو) و زمان اجرای فعالیت بوده است. به عبارت دیگر، پژوهش‌های پیشین عمدتاً در چارچوب «میانگین‌گیری جمعی» از عملکرد در ساعات مختلف روز عمل کرده‌اند و از سازوکارهای فردمحور و تفاوت‌های زیستی-روانی میان افراد غافل مانده‌اند. این در حالی است که یافته‌های جدید در علوم رفتاری و روان‌فیزیولوژیک تأکید دارند که بازده عملکرد نه

فقط به زمان اجرا، بلکه به هم‌راستایی آن با ریتم درونی بدن افراد بستگی دارد. بنابراین، پرسش کلیدی‌تر این است که آیا اجرای تمرین در زمان هم‌راستا با تیپ زمانی فرد، موجب بهبود معنادار در عملکرد شناختی یا حرکتی می‌شود؟ و آیا عدم تطابق، منجر به افت کارایی می‌گردد؟ از سوی دیگر، بخش عمده‌ای از پژوهش‌ها عملکرد شناختی و حرکتی را به صورت منفک از یکدیگر بررسی کرده‌اند. در شرایطی که محیط‌های واقعی مانند کلاس درس، میدان ورزشی یا فضای شغلی، به ندرت عملکردهای شناختی یا حرکتی را به صورت مجزا می‌طلبند، و اغلب انسان درگیر تکالیف ترکیبی شناختی-حرکتی است (مانند هماهنگی تصمیم‌گیری و اجرا در بازی‌های تیمی یا موقعیت‌های پرتنش کاری)، بررسی تأثیر ریتم شبانه‌روزی بر عملکرد مرکب ذهن-بدن اهمیت مضاعفی می‌یابد. در چنین شرایطی، پژوهش حاضر با طراحی نیمه‌تجربی و بهره‌گیری هم‌زمان از دو شاخص علمی معتبر—آزمون استروپ به منظور سنجش بازداری شناختی و عملکرد اجرایی، و آزمون پنجه والیبال برای ارزیابی مهارت حرکتی—در تلاش است تا به بررسی تعامل بین ریتم شبانه‌روزی، تیپ زمانی، و زمان اجرای تمرین بپردازد. هدف اصلی این است که روشن شود آیا عملکرد افراد، زمانی که زمان تمرین با تیپ زیستی آن‌ها هم‌راستا باشد، به شکل معناداری ارتقا می‌یابد و آیا این تأثیر در دو حوزه شناختی و حرکتی به یک اندازه مشاهده می‌شود یا تفاوت‌هایی در حساسیت آن‌ها به تطابق زمانی وجود دارد. بررسی این موضوع می‌تواند نه تنها به توسعه مدل‌های تبیینی دقیق‌تر در حیطه روان‌شناسی شناختی و علوم رفتاری کمک کند، بلکه در طراحی نظام‌های آموزشی، تمرینی و بالینی نیز تحولی ایجاد نماید. ضرورت انجام این پژوهش از آن‌جا ناشی می‌شود که با وجود تعدد مطالعات پیرامون اثر زمان روز بر عملکرد، همچنان نقش تطابق تیپ زمانی با زمان تمرین در تکالیف تلفیقی شناختی-حرکتی مغفول مانده است. در واقع، نبود داده‌های تجربی درباره اثرات این تطابق بر عملکردهای هم‌زمان ذهنی و بدنی، مانعی جدی در مسیر شخصی‌سازی آموزش و تمرین به شمار می‌رود. برآیند مباحث نظری و شواهد پژوهشی پیشین نشان می‌دهد که با وجود توجه فزاینده به نقش ریتم شبانه‌روزی در عملکرد انسان، همچنان شواهد تجربی کافی درباره تأثیر هم‌راستاسازی زمان تمرین با تیپ زمانی بر عملکردهای هم‌زمان شناختی-حرکتی، به ویژه در جمعیت نوجوانان ورزشکار، وجود ندارد. اگر چه مطالعات متعددی به بررسی عملکرد شناختی یا حرکتی در زمان‌های مختلف روز پرداخته‌اند، اما اغلب آن‌ها این دو بُعد را به صورت جداگانه بررسی کرده یا تفاوت‌های فردی در تیپ زمانی را نادیده گرفته‌اند. در واقع، نبود داده‌های تجربی درباره اثرات این تطابق بر عملکردهای هم‌زمان ذهنی و بدنی، مانعی جدی در مسیر شخصی‌سازی آموزش و تمرین به شمار می‌رود و طراحی برنامه‌های تمرینی علمی، فرد محور و مبتنی بر ریتم زیستی را با چالش مواجه ساخته است. از منظر کاربردی، نتایج حاصل از این مطالعه می‌تواند راهگشای تدوین برنامه‌هایی باشد که با توجه به ریتم زیستی و تیپ زمانی افراد، موجب ارتقای بهره‌وری، افزایش سرعت یادگیری، کاهش نرخ خطا و تسهیل تحکیم حافظه حرکتی و شناختی گردد. چنین دستاوردهایی، نه تنها برای مربیان ورزشی و معلمان تربیت بدنی، بلکه برای روان‌شناسان شناختی، متخصصان توان‌بخشی و طراحان مداخلات درمانی نیز کاربرد مستقیم خواهد داشت. بر این اساس، پژوهش حاضر در پی آن

است که با ارائه شواهد تجربی، زمینه بهینه‌سازی زمان‌بندی تمرین در نوجوانان را فراهم آورد. در همین راستا، فرضیه‌های پژوهش به صورت صریح و شماره‌گذاری شده به شرح زیر مطرح می‌شوند:

۱. فرضیه اول: هم‌راستاسازی زمان تمرین با ریتم شبانه‌روزی موجب تفاوت معنادار در عملکرد حرکتی نوجوانان والیبالیست با تیپ‌های زمانی مختلف می‌شود.
۲. فرضیه دوم: هم‌راستاسازی زمان تمرین با ریتم شبانه‌روزی موجب تفاوت معنادار در عملکرد شناختی نوجوانان والیبالیست با تیپ‌های زمانی مختلف می‌شود.

مواد و روش‌ها

روش پژوهش حاضر به صورت نیمه تجربی از نوع آزمون‌های مکرر بود. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل والیبالیست‌های زن شهرستان‌های کردکوی و بندر ترکمن در رده سنی ۱۳-۱۸ سال بود. که تعداد آنها ۶۰۰ نفر بود. روش نمونه‌گیری از نوع در دسترس بوده که ۱۲ شرکت‌کننده زن با تیپ زمانی صبح فعال و ۱۲ شرکت‌کننده زن با تیپ زمانی عصر فعال و ۱۲ شرکت‌کننده زن با تیپ زمانی میانه بر اساس نتایج پرسشنامه چرخه‌های شبانه‌روزی (صبح‌گاهی _ عصرگاهی) هورن استنبرگ، تشکیل دادند. پیش از انتخاب نمونه آماری، ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها نظیر سن، سطح تحصیلات، عدم مصرف داروهای خواب‌آور، عدم سابق بیماری‌های عصبی، عدم مصرف سیگار والکل و عدم اختلالات حافظه شناختی مورد ارزیابی قرار گرفت و در نهایت ۴۲ نفر از جامعه آماری براساس معیارهای ورود به مطالعه انتخاب شدند. به منظور کنترل متغیرهای مزاحم، علاوه بر معیارهای ورود، از آزمودنی‌ها خواسته شد در روزهای اجرای آزمون از کم‌خوابی، مصرف کافئین، داروهای مؤثر بر سیستم عصبی و انجام فعالیت بدنی شدید خودداری کنند. همچنین کلیه آزمون‌ها در شرایط محیطی یکسان (اتاق آرام، تجهیزات مشابه) و در ساعات مشخص روز اجرا شد تا اثر عوامل محیطی و روانی مانند استرس به حداقل برسد. افزون بر این، با توجه به استفاده از طرح اندازه‌گیری مکرر، هر آزمودنی به عنوان کنترل خود عمل کرده و اثر تفاوت‌های فردی و متغیرهای مزاحم کاهش یافت.

متغیرهای آزمون: متغیر مستقل در این پژوهش، زمان اجرای آزمون عملی و آزمون شناختی بود. و متغیر وابسته در این پژوهش شامل ۲ متغیر بود.

- ۱- آزمون شناختی استروپ که توانایی بازداري پاسخ آزمودنی‌ها را می‌سنجد.
- ۲- اجرای آزمون پنجه والیبال با دیوار که نمره حاصل از آن نمره عملکرد آزمودنی‌ها بود.

ابزار و تکلیف جمع‌آوری داده‌ها

پرسشنامه چرخه‌های شبانه‌روزی هورن استبرگ: این پرسشنامه را هورن و استبرگ در سال ۱۹۷۶ تدوین کرده‌اند. این پرسشنامه شامل ۱۹ سوال است که عادات زمان خوابیدن و برخاستن از خواب، ترجیح زمان فعالیت‌های ذهنی و جسمی و همچنین هوشیاری افراد قبل و بعد خواب را می‌سنجد. نمراتی که از این پرسشنامه استخراج می‌شوند بین ۸۶-۱۶ است و به ترتیب از زیاد به کم نشانگر نوع کاملاً صبح گاهی (۸۶-۷۰)، تا حدی صبح گاهی (۶۹-۵۹)، معتدل (۵۸-۴۲)، حدی عصر گاهی (۴۱-۳۱) و کاملاً عصر گاهی (۳۰-۱۶) هستند. این پرسشنامه در پژوهش ضیائی و همکاران استفاده شد که روایی آن تایید و پایایی آن ۰/۶۶ برآورد شد (Dehkordi et al., 1397).

