Research in Sport Management and Motor Behavior, Volume 16 - Issue 31 / 2026

KHARAZMI UNIVERSITY

Research in Sport Management and Motor Behavior

Print ISSN: 2252-0716 - Online ISSN: 2716-9855

Impact Of Explicit And Implicit Learning Methods On The Anticipation Of Volleyball Hammer Service In Time Under Peripheral Fatigue

Motahare Sadat Fanian [1], Rasoul Yaali *[1], Farhade Ghadiri [1]

1.Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University of Tehran, Tehran, Iran.

Corresponding Author: Rasoul Yaali, r.yaali@khu.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type
Research Article

Article history
Received: 05 February 2026
Revised: 16 May 2026
Accepted: 06 June 2026

KEYWORDS:
Analogy Learning, Explicit Learning, Exhaustion, Verbal Instruction

How to Cite:
Motahare Sadat Fanian, Rasoul Yaali, Farhade Ghadiri. **Impact Of Explicit And Implicit Learning Methods On The Anticipation Of Volleyball Hammer Service In Time Under Peripheral Fatigue,** *Research in Sport Management & Motor Behavior, 2026: 16(31):1-20*

ABSTRACT

Background and Aim: Accurate anticipation of the opponent's serve in volleyball, particularly under fatigue, is crucial for successful performance. Different instructional approaches, such as analogy learning and explicit learning, have been proposed to enhance anticipatory skills. The present study aimed to investigate the effects of analogy and explicit learning methods on volleyball serve anticipation under fatigue.

Methods: In this quasi-experimental study, 40 female students aged 18–24 years were selected using convenience sampling and randomly assigned to four groups: explicit learning–nonfatigued, explicit learning–fatigued, analogy learning–nonfatigued, and analogy learning–fatigued. The analogy learning groups practiced the overhand (hammer) serve using a skill-simulation (analogy) approach, whereas the explicit learning groups were instructed using a traditional, technique-focused method. Fatigue was induced using the Lyons protocol. Anticipation accuracy and response time were recorded via SuperLab software. Data were analyzed using two-way analysis of variance.

Results: The main effects of fatigue, practice type, and the fatigue × practice interaction on anticipation speed in correct trials, as well as on anticipation speed in incorrect trials, were not statistically significant. However, the fatigue × practice interaction effect on anticipation accuracy in correct trials (p=0/002)and the main effect of practice type on anticipation accuracy in incorrect trials (P=0/019)were statistically significant.

Conclusion: The impact of fatigue on anticipation accuracy appears to depend on the adopted learning method. Analogy learning may help maintain the accuracy of volleyball serve anticipation under fatigued conditions more effectively than explicit learning.

Published by *Kharazmi University, Tehran, Iran*. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under the CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

پژوهش در مدیریت ورزشی و رفتار حرکتی

دانشگاه خوارزمی

تأثیر روش‌های یادگیری قیاسی و آشکار بر پیش‌بینی سرویس چکشی والیبال تحت شرایط خستگی پیرامونی

مطهره‌السادات فانیان [۱]، رسول یاعلی* [۱]، فرهاد قدیری [۱]

۱. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی تهران، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: رسول یاعلی، r.yaali@khu.ac.ir

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: علمی–پژوهشی

دریافت: ۱۶ بهمن ۱۴۰۴

ویرایش: ۲۶ اردیبهشت ۱۴۰۵

پذیرش: ۱۶ خرداد ۱۴۰۵

واژه های کلیدی:

یادگیری پنهان، یادگیری آشکار، واماندگی، دستورالعمل کلامی

ارجاع:

مطهره السادات فانیان، رسول یاعلی، فرهاد قدیری. **تأثیر روش های یادگیری قیاسی و آشکار بر پیش‌بینی سرویس چکشی والیبال تحت شرایط خستگی پیرامونی.** *پژوهش در مدیریت ورزشی و رفتار حرکتی*، ۱۴۰۵؛ ۱۶(۳۱): ۲۰-۱

چکیده

مقدمه و هدف: پیش‌بینی صحیح سرویس حریف در والیبال، به‌ویژه در شرایط خستگی، نقش مهمی در عملکرد موفق بازیکنان دارد. یکی از راهبردهای پیشنهادی برای ارتقای مهارت‌های پیش‌بینی، استفاده از روش‌های مختلف یادگیری از جمله یادگیری قیاسی و یادگیری آشکار است. هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر دو روش یادگیری قیاسی و آشکار بر مهارت پیش‌بینی سرویس والیبال در شرایط خستگی بود.

روش: در این پژوهش نیمه‌تجربی، ۴۰ دانشجوی دختر ۱۸ تا ۲۴ سال به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و به‌طور تصادفی در چهار گروه «یادگیری آشکار سرحال»، «یادگیری آشکار خسته»، «یادگیری قیاسی سرحال» و «یادگیری قیاسی خسته» تقسیم شدند. گروه یادگیری قیاسی از روش شبیه‌سازی مهارت و گروه یادگیری آشکار از روش سنتی برای اجرای سرویس چکشی والیبال استفاده کردند. برای القای خستگی از پروتکل لیونز استفاده شد. به‌منظور سنجش دقت و سرعت پیش‌بینی، از نرم‌افزار SuperLab بهره گرفته شد. داده‌ها با آزمون آنالیز واریانس دوراهه تحلیل گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد اثر اصلی خستگی، نوع تمرین و اثر تعاملی خستگی–تمرین بر سرعت پیش‌بینی در کوشش‌های صحیح و نیز بر سرعت پیش‌بینی در کوشش‌های اشتباه معنی‌دار نبود. بااین‌حال، اثر تعاملی خستگی–تمرین بر دقت پیش‌بینی در کوشش‌های صحیح ($p=۰/۰۰۲$) و اثر نوع تمرین بر دقت پیش‌بینی در کوشش‌های اشتباه ($p=۰/۰۱۹$) معنی‌دار بود.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد تأثیر خستگی بر دقت پیش‌بینی سرویس والیبال به نوع الگوی یادگیری اتخاذشده بستگی دارد و یادگیری قیاسی در مقایسه با یادگیری آشکار می‌تواند در حفظ دقت پیش‌بینی در شرایط خستگی کارآمدتر باشد.

Extended Abstract

Instructions provided to learners can significantly enhance the acquisition of motor skills. Depending on the presence or absence of verbal instructions regarding the task being learned, learning can be investigated under two processes: explicit and implicit. Explicit learning involves step-by-step instructions, prompting the learner to accumulate declarative knowledge about the skill and execute it based on this knowledge. Providing learners with explanations about the goal and execution of the task causes information to be processed consciously, requiring processes such as awareness, attention, and proper performance. In contrast, implicit learning engages the individual without awareness of underlying rules and without receiving explicit instructions. According to Seger, implicit learning has specific criteria: knowledge is acquired without conscious awareness, it applies to complex tasks rather than simple associative ones, and the neural mechanisms differ from the hippocampal system.

One type of implicit learning is “analogy learning,” which is used to apply the benefits of implicit learning in sports. In analogy learning, detailed explicit instructions are replaced by a biomechanical metaphor that describes the fundamental movement dynamics. This encapsulates complex rule structures into a simple concept (e.g., instructing a table tennis player to move the bat as if drawing the hypotenuse of a right-angled triangle). Studies by Masters and others have shown that analogy learning reduces the involvement of conscious processing and working memory, making performance robust under secondary task pressure.

Furthermore, accurate anticipation of environmental events is crucial for athletes’ success. Anticipation is a strategy to reduce response time and processing stages, heavily relying on past experiences stored in long-term memory, selective attention, and pattern recognition. Athletes in dynamic team sports like volleyball must simultaneously perform a range of perceptual-motor skills and make rapid decisions under physiological and psychological stress. Under pressure, athletes using explicit knowledge may experience a breakdown in automatic control because they revert to step-by-step conscious processing, which overloads working memory.

