Journal of
Sports and Motor Development and Learning
University of Tehran Press
Online ISSN: 2676-4547

# The Effect of Differential Practice and Contextual Interference on Learning and Mental Representation of Golf Putting

**Hanie Akbarabadi** [1], **Davoud Fazeli** [2], **Parvaneh Shamsipour Dehkodi** [3]

1. Department of Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran. E-mail: hanie.a6353@gmail.com
2. Department of Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran. E-mail: fazelidavid@gmail.com
3. Department of Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran. E-mail: p.shamsipour@alzahra.ac.ir

**Article Info**

**Article type:** Research

**Article history:**
Received:
26 July 2024
Received in revised form:
25 November 2024
Accepted:
27 November 2024
Published online:
22 December 2025

**Keywords**:
*Contextual Interference, Differential Learning, Mental Representations.*

## ABSTRACT

**Introduction:** The present study aimed to investigate the effects of differential practice and contextual interference on the learning and mental representation of the golf stroke.

**Methods:** Fifty right-handed female students aged 20–35 with normal vision were purposefully selected from Alzahra University and randomly assigned to five groups: random differential learning, blocked differential learning, random contextual interference, blocked contextual interference, and control. To perform the task, standard golf balls and clubs, circular targets with an 11 cm diameter placed on a grass field (9×4 m), and a mental representation assessment software were used. In the pre-test, participants performed the mental representation assessment task and executed 15 golf putts from a distance of 3 meters. During the acquisition phase, they completed 12 blocks of 15 trials, following their group instructions. Twenty-four hours later, they participated in a retention test under the same conditions as the pre-test and then performed a transfer test consisting of 15 putts from a distance of 5 meters.

**Results**: The findings showed that during acquisition, the random differential learning group performed significantly worse than the other groups (P=0.001). In the retention test, the random differential and random contextual interference groups demonstrated higher accuracy than the blocked groups (P=0.001). In contrast, in the transfer test, the differential learning groups showed greater accuracy than all other groups. Moreover, mental representation during the retention test improved significantly in the random differential group compared to the pre-test (P=0.001).

**Conclusion:** Continuous variations in differential learning are likely due to factors such as the emergence of self- and context-dependent attractors and random fluctuations, leading to greater generalizability compared to contextual interference.

**Cite this article:** Akbarabadi, H., Fazeli, D., & Shamsipour Dehkodi, P. (2025). The Effect of Differential Practice and Contextual Interference on Learning and Mental Representation of Golf Putting. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 17 (4), 5-23.

DOI: https://doi.org/10.22059/jsmdl.2024.379928.1793

Journal of Sports and Motor Development and Learning by the University of Tehran Press is licensed under CC BY-NC 4.0| web site: https://jsmdl.ut.ac.ir/ | Email: jsmdl@ut.ac.ir.

© The Author(s). Publisher: University of Tehran Press.

University of Tehran Press
Journal of
Sports and Motor Development and Learning
Online ISSN: 2676-4547

## Extended Abstract

### Introduction

Motor learning is an internal process that occurs through practice and experience, leading to relatively permanent improvements in skilled performance (Schmidt & Lee, 1988). A key factor influencing motor learning is the type and variability of practice. Variability of practice—whether it involves changes in task parameters or execution methods—is recognized as an essential component in developing adaptable and transferable motor skills (Magill & Anderson, 2014). According to Schema Theory (Schmidt, 1975), varied practice strengthens motor schemas by allowing individuals to experience a wider range of parameters, which improves retention and transfer compared to repetitive or constant practice.Two influential frameworks that emerge from practice variability are contextual interference (CI) and differential learning (DL). Contextual interference refers to the disruption that occurs when multiple tasks or variations of a task are practiced in an interleaved or random order, rather than in a blocked sequence (Shea & Morgan, 1979). Although random practice often results in poorer performance during acquisition, it promotes better retention and transfer due to enhanced cognitive processing and problem-solving demands (Magill & Hall, 1990). Conversely, differential learning is based on dynamic systems theory and emphasizes the importance of fluctuations and variability in movement, which enhances self-organization and adaptability (Schöllhorn, 2004). Instead of minimizing variability, DL intentionally introduces perturbations in movement execution, encouraging learners to explore individualized, context-dependent motor solutions.

While both approaches highlight variability, CI focuses on cognitive mechanisms such as elaboration and reconstruction, whereas DL emphasizes self-organizing mechanisms that arise from the dynamic interactions between the performer, the task, and the environment. However, few studies have directly compared these two approaches, particularly regarding their impact on mental representations—a cognitive construct that reflects how movements are organized and stored in long-term memory (Schack, 2004). Mental representations play a crucial role in motor control, as skilled performers tend to have more structured and functionally organized mental representations compared to novices (Frank et al., 2014). Therefore, investigating how different types of practice variability affect both learning outcomes and the structure of mental representations can enhance our understanding of cognitive-perceptual processes in motor learning.

The present study aimed to examine the effects of differential practice and contextual interference on learning and mental representation within the context of a golf putting task. Specifically, it compared random and blocked practice conditions within each approach to assess their influence on acquisition, retention, transfer performance, and changes in the structure of mental representation.

### Methods

This semi-experimental study utilized a pre-test, acquisition, retention, and transfer design, including a control group. Fifty right-handed female students aged 20 to 35 from Alzahra University in Tehran participated voluntarily. All participants had normal or corrected-to-normal vision and no prior formal golf experience. They were randomly assigned to five groups:

1) Random Differential Learning (R-DL)
, 2) Blocked Differential Learning (B-DL)
, 3) Random Contextual Interference (R-CI)
, 4) Blocked Contextual Interference (B-CI)
, and 5) Control Groups.

Task and Equipment: Standard golf clubs and balls were used, and circular targets with an 11 cm diameter were placed on a 9×4 meter grass surface. The Structure Dimensional Analysis of Mental Representation (SDA-M) software was employed to assess participants' mental representation structures before and after training.

Procedure: In the pre-test, participants first completed the mental representation task and then performed 15 putts from a distance of 3 meters. During the acquisition phase, each participant completed 12 blocks of 15 putts (180 total), following the specific practice protocols for their assigned group. For the R-DL group, participants varied their movement patterns in an unpredictable order (e.g., altering stances, swing amplitudes, or grip pressures). In the B-DL group, the same variations were practiced in a blocked sequence. The R-CI group practiced putts to different targets (2, 3, and 4 meters) in random order, while the B-CI group practiced from one distance at a time in a fixed order. The control group did not practice between the pre-test and post-test
. Twenty-four hours after the acquisition phase, all participants completed a retention test (15 putts from 3 meters) and a transfer test (15 putts from 5 meters).

Data Analysis: Accuracy, measured as the distance from the ball to the target, served as the primary performance metric. Data analysis involved repeated-measures and one-way ANOVAs with post hoc tests ($p < .05$). Mental representation structures were evaluated using cluster analysis (SDA-M), with significant linkages identified based on a critical distance ($d_{crit} = 3.41$).

Journal of
Sports and Motor Development and Learning
University of Tehran Press
Online ISSN: 2676-4547

## Results

No significant differences were observed among the groups in the pre-test, confirming homogeneity at baseline. During the acquisition phase, a significant main effect of group was identified ($F(3, 36) = 13.05$, $p < .001$, $\eta^2p = 0.52$). Post hoc comparisons indicated that the R-DL group performed significantly worse than the other experimental groups, suggesting that increased variability initially hindered accuracy.

In the retention test, both the R-DL and R-CI groups demonstrated significantly higher accuracy compared to their blocked counterparts ($p < .001$). The control group had the lowest performance overall. In the transfer test, both DL groups (random and blocked) outperformed all CI groups ($p < .001$), indicating that skills learned through DL protocols were more adaptable.

Mental representation analyses showed no meaningful structure in any group during the pre-test. However, in the post-test (retention phase), only the R-DL group exhibited a significant and functionally organized cluster structure, which indicates enhanced integration of action concepts. The invariance analysis confirmed a significant structural change between pre- and post-test representations only for the R-DL group ($\lambda > 0.68$).

## Conclusion

The study concludes that the continuous fluctuations and variability characteristic of differential learning (DL) promote more adaptable motor behavior and more organized mental representations compared to contextual interference (CI) training. The dynamic exploration involved in DL allows learners to self-organize and identify individualized, context-specific coordination patterns that transfer effectively to new tasks. In contrast, while CI enhances retention through cognitive mechanisms, its capacity for generalization seems to be weaker.

These findings suggest that combining the principles of DL and CI could offer comprehensive benefits: DL fosters sensorimotor adaptability, while CI supports cognitive differentiation. Coaches and instructors are encouraged to integrate noise-based, exploratory training methods instead of relying solely on repetitive or blocked routines, especially when the goal is to enhance adaptability and long-term skill retention.

## Ethical Considerations

**Compliance with ethical guidelines:** All ethical guidelines have been followed in this study. The ethics approval number is IR.SSRI.REC.1401.1641.

**Funding:** This research did not use any financial resources.

**Authors' contribution:** All authors contributed equally to this work.

**Conflict of interest:** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgments:** The authors would like to express their gratitude to all participants and colleagues who contributed to the completion of this research.

رشد و یادگیری حرکتی ورزشی
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۵۴۷
انتشارات دانشگاه تهران

# تأثیر تمرین افتراقی و تداخل زمینه‌ای بر یادگیری و بازنمایی ذهنی ضربهٔ گلف

حانیه اکبرآبادی[۱]، داود فاضلی[۲]، پروانه شمسی‌پور دهکردی[۳]✉

۱. گروه رفتار حرکتی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران. رایانامه: hanie.a6353@gmail.com
۲. گروه علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. رایانامه: fazelidavid@ gmail.com
۳. نویسندهٔ مسؤول، گروه رفتار حرکتی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران. رایانامه: p.shamsipour@alzahra.ac.ir

**اطلاعات مقاله**

**نوع مقاله:** پژوهشی

**تاریخ دریافت:** ۱۴۰۳/ ۰۵/۰۵
**تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۳/ ۰۹/۰۵
**تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۳/ ۰۹/۰۷
**تاریخ انتشار:** ۱۴۰۴/۱۰/۰۱

**کلیدواژه‌ها:**
*بازنمایی ذهنی ،*
*تداخل زمینه‌ای ،*
*یادگیری افتراقی .*

**چکیده**

**هدف:** هدف پژوهش حاضر بررسی اثر تمرین افتراقی و تداخل زمینه‌ای بر یادگیری و بازنمایی ذهنی ضربهٔ گلف بود.

**روش پژوهش:** ۵۰ دانشجوی دختر راست‌دست ۲۰ تا ۳۵ ساله با بینایی طبیعی از دانشگاه الزهرا به‌صورت هدفمند انتخاب و به‌طور تصادفی در پنج گروه یادگیری افتراقی تصادفی، افتراقی مسدود، تداخل زمینه‌ای تصادفی، تداخل زمینه‌ای مسدود و کنترل تقسیم شدند. برای اجرای تکلیف از توپ و چوب استاندارد گلف، اهداف دایره‌ای با قطر ۱۱ سانتی‌متر روی زمین چمن (۹×۴ متر) و نرم‌افزار سنجش بازنمایی ذهنی استفاده شد. آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون تکلیف سنجش بازنمایی ذهنی و ۱۵ ضربه از فاصلهٔ ۳ متری را اجرا کردند. در مرحلهٔ اکتساب، ۱۲ بلوک ۱۵ کوششی مطابق دستورالعمل گروهی انجام دادند. ۲۴ ساعت بعد، در آزمون یادداری مشابه با پیش‌آزمون و در آزمون انتقال، ۱۵ ضربه از فاصلهٔ ۵ متری اجرا شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد در مرحلهٔ اکتساب، عملکرد گروه افتراقی تصادفی به‌طور معناداری ضعیف‌تر از سایر گروه‌ها بود (P=۰/۰۰۱). در آزمون یادداری، گروه‌های افتراقی تصادفی و تداخل زمینه‌ای تصادفی دقت بالاتری نسبت به گروه‌های مسدود داشتند (P=۰/۰۰۱) و در آزمون انتقال، گروه‌های یادگیری افتراقی عملکرد دقیق‌تری نشان دادند. همچنین بازنمایی ذهنی در یادداری برای گروه افتراقی تصادفی نسبت به پیش‌آزمون به‌طور معناداری بهبود یافت (P=۰/۰۰۱).

