

## The Comparison of the Effects of Two Methods of Variability on Learning in Golf Putting: Contextual Interference and Differential Learning

S. H. Mousavi<sup>1</sup>, A. Saberi Kakhki<sup>2</sup>, D. Fazeli<sup>3</sup>

1. M.A in Motor Learning and Control, Department of Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
2. Associate Professor of Motor Behavior, Department of Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Iran (Corresponding Author)
3. Assistant Professor of Motor Behavior, Department of sport sciences, Faculty of Psychology and Education, Shiraz University, Iran

Received: 2020/11/22

Accepted: 2021/05/15

### Abstract

This study was aimed to compare the effect of two methods of variability (contextual interference and differential learning) on the learning in golf putting. For this purpose, 50 female students (mean age  $21.6 \pm 1.7$ ) were randomly divided into five groups, including blocked contextual interference (BCI), random contextual interference (RCI), blocked differential learning (BDL), random differential learning (RDL), and control. After a pre-test, participants practiced the putting task for three consecutive days (10 blocks per day, 12 trails each) according to their grouping. Ten minutes and 72 hours after the last practice session, the immediate and delayed retention tests were performed, respectively. Also, the participants completed a transfer test. Results for the retention tests did not show a significant difference between differential learning groups and the random contextual interference group ( $p > 0.05$ ), while during the transfer phase, differential learning groups showed higher accuracy ( $p < 0.05$ ). Therefore, the continuous changes in differential learning Probably for reasons like the emergence of the subject and context-dependent attractors also the phenomenon of Stochastic perturbations seems to be more generalizable than the pattern created by contextual interference.

**Key words:** random practice, blocked practice, blocked differential learning, random differential learning, motor learning

1. Email: Houriy\_e\_mousavi\_95@gmail.com
2. Email: Askakhki@um.ac.ir
3. Email: Fazelidavid@gmail.com



## Long abstract

### Objective

One of the most widely studied phenomena in motor learning is the variability of practice hypothesis. Variability of practice can be applied in different ways: such as structured variations and unstructured variations. Structured variations are made systematically in one or a few parameters that lead to generalization and transfer to new conditions(1). Contextual interference can be considered as a version of structured variability (2). On the other hand, unstructured variations are the random variations that are applied in multiple parameters which facilitate the exploration of movement and subsequent finding of the optimal solution. Differential learning can be considered as one kind of unstructured variability (1). Indeed, differential learning involves adding noise to the movement. (3, 4) The effect of differential learning and contextual interference has been studied individually in several studies(5-8); But to the researcher's knowledge, a small number of studies have examined these two types of practice in one research paradigm(9, 10) .Also, to the researcher's knowledge, no research has been done to compare these two approaches in terms of generalization to new conditions.

### Material and Method

The participants were 50 university students that had no experiment in golf putting. They were randomly divided into five groups of blocked contextual interference (BCI), random contextual interference (RCI), blocked differential learning (BDL), random differential learning (RDL), and control. During the pre-test, participants performed 12 putts to assess their starting performance level. The acquisition phase was three consecutive days. Experimental groups (all groups except for the control group) performed 10 blocks of 12 putts on each day. The participants in the blocked contextual interference condition performed the putting task to three different targets (one target each day). To reduce the effects of practice order, half of the participants in the blocked group performed the task from the farthest target to the nearest one and the other half performed conversely. The random contextual interference group performed 10 blocks of 12 trials in a random order every day, with the constraint that no target should be repeated twice in a row, and each target should be repeated four times per block. The programs of practice for both groups of random and blocked differential learning were included 120 types of noise-like changes in the movement pattern. These changes for the blocked differential learning were systematic and mostly predictable, and for the random differential learning, these changes were unpredictable between two subsequent movements. After the last session of practice, participants had a short break. Then,

they completed two blocks of 12 putts for an immediate retention test (fixed and variable targets). After 72 hours, they performed the delayed retention test similar to the immediate retention test. Next, participants completed two blocks of 12 trials with a distance of 4 meters as a transfer test.

## Result

The results showed that the main effect of the group was not significant during the pre-test,  $F(4, 4) = 1.20$ ,  $P = 0.32$ , which means there was no significant difference between the groups in this phase. The results of ANOVA for the retention test with fixed targets showed a significant main effect of the group,  $F(4, 45) = 37.82$ ,  $P < .05$ ,  $\eta^2p = .77$ , and the interaction of group  $\times$  test phases,  $F(4, 45) = 9.56$ ,  $P < .05$ ,  $\eta^2p = .45$ . However, the main effect of the test phase was not significant  $F < 1$ . The results of the post-hoc test for the interaction effect showed that in the immediate retention test the control group and the differential-random group had higher errors than other groups. However, in the delayed retention test the control group and the blocked group scored higher errors than other errors. The results of ANOVA for the retention test with variable target showed that the main effect of group,  $F(4, 45) = 30.69$ ,  $P < .05$ ,  $\eta^2p = .72$ , and the interaction of group  $\times$  test phases,  $F(4, 45) = 2.87$ ,  $P < .05$ ,  $\eta^2p = .20$ . However, the main effect of test phases was not significant,  $F < 1$ . The post-hoc test for the interaction effect showed that all of the experimental groups performed significantly differently than the control group, all  $p < .05$ ; however, there was no significant difference between experimental groups, all  $P > .05$ . Also, the results showed that the control group and the blocked contextual interference group performed significantly lower than other groups during the delayed retention test. For the transfer test, the results showed a significant main effect of group,  $F(4, 49) = 19.51$ ,  $P < .05$ . The post-hoc test showed that the differential learning groups (random and blocked) had higher accuracy than other groups.

## Conclusion

The results showed superior transfer of differential learning method than contextual interference. One possible reason for this superiority is more exploration and exploitation during differential learning which led to the emergence of subject and context-dependent attractors (11). That means this exploration has led to finding solutions according to the individual's characteristics which can be accessed in any situation. In other words, this type of training creates self-organization (3, 4). Another possible reason to explain the superior performance of differential learning groups could be provided by the stochastic resonance phenomenon. According to this view, adding noise to a stimulus could enhance information

processing and perception(4). In conclusion, the results of this study considered as evidence of superior learning under differential learning method than contextual interference effect.