Continuous practice induces fatigue, a vital condition affecting motor programs. Fatigue can be peripheral (physiological, lactic acid accumulation) or central (cognitive/psychological), negatively impacting both the execution and learning of a skill. Implicit learning operates independently of working memory and leaves a large portion of attentional resources intact. Therefore, under fatiguing conditions where decision-making is impaired, implicit learners can process information without performance disruption. Given the contradictory results in previous literature regarding anticipation under pressure and fatigue, and the lack of studies comparing analogy and explicit learning in these conditions, this study aimed to investigate the effect of analogy and explicit learning methods on the anticipation of the volleyball hammer serve under peripheral fatigue.

Methodology

This research was a quasi-experimental study with a pre-test/post-test design. The sample size was calculated using G*Power software for ANOVA studies, considering a Type I error (α) of 0.05, a power of 0.70and an effect size of 0.40. The statistical sample consisted of 40 female undergraduate students aged 18 to 24 years, who were selected via convenience sampling and randomly assigned to four groups: Implicit (Analogy) Fatigued, Implicit (Analogy) Non-Fatigued, Explicit Fatigued, and Explicit Non-Fatigued. Inclusion criteria required participants to be right-handed novices with no history of volleyball activity and free from visual, auditory, or cardiovascular diseases.

Following a pre-test, participants underwent an 8-week training program (3 sessions per week, 70 minutes per session) to learn the volleyball hammer serve. The analogy learning groups were instructed to strike the ball “as if hitting a stone,” whereas the explicit learning groups received traditional, step-by-step technical instructions. Once the movement pattern was established (achieving at least 70%accuracy hitting a target zone), the post-test phase commenced.

To induce fatigue in the “fatigued” groups, the Lyons (2006) protocol was utilized on a treadmill. Participants ran at speeds of 6, 7, and 888 km/h at a constant 3%incline, with the speed increasing by 1 km/h every 30 seconds until they reached 90%of their maximum heart rate reserve, calculated using the Karvonen formula. The Borg scale was also used to assess perceived exertion.

Once the target fatigue level was reached, anticipation skills were measured

using SuperLab software. Participants watched a 303030-second video containing 24trials. The video paused after each serve, and participants had to anticipate the direction of the serve (left or right) and press the correct button as quickly as possible. The software automatically recorded anticipation accuracy (correct/incorrect responses) and reaction time. Data were analyzed using the Shapiro-Wilk test for normality, Levene's test for homogeneity of variances, Two-Way ANOVA, and Tukey's post-hoc test, with the significance level set at p≤0.05.

Results

Table 1 presents the Two-Way ANOVA results. The analysis indicated a significant interaction effect of fatigue and training type on Anticipation Accuracy in correct trials (P=0.002). Additionally, a significant main effect of fatigue was observed on Anticipation Accuracy in incorrect trials (P=0.01). No significant main or interaction effects were found for Anticipation Speed in either correct or incorrect trials (P>0.0).

Table 1- Two-Way ANOVA Results for Anticipation Speed and Accuracy.

Variables	Effect	FFF-value	η2\eta^2η2	P-value
Anticipation Speed (Correct & Incorrect)	Interaction (Fatigue ×\times× Training)	-	-	>0.05
Anticipation Accuracy (Correct)	Interaction (Fatigue ×\times× Training)	11.29	0.291	0.002∗
Anticipation Accuracy (Incorrect)	Main Effect (Fatigue)	6.12	0.174	0.019∗

P≤0.05P \le 0.05P≤0.05: Significant difference (∗^\ast∗).

The One-Way ANOVA results showed a significant difference among the groups regarding Anticipation Accuracy in correct trials (F=4.98, P=0.00).

The Tukey post-hoc test revealed a significant difference specifically between the Analogy Non-Fatigued and Analogy Fatigued groups (P=0.006), indicating that the non-fatigued analogy group performed significantly better in predicting correctly. However, no significant difference was found in other pairwise comparisons (P>0.05).

Furthermore, the results indicated that the independent main effect of training

type (Analogy vs. Explicit) on both anticipation speed and accuracy in correct trials was not significant (P>0.05).

Discussion and Conclusion

Fatigue is a major factor influencing athletic execution. If sensory systems provide inaccurate information due to peripheral fatigue, or if the central nervous system is disrupted, performance deteriorates. The findings of this study revealed that fatigue, learning type, and their interaction did not significantly affect anticipation speed. This aligns with Salmin et al. (201320132013), who found anticipation speed relates more to age than fatigue, but contradicts Aravin et al. (201420142014). This discrepancy might be due to the sample type; previous studies often used elite athletes, whereas this study used novice female students. Furthermore, the virtual nature of the anticipation test (using software rather than a real-court scenario) may explain why cognitive processing speed was not heavily affected by physical fatigue.

Crucially, the interaction between fatigue and learning method significantly impacted anticipation accuracy in correct trials. The Analogy Non-Fatigued group demonstrated superior accuracy compared to the Analogy Fatigued group. This supports Smith et al. (201620162016) and Lyons et al. (201320132013), who concluded that physical and mental fatigue severely impairs accuracy. Fatigue numbs muscle spindles, reduces efferent motor responses, and causes cognitive disruptions that impair rapid perceptual processing.

Interestingly, the main effect of the learning type (analogy vs. explicit) on anticipation accuracy and speed was not independently significant, which contrasts with several previous studies (e.g., Masters & Lee, 200120012001; Tzetzis et al., 201520152015) that found analogy learning vastly superior under pressure. This inconsistency might be attributed to the small sample size and the lack of high ecological validity in the testing phase (training on a court vs. testing on a computer screen).

The results also resonate with Fitts's Law regarding the speed-accuracy trade-off. Because the test demanded high spatial accuracy, the complexity index increased, leading participants to sacrifice speed to maintain accuracy, which explains the significant impacts on accuracy rather than speed variables.

In conclusion, anticipation is a critical perceptual skill in sports, allowing athletes to make rapid decisions based on pre-contact cues. The impact of fatigue on anticipation accuracy depends significantly on the adopted learning model. While fatigue inevitably degrades physical readiness, analogy (implicit) learning can help stabilize cognitive resources and working memory, potentially making athletes more resilient to the debilitating cognitive effects of physical exhaustion. Coaches and trainers are advised to incorporate analogy instructions in their training regimens and teach the relationship between fatigue and anticipation to help athletes maintain high-level decision-making and accuracy during the exhausting final stages of matches. Future research should investigate these variables across different age groups, genders, and elite athletic populations.

Keywords: Analogy learning, Explicit learning, Exhaustion, Verbal instruction.

مقدمه

دستورالعمل‌هایی که به یادگیرندگان داده می‌شود می‌تواند یادگیری مهارت‌های حرکتی را افزایش دهد (۱). برحسب وجود یا عدم وجود دستورالعمل کلامی تکلیف در حال یادگیری، می‌توان یادگیری را تحت دو فرایند آشکار و پنهان بررسی کرد. یادگیری آشکار[1] شامل دستورالعمل مرحله‌به‌مرحله است. وجود دستورالعمل مرحله‌به‌مرحله در طی یادگیری آشکار موجب می‌شود که یادگیرنده مجموعه‌ای دانش اخباری راجع به مهارت در حال یادگیری را جمع‌آوری و بر اساس همین دانش، مهارت را آموخته و اجرا کند (۲). علاوه بر این دادن توضیحات لازم به یادگیرنده در مورد هدف و نحوه انجام تکلیف، باعث می‌شود اطلاعات در سطح آگاهانه پردازش شوند و نیازمند فرایندهایی چون هوشیاری، توجه و عملکرد مناسب هستند (۳). برخلاف یادگیری آشکار، در یادگیری پنهان[2] فرد بدون آگاهی از قواعد موجود و بدون دریافت دستورالعمل در فرایند یادگیری درگیرمی‌شود (٤). عدم ارائه دستورالعمل آشکار به یادگیرندگان باعث می‌شود فرد، فرایندی را برای پردازش به کار گیرد که از طریق آن بدون آگاهی از مراحل اجرای مهارت آن را اجرا کند (۵). ازنظر سگر یادگیری پنهان دارای چهار ویژگی و معیار است:۱- اینکه دانش کسب‌شده در یادگیری پنهان بدون هوشیاری و آگاهی است.۲- در یادگیری پنهان فقط تکالیفی شامل اطلاعات پیچیده باشند و فراتر از یک ارتباط انفرادی ساده با شمارش متناوب هستند، به‌حساب می‌آیند.۳- با جود اینکه یادگیری پنهان به‌طور غیر هوشیارانه کسب می‌شود اما نتیجه اتفاقی نوع و مقدار شناختی اجراشده روی محرک است و ممکن است آزمودنی‌ها از طریق استراتژی هوشیاری مانند چشم‌پوشی از بخش معینی از محرک، یادگیری پنهان را تحت تأثیر قرار دهد.٤-مکانیسم عصبی یادگیری پنهان با سیستم هیپوکامپی متفاوت است (٦) (۷).