**نتیجه‌گیری:** تغییرات مستمر در یادگیری افتراقی احتمالاً به دلایلی مانند ظهور جاذب‌های وابسته به خود و زمینه و نوسانات تصادفی به تعمیم‌پذیری بالاتر در مقایسه با تداخل زمینه‌ای منجر شده است.

**استناد:** اکبرآبادی، حانیه؛ فاضلی ، داود؛ و شمسی‌پور دهکردی، پروانه (۱۴۰۴). تأثیر تمرین افتراقی و تداخل زمینه‌ای بر یادگیری و بازنمایی ذهنی ضربهٔ گلف. *نشریهٔ رشد و یادگیری حرکتی ورزشی*، (۴) ۱۷، ۵-۲۳.

DOI: https://doi.org/10.22059/jsmdl.2024.379928.1793

این نشریهٔ علمی رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کریتیو کامنز CC BY-NC 4.0 به نویسندگان واگذار کرده است. تارنما: https://jsmdl.ut.ac.ir | رایانامه : jsmdl@ut.ac.ir

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران. © نویسندگان

## مقدمه

یادگیری حرکتی فرایندی درونی است که براثر تمرین و تجربه اتفاق می‌افتد (اشمیت و لی[1]، ۱۹۸۸). پایه و اساس یادگیری تمرین و به‌کارگیری روش‌های تمرینی بهینه است. از جملهٔ این روش‌ها می‌توان به انواع تمرینات جسمانی، ذهنی و مشاهده‌ای اشاره کرد. به‌منظور بهبود یادگیری حرکتی به‌طور معمولاً روش‌های مختلفی برای تمرین جسمانی اتخاذ می‌شود. برای مثال می‌توان به آرایش‌های مختلفی از تمرین و همچنین استفاده از تغییر پذیری اشاره کرد (مگیل و اندرسون[2]،۲۰۱۴). استفاده از تغییر پذیری سابقه طولانی در زمینه یادگیری حرکتی دارد و شاید بتوان مهم ترین نظریه موجود در این زمینه را نظریه طرحواره حرکتی(اشمیت، ۱۹۷۵) دانست. یکی از پیش‌بینی‌های اساسی در نظریهٔ طرحوارهٔ اشمیت (۱۹۷۵)، این است که اجرای موفقیت‌آمیز یک مهارت، به مقدار تغییرپذیری تمرین بستگی دارد. طرحوارهٔ قانونی است که شاخص‌ها را در اختیار برنامهٔ حرکتی قرار می‌دهد (مگیل و اندرسون، ۲۰۱۴) و این قانون می‌تواند بر اثر تمرین و تجربه بهبود یابد. فرضیهٔ تغییرپذیری تمرین اشمیت استدلال می‌کند که تمرین شاخص‌های مختلف موجب عملکرد ضعیف در حین تمرین می شود، اما موجب عملکرد بهتر در یادداری نسبت به تمرین مداوم یک شاخص خاص خواهد شد. تغییرپذیری را می‌توان به دو صورت معرفی کرد؛ اول تنوع در هدف تکلیف که به این معناست که تغییرات حرکتی ناشی از آن موجب ایجاد نتایج مختلفی می‌شود، و دوم تنوع در افزونگی اجرا که شامل روش‌های مختلف برای رسیدن به هدفی مشابه و ثابت است (رانگاناتان و نیوول[3]، ۲۰۱۳).

این دو نوع تغییرپذیری از دو دیدگاه مختلف نسبت به حرکت انسان نشأت می‌گیرند. دیدگاه پردازش اطلاعات بر این عقیده است که تغییرپذیری در سطح افزونگی اجرا برای یادگیری مفید نیست و کاهش تغییرپذیری با بالا رفتن سطح مهارت را به‌عنوان شاهدی برای این قضیه در نظر می‌گیرد (رانگاناتان و نیوول، ۲۰۱۳). بر اساس این دیدگاه تغییرپذیری به‌عنوان نویز، یا عاملی مخرب، در نظر گرفته می‌شود که باید تا حد ممکن کاهش یابد. اما دیدگاه سیستم‌های پویا بر این عقیده است که وجود تغییرپذیری نه‌تنها عاملی مخرب نیست بلکه به‌عنوان یک فرصت در اختیار سیستم حرکتی است که بر اساس قیود و موقعیت‌ها از آن بهره‌برداری می‌کند (رانگاناتان و نیوول ، ۲۰۱۳). بر اساس این دیدگاه اگر یک راه‌حل به‌دلیل مشکلات داخلی و خارجی قابل اجرا نباشد، سیستم فرصتی را فراهم می‌کند تا با یک راه‌حل دیگر به هدف تکلیف برسد (مورنو[4]، ۲۰۱۵). این دو نوع دیدگاه نسبت به تغییرپذیری به روش‌های تمرینی مختلفی در زمینهٔ یادگیری مهارت‌های حرکتی منجر شده است. بر اساس دیدگاه سنتی پردازش اطلاعات ایجاد تغییرپذیری در سطح هدف می‌تواند به یادگیری بهتری بینجامد، که این یادگیری می‌تواند در نتیجهٔ ایجاد یک برنامهٔ حرکتی قوی‌تر و بازنمایی ذهنی در حافظه باشد. یکی از دیدگاه‌هایی که از فرضیهٔ تغییرپذیری تمرین (اشمیت، ۱۹۷۵) نشأت می‌گیرد، فرضیهٔ تداخل زمینه‌ای (شی و مورگان[5]، ۱۹۷۹) است. تداخل زمینه‌ای نقش مهمی در به حداکثر رساندن یادگیری می‌تواند داشته باشد. طبق این دیدگاه تمرین تکالیف مختلف به‌طور تصادفی نسبت به تمرین آنها به‌صورت مسدود به یادگیری بهتری منجر خواهد شد. تاکنون تحقیقات زیادی در این مورد انجام شده که نشان داده است که این نوع تمرین برای یادگیری مفید خواهد بود (بردی، ۱۹۹۸؛ مگیل و هال[6]،۱۹۹۰). برای مثال، در تحقیقی شرکت‌کنندگان تکلیف گلف را در سه گروه تصادفی، مسدود و بدون تمرین انجام دادند و نتیجه نشان داد گروه تصادفی نسبت به گروه مسدود در مرحلهٔ اکتساب خطای بیشتری انجام داده بود، اما در یادداری نسبت به این گروه عملکرد بهتری داشتند (فاضلی، طاهری و صابری کاخکی، ۲۰۱۷). نوع دیگری از تغییرپذیری که برگرفته از دیدگاه سیستم‌های پویاست، یادگیری افتراقی (DL) نام دارد (شالهورن،[7] ۲۰۰۴). بر اساس این دیدگاه استفاده

---

1. Schmidt & Lee
2. Magil & Anderson
3. Ranganathan & Newell
4. Moreno
5. Shea & Morgan
6. Brady & Magill & Hall
7. Schollhorn

از تغییرات نویز مانند می‌تواند به بهبود عملکرد در یادداری منجر شود. با توجه به این نظریه ایجاد تداخل در انجام یک کار به نمایش بهتر تکلیف و در نتیجه یادگیری بهتر منجر می‌شود (شالهورن، ۲۰۰۴؛ تاسیگنون[1] و همکاران، ۲۰۲۱).

هدف یادگیری افتراقی این است که به افراد اجازه می‌دهد راه‌حل‌های بهینه برای یک تکلیف حرکتی معین پیدا کنند (شالهورن، ۲۰۱۰). در چندین آزمایش DL تاثیر چشمگیری را بر یادگیری برجای گذاشته است، مانند ضربات فوتبال (شالهورن، ۲۰۰۶)، پرتاب هندبال(واگنر و مولر[2] ، ۲۰۰۸). یادگیری افتراقی از چند حیث متفاوت است (هنز و شالهورن، ۲۰۱۶) به‌ویژه در غیاب یا کاهش سرعت اکتساب کوتاه مدت اثر تداخل. با تمرین تعدادی از حرکات در گروه DL ممکن است به آزمودنی کمک کند تا به‌طور ضمنی یک الگوی حرکتی خاص متناسب با محدودیت‌های خود پیدا کند، اما در CI تمرین تعدادی از حرکات ممکن است موجب افزایش یادگیری در آزمون یادداری شود، اما موجب کاهش پیشرفت در آزمون اکتساب شود (سرین[2] و همکاران ، ۲۰۲۰). CI و DL هر دو تنوع را در حین تمرین برای تسریع در یادگیری حرکتی بیان می‌کنند. در تحقیقی از یک کار شبیه‌سازی‌شدهٔ دروازه‌بانی، تغییرات در عملکرد زمان پاسخ حرکتی و کنترل حرکتی پس از یک جلسه یادگیری DL و CI مقایسه شد. آزمودنی در مقابل دیواری با شش هدف با نور LED که به‌صورت تصادفی چشمک می‌زد، می‌ایستادند و آزمودنی‌ها برای خاموش کردن هدف باید با حداکثر سرعت دست خود را جلوی آن حرکت می‌دادند. بلافاصله پس از جلسهٔ تمرین، DL زمان پاسخ حرکتی را کاهش داده بود، اما پس از یک ساعت استراحت و یک آزمون یادداری که از آنها گرفته شده بود بین دو گروه تفاوت معناداری وجود نداشت، اما کنترل حرکتی در هر دو گروه در پس‌آزمون و ماندگاری افزایش داشت (سرین و همکاران، ۲۰۲۰).