### Key words

Random practice, Blocked Practice, Blocked Differential Learning, Random Differential Learning, Motor Learning

### Reference

1. Ranganathan R, Newell KM. Changing up the routine: intervention-induced variability in motor learning. *Exercise and sport sciences reviews*. 2013 Jan 1;41(1):64-70.
2. Shea JB, Morgan RL. Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. *Journal of Experimental psychology: Human Learning and memory*. 1979 Mar;5(2):179.
3. Savelsbergh GJ, Kamper WJ, Rabijs J, De Koning JJ, Schöllhorn W. A new method to learn to start in speed skating: A differential learning approach. *International journal of sport psychology*. 2010 Oct 1;41(4):415.
4. Schöllhorn WI. Invited commentary: differential learning is different from contextual interference learning. *Human movement science*. 2016 Jun 1; 47:240-5.
5. Simon DA. Contextual interference effects with two tasks. *Perceptual and motor skills*. 2007 Aug;105(1):177-83.
6. Russell DM, Newell KM. How persistent and general is the contextual interference effect? *Research quarterly for exercise and sport*. 2007 Sep 1;78(4):318-27.
7. Lattwein M, Henz D, Schöllhorn WI. Differential training as an intervention strategy to prevent choking under pressure in basketball freethrow. In *Book of Abstract of the 19th Annual Congress of the European College of Sport Science—2nd—5th July 2014*.
8. Hegen P, Schöllhorn W. Lernen an Unterschieden und nicht durch Wiederholung. *Fussballtraining*. 2012; 3:41-52.
9. Serrien B, Tassignon B, Verschueren J, Meeusen R, Baeyens JP. 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*. 2020 Sep 13;20(8):1061-71.
10. Henz D, John A, Merz C, Schöllhorn WI. Post-task effects on EEG brain activity differ for various differential learning and contextual interference protocols. *Frontiers in human neuroscience*. 2018 Jan 31; 12:19.
11. Frank TD, Michelbrink M, Beckmann H, Schöllhorn WI. A quantitative dynamical systems approach to differential learning: self-organization principle and order parameter equations. *Biological cybernetics*. 2008 Jan;98(1):19-31.

## مقایسه تأثیر دو روش تغییرپذیری بر یادگیری مهارت ضربه گلف: تداخل زمینه‌ای و یادگیری افتراقی

سیده حوریه موسوی<sup>۱</sup>، علیرضا صابری کاخکی<sup>۲</sup>، داود فاضلی<sup>۳</sup>

۱. کارشناس ارشد یادگیری و کنترل حرکتی، گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
۲. دانشیار رفتار حرکتی، گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران (نویسنده مسئول)
۳. استادیار رفتار حرکتی، بخش علوم ورزشی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۵

### چکیده

پژوهش حاضر با هدف مقایسه تأثیر دو روش تغییرپذیری (تداخل زمینه‌ای و یادگیری افتراقی) بر یادگیری مهارت ضربه گلف انجام شد. بدین منظور ۵۰ دختر دانشجو (میانگین سنی =  $1/7 \pm 21/6$  سال) به صورت تصادفی به پنج گروه تداخل زمینه‌ای مسدود، تداخل زمینه‌ای تصادفی، یادگیری افتراقی مسدود، یادگیری افتراقی تصادفی و کنترل تقسیم شدند. شرکت‌کنندگان پس از پیش‌آزمون، براساس گروه‌بندی تکلیف گلف را به مدت سه روز متوالی (هر روز ۱۰ بلوک ۱۲ کوششی) تمرین کردند. سپس آزمون یادداری فوری را ۱۰ دقیقه پس از آخرین جلسه اکتساب و آزمون یادداری تأخیری را ۷۲ ساعت بعد از آخرین جلسه اکتساب انجام دادند. آزمون انتقال نیز به همین ترتیب انجام شد. نتایج نشان داد که گروه‌های یادگیری افتراقی در مراحل آزمون‌های یادداری تفاوت معناداری با گروه تداخل زمینه‌ای تصادفی نداشتند ( $P > 0/05$ )، اما در مرحله انتقال گروه‌های یادگیری افتراقی دقت بیشتری را از خود نشان دادند ( $P > 0/05$ )؛ بنابراین تغییرات مداوم ایجادشده در یادگیری افتراقی احتمالاً به دلایلی مانند ظهور جاذب‌های وابسته به خود و وابسته به زمینه و همچنین پدیده نوسانات تصادفی، قابلیت تعمیم‌پذیری بیشتری در مقایسه با الگویی داشتند که توسط تمرین تداخل زمینه‌ای ایجاد شده است.

**واژگان کلیدی:** تمرین تصادفی، تمرین مسدود، یادگیری افتراقی مسدود، یادگیری افتراقی تصادفی، یادگیری حرکتی.

1. Email: Hourie\_mousavi\_95@gmail.com

2. Email: Askakhki@um.ac.ir

3. Email: Fazelidavid@gmail.com



### مقدمه

طراحی تمرین برای تسهیل یادگیری و اکتساب مهارت از مباحث اصلی و حائز اهمیت در یادگیری حرکتی است. یکی از وسیع‌ترین پدیده‌های بررسی شده در یادگیری حرکتی، فرضیه تغییرپذیری تمرین است (۱). تغییرپذیری در تمرین به صورت‌های مختلفی ایجاد می‌شود. به عقیده رانجانانان و نیول<sup>۱</sup> (۲۰۱۳) برخی از این تغییرات ساختاری و برخی دیگر تغییرات غیرساختاری (دارای نوفه<sup>۲</sup>) در تمرین هستند. تغییرات ساختاری به تغییراتی گفته می‌شود که در یک یا چند پارامتر به صورت سامانمند اعمال می‌شود که هدف آن بهبود تعمیم‌پذیری و انتقال به شرایط جدید است (۲). درزمینه تغییرات ساختاری در تمرین می‌توان به فرضیه تغییرپذیری تمرین<sup>۳</sup> (۳) و همچنین تداخل زمینه‌ای<sup>۴</sup> (۴) اشاره کرد که بیشتر تحت‌تأثیر دیدگاه سنتی پردازش اطلاعات هستند. براساس فرضیه طرحواره اشمیت<sup>۵</sup> (۳)، تغییر در پارامترهای یک برنامه حرکتی به منظور قوی‌تر کردن قانونی موسوم به «طرحواره حرکتی» است. با توجه به این دیدگاه، تمرین با پارامترهای مختلف موجب قوی‌تر شدن طرحواره حرکتی می‌شود و به همین دلیل درون‌یابی بعدی برای انجام دادن عملی با پارامتر جدید تسهیل می‌شود (۳). به نوعی دیگر از تغییرپذیری به‌عنوان تغییر در یک برنامه تمرینی (آرایش تمرین) اشاره شده است که به «تداخل زمینه‌ای» مشهور است. براساس این فرضیه، شی و مورگان<sup>۶</sup> (۴) معتقد بودند تمرین با ترتیبی تصادفی در مقایسه با ترتیب مسدود موجب عملکرد ضعیف در اکتساب اما عملکرد بهتر در یادداری می‌شود. درباره اثربخشی تداخل زمینه‌ای فرضیه‌های شناخته‌شده‌ای مانند فرضیه پردازش معنادارتر و متمایزتر<sup>۷</sup> (۴) و فرضیه بازسازی مجدد<sup>۸</sup> (۵) مطرح شده است. راسل و نیول<sup>۹</sup> (۶)، سیمون<sup>۱۰</sup> (۷)، پورتر<sup>۱۱</sup> (۸) و فاضلی و همکاران (۹) با بررسی تأثیر تداخل زمینه‌ای بر یادگیری مهارت‌های حرکتی به این نتیجه رسیدند که اعمال کردن تمرینات با تداخل زمینه‌ای زیاد می‌تواند در یادگیری مهارت‌های ورزشی سودمند باشد.