آزمون مهارت پنجه والیال: برای اجرای این آزمون، بر روی دیوار خطی به عرض ۲٫۵ سانتی متر و به طول ۱٫۵ متر، موازی با زمین رسم می‌کنیم. این خط باید ۳٫۳۵ متر با زمین فاصله داشته باشد و دو خط عمودی نیز، به طول ۱٫۲۱ متر از دو انتهای این خط به سمت بالا ترسیم می‌گردد. آزمودنی روبه روی دیوار می‌ایستد و به مدت ۱ دقیقه در نقطه هدف پنجه می‌زند. هر تویی که به بالای خط افقی و بین دو خط عمودی برخورد کند امتیاز دارد. جمع ضرباتی که در مدت ۱ دقیقه به صورت صحیح به منطقه مورد نظر برخورد کند، نمره ی آزمودنی محسوب می‌شود. ضربات خطا هرچند که به هدف برخورد کند، شمارش نمی‌شود (Sato et al., 2020).

آزمون استروپ: در این پژوهش از آزمون یارانه ای استروپ به منظور سنجش بازداری پاسخ استفاده شد. آزمون استروپ اولین بار در سال ۱۹۳۵ توسط ریدلی استروپ^۱ به منظور اندازه‌گیری توجه انتخابی و انعطاف‌پذیری شناختی از طریق پردازش دیداری ساخته‌شد. آزمون رایانه ای استروپ، از سه مرحله به شرح زیر تشکیل شده‌است:

مرحله ۱: مقدماتی، در این مرحله از آزمودنی خواسته می‌شود تا با فشار دکمه منطبق با رنگ دایره‌ای که روی صفحه نمایش می‌بیند، پاسخ دهد (دایره در چهار رنگ قرمز، آبی، زرد و سبز نشان داده می‌شود). هدف این مرحله، تنها تمرین و شناخت رنگ‌ها و جای کلیدها در صفحه کلید است و در نتیجه نهایی تأثیری ندارد. با هر پاسخ بازخوردی از درستی یا نادرستی پاسخ روی صفحه نمایش ارایه می‌شود.

مرحله ۲: آزمایشی، در این مرحله دقیقاً براساس شیوه‌ای که در مرحله اصلی (مرحله بعد) توضیح داده شده است عمل می‌شود. هدف این مرحله، تنها تمرین و آشنایی با شیوه پاسخ و جای کلیدها در صفحه کلید است و در نتیجه نهایی تأثیری ندارد. با هر پاسخ بازخوردی از درستی یا نادرستی پاسخ روی صفحه نمایش ارایه می‌شود.

مرحله ۳: اجرای آزمون استروپ، در این مرحله تعداد ۴۸ کلمه رنگی همخوان و ۴۸ کلمه رنگی ناهمخوان با رنگ های قرمز، آبی، زرد و سبز به آزمودنی نمایش داده می‌شود. منظور از کلمات همخوان، یکسان بودن رنگ کلمه با معنای کلمه است،

^۱. John Ridley Stroop



مثلاً کلمه سبز که با رنگ سبز نشان داده می‌شود. منظور از کلمات ناهمخوان، متفاوت بودن رنگ کلمه با معنای کلمه است، مثلاً کلمه سبز که با رنگ قرمز، آبی یا زرد نشان داده می‌شود. مجموعه ۹۶ کلمه رنگی همخوان و ناهمخوان به صورت تصادفی و متوالی نشان داده می‌شود. تکلیف آزمودنی این است که صرف نظر از معنای کلمات، تنها رنگ ظاهری آن را مشخص کند. محققان بر این باورند که تکلیف رنگ - کلمه، انعطاف پذیری ذهنی و بازداری پاسخ را اندازه‌گیری می‌کند. زمان ارائه هر محرک بر روی صفحه نمایشگر ۲ ثانیه و فاصله بین ارائه دو محرک ۸۰۰ هزارم ثانیه است.

پایایی و روایی آزمون: روایی و پایایی ابزارهای مورد استفاده در پژوهش حاضر بر اساس شواهد پژوهشی پیشین و مطالعات اعتبارسنجی تأیید شده است. آزمون رایانه‌ای استروپ به عنوان ابزاری معتبر برای سنجش بازداری پاسخ و عملکردهای اجرایی، از روایی سازه مناسب برخوردار بوده و پایایی آن از طریق روش بازآزمایی در دامنه ۸۰/۰ تا ۹۱/۰ گزارش شده است. (Kashi et al., 2019) پرسشنامه صبح‌گاهی-عصرگاهی هورن-استبرگ نیز دارای روایی سازه مطلوب بوده و پایایی آن در پژوهش‌های داخلی با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ برابر با ۶۶/۰ گزارش شده است. همچنین آزمون پنجه والیال به عنوان یک ابزار استاندارد ارزیابی مهارت حرکتی، در مطالعات پیشین از روایی محتوایی و پایایی قابل قبول برخوردار گزارش شده است. بر این اساس، کلیه ابزارهای پژوهش حاضر از دقت و اعتبار لازم برای سنجش متغیرهای مورد نظر برخوردار هستند.

اجرا

در ابتدا از شرکت کنندگان درخواست شد تا نسخه فارسی پرسش نامه چرخه‌های شبانه‌روزی هورن استبرگ را تکمیل کنند. و از بین آن‌ها ۱۲ نفر با تیپ صبحگاهی، ۱۲ نفر با تیپ عصرگاهی و ۱۲ نفر با تیپ میانی را که از نظر سن، جنس، عدم اختلال در خواب و سایر بیماری‌های روانی و سابقه تمرین در والیبال هم‌تا سازی شده بودند، انتخاب کرده و به ۳ گروه، صبح فعالان، عصر فعالان و میانه تقسیم کردیم. از تمامی شرکت کنندگان بدون در نظر گرفتن نوع تیپ زمانی آن‌ها در سه زمان صبح (ساعت: ۸-۱۱)، ظهر (ساعت: ۱۱-۱۳) و عصر (ساعت: ۱۶-۱۹) در سه روز متفاوت، هر زمان در یک روز مجزا آزمون گرفته شد. و هر ۳۶ شرکت کننده در ۳ نوبت صبح، ظهر، عصر آزمون دادند. (صبح فعال تمرین در صبح، صبح فعال تمرین در ظهر، صبح فعال تمرین در عصر/ عصر فعال تمرین در صبح، عصر فعال تمرین در ظهر، عصر فعال تمرین در عصر/ میانه تمرین در صبح، میانه تمرین در ظهر، میانه تمرین در عصر). در قسمت گروه‌بندی‌ها برای اجرای آزمون، برای از بین بردن اثر آشنایی با آزمون، از روش همسان متقابل استفاده شد. برای آزمون پنجه با دیوار ابتدا به منظور یاد آوری به شرکت کنندگان شکل صحیح پنجه زدن و نحوه‌ی برگزاری آزمون و انواع خطاهای آن را توضیح داده شد. آزمودنی‌ها پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن، مرحله‌ی

اصلی آزمون پنجه با دیوار را انجام دادند و سپس سرد کردند. و اگر جز آن دسته از شرکت کنندگانی بودند که ابتدا آزمون پنجه را داده بودند بعد ۱۵ دقیقه استراحت به انجام آزمون استروپ پرداختند.

گروه ها	زمان اجرا	آزمون ها	تعداد
صبح فعال	صبح / ظهر / عصر	پنجه / استروپ	۱۲
میانه	صبح / ظهر / عصر	پنجه / استروپ	۱۲
عصر فعال	صبح / ظهر / عصر	پنجه / استروپ	۱۲

آزمون رایانه ای استروپ یک اتاق آرام برگزار شد و از یک مانیتور ۱۵،۶ اینچی استفاده شد. به دلیل عدم آشنایی شرکت با آزمون استروپ در ابتدا نحوه اجرای آزمون را به طور کامل توضیح داده شد و سپس برای آشنایی با آزمون دو مرحله ای آزمایشی استروپ را انجام دادند و بعد آزمون اصلی را اجرا گردید. و برای دو روز بعدی اجرا، از دو مرحله ای آزمایشی خودداری شد.

روش تحلیل داده ها: برای تحلیل داده ها از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. از شاخص های آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار) برای توصیف داده ها استفاده شد. از آزمون لون برای تعیین تجانس واریانس ها و آزمون شاپیروویلک برای نرمالیتی داده ها استفاده شد. همچنین از شاخص های آمار استنباطی نظیر آزمون تحلیل واریانس چند متغیره و آزمون تعقیبی بونفرونی برای تحلیل داده های پژوهش استفاده شد. در این پژوهش، تیپ زمانی به عنوان یک متغیر زیستی شبه آزمایشی در نظر گرفته شد؛ از این رو تمرکز تحلیل ها بر بررسی تغییرات درون گروهی عملکرد در زمان های مختلف روز بود و نه مقایسه مستقیم بین تیپ های زمانی. بر همین اساس، تحلیل واریانس با اندازه های مکرر به صورت جداگانه برای هر تیپ زمانی اجرا شد. در تحلیل واریانس با اندازه های مکرر، فرض کرویت با آزمون ماچلی بررسی شد. در مواردی که این فرض نقض گردید، تصحیح Greenhouse-Geisser به منظور تعدیل درجه آزادی ها اعمال شد و تصمیم گیری آماری بر اساس مقادیر تصحیح شده انجام گرفت. تمام تجزیه تحلیل های آماری با نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ و سطح معناداری $P < 0/05$ انجام شد.