اگرچه تداخل زمینه‌ای و یادگیری افتراقی در تحقیقات به‌صورت مجزا بررسی شده‌اند، اما به چند دلیل اجرای تحقیق در این زمینه ضروری به نظر می رسد. اول اینکه تاکنون تحقیقات کمی به بررسی این دو نوع روش تمرینی به صورت همزمان پرداخته اند وبیشتر این تحقیقات به بررسی تاثیرات کوتاه مدت این دو نوع روش تمرینی پرداخته اند. دوم اینکه هموز سطوح مطلوب ایجاد تغییر ویا تداخل در این روش بررسی نشده است. بر اساس چارچوب نقطه چالش(گواداگنولی و لی[3]، ۲۰۰۴) یادگیری بهینه تابعی از میزان دریافت اطلاعات بهینه توسط فرد فراگیرنده است که این به نوبهٔ خود تابعی از تناسب رابطهٔ بین سطح مهارت یادگیرنده و دشواری کارکردی تکلیف است. دشواری کارکردی تکلیف نیز می‌تواند تابعی از دشواری اسمی و شرایط تمرین باشد. هرچقدر سطح تداخل در یک تکلیف بالا باشد میزان دشواری یک تکلیف خاص بالاتر خواهد رفت. بر اساس این چارچوب، حد پایین و یا خیلی بالایی از دشواری کارکردی موجب افت در یادگیری خواهد شد. بنابراین ایجاد سطح مطلوبی از تغییرات در تکالیف (تداخل) برای یادگیری بهینه ضروری به‌نظر می‌رسد (بیک و همکاران، ۲۰۱۸). اگرچه یادگیری افتراقی از دیدگاه‌های سیستم‌های پویا نشأت می‌گیرد و نقش چندانی برای شناخت قائل نیست، اما بر اساس نتایج تحقیقات قبلی یادگیری افتراقی قسمت‌های مربوط به پردازش حسی را بیشتر فعال می‌کند (هنز[3] و همکاران، ۲۰۱۸) که همین امر می تواند نشان‌دهندهٔ نوعی پردازش اطلاعات مؤثر در این نوع تمرین باشد. بنابراین این نوع تمرین نیز ممکن است بر بعد شناختی تکلیف اثر داشته باشد. حال سؤال اصلی این است که تا چه حد تغییرپذیری در روش‌های مختلف رسیدن به یک تکلیف می‌تواند بعد شناختی یک تکلیف (یا به‌طور کلی یادگیری یک تکلیف) را بهبود بخشد؟

به‌تازگی دیدگاهی ارائه شده است که ترکیبی از دیدگاه‌های شناختی و ادراکی است (فرانک[4]، ۲۰۱۳). بر اساس دیدگاه رویکرد معماری شناختی عمل، تأثیرات ادراکی اعمال به شکل ویژگی‌های شناختی به نام بازنمایی ذهنی ذخیره می‌شوند که کنترل بعدیِ عمل بر عهدهٔ

[1] . Tassignon
[2]. Serrine & Tassignon
[3] . Henz
[4]. Frank

این بازنمایی‌هاست (شاک،[1] ۲۰۰۴). بر اساس این دیدگاه حرکات به شکل مفاهیم شناختی به نام مفاهیم پایهٔ عمل[2] در حافظهٔ طولانی مدت ذخیره می‌شوند (شاک، ۲۰۰۴). در حمایت از این دیدگاه نشان داده شده است که افراد ماهر در مقابل افراد مبتدی بازنمایی ذهنی ساختاریافته‌تری دارند (ولنزاس[3] و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین نشان داده شده است که روش‌های مختلف تمرینی می‌توانند روی ساختار بازنمایی ذهنی تأثیر متفاوتی داشته باشند (فرانک و همکاران، ۲۰۱۴). همراستا با این یافته‌ها نشان داده شده است که تمرین به‌صورت تداخل بالا می‌تواند نسبت به تداخل پایین ساختار بازنمایی ذهنی را تقویت کند و به یادگیری بهتری منجر شود (فاضلی، طاهری و صابری کاخکی، ۲۰۱۷).

این روش و رویکرد جدید می‌تواند نگرش جدیدی نسبت به روش‌های مختلف تمرینی به‌وجود آورد و در مورد نقش هر کدام از انواع تغییرپذیری و سطوح مختلف این تغییرپذیری‌ها (بالا، متوسط و پایین) یافته‌های مهمی را فراهم کند. بر اساس جست‌وجوی محقق تاکنون فقط یک پژوهش به مقایسهٔ سطوح مختلف یادگیری افتراقی و تداخل زمینه‌ای در بعد بازنمایی ذهنی پرداخته است (موسوی، ۲۰۲۱). در این تحقیق نشان داده شد که سطوح بالای تداخل موجب بازنمایی ذهنی قوی‌تری نسبت به تداخل پایین‌تر می‌شود. اما سطوح بالای یادگیری افتراقی بازنمایی ذهنی قوی‌تری به‌دنبال نداشت که این یافته‌ها نشان‌دهنده اثرات متضاد این دو نوع تمرین بر یادگیری است. البته یافته‌های این پژوهش باید بااحتیاط تفسیر شوند. این به آن دلیل است که بر اساس یافته‌های پژوهش در پیش‌آزمون و قبل از شرکت در تحقیق بین گروه‌ها تفاوت معناداری وجود داشته است. از آنجایی که تأثیرات این دو روش تمرینی بر ابعاد ذهنی یادگیرنده مشخص نیست که پرداختن به این جنبه از سازوکار تمرین می‌تواند درک بهتری از اثربخشی این روش‌های تمرینی به ما بدهد و ما را در طراحی و به‌کارگیری این روش‌های تمرینی یاری کند. به همین دلیل انجام پژوهش بیشتر در این زمینه ضروری به‌نظر می‌رسد.

## روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش حاضر نیمه‌تجربی است که با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون اجرا شده و از لحاظ هدف کاربردی است.

### شرکت‌کنندگان

جامعهٔ پژوهش را دانشجویان کارشناسی دانشگاه الزهرا تشکیل دادند که از این بین ۵۰ شرکت‌کننده زن راست‌دست با دامنهٔ سنی ۲۰–۳۵ سال و مبتدی در اجرای مهارت (بدون سابقهٔ رسمی آموزش در تکلیف موردنظر) با استفاده از نرم‌افزار جی پاور (اندازهٔ اثر= ۰/۷۵، توان= ۰/۰۸، تعداد گروه‌ها= ۵، تعداد اندازه‌گیری =۴، سطح معناداری=۰/۰۵) به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب و به‌صورت تصادفی در پنج گروه یادگیری افتراقی تصادفی، یادگیری افتراقی مسدود، تداخل زمینه‌ای تصادفی، تداخل زمینه‌ای مسدود و کنترل تقسیم شدند. همهٔ افراد راست‌دست بودند و دید نرمال یا نرمال‌شده (استفاده از عینک در صورت ضرورت) داشتند. افراد بدون سابقهٔ شکستگی در اندام‌های فوقانی و پا پایینی خود بودند و سابقهٔ اختلال عصبی که بر روی حرکت مؤثر باشد نداشتند. اطلاعات مذکور از طریق برگهٔ مشخصات فردی از فرد گرفته شده است.

### ابزار

به‌منظور اجرای تکلیف، از توپ و چوب استاندارد گلف استفاده شد. همچنین اهدافی به‌صورت دایره‌شکل با قطر ۱۱ سانتی‌متر روی زمین

[1]. Schack [2]. Basic Action Concepts [3]. Velentzas

چمن با ابعاد ۴× ۹ متر قرار داده شده بود. به‌منظور سنجش بازنمایی ذهنی از نرم‌افزار سنجش بازنمایی ذهنی استفاده شد.

**روند اجرای پژوهش**

پیش از اجرا کد اخلاق با شناسهٔ IR. SSRI. REC. 1401.1641 از پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی اخذ شد. شرکت‌کنندگان به‌صورت انفرادی به آزمایشگاه فراخوانده شدند. پس از استراحت پنج‌دقیقه‌ای به‌منظور آشنایی با شرایط آزمایشگاه فرم مشخصات فردی و رضایت‌نامه در اختیار آنها قرار داده شد. پس از تکمیل فرم موردنظر برای آشنایی افراد با تکلیف ضربهٔ گلف، فیلم یک فرد ماهر از صفحهٔ ساجیتال برای شرکت‌کنندگان پخش شد. فیلم موردنظر سه بار به‌صورت آهسته به افراد نمایش داده شد. بر روی فیلم موردنظر صدای یک مربی قرار گرفت که تمام مراحل اجرای حرکت را بر اساس مفاهیم پایه عمل توضیح داد. سپس ساختار بازنمایی ذهنی اولیهٔ افراد سنجش شد. به‌منظور این سنجش افراد در مقابل یک لپ‌تاپ قرار گرفتند و باید مفاهیم پایهٔ عمل را بر اساس مراحل حرکت تقسیم‌بندی می‌کردند. در این پژوهش از مفاهیم به‌کاررفته در پژوهش‌های قبلی استفاده شد (فرانک و همکاران، ۲۰۱۴). برای ضربهٔ گلف ۱۶ مفهوم پایه عمل بیان شده است که با توجه به دیدگاه‌های بیومکانیکی و کارکردی، هر کدام از این مفاهیم به یک فاز حرکتی خاص شامل آماده‌سازی، تاب به عقب، تاب به جلو، ضربه زدن و کاهش نیرو نسبت داده می‌شوند. در حین اجرای سنجش بازنمایی ذهنی یک مفهوم به‌صورت تصادفی در بالای صفحه قرار گرفت که به آن مفهوم سردسته گفته می‌شود. شرکت‌کننده باید بقیهٔ مفاهیم را به‌صورت تک‌تک با این مفهوم مقایسه می‌کرد و تصمیم می‌گرفت که آیا این مفاهیم در حین اجرای حرکت با هم ارتباط دارند و یا خیر. تکلیف مقایسه تا زمانی‌که همهٔ مفاهیم در جایگاه مفهوم سردسته قرار می‌گرفتند و با سایر مفاهیم مقایسه شوند، ادامه داشت. پس از این تکلیف جداسازی، افراد در پیش‌آزمون شرکت کردند. پیش‌آزمون شامل اجرای ۱۵ کوشش از فاصلهٔ سه‌متری بود. پس از مرحلهٔ پیش‌آزمون، افراد وارد مرحلهٔ اکتساب شدند و بر اساس گروه‌بندی که قبلاً ذکر شد، به تمرین تکلیف مربوطه پرداختند. تمرین هر گروه به‌صورت جزئی به‌صورت زیر بود:

**افتراقی مسدود:** در این گروه افراد تغییراتی را در الگوی حرکت بر اساس دستورالعمل آزمونگر ایجاد کردند. برای مثال در حین ضربه پای راست خود را بالا گرفتند؛ در حین ضربه دست را سفت و منقبض کردند. شرکت‌کنندگان ۱۲ بلوک ۱۵ کوششی را اجرا کردند که در شش بلوک تغییرات در پایین‌تنه افراد ایجاد شده بود و در شش بلوک دیگر تغییرات در بالاتنهٔ افراد ایجاد شده بود. ترتیب ارائهٔ تغییرات در بین شرکت‌کنندگان کانتر بالانس شد. همهٔ ضربه‌ها از فاصلهٔ سه‌متری زده شد.