درمقابل، «تغییرات غیرساختاری» به تغییرات نوفه‌مانندی گفته می‌شود که به‌طور هم‌زمان و به‌صورت تصادفی در پارامترهای متعدد ایجاد می‌شود. هدف از این نوع دستکاری تسهیل اکتشاف حرکت است که می‌تواند به ایجاد راه‌حل بهینه منجر شود (۲) که این اکتشاف راه‌حل بهینه، خود باعث تعمیم به شرایط جدید نیز می‌شود

1. Ranganathan & Newell
2. Noise
3. Variability of Practice
4. Contextual Interference
5. Schmidt
6. Shea & Morgan
7. Elaborative Process Hypothesis
8. Reconstruction Hypothesis
9. Russell & Newell
10. Simon
11. Porter

(۱۰). درباره تغییرات غیرساختاری در تمرین می‌توان به فرضیه یادگیری افتراقی<sup>۱</sup> (۱۱) اشاره کرد. براساس دیدگاه سیستم‌های پویا، تغییرپذیری روشی برای کاوش و دستیابی به راه‌حل بهینه اجرای مهارت است که این جست‌وجو به کشف خودسازمان‌دهی بهینه برای اجرای حرکت منجر می‌شود (۱۲). بنیان‌گذاران این روش، برای مثال شالهورن<sup>۲</sup> آن را متفاوت از تغییرپذیری تمرین و تداخل زمینه‌ای می‌دانند (۱۳). یادگیری افتراقی از نوسانات و نوفه موجود در رفتار حرکتی انسان بهره می‌برد تا فرایندی خودسازمانده را ایجاد کند که یادگیرنده را به سمت الگوی منحصر به فرد حرکت خود سوق دهد. در طول یادگیری افتراقی یادگیرنده با انواع گسترده‌ای از حرکات روبه‌رو می‌شود؛ یعنی یک ورزشکار باید مهارت را به شیوه‌های مختلف، برای مثال وضعیت‌های اولیه بدنی متفاوت تمرین کند تا بتواند راه‌حل کارکردی منحصر به فرد خود را کشف کند. ادعا شده است که در یادگیری افتراقی به دلیل تکرار نشدن یک تمرین، سازگاری مناسب‌تری در تغییر شرایط به دست خواهد آمد. یادگیری افتراقی با توضیحات نظری مربوط به نظریه سیستم‌های پویا توجیه‌شدنی است (۱۴). در این نظریه، نوسانات برای سازگاری‌های کارکردی ضروری در نظر گرفته می‌شوند (۱۵).

پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه یادگیری افتراقی، اثر بخشی این رویکرد را در مقابل یادگیری به روش کلاسیک (تمرین مکرر یک الگو) نشان داده‌اند؛ به‌عنوان مثال، در مطالعات، در فوتبال (۱۷، ۱۶)، هندبال (۱۸)، بسکتبال (۲۰، ۱۹)، دومیدانی (۲۰، ۱۱)، والیبال (۲۱) و تنیس (۲۲) برتری یادگیری افتراقی در مقایسه با یادگیری کلاسیک مشاهده شده است. به‌رغم این پژوهش‌ها، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهند ایجاد تغییرپذیری دارای نوفه در سطح الگوی حرکتی به یادگیری بهتر منجر نمی‌شود (۲۳-۲۵) که این به‌نوبه خود یافته‌های پژوهش‌های قبلی در زمینه یادگیری افتراقی را زیر سؤال می‌برد.

در پژوهش‌های متعدد اثر یادگیری افتراقی و تداخل زمینه‌ای به‌صورت منفرد بررسی شده است، اما با توجه به مطالعه پژوهشگر مطالعه حاضر، در پژوهش‌های محدود به مقایسه یادگیری افتراقی و اثر تداخل زمینه‌ای پرداخته شده است؛ به‌عنوان مثال، هنز<sup>۳</sup> و همکاران (۲۶) در مطالعه خود یادگیری افتراقی و تداخل زمینه‌ای را در سطح امواج مغزی مقایسه کردند. نتایج نشان داد یادگیری افتراقی سیستم حسی پیکری و حرکتی را تحریک می‌کند و در مقایسه با تمرین تکراری مناطق بیشتری از قشر مخ را درگیر می‌کند، اما تمرین تداخل زمینه‌ای به‌طور خاص فرایندهای کنترل‌شده اجرایی را در مناطق قدامی مغز فعال می‌کند. همچنین سرین<sup>۴</sup> و همکاران (۲۷) نشان دادند یادگیری افتراقی در مقایسه با تداخل زمینه‌ای تأثیر بیشتری بر یادگیری حرکاتی مشابه با دروازه‌بانی در فوتبال دارد؛ هرچند در سطح همکوشی‌های<sup>۵</sup> حرکتی تفاوتی بین این دو نوع تمرین مشاهده نشد. این پژوهش‌ها به‌طور کلی به نتایج یکسانی درباره تغییرپذیری به‌صورت یادگیری افتراقی در مقابل تغییرپذیری

- 1.. Differential Learning
- 2.. Schöllhorn
- 3.. Henz
- 4.. Serrien
- 5.. Synergies

سنتی (تداخل زمینه‌ای) رسیده‌اند، اما هر دو پژوهش به اثرات کوتاه‌مدت اکتفا کرده‌اند و نتایج این پژوهش‌ها در آزمون یادداری و طولانی‌مدت پیگیری نشده است.