یکی از انواع مختلف یادگیری پنهان، یادگیری قیاسی است که برای بکار بردن مزایای یادگیری پنهان در زمینه‌های ورزشی و سایر زمینه‌های حرکتی، به کار برده می‌شود (۸). در یادگیری قیاسی دستورالعمل آشکار مفصل درباره تکنیک درست به‌وسیله قیاس جایگزین شده است. قیاس به‌عنوان استعاره بیومکانیکی عمل می‌کند که در آن دینامیک حرکتی بنیادی که زیربنای تکلیف کارآمد است را توصیف کرده و ساختار قانون پیچیده مهارت در حال یادگیری را در قالب یک استعاره بیومکانیکی ساده تلفیق می‌کند(۹). هرچند که دانش قیاس به‌صورت کلامی در دسترس یادگیرنده است اما دانش مربوط به دینامیک زیربنای حرکت را در دسترس او قرار نمی‌دهد اما منجر به بهبود عملکرد می‌شود(۱۰). در ادبیات یادگیری حرکتی، ساختار قانون پیچیدهٔ مهارت در یادگیری قیاسی ممکن است در یک جمله کوتاه خلاصه شود، توسط فردی قابل گزارش دادن است، علی‌رغم آن، فرد را به قواعد و مکانیک زیربنای حرکت آگاه نمی‌سازد و اطلاعاتی در این مورد به او نمی‌دهد، به‌عنوان‌مثال به بازیکن تنیس در زمان اجرای تاپ اسپین گفته می‌شود که دستت را هنگام ضربه، طوری حرکت بده که انگار وتر یک مثلث قائم‌الزاویه را رسم می‌کنید (۱۱) یا در مرحله آخر شوت بسکتبال از بازیکن می‌خواهند توپ را طوری به سمت تور رها کند که انگار می‌خواهد کیکی را از سبدی که ارتفاع بالاست بردارد

1. Explicit learning
2. Implicit learning

(۱۲). مسترز و لی (۲۰۰۱) عملکرد گروه قیاسی را تحت‌فشار تکلیف ثانویه سنجیدند و عدم افت عملکرد را مشاهده کردند. آن‌ها اظهار داشتند که یادگیری توسط قیاس، مشارکت پردازش آشکار آگاهانه و یا حافظه کاری را در اجرای مهارت کاهش می‌دهد (۱۱). همچنین در این راستا نتایج تحقیقات پیشین حاکی از پیشرفت دقت شوت فوتبال (۱۳)، عملکرد سالمندان در تکلیف دوگانه[1] (۱٤)، دقت و سرعت در پیش‌بینی مهارت (۱۵) ناشی از یادگیری پنهان (قیاسی) بود. علاوه بر این در رابطه با خستگی، نتایج تحقیقات کاهش دقت پاس فوتبال (۱٦)، کاهش دقت پرتاب و سرعت آزاد توپ هندبال (۱۷)، کاهش دقت ضربه زمینی تنیس (۱۸)، کاهش سرعت و دقت تصمیم‌گیری در فوتبال و اثر نامطلوب بر اکثر رفتارهای جستجوی بینایی (۱۹) را نشان دادند.

علاوه بر این یکی از مهم‌ترین دلایل موفقیت ورزشکاران پیش‌بینی[2] درست رخدادهای محیطی است. پیش‌بینی، یک استراتژی جهت کاهش زمان پاسخ حتی کاهش مراحل پردازش است که به‌طور طبیعی به هنگام پاسخ به یک محرک به کار می‌رود (۲۰). پیش‌بینی در ورزشکاران به تجربیات گذشته آن‌ها که در حافظه بلندمدت نگهداری می‌شود بستگی دارد. در این زمینه توجه انتخابی و شناسایی الگو مهم است. توجه انتخابی به فرد اجازه می‌دهد که از بین پیش نشانه‌های مربوط به قسمت‌های خاصی از زمینه الگو را جستجو کند درحالی‌که شناسایی الگو، توانایی تشخیص آن چیزی است که می‌خواهد اتفاق بیافتد. پیش‌بینی بستگی به تشخیص رویدادها دارد که باعث ایجاد فراهم‌سازها می‌گردد(۲۱).

ورزشکاران ورزش‌های تیمی مانند والیبال و بسکتبال در محیط‌های کاملاً داینامیک تحت محدودیت زمانی قرار می‌گیرند به‌طوری‌که در کوتاه‌ترین زمان ممکن باید بهترین عملکرد را در مقابل حریفان خود داشته باشند که این تمرینات مکرر در حیطه‌های ورزشی شاید سبب تغییر در میزان توانایی‌های ادراکی ورزشکاران شود (۲۲). در بسیاری از رشته‌های ورزشی، ورزشکاران باید هم‌زمان طیف وسیعی از مهارت‌های ادراکی حرکتی و تصمیم‌گیری را حین اجرا انجام دهند و بتوانند هم‌زمان با آن، فشارهای فیزیولوژیکی و روانی را نیز تحمل نمایند. مسترز (۱۹۹۲) اظهار داشت یکی از دلایل افت عملکرد تحت‌فشار این است که دانش آشکار مرتبط با حرکت، بازپردازش خودکار می‌شود و این امر منجر به اختلال در کنترل خودکار حرکت می‌شود. به‌عبارت‌دیگر، به‌جای اجازه دادن به اجزای خودکار، تحت‌فشار، اجراکننده به‌طور آگاهانه تلاش می‌کند تا حرکت را در مدلی مرحله‌به‌مرحله و با استفاده از دانش آشکار مرتبط با حرکت، کنترل کند (۲۳). کنترل آگاهانه نیازهای زیادی را نیز روی منابع حافظه کاری قرار می‌دهد که ممکن است به افت عملکرد منجر شود (همسو با نظریه پردازش کارآمد)، بنابراین فرضیه بازپردازش آگاهانه بیان می‌کند که افت عملکرد می‌تواند به‌عنوان نتیجه میزان پردازش (کمیت) یا نوع اطلاعات پردازش‌شده (کیفیت) در نظر گرفته شود(۲٤).