افتراقی تصادفی: در این گروه شرکت‌کنندگان یک سری تغییرات در مفاصل و الگوی حرکت را تجربه کردند که ترتیبی قابل پیش‌بینی نداشت. شرکت‌کنندگان در این گروه نیز ۱۲ بلوک ۱۵ کوششی را تمرین کردند. همهٔ ضربه‌ها از فاصلهٔ سه‌متری زده شد.

**تداخل زمینه‌ای مسدود:** در این گروه نیمی از افراد چهار بلوک اول را از فاصلهٔ دومتری، چهار بلوک دوم را از فاصلهٔ ۳ متری و چهار بلوک سوم را از فاصلهٔ چهارمتری زدند و تیمی دیگر از شرکت‌کنندگان بلوک‌های تمرینی خود را با ترتیبی معکوس زدند؛ یعنی چهار بلوک اول را از فاصلهٔ ۴ متری، چهار بلوک دوم را از فاصلهٔ سه‌متری و چهار بلوک سوم را از فاصلهٔ دومتری زدند. این کار به‌منظور جلوگیری از اثر ترتیب تمرین انجام گرفت.

**تداخل زمینه‌ای تصادفی:** در این گروه افراد در هر بلوک به‌صورت تصادفی به تمرین اهداف ۲، ۳ و ۴ متری پرداختند، با این قید که هیچ هدفی دو بار پشت سر هم تکرار نشد و همچنین هیچ دو هدفی به‌صورت پشت سر هم تکرار نشد؛ علاوه بر این هر هدف باید در هر بلوک پنج بار تکرار شد؛ یعنی به سمت آن هدف ضربه زده شد. کنترل: در این گروه افراد تمرینی نداشتند و صرفاً در مراحل ارزیابی شرکت کردند. ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسهٔ تمرینی افراد به آزمایشگاه آمدند و مشابه با شرایط پیش‌آزمون تکلیف سنجش بازنمایی ذهنی را تکمیل کرده و سپس در آزمون یادداری مشابه با شرایط پیش‌آزمون شرکت کردند. در ادامه افراد یک آزمون اجرا کردند که در آن ۱۵ کوشش را

به‌صورت تصادفی به سمت هدف‌های ۲، ۳ و ۴ متری زدند، با این قید که هیچ هدفی دو بار پشت سر هم تکرار نشود، همچنین هیچ دو هدفی به‌صورت پشت سر هم تکرار نشود و هر هدف هم حتماً پنج بار در این آزمون تکرار شد (تعداد تکرار همهٔ اهداف مساوی باشد). در ادامه آزمون انتقال به‌عمل آمد که شامل ۱۵ ضربه از فاصلهٔ پنج‌متری بود. به‌منظور سنجش دقت افراد در حین اجرا، فاصلهٔ مستقیم لبهٔ توپ تا لبهٔ هدف با متر نواری اندازه‌گیری شد و به‌عنوان مقیاس دقت (میزان خطا) استفاده شد.

### روش آماری

به‌منظور مقایسهٔ عملکرد گروه‌ها در پیش‌آزمون از طرح تحلیل واریانس یکراهه استفاده شد. همچنین به‌منظور مقایسهٔ عملکرد گروه‌ها در مرحلهٔ اکتساب از طرح تحلیل واریانس مرکب ۵ (تعداد گروه‌ها) × ۱۲ (بلوک‌های اکتساب) استفاده شد که در عامل آخر دارای اندازه‌های تکراری است. گروه کنترل چون عملکردی در مرحلهٔ اکتساب ندارد، در این تحلیل وارد نشد. در مرحلهٔ یادداری و انتقال نیز مشابه با شرایط پیش‌آزمون از طرح تحلیل واریانس یکراهه استفاده شد. سطح معناداری در همهٔ تحلیل‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار اس. پی. اس. اس. ۱۶ انجام گرفت.

## یافته‌های پژوهش

در جدول‌های ۱ و ۲ میانگین و انحراف استاندارد متغیر دقت افراد (میزان خطا) در مراحل پیش‌آزمون، بلوک‌های اکتساب، یادداری و انتقال ارائه شده است.

**جدول ۱.** میانگین و انحراف استاندارد داده‌های دقت در مراحل پیش‌آزمون و بلوک‌های اکتساب

| مرحله | گروه | میانگین | انحراف استاندارد |
|---|---|---|---|
| **پیش‌آزمون** | تداخل تصادفی | ۱۰۰/۶۳ | ۱۷/۹۹ |
| | تداخل مسدود | ۸۶/۵۸ | ۱۴/۳۳ |
| | افتراقی تصادفی | ۱۰۱/۶۴ | ۲۰/۶۲ |
| | افتراقی مسدود | ۱۰۵/۵۳ | ۳۱/۶۰ |
| | کنترل | ۱۰۳/۳۸ | ۱۳/۷۰ |
| **اکتساب اول** | تداخل تصادفی | ۵۷/۹۵ | ۱۲/۷۶ |
| | تداخل مسدود | ۶۴/۹۲ | ۲۷/۲۹ |
| | افتراقی تصادفی | ۹۶/۰۹ | ۲۱/۱۵ |
| | افتراقی مسدود | ۶۵/۲۹ | ۱۷/۹۱ |
| | کنترل | تمرین نداشته است | تمرین نداشته است |
| **اکتساب دوم** | تداخل تصادفی | ۵۲/۸۱ | ۹/۶۵ |
| | تداخل مسدود | ۵۵/۰۱ | ۱۲/۰۵ |
| | افتراقی تصادفی | ۸۱/۸۳ | ۱۷/۶۲ |
| | افتراقی مسدود | ۶۵/۰۸ | ۲۳/۰۵ |
| | کنترل | تمرین نداشته است | تمرین نداشته است |
| **اکتساب سوم** | تداخل تصادفی | ۴۷/۷۵ | ۹/۹۴ |
| | تداخل مسدود | ۵۴/۱۷ | ۱۳/۵۱ |
| | افتراقی تصادفی | ۸۱/۱۳ | ۲۱/۵۸ |
| | افتراقی مسدود | ۶۰/۳۳ | ۱۲/۵۲ |
| | کنترل | تمرین نداشته است | تمرین نداشته است |

**جدول ۲.** میانگین و انحراف استاندارد داده‌های دقت عملکرد در آزمون یادداری و انتقال

| مرحله | گروه | میانگین | انحراف استاندارد |
|---|---|---|---|
| | تداخل تصادفی | ۴۰/۱۲ | ۴/۱۱ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **یادداری** | تداخل مسدود | ۶۲/۸۱ | ۱۵/۳۲ |
| | افتراقی تصادفی | ۴۸/۰۵ | ۱۰/۶۶ |
| | افتراقی مسدود | ۶۷/۱۴ | ۱۷/۵۷ |
| | کنترل | ۱۲۵/۱۷ | ۲۴/۵۷ |
| **انتقال** | تداخل تصادفی | ۸۳/۰۰۲ | ۱۲/۹۷ |
| | تداخل مسدود | ۸۸/۴۰ | ۱۴/۸۲ |
| | افتراقی تصادفی | ۵۵/۵۹ | ۱۴/۸۶ |
| | افتراقی مسدود | ۶۰/۱۳ | ۱۴/۸۸ |
| | کنترل | ۱۱۳/۱۴ | ۱۵/۴۸ |

به منظور اطمینان از نبود تفاوت معنادار در بین گروه‌ها پیش از شرکت در این پژوهش، داده‌های مرحلهٔ پیش‌آزمون در یک طرح تحلیل واریانس یکراهه تحلیل شدند. نتایج نشان داد اثر اصلی گروه معنادار نیست و تفاوتی بین دقت عملکرد گروه‌ها در پیش‌آزمون وجود ندارد (P=۰/۲۸ ،F(۴و۴۹)=۱/۳۰۹).

برای بررسی تأثیر تمرین افتراقی و تداخل زمینه‌ای بر عملکرد ضربهٔ گلف در مرحلهٔ اکتساب از طرح تحلیل واریانس مرکب با ۴ (گروه‌های تجربی)× ۳ (دسته بلوک‌های اکتساب) استفاده شد که در عامل آخر خود دارای اندازه‌های تکراری است. گروه کنترل به‌دلیل اینکه تمرین نداشته، در این تحلیل دخالت داده نشده است. نتایج این تحلیل در جدول ۳ ارائه شده است. در این آزمون به‌دلیل رعایت نشدن پیش‌فرض آزمون کرویت موچلی[1] از تصحیح گرین هوس- گیزر[2] استفاده شد.

**جدول ۳.** نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب برای مرحلهٔ اکتساب

| منبع تغییرات | مجموع مجذورات | درجات آزادی | میانگین مجذورات | ارزش F | ارزش P | ارزش $\eta^2_p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **گروه** | ۱۹۶۲۶/۳۶ | ۳ | ۶۵۴۲/۱۲ | ۱۳/۰۵ | <۰/۰۰۱ | ۰/۵۲ |
| **دسته بلوک** | ۲۲۲۵/۳۵ | ۱/۶۷ | ۱۳۲۶/۵۳ | ۵/۳۷ | ۰/۰۱ | ۰/۱۳ |
| **تعامل گروه در دسته بلوک** | ۵۹۲/۳۸ | ۵/۰۳ | ۱۱۷/۷۰ | ۰/۴۷ | ۰/۷۹ | ۰/۰۳۸ |

همان‌طورکه نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد اثر اصلی گروه (F(۳و۳۶)=۱۳/۰۵، P<۰/۰۰۱، $\eta^2_p$=۰/۵۲)، و اثر اصلی دسته بلوک، (۵/۳۷ =F(۲و۷۲)، P=۰/۰۱، $\eta^2_p$=۰/۱۳)، معنادار بودند؛ اما اثر تعاملی گروه در دستهٔ بلوک معنادار نبود (F<۱). به‌منظور مقایسهٔ زوجی گروه‌ها از آزمون تعقیبی استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد عملکرد گروه افتراقی تصادفی به‌طور معناداری با سایر گروه‌ها تفاوت دارد (P<۰/۰۵)؛ اما سایر تفاوت بین گروه‌ها معنادار نبود، P>۰/۰۵. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد عملکرد گروه افتراقی تصادفی در این مرحله از گروه‌های دیگر ضعیف‌تر بوده است (میانگین‌ها، تداخل تصادفی= ۵۲/۸۴، تداخل مسدود= ۵۸/۰۳، افتراقی تصادفی= ۸۵/۳۵، افتراقی مسدود= ۶۳/۵۷).