مقایسه یادگیری افتراقی با تداخل زمینه‌ای به دو لحاظ اهمیت دارد: جنبه اول به لحاظ نظری است. یادگیری افتراقی از دیدگاه سیستم‌های پویا سرچشمه می‌گیرد که به تغییرات غیرساختاری برای یادگیری اعتقاد دارد (۱۳)، اما تداخل زمینه‌ای براساس دیدگاه پردازش اطلاعات بنا شده است که به تغییرات ساختاری برای یادگیری اعتقاد دارد و نوفه را برای حرکت غیرمفید می‌داند (۲). همچنین به لحاظ کاربردی مقایسه این دو روش که مفیدبودن آن‌ها هرکدام در پژوهش‌های جداگانه (۲۱-۱۶) نشان داده شده است، می‌تواند به یافتن روشی - بهتر برای یادگیری مهارت‌های حرکتی منجر شود. همان‌طور که گفته شد، هر دو شیوه تغییرپذیری به روش یادگیری افتراقی و تداخل زمینه‌ای به تعمیم‌پذیری معتقد هستند. تداخل زمینه‌ای با استدلال براساس دو فرضیه بسط و فرضیه فراموشی که هر دو به فرایندهای شناختی و پردازش‌های حافظه‌ای تأکید دارند (۲۸)، تمرین با تداخل زمینه‌ای بالاتر را برای یادداری و انتقال مؤثرتر می‌داند (۷-۴). همچنین رویکرد یادگیری افتراقی ادعان دارد این‌گونه تغییرات می‌تواند فرایند یادگیری خودسازمانده را در سیستم عصبی مرکزی به وجود آورد؛ در نتیجه فرد را قادر می‌کند در شرایط جدید بتواند به روش بهینه عمل کند (۱۰)، اما تا آنجا که بررسی شده است، تاکنون پژوهشی انجام نشده است که با قابلیت تعمیم‌پذیری به مقایسه این دو رویکرد پرداخته باشد. به‌طور کلی، با توجه به کمبود پژوهش‌ها در زمینه مقایسه مستقیم یادگیری افتراقی و تداخل زمینه‌ای، محدودیت در روش اجرای این پژوهش‌های اندک از جمله ارزیابی نشدن اثرات تمرینی در طولانی‌مدت، تناقض‌های موجود در برخی پژوهش‌ها درباره اثر بخشی یادگیری افتراقی و همچنین نبود شواهد پژوهشی درباره مقایسه تعمیم‌پذیری این دو رویکرد به شرایط جدید، انجام‌شدن پژوهش حاضر ضرورت می‌یابد.

## روش پژوهش

### شرکت‌کنندگان

طرح پژوهش حاضر، نیمه‌تجربی و از نوع کاربردی بود. شرکت‌کنندگان ۵۰ نفر از دانشجویان دختر دانشگاه فردوسی مشهد با میانگین سنی  $1/7 \pm 21/6$  سال بودند که به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار (G\* POWER 3.1.9.2) و براساس اندازه اثر متوسط  $0/2$ ، آلفای  $0/05$  و توان  $0/8$  (۳۰، ۲۹)، با در نظر گرفتن پنج گروه و براساس طرح اندازه‌گیری مکرر (تعامل درون‌گروهی و بین‌گروهی) ۴۵ نفر برآورد شد؛ با این حال از آنجا که فرایند تمرین و آزمون چندین روز طول می‌کشید، پیش‌بینی شد تعدادی از شرکت‌کنندگان از ادامه فرایند پژوهش انصراف دهند؛ به همین دلیل تعداد شرکت‌کنندگان ۵۰ نفر در نظر گرفته شد. انتصاب آن‌ها به روش تصادفی در پنج گروه دهنفوری شامل دو گروه تداخل زمینه‌ای (مسدود و تصادفی) و دو گروه یادگیری افتراقی (مسدود و تصادفی) و یک گروه کنترل انجام شد.



## جمع‌آوری داده‌ها

این پژوهش در محل آزمایشگاه آنالیز حرکت دانشکده علوم ورزشی دانشگاه فردوسی مشهد و روی چمن مصنوعی به ابعاد  $4 \times 7$  متر انجام شد. پروتکل آزمایش این پژوهش بدین صورت بود که ابتدا هریک از شرکت‌کنندگان سه کوشش را به‌منظور آشنایی با تکلیف انجام دادند و به‌منظور سنجش سطح آغازین عملکرد دو بلوک دوازده‌کوششی را از فاصله  $2/44$  متری اجرا کردند. در این مرحله فقط از شرکت‌کنندگان خواسته شد به‌گونه‌ای به توپ ضربه بزنند تا در نزدیک‌ترین محل هدف مدنظر توقف کند. نمرات این آزمون به‌عنوان پیش‌آزمون در نظر گرفته شد. بیست‌وچهار ساعت پس از پیش‌آزمون و در طی سه روز متوالی، هریک از شرکت‌کنندگان براساس پروتکل خاص گروه خود به تمرین پرداختند.

برای ایجاد تداخل زمینه‌ای در گروه تداخل زمینه‌ای مسدود از سه هدف دایره‌ای شکل با قطر  $10/8$  سانتی‌متر (مطابق با قطر استاندارد گلف) که در فواصل مختلف قرار گرفتند، استفاده شد. فاصله اهداف از نقطه شروع به‌ترتیب با اندازه‌های  $(3/66, 2/44$  و  $1/22$  متر) بود. شرکت‌کنندگان هر روز یک هدف شامل  $10$  بلوک دوازده‌کوششی را تمرین می‌کردند. به‌منظور جلوگیری از اثر ترتیب اهداف، نیمی دیگر از شرکت‌کنندگان در این گروه، روز اول، هدف اول  $3/66$  متر، روز دوم هدف  $2/44$  متر و روز آخر هدف  $1/22$  متر را تمرین می‌کردند.

شرکت‌کنندگان در گروه تداخل زمینه‌ای تصادفی  $10$  بلوک دوازده‌کوششی را با این قید که هیچ هدفی دو بار پشت سرهم اجرا نشود و هر هدف چهار بار در هر بلوک استفاده شود، تمرین می‌کردند.