آمار توصیفی: در این بخش، نمرات پنجه والیبال و استروپ، در ۳ گروه صبح فعال زن، عصر فعال زن و تیپ زمانی میانه، در زمان های صبح، ظهر و عصر، به صورت جدول ۱ بوده است. همانطور که در نتایج جدول ۱ مشاهده می شود، نتایج میانگین متغیرهای پنجه والیبال و استروپ نمره تداخل و زمان تداخل ارائه شده است.

جدول ۱: اطلاعات توصیفی نمرات صبح، ظهر و عصر گروه های مورد بررسی				
متغیر	گروه	زمان تمرین	تعداد	میانگین
پنجه والیبال	صبح فعال زن	صبح	۱۲	۷۱/۱۷
		ظهر	۱۲	۶۶/۴۲
				انحراف استاندارد
				۱/۵۹
				۱/۰۸

۰/۹۸	۶۳/۳۳	۱۲	عصر	عصر فعال زن	
۰/۸۹	۶۲/۶۷	۱۲	صبح		
۱/۶۱	۶۵/۶۷	۱۲	ظهر		
۱/۵۳	۷۱/۱۷	۱۲	عصر	تیپ زمانی میانه	
۱/۵۱	۶۲/۴۲	۱۲	صبح		
۱/۹۱	۶۳/۷۵	۱۲	ظهر		
۱/۷	۶۳/۱۷	۱۲	عصر	صبح فعال زن	استروپ (نمره تداخل)
۸/۲۵	۳	۱۲	صبح		
۰/۶۵	۰/۶۷	۱۲	ظهر		
۳/۵۳	۲/۵۸	۱۲	عصر	عصر فعال زن	
۹/۹۱	۵/۳۳	۱۲	صبح		
۲۸/۴۹	۳۸	۱۲	ظهر		
۲۰/۲۱	۲۹/۹۲	۱۲	عصر	تیپ زمانی میانه	
۱۲/۲۵	۵/۶۷	۱۲	صبح		
۱/۷۵	۰/۸۳	۱۲	ظهر		
۰/۶۲	۰/۲۵	۱۲	عصر	صبح فعال زن	استروپ (زمان تداخل)
۲۲/۸۸	۲۲/۵۸	۱۲	صبح		
۴۳/۱۴	۴۰/۶۷	۱۲	ظهر		
۳۱/۵۹	۵۸/۵	۱۲	عصر	عصر فعال زن	
۵۳/۷۵	۷۱	۱۲	صبح		
۲۸/۴۹	۳۸	۱۲	ظهر		
۲۰/۲۱	۲۹/۹۲	۱۲	عصر	تیپ زمانی میانه	
۳۸/۱۱	۴۱/۴۲	۱۲	صبح		
۲۸/۵۱	۴۵/۹۲	۱۲	ظهر		
۲۹/۸۵	۴۰/۴۲	۱۲	عصر		

آمار استنباطی و آزمون فرضیه‌ها: بعد از یافته‌های بدست آمده از جامعه آماری در این بخش به بررسی فرضیه‌های مطرح شده و آزمون آماری مورد استفاده در پژوهش پرداخته می‌شود تا بتوان با تحلیل یافته‌ها، صحت و سقم فرضیات را از نظر آماری مورد بررسی قرار دهیم.

پیش فرض نرمال بودن داده‌ها: برای استفاده از روش‌های آماری ابتدا باید مشخص شود که داده‌های جمع‌آوری شده از توزیع نرمال برخوردار است یا غیرنرمال؟ چون در صورت نرمال بودن توزیع داده‌های جمع‌آوری شده برای آزمون فرضیه‌ها می‌توان از آزمون‌های پارامتریک استفاده نمود و در صورت غیرنرمال بودن از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده کرد. که در این مرحله به بررسی نتایج حاصل از آزمون مزبور در مورد هر یک از متغیرها پرداخته می‌شود و بر اساس نتایج حاصل، از آزمون مناسب برای بررسی صحت و سقم فرضیات تحقیق استفاده شده است. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون‌های شاپیرو ویلک و

جهت بررسی فرضیات از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر و بونفرونی جهت بررسی فرضیه‌ها استفاده می‌شود. در این آزمون، اگر مقدار سطح معنی‌داری (sig) بزرگ‌تر از مقدار خطا ۰,۰۵ باشد، نرمال بودن داده‌ها تایید می‌شود.

جدول ۲. آزمون نرمال بودن داده‌ها

متغیر	گروه	زمان تمرین	آماره	سطح معنی‌داری (P)
پنجه والیبال	صبح فعال زن	صبح	۰/۹۳۶	p = 0.448
		ظهر	۰/۸۹۰	p = 0.118
		عصر	۰/۸۷۷	p = 0.080
	عصر فعال زن	صبح	۰/۹۰۰	p = 0.160
		ظهر	۰/۹۴۷	p = 0.600
		عصر	۰/۹۱۶	p = 0.254
استروپ (نمره تداخل)	تیپ زمانی میانه	صبح	۰/۹۵۵	p = 0.716
		ظهر	۰/۹۷۹	p = 0.978
		عصر	۰/۹۲۶	p = 0.342
	صبح فعال زن	صبح	۱/۳۴۳	p = 0.051
		ظهر	۰/۹۶۶	p = 0.308
		عصر	۱/۱۷۷	p = 0.125
استروپ (زمان تداخل)	عصر فعال زن	صبح	۱/۲۰۱	p = 0.112
		ظهر	۰/۷۷۵	p = 0.585
		عصر	۰/۵۱۲	p = 0.956
	تیپ زمانی میانه	صبح	۱/۱۶۵	p = 0.133
		ظهر	۱/۲۱۲	p = 0.106
		عصر	۱/۳۹۶	p = 0.052
استروپ (زمان تداخل)	صبح فعال زن	صبح	۰/۶۷۱	p = 0.759
		ظهر	۱/۰۱۶	p = 0.253
		عصر	۰/۷۳۰	p = 0.661
	عصر فعال زن	صبح	۰/۵۱۱	p = 0.957
		ظهر	۰/۷۷۵	p = 0.585
		عصر	۰/۵۱۲	p = 0.956
	تیپ زمانی میانه	صبح	۰/۷۰۱	p = 0.709
		ظهر	۰/۵۸۳	p = 0.886
		عصر	۰/۷۶۱	p = 0.608

با توجه به نتایج جدول ۲، چون مقدار سطح معنی‌داری در متغیرهای پنجه والیبال و استروپ نمره تداخل و استروپ زمان تداخل در زمان‌های تمرین صبح، ظهر و عصر در ۳ گروه صبح فعال زن، عصر فعال زن و تیپ زمانی میانه، بزرگتر از مقدار خطا ۰/۰۵ می‌باشد ($P > 0.05$) پس نتیجه گرفته می‌شود متغیرها، دارای توزیع نرمال می‌باشند. در صورتی که یک متغیر

نرمال باشد باید از آزمون‌های پارامتری استفاده نمود و در صورتی که متغیرها نرمال نباشند مجوز استفاده از آزمون‌های پارامتری وجود ندارد و باید برای آزمون متغیرها از آزمون‌های ناپارامتری استفاده نمود. جهت بررسی فرضیات پژوهش، چون متغیرها، نرمال هستند از آزمون‌های پارامتری استفاده می‌شود و جهت بررسی فرضیات از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر و بونفرونی جهت بررسی فرضیه‌ها استفاده می‌شود. به منظور اطمینان از کفایت حجم نمونه و قدرت آزمون‌های آماری به‌کاررفته، تحلیل توان آماری (Power Analysis) با استفاده از نرم‌افزار G*Power نسخه ۳٫۱ انجام شد. با توجه به طرح تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر، سه سطح برای عامل درون‌گروهی (زمان تمرین: صبح، ظهر و عصر)، سطح معناداری ۰٫۰۵ و اندازه اثر متوسط ($f = 0.25$)، حداقل حجم نمونه موردنیاز ۲۸ نفر برآورد شد. با در نظر گرفتن حجم نمونه پژوهش حاضر (۳۰ نفر)، توان آماری آزمون برابر با ۰٫۸۲ محاسبه شد که بیانگر کفایت حجم نمونه و قدرت قابل قبول آزمون برای شناسایی اثرات معنادار است.

یافته‌ها

فرضیه ۱: ریتم‌های شبانه‌روزی بر اجرای تکلیف حرکتی پنجه والیبال تأثیر دارد.