ورزشکاران ماهر با استفاده از پردازش خودکار اجرای بهتری دارند، اما در موقعیت پر استرس مجبور به تفکر زیاد شده و سعی در کنترل حرکات به روش هوشیارانه می‌شود، همچنین تحت شرایط پر استرس ظرفیت

1. Secondary task
2. Anticipation

حافظه کوتاه‌مدت به حد کافی برای گنجایش آن‌ها مناسب نیست. وقتی فشار بازی زیاد می‌شود به دلیل توجه به قطعات دیگر، توجه کمتری به قسمت‌های دیگر معطوف می‌کند. هنگام که ظرفیت حافظه کوتاه‌مدت، کوچک و توجه تحت شرایط پراسترس باریک می‌شود، قطعه مهمی از اطلاعات، مثل تغییرات ناگهانی حریف مورد پردازش قرار نمی‌گیرد(۲۵). در همین راستا شیم و کارلتون (۲۰۰۵) بیان کردند که ورزشکاران خیلی ماهر، اطلاعات بینایی حاصل از الگوی حرکتی حریف را درک کرده و از آن اطلاعات برای پیش‌بینی حرکت استفاده می‌کنند (۲۶). علاوه بر این تمرینات مداوم و پشت سرهم موجب خستگی می‌گردد و این عامل یکی از عوامل مؤثر بر اکتساب مهارت‌های حرکتی است. خستگی یکی از شرایط مهم احتمالی مؤثر بر برنامه حرکتی و پارامتر است که افراد فراگیر در طی یادگیری مهارت‌های حرکتی از طریق تمرین بدنی به‌کرات آن را احساس می‌کنند (۲۶). اعتقاد به این است که یادگیری در اثر تمرین بدنی در شرایط خستگی نیز اتفاق می‌افتد که این موضوع را تحت عنوان بازداری واکنش‌گر تعریف می‌کنند (۲۷). خستگی ممکن است فیزیولوژیک و درد عضلانی، تجمع اسیدلاکتیک در عضلات، کاهش منابع انرژی بدن، به هم خوردن تعادل حیاتی آب و الکترولیت‌های بدن و یا روانی باشد که هم بر اجرا وهم یادگیری یک مهارت تأثیر منفی خواهد گذاشت (۲۸). خستگی فیزیولوژیک سرعت انجام مهارت‌های حرکتی را مختل کرده و خستگی مرکزی و شناختی روانی دقت انجام مهارت‌های حرکتی را دچار مشکل می‌سازد (۲۹).

یادگیری پنهان مستقل از حافظه کاری عمل می‌کند و بخش بزرگی از منابع توجه را دست‌نخورده باقی می‌گذارد، بنابراین در شرایطی مانند خستگی که فرد در تصمیم‌گیری با مشکل مواجه می‌شود، می‌تواند اطلاعات را بدون اختلال با عملکرد مهارت در حافظه کاری پردازش کند. درحالی‌که در یادگیری آشکار به سبب وابستگی به حافظه کاری و اشغال منابع توجه، پردازش اطلاعات برای تصمیم‌گیری پیچیده با عملکرد مهارت ایجاد اختلال می‌کند. علاوه بر این یادگیری آشکار و پنهان نیز از نظر جهت توجه، متفاوت هستند و در یادگیری آشکار فرد توجه را به اجرای خود حرکت معطوف می‌کند و در یادگیری پنهان، توجه آشکار به اجرای حرکت کاهش می‌یابد یا از آن جلوگیری می‌کند. همچنین با توجه به اینکه در آموزش مهارت‌های حرکتی روزبه‌روز روش‌ها و راهکارهای جدیدی ابداع می‌شود و مربیان تلاش می‌کنند از هر روشی برای عملکرد بهتر و یادگیری بیشتر استفاده کنند، ازاین‌رو نتایج این تحقیق می‌تواند به مربیان در ارائه دستورالعمل‌های تمرینی به یادگیرنده‌ها کمک کند تا هنگام تمرین و مسابقه عملکرد بهتری از خود نشان دهند. همچنین با توجه به اینکه تحقیقاتی که در زمینه پیش‌بینی انجام‌شده از مقایسهٔ بین روش‌های آموزشی متفاوت استفاده کرده‌اند و نتایج متناقضی را گزارش کرده‌اند. طی تحقیقی جورج و همکاران (۲۰۱۵) نشان داده شد که در شرایط تحت‌فشار میزان دقت پیش‌بینی کاهش می‌یابد (۳۰) این در حالی است که در مطالعه رشیدی و همکاران (۱۳۹۵) اثر خستگی بر زمان‌بندی پیش‌بینی آزمودنی‌ها معنادار نبود (۳۱). با توجه به اینکه در این زمینه مطالعه‌ای انجام‌نشده است و خلأ این‌چنین مطالعه‌ای احساس می‌شود؛ بنابراین منطقی و ضروری به نظر می‌رسد تا تأثیر روش‌های یادگیری قیاسی و آشکار بر مهارت پیش‌بینی تحت شرایط خستگی موردبررسی قرار گیرید؛ بنابراین هدف این تحقیق بررسی اثر روش‌های یادگیری قیاسی و آشکار بر پیش‌بینی سرویس چکشی والیبال تحت شرایط خستگی پیرامونی است.

روش‌شناسی

روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی، با طرح پیش‌آزمون – پس‌آزمون است. تعداد نمونه بر اساس برنامه محاسبه تعداد نمونه GPower برای مطالعات تحلیل واریانس محاسبه شد که با در نظر گرفتن اندازه خطای نوع اول ۰/۰۵، توان ۰/۷ و اندازه اثر ۰/٤ و برای ٤ گروه تعداد نمونه آماری شامل ٤۰ نفر از دانشجویان دختر مقطع کارشناسی دانشگاه خوارزمی با دامنه سنی ۱۸–۲٤ سال بود که به‌صورت تصادفی و در ٤ گروه انتخاب شدند. معیارهای ورود به تحقیق شامل مبتلا نبودن به بیماری‌های بینایی، شنوایی، جسمی – حرکتی و هرگونه بیماری قلبی – عروقی و همچنین مبتدی بودن و نداشتن سابقه فعالیت در رشته والیبال و راست درست بودن (از پرسشنامه دست برتری ادینبورگ استفاده‌شده) و معیارهای خروج نیز: عدم حضور شرکت‌کنندگان در جلسات تمرینی، عدم تکمیل فعالیت برای دویدن بر روی تردمیل، عدم علاقه به ادامه همکاری بود. پس از انتخاب نمونه شرکت‌کنندگان به‌صورت تصادفی در ٤ گروه (که انتخاب تعداد آزمودنی‌ها با توجه به تحقیقات قبلی در ٤ گروه انجام شد.) یادگیری پنهان خسته، پنهان سرحال، آشکار خسته و آشکار سرحال قرار گرفتند. بعد از تقسیم شدن آزمودنی‌ها در گروه‌های مورد ابتدا از آن‌ها پیش‌آزمون به عمل آمد و بعد به مدت ۸ هفته و سه جلسه در هفته و هر جلسه ۷۰ دقیقه آموزش سرویس چکشی والیبال آموزش دیدند بعد از آخرین جلسه تمرین مطابق پیش‌آزمون از آزمودنی‌ها پس‌آزمون گرفته شد. دستورالعمل برای گروه‌های آموزشی در مراحل تمرین بدین‌صورت بود که به گروه آموزش قیاسی گفته شد طوری به توپ ضربه بزنند که انگار به سنگی ضربه می‌زنند اما به گروه آشکار به‌صورت سنتی (مرحله‌به‌مرحله) آموزش داده شد. بعد از جلسات اولیه از آزمودنی‌ها خواسته شد به‌صورت هدف‌دار به منطقه مشخص‌شده سرویس بزنند وقتی‌که از درک الگوی حرکتی اطمینان حاصل شد (کسب حداقل ۷۰ درصد نمره حاصل از اصابت توپ به مکان مورد نظر) به حد مورد نظر ما رسیدند. از آن‌ها (گروه آشکار خسته و گروه قیاسی خسته) خواسته شد برای اعمال خستگی از تردمیل استفاده کنند، پروتکل مورد نظر برای رسیدن به وضعیت تمرین با شدت بالا بر طبق آزمون لیونز (۲۰۰٦) بود. طبق این پروتکل بازیکنان با سرعت‌های ٦ و ۷ و ۸ کیلومتر بر ساعت بر اساس آمادگی بدنی‌شان روی نوار گردان شروع به دویدن کردند. شیب نوار گردان در این آزمون ۳٪ و ثابت بوده و هر ۳۰ ثانیه یک کیلومتر بر ساعت بر سرعت حرکت اضافه شد تا بازیکن به‌شدت مورد نظر برسد که ۹۰٪ ضربان قلب ذخیره[1] بود.