در گروه یادگیری افتراقی مسدود دستورالعمل بدین صورت بود که بین دو حرکت متوالی تغییرات اغلب مورد انتظار و سامانمند (از پایین به بالا) بود که در سطح مفاصل بدن اعمال می‌شد و تغییرات به‌طور منظم از مفصل پا و سپس مفصل زانو و ران به سمت تنه، شانه، آرنج و سر اجرا می‌شد (۲۶). حالت مسدود این تغییرات به این صورت بود که نظم (توالی) ایجاد تغییرات از پایین به بالا (از سمت مفاصل مچ پا به سمت تنه و آرنج) حفظ می‌شد؛ یعنی ابتدا تغییرات در قسمت پایین تنه اعمال می‌شد و سپس این تغییرات به‌صورت منظم روی مفاصل بالایی اعمال می‌شد. یک نمونه از دستورالعمل بدین صورت بود: «پاها را به‌صورت موازی و نزدیک به هم قرار دهید. سپس به توپ ضربه بزنید. پاها را با فاصله از هم قرار دهید. سپس به توپ ضربه بزنید. در طی حرکت زانوی راست را خم و زانوی چپ را بکشید».

لازم است ذکر شود در این گروه نیز مشابه با گروه‌های تداخل زمینه‌ای  $10$  بلوک دوازده‌کوششی اجرا شد و تمرین آن‌ها به‌مدت سه روز ادامه داشت؛ با این تفاوت که تمامی کوشش‌ها از فاصله  $2/44$  متری انجام می‌شد. دستورالعمل در گروه یادگیری افتراقی تصادفی مشابه با گروه یادگیری افتراقی مسدود بود؛ با این تفاوت که با ترتیبی کاملاً تصادفی و پیش‌بینی‌نشده‌ی اجرا می‌شد. در واقع، در گروه یادگیری افتراقی مسدود شرکت‌کننده می‌توانست پیش‌بینی کند که حرکت بعدی چه خواهد بود، اما در این گروه ممکن بود در یک کوشش تغییر در مفصل زانو و کوشش بعدی در مفصل آرنج باشد.

در آخرین جلسه اکتساب پس از ۱۰ دقیقه استراحت، آزمون یادداری فوری اجرا شد که پیش از هر آزمون شرکت کنندگان سه کوشش را به منظور جلوگیری از افت گرم کردن اجرا کردند. یادداری فوری برای همه گروه‌ها به دو صورت با اهداف ثابت و متغیر بدین صورت اجرا شد که در آزمون با هدف ثابت همه شرکت کنندگان دو بلوک دوازده کوششی را از فاصله ۲/۴۴ اجرا می‌کردند و در آزمون با هدف متغیر، دو بلوک دوازده کوششی را با ترتیب تصادفی اجرا می‌کردند؛ با این قید که هیچ دو فاصله‌ای دو بار پشت سرهم اجرا نشود و در هر بلوک هر هدف چهار بار استفاده شود. سپس بعد از ۷۲ ساعت بی‌تمرینی از آخرین جلسه اکتساب، افراد بار دیگر به آزمایشگاه فراخوانده شدند و آزمون یادداری تأخیری در دو مرحله با هدف ثابت و متغیر همانند مرحله یادداری فوری اجرا شد. در این مرحله نیز هر شرکت کننده بین هر آزمون پنج دقیقه و بین هر بلوک دو دقیقه استراحت کرد و همچنین سه کوشش را به منظور گرم کردن اجرا کرد. روز بعد از مرحله یادداری تأخیری، آزمون انتقال اجرا شد که طی آن شرکت کنندگان دو بلوک دوازده کوششی را از فاصله چهارمتری با دو دقیقه استراحت بین بلوک‌ها اجرا کردند. گفتنی است برای جلوگیری از اثر ترتیب، در تمامی مراحل آزمون نیمی از شرکت کنندگان هر گروه ابتدا آزمون‌های با هدف ثابت و نیمی دیگر، ابتدا آزمون‌های با اهداف متفاوت و متغیر را اجرا کردند.

### تحلیل آماری

برای تحلیل داده‌ها ابتدا برای کسب اطمینان از توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. از آنجا که پیش فرض طبیعی بودن توزیع داده‌ها تأیید شد، از آزمون‌های آماری پارامتری استفاده شد. برای تحلیل داده‌ها در مرحله پیش آزمون از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه استفاده شد که گروه‌های تمرینی به‌عنوان عامل بین فردی بودند. به منظور تحلیل داده‌ها در یادداری فوری و تأخیری با هدف ثابت، چون شرایط اجرا مشابه هم بود، از آزمون تحلیل واریانس با ۵ (گروه‌های تمرینی)  $\times$  ۲ (مراحل آزمون، یادداری فوری و تأخیری با هدف ثابت) استفاده شد که در عامل آخر دارای اندازه‌های تکراری است. همچنین برای تحلیل داده‌ها در مرحله یادداری فوری و تأخیری با اهداف متغیر، چون شرایط اجرا مشابه بود، از آزمون تحلیل واریانس با ۵ (گروه‌های تمرینی)  $\times$  ۲ (مراحل آزمون) استفاده شد که در عامل آخر دارای اندازه‌های تکراری است. برای آزمون انتقال نیز از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه استفاده شد.

عملکرد در ضربه گلف با اندازه‌گیری عامل دقت<sup>۱</sup> اندازه‌گیری شد. این عامل با استفاده از نمرات خطای دوبعدی براساس مختصات  $X, Y$  در هر ضربه نسبت به هدف اندازه‌گیری شد. میزان خطا به‌عنوان فاصله لبه<sup>۲</sup> توپ تا لبه داخلی هدف در نظر گرفته شد. در واقع، دقت از طریق میانگین خطای شعاعی<sup>۲</sup> اندازه‌گیری شد.