به‌منظور بررسی اثر اصلی دسته بلوک از آزمون تعقیبی استفاده شد. نتایج نشان داد دستهٔ کوشش اول به‌طور معناداری با دو دسته کوشش دیگر (دوم و سوم) تفاوت دارد (P<۰/۰۵)؛ اما تفاوت بین دستهٔ کوشش دوم و سوم معنادار نبود. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد گروه‌ها

[1]. Mauchly's Test of Sphericity

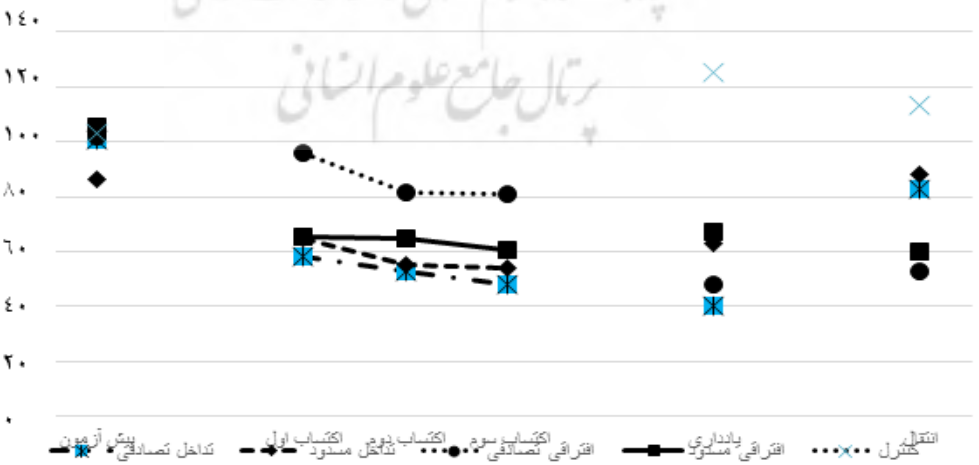
[2]. Greenhouse-Geisser

به‌طور کلی در دستهٔ کوشش اول نسبت به دو دستهٔ کوشش دیگر خطای بیشتری داشته‌اند (میانگین‌ها، دستهٔ کوشش اول= ۷۱/۰۶، دستهٔ کوشش دوم= ۶۳/۶۸، دستهٔ کوشش سوم= ۶۰/۸۵).

برای تعیین تأثیر تمرین افتراقی و تداخل زمینه‌ای بر عملکرد ضربهٔ گلف در مرحلهٔ یادداری چون فرض برابری واریانس‌ها برقرار نبود، از آزمون ولچ[1] استفاده شد. نتایج نشان داد تفاوت بین گروه‌ها معنادار است ($F_{welch}$(۴و۱۹/۹۶)=۳۴/۲۳ ، P<۰/۰۰۱). برای مقایسهٔ دو به دو گروه‌ها از آزمون تعقیبی گیمز–هوول[2] استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد همهٔ گروه‌ها با گروه کنترل تفاوت معناداری دارند (P<۰/۰۵). همچنین تفاوت بین گروه تداخل تصادفی و تداخل مسدود معنادار بود (P<۰/۰۵). علاوه بر این گروه تداخل مسدود با گروه افتراقی تصادفی تفاوت معناداری داشت (P<۰/۰۵)، و تفاوت بین گروه افتراقی تصادفی با افتراقی مسدود نیز معنادار بود (P<۰/۰۵). اما تفاوتی بین گروه تداخل تصادفی و افتراقی تصادفی (P>۰/۰۵)، و همچنین بین گروه تداخل مسدود و افتراقی مسدود (P>۰/۰۵) وجود نداشت. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد همهٔ گروه‌های تجربی نسبت به گروه کنترل دقت بیشتری داشته‌اند و همچنین گروه تداخل تصادفی و افتراقی تصادفی نسبت به تداخل مسدود و افتراقی مسدود دقت بیشتری داشته‌اند (میانگین‌ها، تداخل تصادفی= ۴۰/۱۲، تداخل مسدود= ۶۲/۸۱، افتراقی تصادفی= ۴۸/۰۵، افتراقی مسدود= ۶۷/۱۴، کنترل= ۱۲۵/۱۷).

برای تعیین تأثیر تمرین افتراقی و تداخل زمینه‌ای بر عملکرد ضربهٔ گلف در مرحلهٔ انتقال از آزمون تحلیل واریانس یکراهه استفاده شد. نتایج نشان داد اثر اصلی گروه معنادار است (F(۴و۴۹)=۲۷/۱۲، P<۰/۲۸). برای مقایسهٔ دو به دو گروه‌ها از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد که نتایج نشان داد همهٔ گروه‌ها با گروه کنترل تفاوت معناداری دارند (P<۰/۰۵). همچنین گروه تداخل تصادفی با گروه‌های افتراقی تصادفی و مسدود تفاوت معناداری داشت (P<۰/۰۵). گروه تداخل مسدود نیز با گروه‌های افتراقی تصادفی و مسدود تفاوت معناداری داشت (P<۰/۰۵). اما تفاوت بین تداخل تصادفی و تداخل مسدود (P>۰/۰۵). همچنین تفاوت بین افتراقی تصادفی و افتراقی مسدود (P>۰/۰۵) معنادار نبود. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد همهٔ گروه‌ها نسبت به گروه کنترل عملکرد دقیق‌تری داشته‌اند. همچنین این مقایسه نشان داد که گروه‌های افتراقی نسبت به گروه‌های تداخل زمینه‌ای دقیق‌تر عمل کرده‌اند (میانگین‌ها، تداخل تصادفی= ۸۳/۰۰۲، تداخل مسدود= ۸۸/۴۰، افتراقی تصادفی= ۵۲/۵۹، افتراقی مسدود= ۶۰/۱۳، کنترل، ۱۱۳/۱۴) (شکل۱).

شکل ۱ عملکرد دقت ضربه گروه‌ها (مقدار خطا–هرچه پایین‌تر بهتر) در مراحل مختلف ارزیابی را نشان می‌دهد.



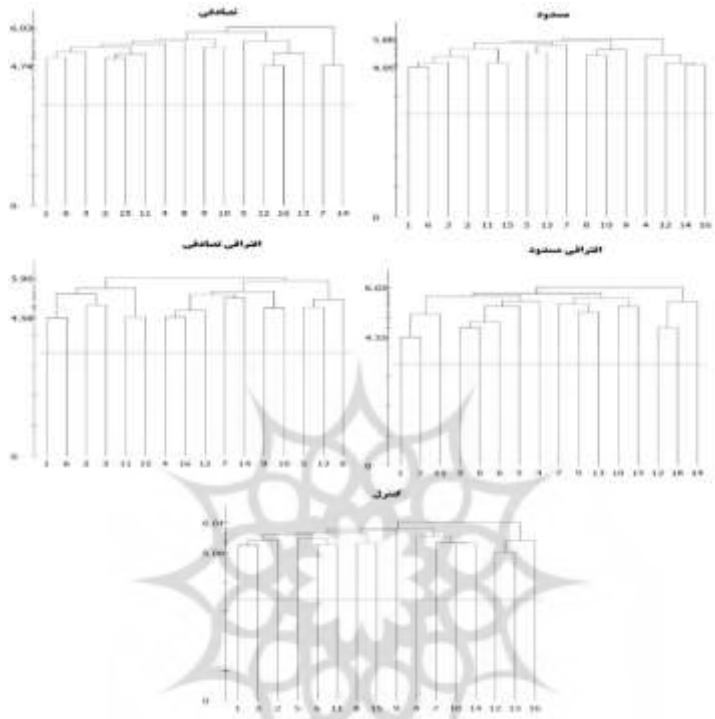

**شکل ۱.**عملکرد دقت ضربهٔ گروه‌ها (مقدار خطا–هرچه پایین‌تر بهتر)در مراحل مختلف ارزیابی

[1]. Welch

[2]. Games-Howell

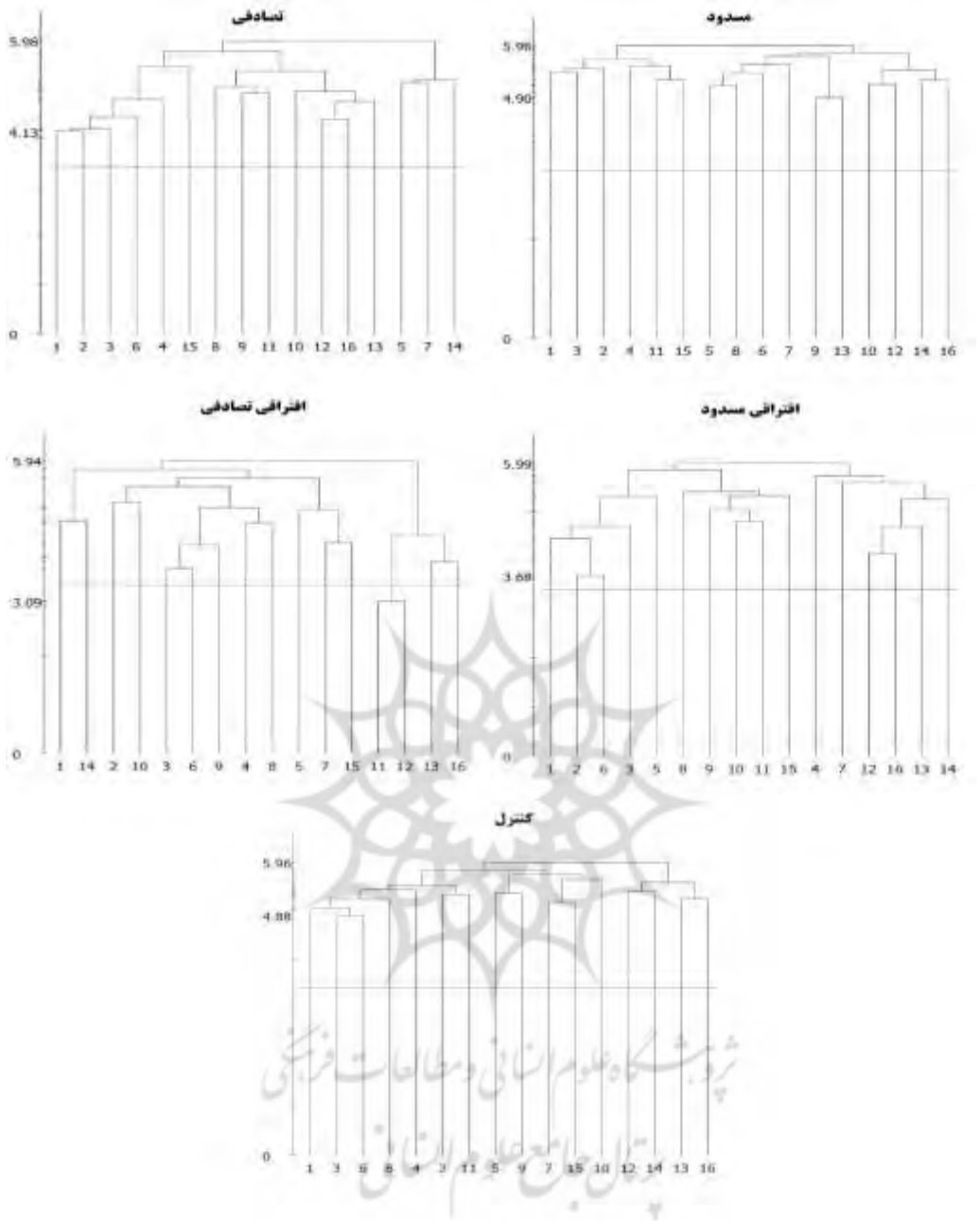
به‌منظور آنالیز ساختار بازنمایی ذهنی گروه‌ها در ضربهٔ گلف، ابتدا نمرات Z نفرات با هم جمع شدند و در نهایت یک نمودار درختی برای هر گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تشکیل شد. شکل ۲ نمودار درختی بازنمایی ذهنی گروه‌ها را در پیش‌آزمون نشان می‌دهد.