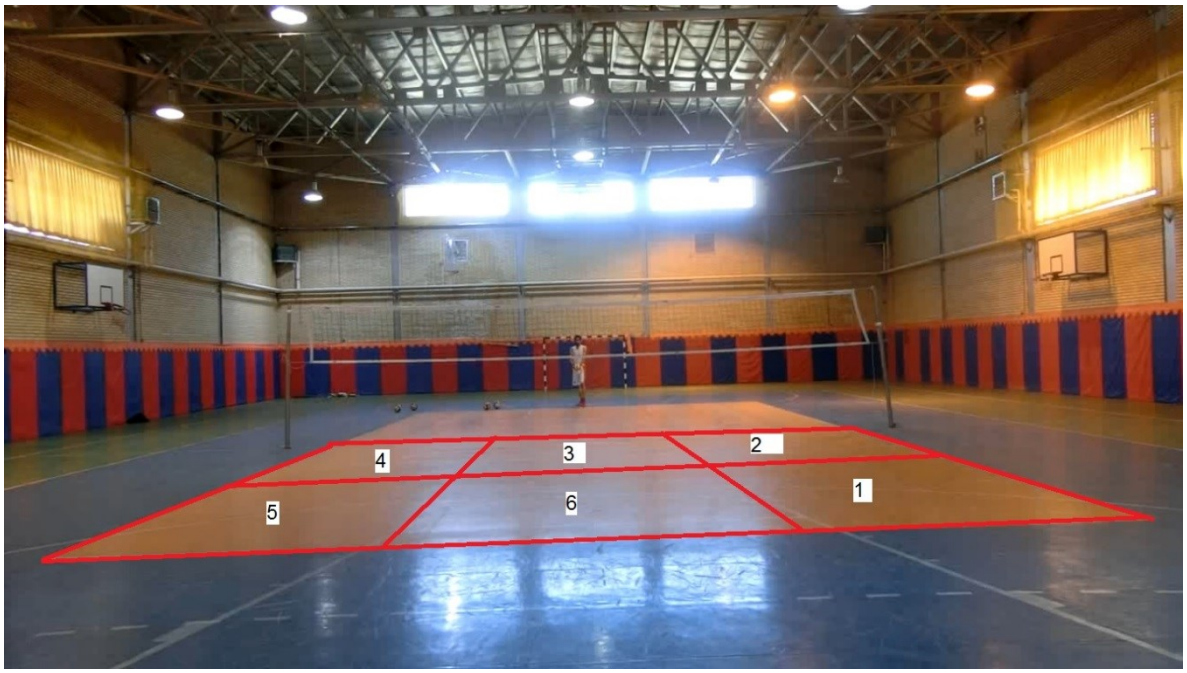
طبق فرمول کارونن[2]

$$THR = HR_{rest} + x(HR_{max} - HR_{rest})$$

ضربان قلب آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. بدین‌صورت که از شرکت‌کنندگان خواسته شد که به مدت ۱۰ دقیقه در مکانی بدون سروصدا و آشفتگی‌های بصری، در حالت استراحت بمانند تا ضربان قلب آن‌ها اندازه‌گیری شود. حداکثر ضربان قلب از تفریق سن فرد از عدد ۲۲۰ به دست می‌آمد و با استفاده از روش کارونن تعداد

1. HRR
2. Karvonen

ضربان قلب هریک از آزمودنی‌ها در شدت‌های ٪۵۰ و ٪۸۰ تمرینی محاسبه شد. بعدازاینکه شرکت‌کنندگان به حد مورد نظر خستگی رسیدند (۱٤) (برای بررسی خستگی از پرسشنامه خستگی بورگ استفاده شد)، پیش‌بینی آنان توسط نرم‌افزار super lab مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. بدین‌صورت که فیلمی به مدت ۳۰ ثانیه، ۲٤ کوشش برای آزمودنی پخش می‌شد و بعد از هر ضربه، فیلم متوقف می‌شد. شرکت‌کنندگان باید جهت سرویس حریف (چپ یا راست) مسیری که توپ فرود می‌آمد را پیش‌بینی و با فشار دکمه صحیح در کوتاه‌ترین زمان ممکن پاسخ می‌دادند. میزان دقت پیش‌بینی (پاسخ‌های درست و غلط) و زمان عکس‌العمل آن به‌صورت خودکار توسط نرم‌افزار ثبت می‌شد. در این تحقیق جهت بررسی همگنی واریانس گروه‌ها از آزمون لون[1] و برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو- ویلک و برای تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس دو راهه و برای مقایسه جفت میانگین‌ها از آزمون تعقیبی[2] استفاده گردید. همچنین سطح معناداری آماری $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.



یافته‌ها

اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها در جدول یک نشان داده‌شده است.

1 -Leven
2 -Two-way Analyze Of variance

جدول ۱- جدول اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها	یادگیری قیاسی								یادگیری آشکار							
	سرحال				خسته				سرحال				خسته			
	RT صحیح	RT غلط	دقت پیش‌بینی صحیح	دقت پیش‌بینی غلط	RT صحیح	RT غلط	دقت پیش‌بینی صحیح	دقت پیش‌بینی غلط	RT صحیح	RT غلط	دقت پیش‌بینی صحیح	دقت پیش‌بینی غلط	RT صحیح	RT غلط	دقت پیش‌بینی صحیح	دقت پیش‌بینی غلط
میانگین	۳/۰۸	۲/۹٤	۱/۰۳۵	۱۲/۱٦	۳/۲۰	۲/۹۵	۱/۰۱	۱۳/۱٦	۲/۹۷	۲/۳۹٤	۱/۰۱۵	۱۱/۷۱	۲/٦۹	۲/۹٦	۰/۸۷	۱۱/۷
انحراف - معیار	۰/۳٦	۰/۲۷	۰/۰۷	۲/۱۳	۰/۲۷	۰/۲۰	۰/۰۷	۲/۱۳	۰/۱۷	۰/۳۱	۰/۰۵	۲/٤۹	۱/۳٦	۰/۳۸	۰/٤٤	۲/٤۹

نتایج تحلیل واریانس دوراهه برای اثر تعاملی خستگی و نوع تمرین نشان داد اثر تعاملی وضعیت آزمون و نوع یادگیری و اثر تعاملی آن‌ها در سرعت پیش‌بینی معنی‌دار نبوده است. همچنین نتایج تحلیل واریانس دوراهه برای اثر تعاملی خستگی و نوع تمرین نشان داد اثر تعاملی وضعیت آزمون و نوع یادگیری و اثر تعاملی آن‌ها در سرعت پیش‌بینی کوشش‌های اشتباه معنی‌دار نبوده است.