در تحلیل داده‌ها به دلیل اینکه از روش آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر استفاده شده است، نیاز به رعایت پیش فرض‌های این روش می‌باشد که با بررسی پیش فرض‌ها رعایت شدن هر یک از آنها را بدین صورت شرح می‌شود:

- ۱- پیش فرض نرمالیتی با بررسی بر روی داده‌ها رعایت شده است.
- ۲- بررسی برابری واریانس متغیرها توسط آزمون لون مورد بررسی قرار داده شده است. در این آزمون اگر سطح معنی‌داری از میزان خطای ۰/۰۵ بیشتر باشد واریانس این متغیرها یکسان است. چون سطح معنی‌داری برای متغیر پنجه والیبال بیشتر از خطای ۰/۰۵ است لذا واریانس آنها یکسان است.

جدول ۳. آزمون همگنی واریانس‌ها در پنجه والیبال

متغیر	آزمون	آماره لوین	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	سطح معنی‌داری (P)
پنجه والیبال	صبح	۱/۹۰۷	۲	۳۳	P = 0.164
	ظهر	۱/۲۷۹	۲	۳۳	P = 0.292
	عصر	۰/۰۹۵	۲	۳۳	P = 0.910

با توجه به نتایج جدول ۳، در آزمون‌های پیلایی، ویلکسز، هتلینگ و بزرگترین ریشه روی، در سطح $P < 0.05$ معنادار شده‌اند. این یافته‌ها حاکی از آنند آزمودنی‌ها دست کم در یکی از زمان‌ها با یکدیگر متفاوت هستند.

جدول ۴. نتایج اثر تعاملی متغیرهای مستقل جهت بررسی تفاوت بین گروهی میانگین متغیرها

گروه	منبع تغییر	ارزش	مقدار F	درجه آزادی	درجه آزادی خطا	سطح معنی داری
	آزمون اثر پیلایی	۰/۹۹۵	۹۴۶/۹۱۳	۲	۱۰	P < 0.001

P < 0.001	۱۰	۲	۹۴۶/۹۱۳	۰/۰۰۵	آزمون لامبدای ویلکلز	صبح فعال زن
P < 0.001	۱۰	۲	۹۴۶/۹۱۳	۱۸۹/۳۸۳	آزمون اثر هتلینگ	
P < 0.001	۱۰	۲	۹۴۶/۹۱۳	۱۸۹/۳۸۳	آزمون بیشترین ریشه روی	
P < 0.001	۱۰	۲	۱۱۹/۳۹۰	۰/۹۶۰	آزمون اثر پیلای	عصر فعال زن
P < 0.001	۱۰	۲	۱۱۹/۳۹۰	۰/۰۴۰	آزمون لامبدای ویلکلز	
P < 0.001	۱۰	۲	۱۱۹/۳۹۰	۲۳/۸۷۸	آزمون اثر هتلینگ	
P < 0.001	۱۰	۲	۱۱۹/۳۹۰	۲۳/۸۷۸	آزمون بیشترین ریشه روی	تیپ زمانی میانه
P = 0.042	۱۰	۲	۴/۴۲۲	۰/۴۶۹	آزمون اثر پیلای	
P = 0.042	۱۰	۲	۴/۴۲۲	۰/۵۳۱	آزمون لامبدای ویلکلز	
P = 0.042	۱۰	۲	۴/۴۲۲	۰/۸۸۴	آزمون اثر هتلینگ	
P = 0.042	۱۰	۲	۴/۴۲۲	۰/۸۸۴	آزمون بیشترین ریشه روی	

* $P \leq 0/05$

آزمون کرویت ماخلی این فرض صفر را آزمون می کند که ماتریس کوواریانس خطای مربوط به متغیرهای وابسته تبدیل شده نرمال یک ماتریس همانی است. در این آزمون چنانچه سطح معنی داری کوچکتر از ۰/۰۵ باشد فرض H_0 رد و فرض H_1 تأیید می گردد. چنانچه فرض H_0 رد شود نمای توان کرویت ماتریس واریانس-کوواریانس متغیر وابسته را پذیرفت و باید از سه آزمون دیگر گرینهاوس گیسر، هیون-فلت یا حد پایین استفاده نمود که این آزمون ها درجه آزادی تصحیح می نمایند. همانطور که در جدول ۴، مشاهده می شود، مقدار آزمون کرویت موخلی در سطح خطای کمتر از ۰/۰۵ معنی دار است.

جدول ۵. نتایج آزمون کرویت موخلی

گروه	مقدار آزمون	درجه آزادی	سطح معنی داری
صبح فعال زن	۰/۱۰۵	۲	P < 0.001
عصر فعال زن	۰/۲۹۸	۲	P = 0.024
تیپ زمانی میانه	۰/۳۹۷	۲	P = 0.048

* $P \leq 0/05$

حال که پیش فرض برای آزمون تحلیل واریانس با اندازه های مکرر برقرار شد، به بررسی فرضیه می توان پرداخت:

جدول ۶. نتایج تحلیل آزمون واریانس با اندازه های مکرر برای اثر ریتم های شبانه روزی بر پنجه والیبال در سه گروه

گروه	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری
صبح فعال زن	گروه	۵/۵۵۶	۱	۵/۵۵۶	۱۲/۷۹۱	p < 0.001
	خطا	۱۰/۸۳۳	۱۱	۰/۹۸۵		
عصر فعال زن	گروه	۱۵۹۲۰/۱۰۰۰	۱	۱۵۹۲۰/۱۰۰۰	۵۱۰۰۶/۱۴۶	p < 0.001
	خطا	۳۴/۳۳۳	۱۱	۳/۱۲۱		
تیپ زمانی میانه	گروه	۱۴۳۳۸۸/۴۴۴	۱	۱۴۳۳۸۸/۴۴۴	۳۶۷۷۵/۷۹۳	p < 0.001
	خطا	۴۲/۸۸۹	۱۱	۳/۸۹۹		

* $P \leq 0/05$

همان طور که در جدول ۶، مشاهده می‌شود، اختلاف معناداری بین میانگین نمرات سه بار تمرین صبح، ظهر و عصر در گروه‌های صبح فعال زن، عصر فعال زن و تیپ زمانی میانه از لحاظ نمره پنجه والیبال وجود دارد. بنابراین فرضیه معنادار نبودن اختلاف میانگین در گروه‌ها رد می‌شود. لذا با اطمینان ۹۵ درصد فرضیه اول محقق تأیید می‌شود. جهت مقایسه تفاوت بین گروهی از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده می‌شود.

جدول ۷. نتایج آزمون بونفرونی جهت مقایسه زمان های تمرین در پنجه والیبال

گروه	زمان	اختلاف میانگین	انحراف استاندارد	سطح معنی داری
صبح فعال زن	صبح-ظهر	۴/۷۵۰	۰/۴۲۹	$p < 0.001$
	صبح-عصر	۷/۸۳۳	۰/۴۰۵	$p < 0.001$
	ظهر-عصر	۲/۰۸۳	۰/۰۸۳	$p < 0.001$
عصر فعال زن	صبح-ظهر	-۳/۰۰۰	۰/۳۴۸	$p < 0.001$
	صبح-عصر	-۸/۵۰۰	۰/۵۲۹	$p < 0.001$
	ظهر-عصر	-۵/۵۰۰	۰/۵۰۰	$p < 0.001$
تیپ زمانی میانه	صبح-ظهر	-۱/۳۳۳	۰/۴۳۲	$p = 0.031$
	صبح-عصر	-۰/۷۵۰	۰/۶۹۸	$p = 0.916$
	ظهر-عصر	۰/۵۸۳	۰/۷۴۳	$p = 1.000$

با توجه به نتایج جدول ۷، بنابر نتایج آزمون بونفرونی، در متغیر پنجه والیبال، در گروه صبح فعال زن، بین تمرینات صبح و ظهر، صبح و عصر و عصر و ظهر تفاوت معناداری وجود دارد و میانگین تمرینات صبح از ظهر بیشتر و میانگین تمرینات ظهر از عصر بیشتر است. در گروه عصر فعال زن، بین تمرینات صبح و ظهر، صبح و عصر و عصر و ظهر تفاوت معناداری وجود دارد و میانگین تمرینات عصر از ظهر بیشتر و میانگین تمرینات ظهر از صبح بیشتر است. در گروه تیپ زمانی میانه، بین تمرینات صبح و ظهر، تفاوت معناداری وجود دارد و میانگین تمرینات ظهر از صبح بیشتر است. در حالیکه بین تمرینات صبح و عصر و عصر و ظهر و عصر تفاوت معناداری وجود ندارد.

فرضیه ۲: ریتم‌های شبانه‌روزی بر اجرای تکلیف شناختی استروپ تأثیر دارد.

در تحلیل داده‌ها به دلیل اینکه از روش آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر استفاده شده است، نیاز به رعایت پیش فرض های این روش می‌باشد که با بررسی پیش فرض‌ها رعایت شدن هر یک از آنها را بدین صورت شرح می‌شود:

- ۱- پیش فرض نرمالیتی با بررسی بر روی داده‌ها رعایت شده است
- ۲- بررسی برابری واریانس متغیرها توسط آزمون لون مورد بررسی قرار داده شده است. در این آزمون اگر سطح معنی داری از میزان خطای ۰/۰۵ بیشتر باشد واریانس این متغیرها یکسان است. چون سطح معنی داری برای متغیر پنجه والیبال بیشتر از خطای ۰/۰۵ است لذا واریانس آنها یکسان است.