همان‌طورکه شکل ۲ نشان می‌دهد در پیش‌آزمون هیچ ساختار معناداری در بین گروه‌ها مشاهده نشد ($d_{crit}$=۳/۴۱).



**شکل۲.** نمودار درختی ساختار بازنمایی ذهنی گروه‌ها در پیش‌آزمون (خط قرمز d بحرانی را نشان می‌دهد؛ ارتباط‌های بین مفاهیم پایه عمل در زیر این خط قرمز به‌عنوان معنادار در نظر گرفته می‌شوند).

همان‌طورکه نتایج شکل ۳ نشان می‌دهد، فقط در گروه افتراقی تصادفی یک خوشهٔ معنادار مشاهده می‌شود و در سایر گروه‌ها ساختار معناداری در بازنمایی ذهنی آنها مشاهده نشد. آنالیز تغییرناپذیری نشان داد که ساختار بازنمایی ذهنی گروه افتراقی تصادفی در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون تغییر معناداری داشته است (λ<۰/۶۸). شکل ۳ ساختار بازنمایی ذهنی گروه‌ها را در آزمون یادداری نشان می‌دهد.




**شکل ۳.** نمودار درختی ساختار بازنمایی ذهنی گروه‌ها در پس‌آزمون (خط قرمز d بحرانی را نشان می‌دهد؛ ارتباط‌های بین مفاهیم پایه عمل در زیر این خط قرمز به‌عنوان معنادار در نظر گرفته می‌شوند).

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین افتراقی و تداخل زمینه‌ای بر بازنمایی‌های ذهنی و دقت ضربهٔ گلف بود. یافته‌ها نشان داد که در مرحلهٔ اکتساب، گروه افتراقی تصادفی عملکرد ضعیف‌تری نسبت به سایر گروه‌های تجربی داشت، همچنین مقایسهٔ میانگین‌ها برای اثر اصلی دسته بلوک نشان داد گروه‌ها در دستهٔ کوشش اول نسبت به دو دسته کوشش دیگر خطای بیشتری داشته‌اند. این موضوع به نوعی

نشان‌دهندهٔ فلات در اجرا در دستهٔ کوشش دوم و سوم است. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های رانگاناتان و نیوول ( ۲۰۱۳) و فاضلی، طاهری و صابری کاخکی (۲۰۱۷ )که از فرضیهٔ تغییرپذیری تمرین حمایت کردند، همسوست. پژوهش رانگاناتان و نیوول (۲۰۱۳) نشان داد تغییرپذیری به‌عنوان یک ساختار واحد، بسته به سطح مهارت، می‌تواند از راه‌های متعدد بر یادگیری تأثیرات مختلفی داشته باشد و تأکید کردند که اطمینان از ثبات حرکت نکتهٔ مهمی است. تنوع، به‌ویژه در مراحل ابتدایی مهارت که تمرین ناپایدار است، می‌تواند به الگوهای هماهنگی و یادگیری ضعیف منجر شود.

نتایج پژوهش فاضلی، طاهری و صابری کاخکی (۲۰۱۷ ) نشان داد افرادی که به روش تمرین تصادفی تمرین می‌کنند، در حین اکتساب ضعیف‌تر از گروه مسدود عمل کردند، اما در مرحلهٔ یادداری گروه تصادفی عملکرد بهتری داشت. فرضیهٔ تغییرپذیری تمرین اشمیت بیان می‌کند که تمرین شاخص‌های مختلف موجب عملکرد ضعیف در حین اکتساب می‌شود، اما موجب عملکرد بهتر در یادداری نسبت به تمرین مداوم یک پارامتر خاص خواهد شد. تمرین به‌صورت متغیر موجب ایجاد طرحوارهٔ قوی‌تری می‌شود که این امر توانایی فرد را برای یادگیری الگوهای حرکتی جدید بهبود می‌بخشد (اشمیت، ۱۹۷۵).

اعتقاد بر این است که ایجاد تداخل در تمرین، به‌وسیلهٔ تمرین چند تکلیف همزمان به‌صورت تصادفی، نسبت به تمرین با تداخل پایین، موجب اجرای ضعیف‌تر در حین اکتساب و اجرای بهتر در یادداری و انتقال می‌شود (مگیل و هال، ۱۹۹۰؛ شی و مورگان، ۱۹۷۹). به‌طور کلی، گروه یادگیری افتراقی تصادفی به‌دلیل مواجهه با انواع گسترده‌ای از حرکات و افزایش نوسانات و عدم تکرار حرکت، در مرحلهٔ اکتساب ضعیف‌تر عمل کردند.

این نتایج با پژوهش مگیل و هال (۱۹۹۰) و رانگاناتان و نیوول (۲۰۱۳) ناهمسو بود. پژوهش‌های قبلی که ادعا کردند تداخل زمینه‌ای در سطح پارامتر ایجاد نمی‌شود، با نتیجهٔ پژوهش حاضر همسو نبود (مگیل و هال، ۱۹۹۰). مگیل و هال (۱۹۹۰) بیان کردند تغییر در شاخص‌های یک برنامهٔ حرکتی برای ایجاد تداخل زمینه‌ای نسبت به تمرین مسدود همان شاخص‌ها موجب ایجاد بازنمایی قوی‌تر نمی شود.

همراستا با یافته‌های این تحقیق، پژوهش‌هایی وجود دارند که نشان می‌دهند تداخل زمینه‌ای در سطح پارامتر نیز ایجاد می‌شود. با توجه به تأثیر میزان تغییرپذیری در حین تمرین، برخی پژوهش‌ها اشاره کردند که سطوح بالاتر تنوع، نتایج ضعیف‌تری در یادگیری نسبت به مقادیر کم تنوع ایجاد می‌کنند (رانگاناتان و نیوول، ۲۰۱۳). در تحقیقی، سطوح متوسط تنوع، در مقایسه با سطوح بالاتر و پایین‌تر، بهترین نتایج را در یادگیری مهارت پرتاب دارت نشان داد (مورنو و همکاران، ۲۰۱۵).

در پژوهش شالهورن (۲۰۱۲) نیز هر دو گروه افتراقی در مرحلهٔ اکتساب و همچنین در مرحلهٔ یادگیری در مقایسه با گروه سنتی عملکرد بهتری داشتند و دلیل عملکرد بهتر افتراقی را این‌گونه بیان کردند که فراگیران را به سمت الگوهای حرکتی عملکردی‌تر سوق می‌دهد.

یافته‌ها در مرحلهٔ یادداری نشان داد که همهٔ گروه‌های تجربی نسبت به گروه کنترل دقت بیشتری داشتند. همچنین گروه‌های تداخل تصادفی و افتراقی تصادفی نسبت به گروه‌های تداخل مسدود و افتراقی مسدود دقت بیشتری نشان دادند. نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات رانگاناتان و نیوول (۲۰۱۳)، فاضلی و همکاران (۲۰۱۷) و مرادی (۲۰۱۷) همسوست. مرادی (۲۰۱۷) در پژوهشی به این نتیجه رسید که تمرین متغیر در مقایسه با تمرین ثابت در یادگیری مهارت پاس فوتبال مؤثرتر است. نتایج تحقیق شی و مورگان (۱۹۷۹) نشان داد که تمرین تکالیف به‌صورت تصادفی در مقابل تمرین با آرایش مسدود موجب یادگیری بیشتری می‌شود.

برای توجیه عملکرد بهتر گروه تداخل تصادفی در مقابل تداخل مسدود، فرضیهٔ فراموشی بیان می‌کند که در طول تمرین تصادفی، فرد در راهبردهای مختلفی درگیر می‌شود. همچنین از آنجا که در برنامهٔ تمرین تصادفی، فرد تمام تغییرات مهارت را در حافظهٔ فعال خود نگه

می‌دارد، می‌تواند آنها را با هم مقایسه کند و به‌خوبی از هم تمییز دهد. در تمرین قالبی، فرد محدود به تجزیه‌وتحلیل درون‌تکلیفی است، زیرا فقط یک تکلیف در حافظهٔ کاری قرار دارد. در مقابل، تمرین تصادفی فرد را درگیر پردازش بین‌تکلیفی و درون‌تکلیفی می‌کند، زیرا چند تکلیف در حافظهٔ کاری قرار دارند. پردازشی که حاصل از تمرین تصادفی است، موجب تسهیل در شناسایی شباهت‌ها و تفاوت‌های موجود بین تکالیفی که یاد گرفته شده‌اند، می‌شود؛ این مسئله به ایجاد بازنمایی حافظه‌ای ساختارمندتر نسبت به تمرین قالبی منجر خواهد شد. طبق این دیدگاه، تمرین تصادفی موجب بازنمایی ساختاریافته‌تر می‌شود، درحالی‌که در تمرین قالبی، رمزگردانی تقریباً کم‌خاصیت صورت می‌گیرد. این یافته‌ها با فرضیهٔ پردازش جزئی‌تر و متمایزتر همخوانی دارد.