نتایج تحلیل واریانس دوراهه برای اثر تعاملی خستگی و نوع تمرین نشان داد اثر اصلی وضعیت آزمون و اثر اصلی نوع یادگیری در دقت پیش‌بینی کوشش‌های صحیح معنی‌دار نبوده است؛ اما همان‌طور که در جدول زیر مشاهده می‌شود، اثر تعاملی آن‌ها معنی‌دار بوده است (P=۰/۰۰۲ و ۲۹=۱۱/۲۹ و F۱). اندازه اثر مجذور جزئی اتا نیز برای عوامل اثر اصلی خستگی و نوع تمرین بسیار کوچک است (η=۰/۲۹۱) به این معنی که سهم بسیار کمی از متغیر وابسته به‌وسیله این عوامل تبیین شده اما برای اثر تعاملی خستگی و نوع تمرین اثر متوسطی است که نشان‌دهنده تبیین نسبی واریانس متغیر وابسته است. با توجه به معنی‌دار بودن از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه استفاده شد تا ماهیت تعامل مشخص گردد. نتایج تحلیل واریانس یک‌راهه در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱. نتایج آزمون تحلیل واریانس دو راهه برای مقایسه نمرات دقت پیش‌بینی در کوشش‌های صحیح

عامل	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	Sig	مجذور جزئی اتا
وضعیت آزمون * نوع یادگیری	۱۸۳/٦۹	۱	۱۸۳/٦۹	۱۱/۹۱	۰/۰۰۲	۰/۲۹۱
خطا	٤٤۷/۲۱	۲۹	۱۵/٤۲			

جدول ۲. نتایج آزمودن تحلیل واریانس یک راهه برای مقایسه نمرات دقت پیش‌بینی در کوشش‌های صحیح

عامل	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	Sig
بین گروهی	۲۳۰/۳۰	۳	۷۶/۷۷	٤/۹۸	۰/۰۰۷
درون‌گروهی	٤٤۷/۲۱	۲۹	۱۵/٤۲		
کل	٦۷۷/۵۲	۳۲			

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها وجود دارد (جدول ۲). ازاین‌رو از آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه دوبه‌دو گروه‌ها استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۳ ارائه‌شده است با توجه به نتایج مشخص می‌شود که تنها تفاوت گروه یادگیری قیاسی سرحال با یادگیری قیاسی خسته معنادار است و مابقی مقایسه‌های دوبه‌دو گروه‌ها معنی‌دار نیست.

جدول ۳. نتایج آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه دوبه‌دو گروه‌ها

تفاوت گروه‌های		Sig	برتری
یادگیری آشکار سرحال	یادگیری آشکار خسته	۰/۵۱۷	یادگیری آشکار سرحال = یادگیری آشکار خسته
	یادگیری قیاسی سرحال	۰/۰٦۹	یادگیری آشکار سرحال = یادگیری قیاسی سرحال
	یادگیری قیاسی خسته	۰/۷۹٦	یادگیری آشکار سرحال = یادگیری قیاسی خسته
یادگیری آشکار خسته	یادگیری قیاسی سرحال	۰/۷۱۷	یادگیری آشکار خسته = یادگیری قیاسی سرحال
	یادگیری قیاسی خسته	۰/۱۱۹	یادگیری آشکار خسته = یادگیری قیاسی خسته
یادگیری قیاسی سرحال	یادگیری قیاسی خسته	۰/۰۰٦	یادگیری قیاسی سرحال = یادگیری قیاسی خسته

با توجه به جدول ٤ نتایج تحلیل واریانس دوراهه برای اثر تعاملی خستگی و نوع تمرین نشان داد اثر تعاملی خستگی و نوع تمرین در دقت پیش‌بینی معنی‌دار نبوده است، اما اثر اصلی وضعیت آزمون معنی‌دار است (P=۰/۰۱۹ و ۲۹=٦/۱۲ و F۱). اندازه اثر مجذور جزئی اتا نیر برای عوامل اثر اصلی نوع تمرین معنی‌دار و اثر تعاملی خستگی و نوع تمرین بسیار کوچک است (η=۰/۱۷٤) به این معنی که سهم بسیار کمی از متغیر وابسته به این عوامل تبین شده اما اندازه اثر خستگی نسبتاً متوسط است.

جدول ٤. نتایج آزمون تحلیل واریانس دوراهه برای مقایسه نمرات دقت پیش‌بینی در کوشش‌های اشتباه

عامل	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	Sig	مجذور جزئی اتا
وضعیت آزمون	۱۵۰/۸٦	۱	۱۵۰/۸٦	٦/۱۲	۰/۰۱۹	۰/۱۷٤
خطا	۷۱٤/۱۰	۲۹	۲٤/٦۲			

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از عوامل تأثیرگذار بر اجرا خستگی است. اگر هر یک از سیستم‌های حسی بینایی، دهلیزی و حسی پیکری، به علت خستگی موضعی (محیطی) اطلاعات نادرستی را انتقال دهند و یا سیستم اعصاب مرکزی به علت خستگی عمومی (مرکزی) مختل شود و اعمال جبرانی نیز کافی نباشد، عملکرد مختل می‌شود (۳۲). در همین راستا نتایج مطالعه حاضر نشان داد که اثر خستگی و نوع تمرین و اثر تعاملی خستگی- تمرین بر سرعت پیش‌بینی در کوشش‌های صحیح و اشتباه آزمودنی‌ها معنی‌داری نبود، نتایج این بخش از مطالعه با نتایج مطالعه سالمین و همکاران (۲۰۱۳) که به بررسی اثرات خستگی و تغییرات مرتبط با سن در الگوهای حرکتی مرتبط با زمان واکنش و پیش‌بینی پرداختند و نشان دادند که تغییرات زمان واکنش و فرایند پیش‌بینی بیشتر مرتبط با سن است و ارتباط معناداری با خستگی ندارد، با نتایج مطالعه حاضر همخوان است. در مقابل با نتایج مطالعه آورین و همکاران (۲۰۱٤) که نشان دادند خستگی عاملی تأثیرگذار بر سرعت عکس‌العمل پای ورزشکاران رشته کاراته است، همخوانی ندارد. شاید مهم‌ترین علت این تناقض در نوع آزمودنی‌ها باشد، بدین‌صورت که در مطالعه آورین و همکاران از ورزشکاران نخبه رشته کاراته استفاده شد درحالی‌که نمونه تحقیق حاضر دانشجویان دختر مبتدی بودند (۳۳).

از دیگر یافته‌های تحقیق حاضر این بود که اثر تعاملی خستگی و روش یادگیری بر دقت پیش‌بینی در کوشش‌های صحیح معنی‌دار بود. در بررسی ساختار تعامل نیز مشاهده گردید که گروه روش یادگیری قیاسی سرحال از گروه روش یادگیری قیاسی خسته دقت پیش‌بینی بهتری داشتند. نتایج این بخش از مطالعه با نتایج مطالعه اسمیت و همکاران (۲۰۱٦) که به بررسی تأثیر خستگی ذهنی بر اجزای دقت و سرعت مهارت‌های خاص فوتبال پرداختند و به این نتیجه رسیدند که خستگی عامل مخل کننده دقت است، همخوانی دارد (۱٦). علاوه بر این لیسون و همکاران (۲۰۱۳) تحقیقی باهدف تأثیر خستگی متوسط و با شدت بالا بر دقت ضربه تنیس در ورزشکاران مبتدی و حرفه‌ای انجام دادند، نتایج نشان داد عملکرد آزمودنی‌های هر دو گروه بعد از اعمال خستگی تخریب شد، نتایج این مطالعه با یافته‌های این بخش از پژوهش حاضر همخوانی دارد (۱۸).

همان‌طور که اشاره شد آزمودنی‌های گروه خسته عملکرد ضعیف‌تری نسبت به آزمودنی‌های گروه سرحال در دقت پیش‌بینی کوشش‌های صحیح داشتند. استدلال منطقی این است که تأثیر فوری خستگی، کاهش در توانایی اعمال نیروی عضلانی است. خستگی باعث بی‌حس شدن دوک‌های عضلانی می‌شود و این به کاهش پاسخ عضلانی وابران و کاهش توانایی می‌انجامد. بهبود عملکرد به کاهش یا تأخیر در آغاز شدن خستگی مربوط می‌شود. علاوه بر این خستگی سیستم عضلانی خود منجر به اختلالات شناختی می‌شود که این در سرعت ادراک حرکات تأثیرگذار است و منجر به افت اجرا در تکالیف نیازمند سرعت می‌گردد. در پژوهش‌های پیشین خستگی بر عملکرد، دقت پیش‌بینی و سرعت پیش‌بینی اثر مخربی داشته است. درصورتی‌که در پژوهش حاضر خستگی تنها بر دقت پیش‌بینی تأثیر مخربی داشت و بر سرعت پیش‌بینی اثر معنی‌داری نداشت. برای توجیه این نتیجه که سرعت پیش‌بینی در این پژوهش تحت تأثیر خستگی قرار نگرفته است، یکی از علت‌ها می‌تواند داشتن ماهیت مجازی آزمون پیش‌بینی در این پژوهش باشد. همان‌طور که گفته شد در پژوهش‌های دیگر که

به آن‌ها پرداخته شد، شرایط آزمون‌گیری در شرایطی واقعی بود. شاید این مسئله مهم‌ترین علت ناهمخوانی نتایج این بخش از مطالعه با نتایج مطالعات ذکر شده باشد(۳۳).