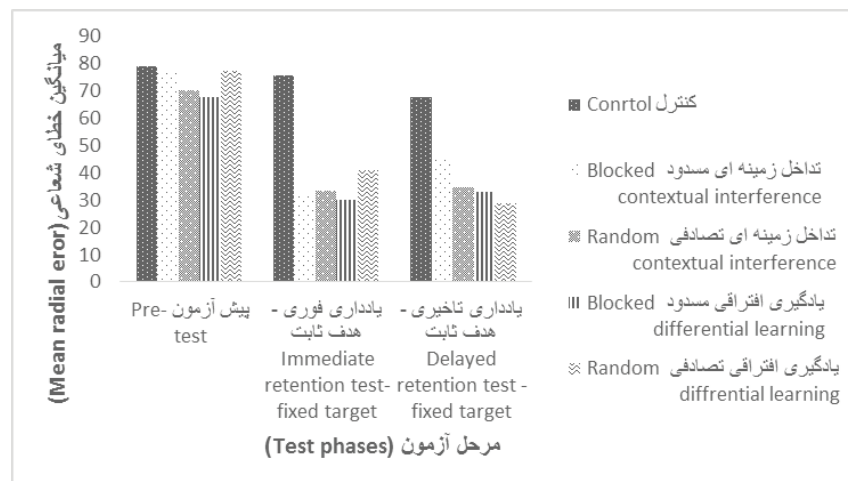
1. Accuracy
2. Mean Radial Error (MRE)

## نتایج

ابتدا داده‌های دقت مرحله پیش‌آزمون در طرح تحلیل واریانس یک‌سویه با هم مقایسه شدند. نتایج نشان داد اثر اصلی گروه معنادار نبود ( $F(4, 49) = 1.20$ ،  $P = 0.32$ )؛ یعنی تفاوت معناداری بین گروه‌ها در این مرحله وجود نداشت.

## مرحله آزمون یادداری با هدف ثابت

شکل شماره یک عملکرد گروه‌ها را در آزمون یادداری با هدف ثابت نشان می‌دهد.



شکل ۱- عملکرد ضربه شرکت‌کنندگان در مراحل آزمون یادداری با هدف ثابت

Figure 1-Participants' putting performance in the retention test phases with fixed target. نتایج این مرحله نشان داد اثر اصلی گروه ( $F(4, 45) = 37.82$ ،  $P = 0.0001$ ،  $\eta_p^2 = 0.77$ ) و تعامل گروه با مراحل آزمون ( $F(4, 45) = 9.56$ ،  $P = 0.0001$ ،  $\eta_p^2 = 0.45$ ) معنادار بود، اما اثر اصلی مراحل آزمون معنادار نبود ( $F < 1$ ). نتایج آزمون تعقیبی برای اثر تعاملی (مقایسه‌های ازپیش طراحی شده) نشان داد که در یادداری فوری با هدف ثابت، گروه‌های کنترل و افتراقی تصادفی به‌طور معناداری با سایر گروه‌ها تفاوت داشتند (جدول شماره یک). همچنین گروه یادگیری افتراقی تصادفی به‌طور معناداری با گروه کنترل تفاوت داشت ( $P < 0.05$ ). مقایسه میانگین‌ها نشان داد در یادداری فوری با هدف ثابت، گروه‌های کنترل و یادگیری افتراقی تصادفی در مقایسه با سایر گروه‌ها خطای بیشتری داشتند (میانگین‌ها: تداخل زمینه‌ای مسدود =  $32/35$ ، تداخل زمینه‌ای تصادفی =  $33/39$ ، افتراقی مسدود =  $30/12$ ، افتراقی تصادفی =  $40/93$ ، کنترل =  $75/67$ ).

جدول ۱- مقایسهٔ دوبه‌دو بین گروه‌ها در مرحلهٔ آزمون یادداری فوری با هدف ثابت

Table 1- Two-way comparisons between groups in the immediate retention test phase with fixed target

کنترل (Control)	یادگیری افتراقی تصادفی Random Differential Learning (RDL)	یادگیری افتراقی مسدود Blocked Differential Learning (BDL)	تداخل زمینه‌ای تصادفی Random Contextual Interference (RCI)	تداخل زمینه‌ای مسدود Blocked Contextual Interference (BCI)	گروه‌ها (Groups)
۰,۰۰۰۱	۰,۰۴۲	۰,۵۸	۰,۸		تداخل زمینه‌ای مسدود Blocked Contextual Interference BCI)
۰,۰۰۰۱	۰,۰۵	۰,۴۲		۰,۸	تداخل زمینه‌ای تصادفی Random Contextual Interference (RCI)
۰,۰۰۰۱	۰,۰۱		۰,۴۲	۰,۵۸	یادگیری افتراقی مسدود Blocked Differential Learning (BDL)
۰,۰۰۰۱		۰,۰۱	۰,۰۵	۰,۰۴۲	یادگیری افتراقی تصادفی Random Differential Learning (RDL)
	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	کنترل (Control)

آزمون تعقیبی برای اثر تعاملی نشان داد در مرحلهٔ یادداری تأخیری، گروه کنترل و گروه تداخل زمینه‌ای مسدود به‌طور معناداری با سایر گروه‌ها تفاوت داشتند (جدول شمارهٔ دو). همچنین نتایج نشان داد تفاوت بین گروه تداخل زمینه‌ای مسدود و گروه کنترل معنادار بود ( $P < 0.05$ ). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد گروه تداخل زمینه‌ای مسدود و گروه کنترل در مقایسه با سایر گروه‌ها خطای بیشتری در این مرحله داشتند؛ هرچند خطای گروه تداخل زمینه‌ای مسدود در مقایسه با گروه کنترل کمتر بود (میانگین‌ها: تداخل زمینه‌ای مسدود =  $۴۵/۸۵$ ، تداخل زمینه‌ای تصادفی =  $۳۴/۷۲$ ، افتراقی مسدود =  $۳۲/۹۴$ ، افتراقی

تصادفی = ۲۹/۰۶، کنترل = ۶۷/۷۱).

جدول ۲- مقایسه دوه‌دو بین گروه‌ها در مرحله آزمون یادداری تأخیری با هدف ثابت

Table 2- Two-way comparisons between groups in the delayed retention test phase with fixed target

گروه‌ها (Groups)	تداخل زمینه‌ای مسدود (BCI)	تداخل زمینه‌ای تصادفی (RCI)	یادگیری افتراقی مسدود (BDL)	یادگیری افتراقی تصادفی (RDL)	کنترل (Control)
تداخل زمینه‌ای مسدود (BCI)		۰,۰۲	۰,۰۱	۰,۰۰۱	۰,۰۰۰۱
تداخل زمینه‌ای تصادفی (RCI)	۰,۰۲		۰,۷۱	۰,۲۴	۰,۰۰۰۱
یادگیری افتراقی مسدود (BDL)	۰,۰۱	۰,۷۱		۰,۴۲	۰,۰۰۰۱
یادگیری افتراقی تصادفی (RDL)	۰,۰۰۱	۰,۲۴	۰,۴۲		۰,۰۰۰۱
کنترل (Control)	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	