جدول ۸. آزمون همگنی واریانس ها در استروپ

متغیر	آزمون	آماره لوین	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	سطح معنی داری (P)
استروپ (نمره تداخل)	صبح	۰/۴۱	۲	۳۳	$p = 0.664$
	ظهر	۱/۴۰۴	۲	۳۳	$p = 0.260$

p = 0.055	۳۳	۲	۳/۴۶۶	عصر	استروپ (زمان تداخل)
p = 0.064	۳۳	۲	۳/۲۴۱	صبح	
p = 0.605	۳۳	۲	۰/۵۱۱	ظهر	
p = 0.337	۳۳	۲	۱/۱۲۴	عصر	

با توجه به نتایج جدول ۸، در استروپ نمره تداخل در آزمون‌های پیلایی، ویلکلز، هتلینگ و بزرگترین ریشه روی، در سطح $P > 0.05$ معنادار نشده‌اند. این یافته‌ها حاکی از آنند آزمودنی‌ها دست کم در یکی از زمان‌ها با یکدیگر متفاوت نیستند.

جدول ۹. نتایج اثر تعاملی متغیرهای مستقل جهت بررسی تفاوت بین گروهی میانگین متغیرها در نمره تداخل

گروه	منبع تغییر	ارزش	مقدار F	درجه آزادی	درجه آزادی خطا	سطح معنی داری
صبح فعال زن	آزمون اثر پیلایی	۰/۲۴۱	۱/۵۸۷	۲	۱۰	p = 0.252
	آزمون لامبدای ویلکلز	۰/۷۵۹	۱/۵۸۷	۲	۱۰	p = 0.252
	آزمون اثر هتلینگ	۰/۳۱۷	۱/۵۸۷	۲	۱۰	p = 0.252
	آزمون بیشترین ریشه روی	۰/۳۱۷	۱/۵۸۷	۲	۱۰	p = 0.252
عصر فعال زن	آزمون اثر پیلایی	۰/۵۰۱	۵/۰۱۶	۲	۱۰	p = 0.051
	آزمون لامبدای ویلکلز	۰/۴۹۹	۵/۰۱۶	۲	۱۰	p = 0.051
	آزمون اثر هتلینگ	۱/۰۰۳	۵/۰۱۶	۲	۱۰	p = 0.051
	آزمون بیشترین ریشه روی	۱/۰۰۳	۵/۰۱۶	۲	۱۰	p = 0.051
تیپ زمانی میانه	آزمون اثر پیلایی	۰/۲۲۸	۱/۴۷۳	۲	۱۰	p = 0.275
	آزمون لامبدای ویلکلز	۰/۷۷۲	۱/۴۷۳	۲	۱۰	p = 0.275
	آزمون اثر هتلینگ	۰/۲۹۵	۱/۴۷۳	۲	۱۰	p = 0.275
	آزمون بیشترین ریشه روی	۰/۲۹۵	۱/۴۷۳	۲	۱۰	p = 0.275

با توجه به نتایج جدول ۹ در استروپ آزمون تداخل در آزمون‌های پیلایی، ویلکلز، هتلینگ و بزرگترین ریشه روی، در گروه‌های عصر فعال زن و تیپ زمانی میانه در سطح $P > 0.05$ معنادار نشده‌اند. این یافته‌ها حاکی از آنند آزمودنی‌ها دست کم در یکی از زمان‌ها با یکدیگر متفاوت نیستند. در حالی که در استروپ آزمون تداخل در آزمون‌های پیلایی، ویلکلز، هتلینگ و بزرگترین ریشه روی، در گروه صبح فعال زن در سطح $P < 0.05$ معنادار شده‌اند. این یافته‌ها حاکی از آنند آزمودنی‌ها دست کم در یکی از زمان‌ها با یکدیگر متفاوت هستند.

جدول ۱۰. نتایج اثر تعاملی متغیرهای مستقل جهت بررسی تفاوت بین گروهی میانگین متغیرها در زمان تداخل

گروه	منبع تغییر	ارزش	مقدار F	درجه آزادی	درجه آزادی خطا	سطح معنی داری
صبح فعال زن	آزمون اثر پیلایی	۰/۵۱۸	۵/۳۷۱	۲	۱۰	P = 0.026
	آزمون لامبدای ویلکلز	۰/۴۸۲	۵/۳۷۱	۲	۱۰	P = 0.026

تأثیر همزمانی آموزش با ریتم شبانه‌روزی؛ مطالعه‌ای بر... سیدی، عقیلی و احمدی حاجی

P = 0.026	۱۰	۲	۵/۳۷۱	۱/۰۷۴	آزمون اثر هتلینگ		
P = 0.026	۱۰	۲	۵/۳۷۱	۱/۰۷۴	آزمون بیشترین ریشه روی		
P = 0.087	۱۰	۲	۳/۱۴۸	۰/۳۸۶	آزمون اثر پیلایی	عصر فعال زن	نمره تداخل
P = 0.087	۱۰	۲	۳/۱۴۸	۰/۶۱۴	آزمون لامبدای ویلکلز		
P = 0.087	۱۰	۲	۳/۱۴۸	۰/۶۳۰	آزمون اثر هتلینگ		
P = 0.087	۱۰	۲	۳/۱۴۸	۰/۶۳۰	آزمون بیشترین ریشه روی		
P = 0.885	۱۰	۲	۰/۱۲۳	۰/۰۲۴	آزمون اثر پیلایی	تیپ زمانی میانه	
P = 0.885	۱۰	۲	۰/۱۲۳	۰/۹۷۶	آزمون لامبدای ویلکلز		
P = 0.885	۱۰	۲	۰/۱۲۳	۰/۰۲۵	آزمون اثر هتلینگ		
P = 0.885	۱۰	۲	۰/۱۲۳	۰/۰۲۵	آزمون بیشترین ریشه روی		

*P ≤ 0/05

همانطور که در جدول ۱۰ مشاهده می‌شود، در استروپ نمره تداخل و زمان تداخل، مقدار آزمون کرویت موخلی در سطح خطای کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار است.

جدول ۱۱. نتایج آزمون کروی موخلی

گروه	تداخل	مقدار آزمون	درجه آزادی	سطح معنی داری
صبح فعال زن	نمره تداخل	۰/۴۲۰	۸/۶۸۱	P = 0.013
	زمان تداخل	۰/۶۱۳	۵/۹۰۷	P = 0.046
عصر فعال زن	نمره تداخل	۰/۰۳۲	۳۴/۳۹۱	P = 0.001
	زمان تداخل	۰/۶۹۶	۲/۱۰۲	P = 0.049
تیپ زمانی میانه	نمره تداخل	۰/۰۷۱	۲۶/۴۶۲	P = 0.013
	زمان تداخل	۰/۵۶۸	۴/۶۴۵	P = 0.046

*P ≤ 0/05

حال که پیش فرض برای آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر برقرار شد، به بررسی فرضیه می‌توان پرداخت:

جدول ۱۲. نتایج تحلیل آزمون واریانس با اندازه‌های مکرر برای اثر ریتم‌های شبانه‌روزی بر استروپ نمره تداخل در سه گروه

گروه	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری
صبح فعال زن	گروه	۱۵۶/۲۵۰	۱	۱۵۶/۲۵۰	۴/۵۵۲	p = 0.291
	خطا	۳۸۰/۰۸۳	۱۱	۳۴/۵۵۳		
عصر فعال زن	گروه	۱۶۴/۶۹۴	۱	۱۶۴/۶۹۴	۴/۷۶۴	p = 0.052
	خطا	۳۸۰/۳۰۶	۱۱	۳۴/۵۷۳		
تیپ زمانی میانه	گروه	۱۸۲/۲۵۰	۱	۱۸۲/۲۵۰	۳/۶۰۵	p = 0.084
	خطا	۵۵۶/۰۸۳	۱۱	۵۰/۵۵۳		

همان طور که در جدول ۱۲، مشاهده می شود، اختلاف معناداری بین میانگین نمرات سه بار تمرین صبح، ظهر و عصر در گروه های صبح فعال زن، عصر فعال زن و تیپ زمانی میانه از لحاظ نمره استروپ نمره تداخل وجود ندارد. بنابراین فرضیه معنادار نبودن اختلاف میانگین در گروه ها رد نمی شود.