از دیگر یافته‌های پژوهش حاضر این بود که اثر نوع تمرین (یادگیری قیاسی و آشکار) بر سرعت و دقت پیش‌بینی در کوشش‌های صحیح آزمودنی‌ها معنادار نبود. نتایج این بخش از یافته‌های پژوهش با نتایج مسترز و لی (۲۰۰۱)، ناوارو و همکاران (۲۰۱۸)، اندی و همکاران (۲۰۱۷) و تذیتس و همکاران (۲۰۱۵) ناهمسو بود. لی و همکاران (۲۰۰۱) عملکرد گروه قیاسی را تحت‌فشار تکلیف ثانویه سنجیدند و عدم افت عملکرد را مشاهده کردند. آن‌ها اظهار داشتند که یادگیری توسط قیاس، مشارکت پردازش آشکار آگاهانه و یا حافظه کاری را در اجرای مهارت کاهش می‌دهد (۱۰). اندی و تامسون (۲۰۱۷) به بررسی یادگیری حرکتی در سالمندان با استفاده از دستورالعمل قیاسی پرداختند، نتایج نشان داد عملکرد سالمندان که به روش قیاسی آموزش دیدند قوی‌تر از همتایان آنان در یادگیری آشکار در تکلیف دوگانه بود (۱۳). تذیتس و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی تأثیر یادگیری قیاسی، پنهان و آشکار در پیش‌بینی سرویس والیبال نشان دادند که روش یادگیری قیاسی روش مؤثری در بهبود مهارت پیش‌بینی در زمینه‌های ورزشی است (۱٤). در نگاه اول شاید نخستین توجیهی که می‌توانیم برای این تناقض در نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های پیشین بیاوریم، این است که تعداد نمونه‌های پژوهش حاضر کم بود. علاوه بر این با توجه به پروتکل‌های اجرایی پژوهش‌های پیشین و مقایسه آن‌ها با پروتکل پژوهش حاضر یک تمایز آشکار دیده می‌شود که همین مسئله شاید دلیل نامشابه بودن نتایج باشد. در پژوهش‌های پیشین مهارتی که در دوره اکتساب تمرین داده می‌شد در آزمون یادداری و انتقال مورد ارزیابی قرار می‌گرفت. به این معنی که همسانی بوم‌شناختی بالایی بین شرایط تمرین و شرایط آزمون‌گیری در این پژوهش‌ها وجود دارد. درصورتی‌که در پژوهش حاضر تمرین در زمین والیبال انجام می‌گرفت اما در مرحله آزمون‌گیری از نرم‌افزار استفاده شد. این ناهمسانی در شرایط تمرین و آزمون‌گیری شاید مهم‌ترین دلیل ناهم‌سو بودن نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های پیشین باشد (۳۰, ۳٤, ۳۵).

از دیگر یافته‌های تحقیق حاضر این بود که اثر تعاملی خستگی و روش یادگیری (قیاسی-آشکار) بر دقت پیش‌بینی در کوشش‌های صحیح معنی‌دار بود. این در حالی است که در دقت کوشش‌های اشتباه این اثر معنادار نبود، یافته‌های این بخش از پژوهش با مبادله سرعت- دقت فیتز هم‌راستا است. مطابق قانون فیتز[1] کاهش سرعت حرکت، اجرای یک حرکت دقیق را ممکن می‌سازد، به‌عبارت‌دیگر بین سرعت و دقت مبادله‌ای صورت می‌گیرد. مبادله سرعت و دقت یک ویژگی مشترک در اجرای روزمره مهارت‌های حرکتی است که در تکالیف نیازمند سرعت و دقت، افزایش سرعت با کاهش دقت فضایی همراه است. با توجه به نتایج پژوهش می‌توان گفت هنگامی‌که تأکید بر سرعت بود است شاخص‌های دشواری مهارت افزایش‌یافته و این افزایش منجر به عدم تأثیر متغیرهای مستقل تحقیق‌شده است اما در ارتباط با دقت پیش‌بینی که در دوره زمانی بیشتری صورت گرفته است پیچیدگی مهارت کاهش‌یافته و منجر به بهبود عملکرد آزمودنی‌ها شده است(۳٦).

1 -Fitts Law

یکی از مهارت‌های ادراکی مهم پیش‌بینی رویدادهای آتی بر اساس اتفاقات قبل از عمل است. بر اساس این پیش‌بینی است که می‌توان سریع تصمیم‌گیری کرده و پاسخ داد. در واقع پیش‌بینی مقاصد حریف و تنظیم یک پاسخ مناسب بر اساس مفاد موجود و ملاحظات تاکتیکی و استراتژیک از اجرای کلیدی و مهم عملکردی در بسیاری از ورزش‌ها به‌ویژه در ورزش‌های توپی، تیمی و ورزش‌های راکتی است. پیش‌بینی ادراکی حتی در شرایطی که تصمیم‌گیری محدود به زمان نیست، نیز نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند؛ بنابراین در نظر گرفتن عوامل اجرایی به مانند خستگی و برنامه‌های تمرینی با استفاده از شیوه‌های نوین یادگیری (یادگیری قیاسی) جهت بهبود پیش‌بینی ورزشکاران و افراد عادی الزامی است، با توجه به اهمیت این فاکتور در اجراهای ورزشی اندازه‌گیری کارآمد این مهارت به شناسایی نقاط ضعف و قدرت ورزشکاران کمک می‌کند تا بر بهبود این مهارت در طول زمان نظارت کنند و برنامه‌های تمرینی که کسب این مهارت‌ها را تسهیل می‌کند را رشد دهند(۳۷). با توجه به نتایج حاصل می‌توان گفت که اثرات تعاملی خستگی و نوع یادگیری (قیاسی و آشکار) بیشترین تأثیر را بر دقت پیش‌بینی دانشجویان دختر داشته است.در آخر با توجه به اهمیت پیش‌بینی در ورزش‌ها و فعالیت‌های روزانه پیشنهاد می‌شود که در برنامه‌های آموزشی ارتباط بین خستگی با پیش‌بینی آموزش داده شود. و نیز ازآنجایی‌که ماهیت یادگیری تحت تأثیر عوامل اجرا قرار می‌گیرد پیشنهاد می‌شود عوامل تأثیرگذار بر اجرا (یادگیری قیاسی)، که منجر به بهبود یادگیری حرکتی می‌شود آموزش داده شود.همچنین با توجه به تفاوت نتایج تحقیق در ارتباط با کوشش‌های مبتنی بر سرعت و دقت، پیشنهاد می‌شود برنامه‌های تمرینی متناسب با ماهیت حرکات باشد. نتایج پژوهش حاضر را می‌توان در استعدادیابی مشاغل مهم و رشته‌های ورزشی نیازمند دقت و سرعت مورد استفاده قرار گیرد. ازآنجاکه جنسیت بر روی عوامل مختلف به دنبال خستگی تأثیرگذار است، پیشنهاد می‌شود تحقیق مشابهی بر روی مردان انجام شود. پیشنهاد می‌شود مشابه تحقیق حاضر در رده‌های سنی مختلف انجام و نتایج با هم مقایسه شوند و همچنین تأثیر خستگی و نوع تمرین در ورزشکاران رشته‌های ورزشی بررسی گردد.