### مرحله آزمون یادداری با هدف متغیر

نتایج آزمون تحلیل واریانس نشان داد اثر اصلی گروه ( $\eta_p^2 = 0.72$ ،  $P = 0.0001$ ،  $F(4, 45) = 30.69$ ) و تعامل آن با مراحل آزمون ( $\eta_p^2 = 0.20$ ،  $P = 0.03$ ،  $F(4, 45) = 2.87$ ) معنادار بود، اما اثر اصلی مراحل آزمون معنادار نبود ( $F < 1$ ). مشابه با مرحله یادداری ثابت، آزمون تعقیبی برای اثر تعاملی اجرا شد. نتایج نشان داد در مرحله یادداری فوری با اهداف متغیر، همه گروه‌ها با گروه کنترل تفاوت معنادار داشتند (جدول شماره سه)، اما تفاوت بین سایر گروه‌ها معنادار نبود. مقایسه میانگین‌ها در این مرحله نشان داد گروه کنترل در مقایسه با سایر گروه‌ها خطای بیشتری داشتند (میانگین‌ها: تداخل زمینه‌ای مسدود = ۳۷/۱۷، تداخل زمینه‌ای تصادفی = ۳۲/۹۹، افتراقی مسدود = ۳۳/۲۵، افتراقی تصادفی = ۳۸/۶۰، کنترل = ۶۹/۵۹).

جدول ۳- مقایسه دوه‌دو بین گروه‌ها در مرحله آزمون یادداری فوری با هدف متغیر

**Table 3-** Two-way comparisons between groups in the immediate retention test phase with variable target

گروه‌ها (Groups)	تداخل زمینه‌ای مسدود (BCI)	تداخل زمینه‌ای تصادفی (RCI)	یادگیری افتراقی مسدود (BDL)	یادگیری افتراقی تصادفی (RDL)	کنترل (Control)
تداخل زمینه‌ای مسدود (BCI)		۰,۴	۰,۴۳	۰,۷۷	۰,۰۰۰۱
تداخل زمینه‌ای تصادفی (RCI)	۰,۴		۰,۹۵	۰,۲۶	۰,۰۰۰۱
یادگیری افتراقی مسدود (BDL)	۰,۴۳	۰,۹۵		۰,۲۸	۰,۰۰۰۱
یادگیری افتراقی تصادفی (RDL)	۰,۷۷	۰,۲۶	۰,۲۸		۰,۰۰۰۱
کنترل (Control)	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	

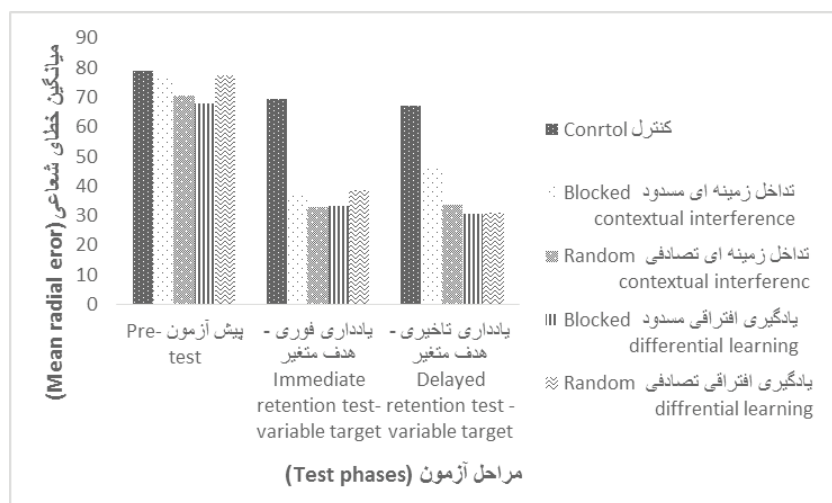
آزمون تعقیبی برای مرحله یادداری تأخیری نشان داد گروه تداخل زمینه‌ای مسدود و گروه کنترل به‌طور معناداری با سایر گروه‌ها تفاوت داشتند (جدول شماره چهار). همچنین تفاوت بین گروه تداخل زمینه‌ای مسدود و گروه کنترل معنادار بود ( $P < 0.05$ ). مقایسه میانگین‌ها نشان داد گروه کنترل و گروه تداخل زمینه‌ای مسدود در مقایسه با سایر گروه‌ها خطای بیشتری مرتکب شدند و همچنین گروه کنترل در مقایسه با گروه تداخل زمینه‌ای مسدود خطای بیشتری داشتند (میانگین‌ها: تداخل زمینه‌ای مسدود =  $46/23$ ، تداخل زمینه‌ای تصادفی =  $33/56$ ، افتراقی مسدود =  $30/51$ ، افتراقی تصادفی =  $31/03$ ، کنترل =  $67/21$ ).

جدول ۴- مقایسه دوه‌دو بین گروه‌ها در مرحله آزمون یادداری تأخیری با هدف متغیر

Table 4- Two-way comparisons between groups in the delayed retention test phase with variable target

کنترل (Control)	یادگیری افتراقی تصادفی (RDL)	یادگیری افتراقی مسدود (BDL)	تداخل زمینه‌ای تصادفی (RCI)	تداخل زمینه‌ای مسدود (BCI)	گروه‌ها (Groups)
۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱	۰,۰۰۶		تداخل زمینه‌ای مسدود (BCI)
۰,۰۰۰۱	۰,۵۶	۰,۴۹		۰,۰۰۶	تداخل زمینه‌ای تصادفی (RCI)
۰,۰۰۰۱	۰,۹۰		۰,۴۹	۰,۰۰۱	یادگیری افتراقی مسدود (BDL)
۰,۰۰۰۱		۰,۹۰	۰,۵۶	۰,۰۰۱	یادگیری افتراقی تصادفی (RDL)
	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	کنترل (Control)

در شکل شماره دو میانگین خطای شعاعی ضربه شرکت‌کنندگان در مراحل یادداری با هدف متغیر نشان داده شده است.