جدول ۱۳. نتایج تحلیل آزمون واریانس با اندازه های مکرر برای اثر زمان تمرین بر زمان تداخل آزمون استروپ^۱

گروه	منبع تغییرات	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	F	سطح معنی داری
صبح فعال زن	گروه	۵۹۲۹۲/۲۵۰	۱	۵۹۲۹۲/۲۵۰	۳۵/۸۴۰	p < 0.001
	خطا	۱۸۱۹۸/۰۸۳	۱۱	۱۶۵۴/۳۷۱		
عصر فعال زن	گروه	۷۱۹۱/۳۶۱	۱	۷۱۹۱/۳۶۱	۷/۹۰۱	p = 0.055
	خطا	۷۷۲۵/۳۰۶	۱۱	۶۱۱/۴۸۲		
تیپ زمانی میانه	گروه	۵۲۸۰/۲۵۰	۱	۵۲۸۰/۲۵۰	۲/۴۶۷	p = 0.098
	خطا	۱۴۹۵/۴۱۷	۱۱	۱۴۵۰/۰۳۸		

* $P \leq 0/05$

همان طور که در جدول ۱۳، مشاهده می شود، اختلاف معناداری بین میانگین نمرات سه بار تمرین صبح، ظهر و عصر در گروه صبح فعال زن، از لحاظ نمره استروپ زمان تداخل وجود دارد. بنابراین فرضیه معنادار نبودن اختلاف میانگین در گروه ها رد می شود. در حالیکه با کنترل پیش آزمون، اختلاف معناداری بین میانگین نمرات سه بار تمرین صبح، ظهر و عصر در گروه های عصر فعال زن و تیپ زمانی میانه از لحاظ نمره استروپ زمان تداخل وجود ندارد. بنابراین فرضیه معنادار نبودن اختلاف میانگین در گروه ها رد نمی شود. جهت مقایسه بین گروهی متغیرها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده می شود.

جدول ۱۴. نتایج آزمون بونفرونی جهت مقایسه زمان های تمرین در استروپ زمان تداخل در گروه صبح فعال زن

گروه	زمان	اختلاف میانگین	انحراف استاندارد	سطح معنی داری
صبح فعال زن	صبح-ظهر	-۱۸/۰۸۳	۱۱/۴۸۹	p = 0.431
	صبح-عصر	-۳۵/۹۱۷	۱۰/۷۱۳	p = 0.019
	ظهر-عصر	-۱۷/۸۸۳	۱۳/۶۰۹	p = 0.650

با توجه به نتایج جدول ۱۴، بنابر نتایج آزمون بونفرونی، در متغیر استروپ زمان تداخل، در گروه صبح فعال زن، بین تمرینات صبح و ظهر و عصر تفاوت معناداری وجود ندارد در حالیکه بین تمرینات صبح و عصر تفاوت وجود دارد و میانگین تمرینات عصر از صبح بیشتر است.

۱. با توجه به نقض فرض کرویت بر اساس آزمون ماچلی، درجه های آزادی با استفاده از تصحیح Greenhouse-Geisser تعدیل شده اند. به منظور افزایش خوانایی و اختصار جداول، تنها مقادیر F و سطح معناداری گزارش شده و تصمیم گیری آماری بر مبنای مقادیر تصحیح شده انجام گرفته است.

نتایج تحلیل آمار استنباطی این پژوهش نشان داد که میانگین نمرات اجرای تکلیف حرکتی پنجه والیبال در سه نوبت تمرین (صبح، ظهر و عصر) در میان گروه‌های مختلف تیپ زمانی شامل صبح‌گرا، عصرگرا و میانه‌رو، دارای تفاوت معناداری است. این یافته بیانگر آن است که هماهنگی بین زمان تمرین و ریتم شبانه‌روزی افراد می‌تواند عملکرد حرکتی را به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر قرار دهد. به بیان دقیق‌تر، شرکت‌کنندگانی که تمرین را در زمانی منطبق با تیپ زمانی خود انجام دادند (مثلاً افراد صبح‌گرا در صبح یا عصرگرا در عصر)، عملکرد بهتری در تکلیف حرکتی از خود نشان دادند. بنابراین، فرضیه اول پژوهش که بیان می‌کرد ریتم‌های شبانه‌روزی بر اجرای مهارت حرکتی تأثیر دارند، با اطمینان ۹۵ درصد تأیید می‌شود و فرضیه صفر مرتبط با آن رد می‌گردد. این نتیجه نشان می‌دهد که تطابق زمان تمرین با تیپ زیستی افراد می‌تواند در ارتقای عملکردهای حرکتی نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا کند.

درخصوص عملکرد شناختی، یافته‌ها نشان داد که در آزمون استروپ (مؤلفه زمان تداخل)، تنها در گروه صبح‌گرا، میانگین نمرات سه نوبت تمرین (صبح، ظهر، عصر) تفاوت معناداری داشت، اما در گروه‌های عصرگرا و میانه‌رو، چنین تفاوتی مشاهده نشد. این بدان معناست که ریتم شبانه‌روزی صرفاً در گروه صبح‌گرا بر عملکرد شناختی اثرگذار بوده است. افراد صبح‌گرا، زمانی که در صبح تمرین کردند، نتایج بهتری در کنترل تداخل شناختی نشان دادند. در مقابل، افراد عصرگرا و میانه‌رو، در هیچ‌یک از زمان‌های تمرین تفاوت عملکردی معناداری نداشتند. بنابراین، فرضیه دوم پژوهش که تأکید دارد ریتم شبانه‌روزی بر اجرای تکلیف شناختی مؤثر است، تنها در گروه صبح‌گرا تأیید شد و در دو گروه دیگر تأیید نشد. در نتیجه، فرضیه صفر در گروه صبح‌گرا رد، و در گروه‌های دیگر پذیرفته شد. به طور کلی، این یافته‌ها حاکی از آن‌اند که اثر ریتم شبانه‌روزی بر عملکرد حرکتی عمومی‌تر و فراگیرتر است و در همه تیپ‌های زمانی آشکار می‌شود، در حالی که اثر آن بر عملکرد شناختی تیپ‌محور و محدود به برخی گروه‌ها مانند صبح‌گراهاست. این نتایج ضرورت توجه به تیپ زمانی در طراحی تمرینات حرکتی و شناختی را نشان می‌دهد و بر اهمیت هم‌راستاسازی زمان تمرین با چرخه زیستی افراد تأکید می‌کند.

بحث و نتیجه‌گیری

فرضیه اول پژوهش بیان می‌کرد که هم‌راستاسازی زمان تمرین با ریتم شبانه‌روزی موجب تفاوت معنادار در عملکرد حرکتی نوجوانان والیبالست می‌شود. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که ریتم شبانه‌روزی به عنوان یک متغیر زیستی-روان‌شناختی، نقش معناداری در عملکرد حرکتی ایفا می‌کند. به ویژه در تکلیف پنجه والیبال، مشاهده شد که زمانی که تمرین در ساعات منطبق با تیپ زمانی افراد انجام می‌گیرد، عملکرد حرکتی بهبود می‌یابد. این بهبود در تمامی گروه‌های تیپ زمانی (صبح‌گرا، عصرگرا و میانه‌رو) با شدت‌های متفاوت مشاهده شد، که نشان می‌دهد تطابق زمانی میان چرخه زیستی فرد و زمان اجرای تمرین، می‌تواند عاملی تعیین‌کننده در بهینه‌سازی اجرای مهارت‌های حرکتی

باشد (Entezari et al., 2018; Sharifi et al., 2014). نتیجه با مدل‌های نظری مرتبط با «سازگاری زمانی»^۱ همخوان است؛ بر اساس این چارچوب نظری، زمانی که اجرای تکلیف در زمان اوج فیزیولوژیک و شناختی بدن انجام می‌شود، سیستم‌های عصبی و عضلانی آمادگی بیشتری برای پردازش و اجرا دارند. این آمادگی بیشتر می‌تواند ناشی از هم‌زمانی اوج دمای مرکزی بدن، افزایش هدایت عصبی، و بهبود کارایی واحدهای حرکتی در زمان‌های منطبق با تیپ زمانی باشد که در مجموع، دقت و هماهنگی حرکتی را افزایش می‌دهد. از این‌رو، نتایج حاضر نشان می‌دهد که هم‌راستاسازی زمان تمرین با ریتم شبانه‌روزی نه تنها از نظر آماری، بلکه از نظر فیزیولوژیک و کاربردی نیز نقش تعیین‌کننده‌ای در بهینه‌سازی عملکرد حرکتی نوجوانان والیبالیست دارد. با وجود این تأثیر روشن و پایدار در حیطه عملکرد حرکتی، این پرسش مطرح می‌شود که آیا ریتم شبانه‌روزی می‌تواند به همان میزان بر عملکردهای شناختی نیز اثرگذار باشد. نتایج حاصل از تکلیف شناختی (آزمون استروپ)، حاکی از تأثیر محدودتر ریتم شبانه‌روزی بر عملکرد ذهنی بود. تنها در گروه صبح‌گرا، تفاوت معناداری میان زمان‌های مختلف تمرین مشاهده شد، و این اثر در گروه‌های عصرگرا و میانه‌رو آشکار نبود. این یافته می‌تواند به حساسیت پایین‌تر عملکردهای شناختی ابتدایی نسبت به نوسانات زیستی در گروه‌های دیرگرا یا میانه‌رو مرتبط باشد. همچنین، ماهیت آزمون استروپ که بیشتر جنبه بازداری شناختی دارد، ممکن است نسبت به تغییرات زمانی در همه افراد به یک میزان واکنش نشان ندهد (Vitale et al., 2019). عدم وجود تعامل معنادار بین تیپ زمانی و زمان تمرین در عملکرد شناختی، نشان می‌دهد که تفاوت‌های فردی در ریتم زیستی تنها در برخی از جنبه‌های عملکرد اجرایی اثرگذار است، و این اثر ممکن است به نوع تکلیف شناختی، درجه پیچیدگی آن، یا شرایط انگیزشی وابسته باشد (Vitale et al., 2019). به طور مشخص، عملکردهای شناختی اجرایی، به ویژه در تکالیفی با بار پردازشی محدود مانند آزمون استروپ، از پایداری بیشتری نسبت به نوسانات شبانه‌روزی برخوردارند و معمولاً تنها در شرایط خستگی شدید، محرومیت خواب یا عدم هم‌زمانی زیستی آشکار، دچار افت معنادار می‌شوند. از این‌رو، محدود بودن اثر ریتم شبانه‌روزی بر عملکرد شناختی در پژوهش حاضر را می‌توان نشانه‌ای از مقاومت نسبی این کارکردها در برابر تغییرات زمانی روز دانست، نه فقدان کامل تأثیر زیستی. این یافته‌ها نشان می‌دهد که برخلاف سیستم حرکتی، که مستقیماً تحت تأثیر نوسانات فیزیولوژیک چرخه شبانه‌روزی قرار دارد، عملکرد شناختی بیش از آن که تابع زمان روز باشد، به تعامل پیچیده‌ای از عوامل فردی، تکلیفی و محیطی وابسته است.