References

1. Caljouw SR, van der Kamp J, Savelsbergh GJ (2004). "Catching optical information for the regulation of timing." Exp Brain Res 155(4): 427–38. 10.1007/s00221-003-1739-3: https://doi.org/10.1007/s00221-003-1739-3
2. Green TD, Flowers JH (1991). "Implicit versus explicit learning processes in a probabilistic, continuous fine-motor catching task." Journal of motor behavior 23(4): 293–300. https://doi.org/10.1080/00222895.1991.9942040:
3. Abdollahi I, Joghataei MT, Salavati M, Ebrahimi E, A'shayeri H (2007). "Explicit Learning of a Perceptual-Motor Skill after Stroke by Using Affected Hand." Archives of Rehabilitation 8(2): 24–30.
4. Davids KW, Button C, Bennett SJ. Dynamics of skill acquisition :A constraints-led approach: Human Kinetics; 2008.
5. Masters R, Poolton JM, Maxwell JP, Raab M (2008). "Implicit motor learning and complex decision making in time-constrained environments." Journal of motor behavior 40(1): 71–9. https://doi.org/10.3200/JMBR.40.1.71-80:
6. Abdali B, Eshayri H, Bagherzadeh F, Farkhi A (2004). "Comparison of the Impact of Hidden and Visible Learning on Reaction Time in Chain Reactions." Journal of Motion 19(19): 23 .–
7. Abdoli B, Eshayri H, Bagherzadeh F, Farkhi A (2004). "Comparison of the Impact of Hidden and Visible Learning on Reaction Time in Chain Reactions." Journal of Motion 19(19): 23 .–
8. Masters RS, Poolton JM, Maxwell JP, Raab M (2008). "Implicit motor learning and complex decision making in time-constrained environments." J Mot Behav 40(1): 71–9. https://doi.org/10.3200/JMBR.40.1.71-80:
9. Poolton JM, Masters RS, Maxwell JP (2007). "Passing thoughts on the evolutionary stability of implicit motor behaviour: Performance retention under physiological fatigue." Consciousness and cognition 16(2): 456–68. https://doi.org/10.1016/j.concog.2006.06.008:
10. Poolton JM, Masters RS, Maxwell JP (2007). "The development of a culturally appropriate analogy for implicit motor learning in a Chinese population." The Sport Psychologist 21(4): 375–82. https://doi.org/10.1123/tsp.21.4.375:
11. Liao C-M, Masters RS (2001). "Analogy learning: A means to implicit motor learning." Journal of sports sciences 19(5): 307–19. https://doi.org/10.1080/02640410152006081:
12. Lam W, Maxwell J, Masters R (2009). "Analogy versus explicit learning of a modified basketball shooting task: Performance and kinematic outcomes." Journal of sports sciences 27(2): 179–91. https://doi.org/10.1080/02640410802448764:
13. Navarro M, van der Kamp J, Schor P, Savelsbergh GJP (2018). "Implicit learning increases shot accuracy of football players when making strategic decisions during penalty kicking." Hum Mov Sci 61 .۸۰–۷۲ : https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.07.004:
14. Andy C, Wong TW, Masters RS (2017). "Examining motor learning in older adults using analogy instruction." Psychology of Sport and Exercise .۸٤–۷۸ :۲۸ https://doi.org/10.1093/ptj/pzab017:
15. Tzetzis G, Lola AC (2015). "The effect of analogy, implicit, and explicit learning on anticipation in volleyball serving." International Journal of Sport Psychology. https://doi.org/10.1093/ptj/pzab017/10.7352/IJSP2015.46.152:
16. Smith MR, Fransen J, Deprez D, Lenoir M, Coutts AJ (2017). "Impact of mental fatigue on speed and accuracy components of soccer-specific skills." Science and

medicine in football 1(1): 48–52. https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1252850:
17. Nuño A, Chirosa IJ, van den Tillaar R, Guisado R ,Martín I, Martinez I, et al. (2016). "Effects of fatigue on throwing performance in experienced team handball players." Journal of Human Kinetics 54: 103. https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0039:
18. Lyons M, Al-Nakeeb Y, Hankey J, Nevill A (2013). "The effect of moderate and high-intensity fatigue on groundstroke accuracy in expert and non-expert tennis players." Journal of sports science & medicine 12(2): 298 .
19. Smith MR, Zeuwts L, Lenoir M, Hens N, De Jong LM, Coutts AJ (2016). "Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill." Journal of sports sciences 34(14): 1297–304. https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1156241:
20. Williams AM, Hodges NJ, North JS, Barton G (2006). "Perceiving patterns of play in dynamic sport tasks: Investigating the essential information underlying skilled performance." Perception 35(3): 317–32 .
21. Farrow D, Abernethy B, Jackson RC" .(٢٠٠٥) Probing expert anticipation with the temporal occlusion paradigm: Experimental investigations of some methodological issues." Motor control 9(3): 330–49. https://doi.org/10.1123/mcj.9.3.330:
22. Nuri L ,Shadmehr A, Attarbashi Moghaddam B, Ghotbi N (2012). "Comparison of reaction time and anticipatory skill between female athletes and non-athletes." Modern Rehabilitation 6(3): 37–43 .
23. Masters RS (1992). "Knowledge, knerves and know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure." British journal of psychology 83(3): 343–58. https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1992.tb02446.xDigital
24. Lam WingKai LW, Maxwell J, Masters R (2009). "Analogy learning and the performance of motor skills under pressure." https://doi.org/10.1123/jsep.31.3.337:
25. Schmidt RA, Wrisberg CA. Motor learning and performance: A situation-based learning approach: Human kinetics; 2008.
26. Shim J, Carlton LG, Chow JW, Chae W-S (2005). "The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players." Journal of motor behavior 37(2): 164–75 . https://doi.org/10.3200/JMBR.37.2.164-175:
27. Lyons M, Al-Nakeeb Y, Nevill A (2006). "The impact of moderate and high intensity total body fatigue on passing accuracy in expert and novice basketball players." Journal of sports science & medicine 5(2): 215 .
28. RahmaniNia F. Foundations and Applications of Motor Learning. Tehran: bamdad book; 2005.
29. Darmin G. Motor learning Tehran: bamdad book; 2004.
30. Tzetzis G, Lola AC (2015). "The effect of analogy, implicit, and explicit learning on anticipation in volleyball serving." International Journal of Sport Psychology 46(2): 152–66 .
31. Rashidi M, Ardakani ZP, Zarian E (2016). "The effect of fatigue due to different intensities of exercise on coincidence-anticipation timing performance with intra trial variation." Motor Behavior 8(23): 157–70 .
32. Khanna P, Kapoor G, Zutshi K (2008). "Balance deficits and recovery timeline after different fatigue protocols." Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy-An International Journal 2(3): 42–54 .

33. Arawin RG, vanderheiden (2014). "The effect of fatingue on reaction time emphasizing fits law." Hum factors 32: 4423–438 .
34. Kaseb MRS, Jahromi MM, Estiri Z (2017). "The Effect of Analogy, Explicit, and Combination Learning on Acquisition, Retention, and Transfer of Complex Motor Skill." Motor Behavior 8(26): 119–36 .
35. Asgari Z, Abdoli B (2013). "The Effect of Analogy, Explicit and Discovery Learning on Performance Breakdown under Psychological Pressure." Journal of Sports and Motor Development and Learning 5(12): 125–46 .
36. Schmidt RA, Lee TD, Winstein C, Wulf G, Zelaznik HN. Motor control and learning: A behavioral emphasis: Human kinetics; 2018.
37. Williams AM, Davids K, Williams JGP. Visual perception and action in sport: Taylor & Francis; 1999.