بر اساس دیدگاه تداخل زمینه‌ای، تمرین به‌صورت تصادفی در مقابل مسدود موجب یادگیری بهتر می‌شود. همچنین در آزمون یادداری نشان داده شد که بین گروه تداخل تصادفی و افتراقی تصادفی تفاوتی وجود ندارد. این نتیجه می‌تواند بیانگر این باشد که آزمون یادداری در این گروه‌ها به‌صورت مشابه اجرا شده است یا عدم تفاوت ناشی از آزمون به‌کاررفته در پژوهش باشد. علاوه بر این، بر اساس فرضیهٔ اختصاصی تمرین، تمرین با به‌کار بردن راه‌حل‌های مختلف برای رسیدن به هدف، اجرا را در شرایط مشابه آسان‌تر می‌کند (رانگاناتان و نیوول، ۲۰۱۰). نتایج پژوهش شیا و تیتزر (۱۹۹۳) نشان داد که عملکرد یادداری در گروه تصادفی در مقایسه با گروه قالبی اثر تداخل بیشتری را نشان داد و تفاوت معناداری بین گروه‌های قالبی و تصادفی که یک تلاش یادآوری‌کننده بود، مشاهده نکردند. پژوهشگران این نتیجه را برای تأیید نظریهٔ بازداری پس‌گستر در تبیین اثر تداخل زمینه‌ای به‌دست آوردند. با این حال، نتایج این پژوهش با نتایج طاهری و همکاران (۲۰۱۷) ،رانگاناتان و نیوول (۲۰۱۰) همسو نبود. طاهری و همکاران (۲۰۱۷) به‌جای دستکاری وضعیت‌های بدن، راه‌های رسیدن به هدف در یک تکلیف پرتابی را دستکاری کردند و نتایج نشان داد که گروه‌های متغیر نمرهٔ کمتری نسبت به گروه ثابت گرفتند. رانگاناتان و نیوول (۲۰۱۰) استدلال کردند که اگر تمرین با راه‌حل‌های مختلف موجب بروز انعطاف‌پذیری حرکت شود، باید گروه‌های متغیر در یادداری بهتر عمل کنند، اما نتایج نشان داد که گروه ثابت نیز در آزمون با مانع ثابت و مانع متغیر بهتر عمل کرده است. آنها بیان کردند که برای به‌وجود آمدن انعطاف‌پذیری در حرکت، یادگیری یک شاخص مرتبط با هدف تکلیف مفیدتر از تمرین با گونه‌های مختلف تکلیف است. همچنین این مقایسه نشان داد گروه‌های افتراقی نسبت به گروه‌های تداخل زمینه‌ای دقیق‌تر عمل کرده‌اند. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های شالهورن (۲۰۱۶)، هنز (۲۰۱۸)، سرین و همکاران (۲۰۲۰)، بیک و همکاران (۲۰۱۸)، فاضلی، طاهری و صابری کاخکی (۲۰۱۷) و شالهورن و همکاران (۲۰۱۰) همسوست. نتایج پژوهش هنز و شالهورن (۲۰۱۶) نشان داد که یادگیری افتراقی فرایندهای توجه را به سمت وضعیت ذهنی مطلوب برای یادگیری و عملکرد حرکتی، نسبت به تداخل زمینه‌ای، افزایش می‌دهد و این افزایش ناشی از درگیری بیشتر نواحی مغزی است. هنز (۲۰۱۸) نتیجه گرفت که یادگیری افتراقی موجب تحریک سیستم‌های حسی–پیکری و حرکتی می شود و در مقایسه با تمرین تکراری، مناطق بیشتری از قشر مخ را درگیر می‌سازد. سرین (۲۰۲۰) نشان داد یادگیری افتراقی در مقایسه با تداخل زمینه‌ای بر یادگیری حرکتی مشابه با دروازه‌بانی در فوتبال تأثیر بیشتری دارد.

دانشمندان در چند سال اخیر به این نتیجه رسیدند تمریناتی که با دستکاری قیود همراه است و در آنها دستورالعمل‌ها و بازخوردها حداقلی یا حذف‌شده‌اند، بیشترین سود را برای فراگیران به‌همراه دارند. بر اساس چارچوب نقطهٔ چالش (گواداگنولی و لی، ۲۰۰۴)

دلیل عملکرد دقیق‌تر گروه‌های تمرین افتراقی در مقایسه با گروه‌های تداخل زمینه‌ای احتمالاً به ماهیت تمرین‌ها باز می‌گردد. هدف از یادگیری افتراقی، یافتن الگوی اجرای وابسته به زمینهٔ فردی است که به یادگیرنده کمک می‌کند تا الگوی خاص خود را برای موفقیت در شرایط مختلف توسعه دهد. طبق پژوهش فرانک و همکاران، در یادگیری افتراقی الگوی اجرایی ایده‌آل جای خود را به الگوی اجرایی

وابسته به فرد و زمینه داده است. اجرای وابسته به زمینه به شاخص‌های درونی و بیرونی اشاره دارد. بر اساس این دیدگاه، تمرینات «نوفه‌دار» موجب تشویق فرد به درک تفاوت بین حرکات مختلف می‌شود و الگوی حرکتی شخصی و کارامدتری را در او ایجاد می‌کند.

یادگیری افتراقی در اصل به‌عنوان فرایند خودسازماندهی تعریف می‌شود که به ظهور جاذب‌های وابسته به فرد و زمینه منجر می‌شود. این جاذب‌ها از طریق جست‌وجوی فعال در فضای ادراکی–حرکتی شکل می‌گیرند. بر این اساس، شیوهٔ تداخل زمینه‌ای به تثبیت الگوی خاص گرایش دارد، درحالی‌که روش یادگیری افتراقی، با تشویق به کاوش گسترده‌تر در فضای حرکتی، به کشف راه‌حل‌های فردی‌تر منجر می‌شود. بنابراین، در تمرینات افتراقی، اجراکنندگان از طریق جست‌وجوی فعال در محیط به خودسازماندهی می‌رسند، درحالی‌که تداخل زمینه‌ای فرایندی با منشأ خارجی است که ممکن است به جاذب‌های وابسته به محیط منجر شود. این ویژگی کاوش فعال، توجیه مناسبی برای نتایج پژوهش حاضر است. توجیه دیگر برای عملکرد بهتر یادگیری افتراقی در آزمون انتقال را می‌توان به پدیدهٔ تشدید اضافی اشاره کرد که نتیجهٔ آن با نتیجهٔ پژوهش شالهورن (۲۰۱۰) همسوست. شالهورن این پدیده را تشویش‌های تصادفی نامید. شالهورن برای متحد کردن نظریه‌های مختلف یادگیری حرکتی و پیامدهای تمرینی آن از این شاخص زیر نظر یادگیری افتراقی استفاده کرد. از این نظر رویکردهای مختلف یادگیری حرکتی مانند تمرین تکراری، تداخل زمینه‌ای، تغییرپذیری تمرین و یادگیری افتراقی را بر اساس مقدار تغییر در حین اجرای حرکت از تشویش‌های پایین (تمرین تکراری) تا تشویش‌های تصادفی بالا (یادگیری افتراقی) درجه‌بندی کرد. با وجود این، در سیستم مقدار بهینه‌ای برای ایجاد نوفه قرار دارد؛ به‌طوری‌که افزایش بیشتر در شدت نوفه موجب کاهش قابلیت شناسایی اطلاعات می شود. در همین زمینه نظریهٔ یادگیری افتراقی پیش‌بینی می‌کند که بین مقدار تشویش‌های تصادفی و عملکرد، همبستگی شبیه به یو وارونه وجود دارد. شالهورن (۲۰۱۰) اشاره کرد که یادگیری افتراقی از طریق فرایندهای تشویش تصادفی موجب افزایش یادگیری حرکتی می‌شود؛ به این شکل که نوفهٔ واردشده به حرکت در طول یادگیری موجب افزایش شناسایی سیگنال و سبب افزایش یادگیری می‌شود. این‌گونه تغییرات فرایند یادگیری خودسازمانده را در سیستم عصبی مرکزی می‌تواند به‌وجود آورد و در نتیجه موجب می‌شود که فرد بتواند در شرایط جدید عمل بهینه‌ای داشته باشد. بر اساس پدیدهٔ تشویش تصادفی تداخل زمینه‌ای به‌دلیل اینکه نوفهٔ واردشده به حرکت بهینه نبود، عملکرد ضعیف‌تری داشتند. اما یادگیری افتراقی از طریق تشویش‌های تصادفی موجب یادگیری بهتری می‌شود.

نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های سرین (۲۰۲۰) و وانگر و مولر (۲۰۰۸)، ناهمسوست. سرین (۲۰۲۰) در پژوهش خود نشان داد کنترل حرکتی در هر دو گروه در پس‌آزمون و ماندگاری به‌طور متوسط افزایش یافته بود که نشان‌دهندهٔ هم‌افزایی قوی‌تر بین درجات آزادی است. وانگر و مولر ( ۲۰۰۸) در پژوهشی با عنوان «تأثیر آموزش افتراقی و متغیر بر کیفیت پرتاب بازیکنان لیگ و المپیکی اتریش» پس از شش هفته تمرین مشاهده کردند که عملکرد گروه افتراقی نسبت به گروه متغیر رو به بهبود نبود و همسو با این نتیجه نبود. این ناهمسویی ممکن است به‌علت تفاوت در ماهیت تکلیف در رشته‌های مختلف ورزشی باشد.

یافته‌ها در خصوص بازنمایی ذهنی ضربهٔ گلف در پیش‌آزمون نشان داد هیچ ساختار معناداری در بین گروه‌ها مشاهده نشد ( $d_{crit}=$ ۳/۴۱). در آزمون یادداری فقط در گروه افتراقی تصادفی یک خوشهٔ معنادار مشاهده شد و در سایر گروه‌ها ساختار معناداری در بازنمایی ذهنی آنها مشاهده نشد. آنالیز تغییرناپذیری نشان داد که ساختار بازنمایی ذهنی گروه افتراقی تصادفی در آزمون یادداری نسبت به پیش‌آزمون تغییر معناداری داشته است ($\lambda$<۰/۶۸). نتایج این پژوهش با تحقیقات شاک (۲۰۰۴) همسوست. بر اساس دیدگاه معماری شناختی عمل (شاک، ۲۰۰۴) بازنمایی ذهنی ایجادشده بر اثر تأثیرات ادراکی یک عمل زیربنای اجراهای بعدی آن عمل است و هرچه این بازنمایی ذهنی قوی‌تر باشد، اجرای بعدی فرد بهتر خواهد بود. همراستا با این استدلال تحقیقات نشان داده است افراد ماهر نسبت به افراد مبتدی بازنمایی ذهنی ساختاریافته‌تری دارند (ولنزاس و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین تحقیقات نشان دادند که نوع تمرین می‌تواند بر ساختار بازنمایی ذهنی

تکلیف تأثیرگذار باشد (فاضلی و همکاران، ۲۰۱۷؛ فرانک و همکاران، ۲۰۱۳). بر همین اساس احتمالاً گروه افتراقی تصادفی در این تحقیق نیز با تشکیل ساختار بازنمایی ذهنی قوی‌تر از طریق فرایند پردازش بهینهٔ اطلاعات (دیدگاه نقطهٔ چالش گواداگنولی و لی، ۲۰۰۴) به اجرای بهتر در آزمون یادداری و انتقال دست یافته است. احتمال دارد که از طریق قطعه‌بندی بهتر اطلاعات و پردازش بهینه به این ساختار بازنمایی ذهنی بهتر موجب عملکرد بهتر این گروه در آزمون یادداری و انتقال شده باشد. در پژوهش (نیوول و روزنبلوم، ۲۰۱۳) گفته شده که این کارایی بهتر در پردازش از طریق قطعه‌بندی اجزای تکلیف در حافظهٔ فرد به‌صورت قطعات اطلاعاتی بزرگ‌تر صورت می‌گیرد که این به‌نوعی نشان‌دهندهٔ ایجاد بازنمایی ساختاریافته‌تر در ذهن فرد است. این موضوع در رویکردهای جدید نسبت به کنترل و یادگیری مهارت‌های ورزشی نیز اشاره شده است (شاک، ۲۰۲۰؛ شاک و فرانک، ۲۰۲۱).