در یک تحلیل کل‌نگر، می‌توان گفت که اثرگذاری ریتم شبانه‌روزی بر عملکرد حرکتی نسبت به عملکرد شناختی همگانی‌تر، پیوسته‌تر و با حساسیت بالاتری مشاهده می‌شود. این تمایز شاید ناشی از آن باشد که سیستم حرکتی انسان در تعامل مستقیم‌تری با نوسانات دمای بدن، غلظت کورتیزول، و سایر شاخص‌های فیزیولوژیک تحت کنترل چرخه‌ی شبانه‌روزی قرار دارد؛ در حالی که عملکردهای شناختی، به ویژه در تکالیف ساده و کوتاه، ممکن است بیشتر تحت

^۱. Biological synchrony



تأثیر عوامل موقعیتی، انگیزشی و پردازشی قرار گیرند. به همین سبب، یافته‌ها اهمیت در نظر گرفتن تیپ زمانی و زمان تمرین را در طراحی برنامه‌های تمرینی، آموزشی و توان‌بخشی نشان می‌دهند و از لزوم حرکت به سمت تمرینات فردمحور حمایت می‌کنند (Kashani et al., 2018). در مطالعه ما، ذکر این نکته ضروری است که هیچ اثر متقابل معنی‌داری بین دو عامل «زمان اجرای آزمون استروپ» و «تیپ زمانی شرکت‌کنندگان» مشاهده نشد. یکی از دلایل احتمالی این یافته را می‌توان در عدم کنترل کامل عوامل مؤثر بیرونی نظیر سیکل قاعدگی، کیفیت خواب شب قبل از آزمون، میزان خستگی، دمای بدن، شرایط روحی، عاطفی و روانی دانست که همگی می‌توانند به عنوان متغیرهای مداخله‌گر بر عملکرد شناختی اثرگذار باشند. مطالعاتی وجود دارد که یافته‌های آن‌ها با نتیجه فوق همسو بوده و بیان می‌کنند که ریتم‌های شبانه‌روزی الزاماً تأثیر معناداری بر عملکردهای شناختی و حرکتی ندارند. برای نمونه، (Hojabarnia et al., 1396) نشان دادند بین بهره حافظه تیپ‌های صبحگاهی و عصرگاهی پس از تمرین هوازی تفاوت معناداری وجود ندارد. همچنین، در پژوهش (Kossowski et al., 2021) که تأثیر نور و کرونوتیپ بر حافظه فعال بررسی شد، هیچ تفاوتی میان افراد با تیپ‌های زمانی مختلف مشاهده نشد. در پژوهشی دیگر، (Sharifi et al., 2014) تأثیر کرونوتیپ را بر رفتارهای حرکتی با بررسی عملکرد مهارت دستی در زمان‌های مختلف روز بررسی کردند و دریافتند که کرونوتیپ تأثیر معناداری بر اجرای این مهارت‌ها ندارد.

از سوی دیگر، پژوهش‌هایی نیز وجود دارد که تأثیر ریتم شبانه‌روزی و هم‌زمانی بین زمان تمرین و تیپ زمانی را بر عملکرد شناختی یا حرکتی تأیید می‌کنند. برای مثال، (Wong et al., 2015) در مطالعه‌ای بر روی یادگیری صریح و ضمنی مهارت پرتاب دارت، نشان داد که تمرین در صبح برای افراد صبح‌فعال مؤثرتر است. مطالعه (Wong et al., 2015) نیز بر مؤثر بودن ریتم شبانه‌روزی بر یادگیری مهارت شنا تأکید دارد و تفاوت عملکرد تیپ‌های زمانی مختلف را در ساعات مختلف روز تأیید می‌کند. همچنین، در پژوهشی دیگر، (Vitale et al., 2019) به تحلیل تغییرات شبانه‌روزی در دو مؤلفه بازداري و انعطاف‌پذیری پرداختند و دریافتند که زوال این عملکردها در صبح زود یا شب می‌تواند تصمیم‌گیری را مختل کرده و خطای عملکردی ایجاد کند. (Kühnel et al., 2022) نیز در پژوهش خود نشان دادند که خلاقیت، خلق مثبت و خودکارآمدی خلاق تابعی از کرونوتیپ و زمان روز هستند، به طوری که افراد با تیپ دیرنگام در عصر عملکرد خلاقانه بهتری داشته‌اند.

نکته قابل تأمل در تفسیر این تناقضات، توجه به تفاوت در نمونه‌ها، سطح مهارت شرکت‌کنندگان (نخبه یا مبتدی)، نوع تکلیف (شناختی یا حرکتی)، ابزار سنجش و شرایط محیطی است. همان‌گونه که (Lastella et al., 2016) نیز اشاره کرده‌اند، کرونوتیپ در ورزشکاران نخبه نقش بیشتری در تعیین عملکرد ایفا می‌کند، در حالی که این تأثیر در ورزشکاران سطح پایین یا مبتدی کمتر دیده می‌شود. بنابراین، همسو یا ناهمسو بودن نتایج مطالعات پیشین را می‌توان تا حدی ناشی

از این عوامل زمینه‌ای دانست. یافته‌های پژوهش حاضر در کنار مرور مطالعات مرتبط، نشان می‌دهد که اثر تیپ زمانی و زمان اجرای فعالیت بر عملکردهای شناختی و حرکتی، به شدت وابسته به نوع تکلیف، ویژگی‌های فردی (نظیر سطح مهارت، آمادگی جسمانی و شناختی)، و شرایط زمینه‌ای (مانند موقعیت زیستی، روانی، یا محیطی) است. این وابستگی بیانگر پیچیدگی سازوکارهای زیستی-روانی در تعیین کارکردهای اجرایی و شناختی است. آنچه این پژوهش را متمایز می‌سازد، تأکید بر عدم وجود اثر متقابل معنادار میان زمان اجرا و تیپ زمانی در یک تکلیف خاص (آزمون استروپ) در شرایط کنترل‌شده تجربی است. این یافته از این جهت مهم است که توجه را به نقش متغیرهای پنهان و کمتر کنترل‌شده در پژوهش‌های میدانی و روان‌شناختی جلب می‌کند، نظیر نوسانات خلقی، خواب، تغذیه، و وضعیت روانی لحظه‌ای افراد. همچنین، تمایز بین تیپ‌های زیستی از منظر کاربردی نیز مطرح می‌شود. پژوهش‌هایی که عملکرد افراد را در تکالیف یادگیری، خلاقیت، یا هماهنگی حرکتی بررسی کرده‌اند، بعضاً نشان می‌دهند که هم‌زمانی تیپ زمانی و زمان اجرا می‌تواند اثربخش باشد. این یافته‌ها بیانگر آن است که در طراحی برنامه‌های آموزشی، تمرینی، یا ارزیابی عملکرد شناختی، بایستی نگاه انعطاف‌پذیر و شخصی‌سازی شده اتخاذ شود.