همچنین نتایج پژوهش با یافته‌های موسوی (۲۰۲۱) همراستا نبود. بر اساس جست‌وجوی محقق تاکنون فقط یک پژوهش به مقایسهٔ سطوح مختلف یادگیری افتراقی و تداخل زمینه‌ای در بعد بازنمایی ذهنی پرداخته است. در این تحقیق نشان داده شد که سطوح بالای تداخل موجب بازنمایی ذهنی قوی‌تری نسبت به تداخل پایین‌تر می‌شود. اما سطوح بالای یادگیری افتراقی بازنمایی ذهنی قوی‌تری به دنبال نداشت که این یافته‌ها نشان‌دهندهٔ تأثیرات متضاد این دو نوع تمرین است و همسو با نتایج این تحقیق نیست. اگرچه در برخی نظریه‌ها به این مسئله اشاره شده است که در فرایند یادگیری ابتدا بازنمایی ذهنی ساختار می‌یابد (فیتز و پوزنر، ۱۹۶۷)، اما به‌نظر می‌رسد بین بازنمایی ذهنی و اجرا الزاما رابطه مستقیم وجود ندارد (فرانک و همکاران، ۲۰۱۴)، چراکه اگر چنین رابطه‌ای وجود داشت می بایست همیشه نوع بازنمایی با عملکرد بهتر در دقت حرکت همراه می شد. برخی محققان استدلال می‌کنند تا زمانی‌که بازنمایی، به‌عنوان یک فرایند شناختی، با بازخورد آنلاین همراه نشود، تأثیر زیادی بر اجرا نخواهد داشت (فرانک و همکاران، ۲۰۱۴؛ فرانک، لند و شاک، ۲۰۱۳).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که یادگیری افتراقی نسبت به تداخل زمینه‌ای موجب انتقال بهتر به شرایط جدید و یادگیری افتراقی تصادفی موجب بازنمایی ذهنی ساختاریافته‌تری می‌شود. یادگیری افتراقی سبب می‌شود که یادگیرندگان برای کشف الگوهای هماهنگی تشویق شوند و فرد را برای زمینهٔ واقعی اجرا فراهم می‌کند. بر اساس یافته‌های این پژوهش مربیان و طراحان تمرین برای آموزش تکلیف مشابه با تکلیف استفاده‌شده در این پژوهش، از روش افتراقی با نوفهٔ بیشتر به‌کار برند، زیرا یادگیری افتراقی موجب انتقال به شرایط جدید به‌طور مؤثرتری می‌شود. با توجه به اینکه طبق نتایج این تحقیق تمرینات افتراقی موجب انتقال بهتر در شرایط جدید تمرین می‌شود، پیشنهاد می‌شود مربیان به‌جای تأکید بر تمرینات سنتی، تمرینات افتراقی را برای یادگیری بیشتر به‌کار ببرند. با توجه به اینکه شرکت‌کنندگان این تحقیق افراد مبتدی بودند، در تحقیق‌های بعدی به بررسی تأثیر تمرین افتراقی و تداخل زمینه‌ای بر یادگیری و بازنمایی ذهنی در ضربهٔ گلف در افراد ماهر بپردازند. همچنین به‌دلیل اینکه پژوهش حاضر فقط روی دختران انجام گرفت، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های بعدی از شرکت‌کنندگان پسر استفاده شده و تأثیر یادگیری افتراقی و تداخل زمینه‌ای بر یادگیری و بازنمایی ذهنی مهارت‌های ورزشی دیگر بررسی شود.

## تقدیر و تشکر

از تمامی شرکت‌کنندگان عزیزی که در این تحقیق با ما همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

## References

Beik, M., Fazeli, D., & Mokhtari, M. (2018). Effect of Content of Augmented Feedback on Acquisition, Retention, Transfer of Motor Skill and Intrinsic Motivation in Children and Adolescents: A Distinct Perception-Action in Novice and Skilled. *Motor Behavior*, *10*(34), 49-74. https://doi.org/10.22089/mbj.2018.5816.1672(In Persian)

Bläsing, B., Schack, T., & Brugger, P. (2010). The functional architecture of the human body: assessing body representation by sorting body parts and activities. *Experimental Brain Research*, *203*(1), 119-129. https://doi.org/10.1007/s00221-010-2216-4

Brady, F. (1998). A theoretical and empirical review of the contextual interference effect and the learning of motor skills. Quest, 50(3), 266-293. https://doi.org/10.1080/00336297.1998.10484285

Fazeli, D., Taheri, H., & Saberi Kakhki, A. (2017). Random versus blocked practice to enhance mental representation in golf putting. *Perceptual and motor skills*, *124*(3), 674-688. https://doi.org/10.1177/0031512517704106

Fitts, P. M., & Posner, M. I. (1967). Human performance.

Frank, C., Land, W. M., & Schack, T. (2013). Mental representation and learning: the influence of practice on the development of mental representation structure in complex action. *Psychology of sport and Exercise*, *14*(3), 353-361. https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2012.12.001

Frank, C., Land, W. M., Popp, C., & Schack, T. (2014). Mental representation and mental practice: experimental investigation on the functional links between motor memory and motor imagery. *PloS one*, *9*(4), e95175.https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095175

Guadagnoli, M. A.,& Lee, T.D. (2004). Challenge point: A framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. *Journal of motor Behavior*, *36*(2), 212-224. https://doi.org/10.3200/JMBR.36.2.212-224

Henz, D., & Schöllhorn, W. I. (2016). Differential training facilitates early consolidation in motor learning. *Frontiers in behavioral neuroscience*, *10*, 199. https://doi.org/10.3389/fnbeh.2016.00199

Henz, D., John, A., Merz, C., & Schöllhorn, W. I. (2018). Post-task effects on EEG brain activity differ for various differential learning and contextual interference protocols. *Frontiers in human neuroscience*, *12*, 19. https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00019

Kim, T., Frank, C., & Schack, T. (2017). A systematic investigation of the effect of action observation training and motor imagery training on the development of mental representation structure and skill performance. *Frontiers in human neuroscience*, *11*, 499.https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00499

Magill, R. A., & Hall, K. G. (1990). A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. *Human movement science*, *9*(3-5), 241-289. https://doi.org/10.1016/0167-9457(90)90005-X

Magill, R. A., & Anderson, D. (2014). *Motor learning and control*: Concepts and application (vol. 11) :McGrawhill New York.

Moradi, N., & Fazeli, D. (2017). Investigation of effect of routine introduction, imagery and mixed methods on performance and mental representation of volleyball overhand float-serve. *Sport Psychology Studies*, *6*(20), 149-168.https://doi.org/10.22089/spsyj.2017.4184.1435(In Persian)

Moreno, F. J., & Ordoño, E. M. (2015). Variability and practice load in motor learning. [Variabilidad y carga de práctica en el aprendizaje motor]. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. *11*(39), 62-78. http://dx.doi.org/10.5232/ricyde2015.03905

Newell, A., & Rosenbloom, P. S. (2013). Mechanisms of skill acquisition and the law of practice. In *Cognitive skills and their acquisition* (pp. 1-55). Psychology Press.

Mousavi,S. H. , Saberi Kakhki,A. and Fazeli,D. (2021). The Comparison of two methods of variability on the learning of golf putting: Contextual Interference and Differential leaning. *Motor Behavior*, *13*(44), https://doi.org/ 10.22089/mbj.2021.9735.1932(In Persian)

Ranganathan, R., & Newell, K. M. (2013). Changing up the routine: intervention-induced variability in motor learning. *Exercise and sport sciences reviews*, *41*(1), 64-70. https://doi.org/10.1097/JES.0b013e318259beb5

Schack, T. (2020). Mental representation in action: A cognitive architecture approach. *Handbook of sport psychology*, 513-534. https://doi.org/10.1002/9781119568124.ch24

Schack, T., & Frank, C. (2021). Mental representation and the cognitive architecture of skilled action. Review of Philosophy and Psychology, 12, 527-546. https://doi.org/10.1007/s13164-020-00485-7

Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological review*, *82*(4), 225. https://doi.org/10.1037/h0076770

Schmidt, R. A., & Lee, T. (1988). *Motor control and learning* :Human kinetics.

Schollhorn, W., Beckmann, H., & Davids, K. (2010). Exploiting system fluctuations: Differential training in physical prevention and rehabilitation programs for health and exercise. *Medicina*, *46*(6), 365-373.

Serrien, B., Tassignon, B., Verschueren, J., Meeusen, R., & Baeyens, J. P. (2020). Short-term effects of differential learning and contextual interference in a goalkeeper-like task: Visuomotor response time and motor control. *European journal of sport science*, *20*(8), 1061-1071. https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1696894

Schack, T. (2004). The cognitive architecture of complex movement. *International journal of sport and exercise psychology*, *2*(4), 403-438. https://doi.org/10.1080/1612197X.2004.9671753

Shea, J. B., & Morgan, R. L. (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. *Journal of Experimental psychology: Human Learning and memory*, *5*(2), 179. https://doi.org/10.1037/0278-7393.5.2.179

Shea, J. B., & Titzer, R. C. (1993). The influence of reminder trials on contextual interference effects. *Journal of motor behavior*, *25*(4), 264-274. https://doi.org/10.1080/00222895.1993.9941647

Taheri, H., Fazeli, D., & Poureghbali, S. (2017). The effect of variability of practice at execution redundancy level in skilled and novice basketball players. *Perceptual and motor skills*, *124*(2), 491-501.https://doi.org/10.1177/0031512516684078

Tassignon, B., Verschueren, J., Baeyens, J. P., Benjaminse, A., Gokeler, A., Serrien, B., & Clijsen, R. (2021). An exploratory meta-analytic review on the empirical evidence of differential learning as an enhanced motor learning method. *Frontiers in psychology*, *12*, 533033. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.533033

Velentzas, K., Heinen, T., & Schack, T. (2011). Routine integration strategies and their effects on volleyball serve performance and players' movement mental representation. *Journal of Applied Sport Psychology*, *23*(2), 209-222. https://doi.org/10.1080/10413200.2010.546826

Wagner, H., & Müller, E. (2008). The effects of differential and variable training on the quality parameters of a handball throw. *Sports Biomechanics*, *7*(1), 54-71. https://doi.org/10.1080/14763140701689822