مطالعه حاضر همچون دیگر تحقیقات نیمه‌تجربی با برخی محدودیت‌ها مواجه بود که می‌تواند در تفسیر و تعمیم نتایج تأثیرگذار باشد. نخست، تمرکز پژوهش صرفاً بر تیپ زمانی شرکت‌کنندگان بود و سایر تفاوت‌های فردی نظیر ویژگی‌های شناختی، انگیزشی یا سبک یادگیری لحاظ نشد. دوم، کنترل بر کیفیت خواب شب قبل از آزمون برای شرکت‌کنندگان به طور کامل ممکن نبود؛ عاملی که می‌تواند بر عملکرد شناختی و حرکتی مؤثر باشد. همچنین شرایط تغذیه‌ای و مصرف احتمالی دارو یا مکمل‌ها تحت کنترل پژوهشگر قرار نگرفت. در کنار این موارد، وضعیت روانی - عاطفی شرکت‌کنندگان و میزان فعالیت بدنی یا خستگی پیش از اجرای آزمون نیز از جمله متغیرهای مداخله‌گری بودند که کنترل آن‌ها میسر نبود. این عوامل، به عنوان متغیرهای مزاحم بالقوه، می‌توانند بر تعامل بین کرونوتیپ و زمان اجرای تکالیف اثر بگذارند و باید در تفسیر نتایج مدنظر قرار گیرند. افزون بر محدودیت‌های یادشده، در پژوهش حاضر امکان استفاده از تحلیل فاکتوریال کامل به منظور بررسی هم‌زمان اثرات اصلی و اثر متقابل زمان اجرا $\times$ تیپ زمانی فراهم نبود. این تصمیم با توجه به ماهیت شبه‌آزمایشی متغیر تیپ زمانی و همچنین حجم نمونه محدود در هر یک از گروه‌ها اتخاذ شد. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، با بهره‌گیری از حجم نمونه بزرگ‌تر و طراحی‌های آزمایشی یا شبه‌آزمایشی قوی‌تر، از تحلیل‌های فاکتوریال کامل برای بررسی دقیق‌تر تعامل ریتیم‌های شبانه‌روزی و تیپ زمانی بر عملکردهای حرکتی و شناختی استفاده شود. با توجه به یافته‌های به دست آمده از این مطالعه، می‌توان پیشنهادهایی در دو سطح کاربردی و پژوهشی ارائه داد که می‌تواند در بهبود عملکرد شناختی و حرکتی نوجوانان و همچنین طراحی پژوهش‌های آتی سودمند واقع شوند. بر اساس یافته‌های فرضیه اول، پیشنهاد می‌شود مربیان تربیت بدنی و والیبال، برنامه تمرین مهارت پنجه را با در نظر گرفتن تیپ زمانی نوجوانان تنظیم کنند؛ به گونه‌ای که تمرین مهارت‌های حرکتی برای افراد صبح‌فعال در ساعات صبح (حدود ۸ تا ۱۱)، برای افراد عصرفعال در ساعات

عصر (حدود ۱۶ تا ۱۹) و برای افراد میانه‌رو در بازه‌های میانی روز برنامه‌ریزی شود. این هم راستاسازی زمانی می‌تواند منجر به بهبود معنادار اجرای مهارت‌های حرکتی در نوجوانان شود. بر اساس یافته‌های فرضیه دوم، از آنجا که افراد با تیپ زمانی صبح فعال در ساعات صبح عملکرد بهتری در تکلیف شناختی استروپ نشان دادند، پیشنهاد می‌شود مدارس و مراکز آموزشی، فعالیت‌های نیازمند توجه، بازداری شناختی و پردازش اطلاعات (مانند آزمون‌های توجه و حافظه) را، در صورت امکان، برای این گروه از یادگیرندگان در ساعات صبح برنامه‌ریزی کنند. این هم راستاسازی می‌تواند موجب افزایش دقت، کاهش زمان واکنش و بهبود بازده یادگیری شود. همچنین با توجه به تعامل ریتم شبانه‌روزی و ویژگی‌های زیستی-روانی دوران نوجوانی، پیشنهاد می‌شود والدین و نظام آموزشی در تنظیم برنامه‌های خواب، بیداری، تغذیه و مطالعه نوجوانان ۱۳ تا ۱۸ سال، به تفاوت‌های فردی در تیپ زمانی توجه داشته باشند تا زمینه بهینه‌سازی عملکرد تحصیلی، شناختی و هیجانی فراهم شود. در ادامه و با توجه به نتایج حاصل از پژوهش حاضر، پیشنهادهایی برای جهت‌گیری مطالعات آتی ارائه می‌شود که می‌تواند به تعمیق درک از تأثیر ریتم‌های شبانه‌روزی بر عملکردهای حرکتی و شناختی کمک کند:

۱. در مطالعات آینده جهت بررسی تأثیر ریتم‌های شبانه‌روزی بر اجرای تکلیف حرکتی و تکلیف شناختی از انواع دیگر تمرینات بدنی و شناختی استفاده گردد.
۲. با توجه به اینکه آزمودنیهای تحقیق، تنها سنین ۱۳-۱۸ را در بر می‌گرفت، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌هایی در سنین مختلف و قبل مدرسه، به بررسی تأثیر ریتم‌های شبانه‌روزی بر اجرای تکلیف حرکتی و تکلیف شناختی بپردازد.
۳. پیشنهاد می‌شود مطالعه‌ای مشابه اما با استفاده از گروه‌های بزرگ‌تر و طول دوره‌ی تمرینی طولانی‌تر به بررسی تأثیر ریتم‌های شبانه‌روزی بر اجرای تکلیف حرکتی و تکلیف شناختی انجام گیرد.
۴. پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی، تأثیر مدل‌های ترکیبی مختلف از تمرینات بدنی و شناختی (تمرین شناختی، شناختی قبل، بعد و با همزمان با تمرین بدنی) بر روی فاکتورهای شناختی کودکان صورت بگیرد.

References:

- Dehkordi, S., Najafian, P., & Mir, F. (1397). The effect of gender and circadian rhythm on motor memory performance and achievement motivation in youth. *Sport Psychology Studies*, 26, 195–211. <https://doi.org/10.22089/spsyj.2018.5531.1577>
- Entezari, M., Abdoli, B., & Shamsipoor Dehkordi, P. (2018). Determine the Timing of the Circadian Rhythm in Physical Training and Motor Imagery on Learning Tennis on Table Forehand in Individuals with Different Circadian. *Motor Behavior*, 10(33), 51-70. <https://doi.org/10.22089mbj.2018.1371>
- Faramarzi, M., Bazgir, B., Rahimi, M., & Shirvani, H. (2020). Effects of Circadian Rhythm on Physical and physiological Performance of Military forces- Narrative Review. *Journal of Military Medicine*, 22(4), 52-62 .

- Hojabarnia, R., Nezakat Al-Hosseini, M., Mohaedi, A., & Esfarjani, F. (1396). Comparison of memory capacity of morning-type and evening-type individuals in two training sessions: morning and evening. *Journal of Sport Management and Motor Behavior*, 25(13), 151-166 .
- Kakojibari, A. A. D., Mahnaz Amini, Fahimeh. (2018). The Effectiveness Of Working Memory Training On Attention Functions Of Students With Dyslexia Learning Disabilities. *Quarterly Journal of Social Cognition*, 7(13), 73-88 .
- Kashani, V., Shamsipor Dehkordi, P & ,Shahabi, N. (2018). The Effect of Circadian Rhythms and Variability of Physical Practice on the Enhancement based Consolidation Process in Explicit Motor Memory. *Motor Behavior*, 10(31), 87-108. <https://doi.org/10.22089/mbj.2018.1187>
- Kossowski, B., Drozdziel, D., Rode, K., Michałowski, J., Jankowski, K. S., Wypych, M.,...Marchewka, A. (2021). The influence of light exposure and chronotype on working memory in humans. *Acta Neurobiol Exp (Wars)*, 81(2), 111-120 .
- Kühnel, J., Bledow, R., & Kiefer, M. (2022). There is a time to be creative: The alignment between chronotype and time of day. *Academy of Management Journal*, 65(1), 218-247 .
- Lastella, M., Roach, G. D., Halson, S. L., & Sargent, C. (2016). The Chronotype of Elite Athletes. *J Hum Kinet*, 54, 219-225 .<https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0049>
- Martin-López, J., Pérez-López, A., Varillas-Delgado, D., & López-Samanes, Á. (2025). Influence of time-of-day on neuromuscular performance in team sport athletes: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1466050 .
- mohammadzadeh, a., javanmard, g., & sabouri beyrami, m. (2019). The comparison of cognitive and psychological performance between mothers of children with autism and mothers of normal children [Research]. *Journal of Psychological Science*, 18(73), 101-107 .
- Ramírez, a., García, A., & Valdez, P. (2012). Identification of circadian rhythms in cognitive inhibition and flexibility using a Stroop task. *Sleep and Biological Rhythms*, 10(2), 136-144. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1479-8425.2012.00540.x>
- Sato, K., Meng, F., Francis, H., Wu, N., Chen, L., Kennedy, L.,...Alpini, G. (2020). Melatonin and circadian rhythms in liver diseases: Functional roles and potential therapies. *J Pineal Res*, 68(3), e12639. <https://doi.org/10.1111/jpi.12639>
- Sharifi, G., Alireza Babai, M., Marjan, M., & Mohammad Hassan, E. (2014). The Effects of Daily Rhythms on Sports Functions and Physiological Variables of Immune Elite Swimmers . بین المللی کودکان سال دوم (11)، 79-.
- Vitale, J. A ., Banfi, G., Sias, M., & La Torre, A. (2019). Athletes' rest-activity circadian rhythm differs in accordance with the sport discipline. *Chronobiol Int*, 36(4), 578-586. <https://doi.org/10.1080/07420528.2019.1569673>
- Wong, P. M., Hasler, B. P., Kamarck, T .W., Muldoon, M. F., & Manuck, S. B. (2015). Social Jetlag, Chronotype, and Cardiometabolic Risk. *J Clin Endocrinol Metab*, 100(12), 4612-4620. <https://doi.org/10.1210/jc.2015-2923>
- Xu, S., Akioma, M., & Yuan, Z. (2021). Relationship between circadian rhythm and brain cognitive functions. *Front Optoelectron*, 14(3), 278-287. <https://doi.org/10.1007/s12200-021-1090-y>