شکل ۲- عملکرد ضربه شرکت‌کنندگان در مراحل آزمون یادداری با هدف متغیر

Figure 2- Participants' putting performance in the retention test phases with variable target

### مرحله آزمون انتقال

نتایج نشان داد اثر اصلی گروه معنادار بود ( $F(4, 49) = 19.51, P = 0.0001$ ). برای این اثر آزمون تعقیبی بنفرونی اجرا شد. نتایج نشان داد گروه تداخل زمینه‌ای مسدود و گروه تداخل زمینه‌ای تصادفی علاوه بر تفاوت معنادار با گروه کنترل، با گروه‌های افتراقی مسدود و افتراقی تصادفی نیز تفاوت معنادار داشتند ( $P < 0.05$ ). تفاوت بین گروه تداخل زمینه‌ای مسدود با گروه تداخل زمینه‌ای تصادفی و همچنین گروه افتراقی مسدود با گروه افتراقی تصادفی معنادار نبود ( $P > 0.05$ ). همه گروه‌ها با گروه کنترل تفاوت معنادار داشتند ( $P < 0.05$ ). مقایسه میانگین‌ها نشان داد گروه‌های افتراقی مسدود و افتراقی تصادفی در مقایسه با سایر گروه‌ها خطای کمتری داشتند. همچنین گروه‌های تداخل زمینه‌ای مسدود و تداخل زمینه‌ای تصادفی در مقایسه با گروه کنترل عملکرد بهتری داشتند (میانگین‌ها: تداخل زمینه‌ای مسدود =  $50/27$ ، تداخل زمینه‌ای تصادفی =  $45/48$ ، افتراقی مسدود =  $32/23$ ، افتراقی تصادفی =  $33/91$ ، کنترل =  $69/89$ ).

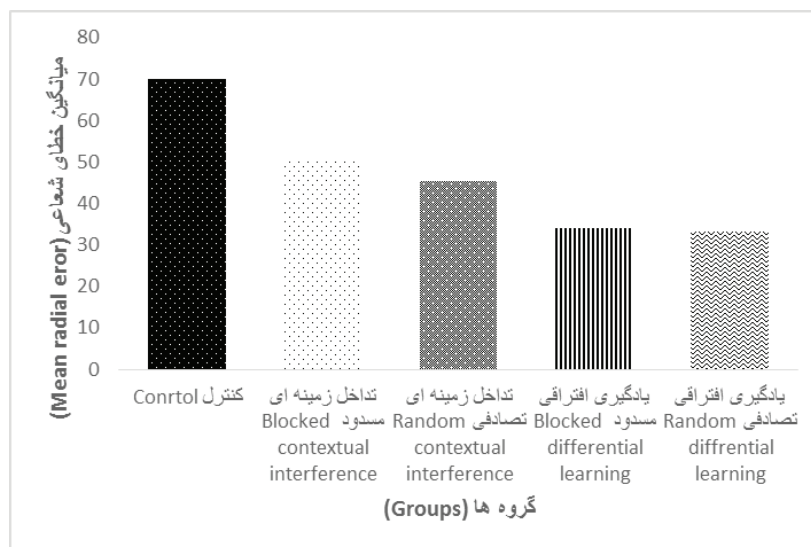


جدول ۵- مقایسه دوه‌دو بین گروه‌ها در مرحله آزمون انتقال

Table 5- Two-way comparisons between groups in the transfer test phase

گروه‌ها (Groups)	تداخل زمینه‌ای مسدود (BCI)	تداخل زمینه‌ای تصادفی (RCI)	یادگیری افتراقی مسدود (BDL)	یادگیری افتراقی تصادفی (RDL)	کنترل (Control)
تداخل زمینه‌ای مسدود (BCI)		۰,۳۲	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱	۰,۰۰۰۱
تداخل زمینه‌ای تصادفی (RCI)	۰,۳۲		۰,۰۱۴	۰,۰۲	۰,۰۰۰۱
یادگیری افتراقی مسدود (BDL)	۰,۰۰۱	۰,۰۱۴		۰,۸۸	۰,۰۰۰۱
یادگیری افتراقی تصادفی (RDL)	۰,۰۰۱	۰,۰۲	۰,۸۸		۰,۰۰۰۱
کنترل (Control)	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	

در شکل شماره سه میانگین خطای شعاعی ضربه شرکت‌کنندگان در مرحله انتقال نشان داده شده است.



شکل ۳- عملکرد ضربه شرکت‌کنندگان در مرحله انتقال

Figure 3-Participants' putting performance in the transfer test phase

## بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف مقایسه تأثیر دو روش تغییرپذیری (تداخل زمینه‌ای و یادگیری افتراقی) بر یادگیری مهارت ضربه گلف انجام شد. نتایج نشان داد تمرین تداخل زمینه‌ای مسدود در یادداری تأخیری (با هدف ثابت و متغیر) در مقایسه با تمرین تداخل زمینه‌ای تصادفی موجب ارتکاب به خطای بیشتری شد. این نتایج با یافته‌های پژوهش‌های قبلی در زمینه تداخل زمینه‌ای مانند مطالعات شی و مورگان (۴) و فاضلی و همکاران (۹) همخوانی دارد. دلیل احتمالی برای این اثر می‌تواند پردازش متمایزتر گونه‌های مختلف اجرای تکلیف در حالت تمرین تداخل زمینه‌ای تصادفی در مقایسه با تمرین تداخل زمینه‌ای مسدود باشد (۴). درباره توجیه برتری عملکرد گروه تداخل زمینه‌ای تصادفی در مقایسه با گروه تداخل زمینه‌ای مسدود در آزمون یادداری فرضیه فراموشی و بازسازی مجدد (۵) نیز وجود دارد، اما یافته‌های این پژوهش را نمی‌توان به‌عنوان شاهدهی برای این فرضیه در نظر گرفت. براساس فرضیه فراموشی (۵)، توزیع تصادفی تمرین در حالت‌های متفاوتی از یک حرکت (برنامه حرکتی تعمیم‌یافته مشابه) نمی‌تواند تداخل کافی برای یادگیری بهتر را ایجاد کند؛ بنابراین استدلال احتمال دیده‌شدن اثر تداخل زمینه‌ای در تکالیفی با برنامه حرکتی مشابه کم است یا وجود ندارد. برخلاف این استدلال، نتایج این پژوهش نشان داد تمرین تصادفی با گونه‌های متفاوتی از یک تکلیف می‌تواند موجب برتری عملکرد در آزمون یادداری در مقایسه با تمرین تداخل زمینه‌ای مسدود شود که این یافته‌ها با فرضیه پردازش جزئی‌تر و متمایزتر (۴) همخوانی دارد.

در مراحل یادداری با اهداف متغیر و ثابت نشان داده شد در آزمون‌های یادداری تأخیری گروه تداخل زمینه‌ای مسدود عملکرد ضعیف‌تری در مقایسه با گروه تداخل زمینه‌ای تصادفی داشتند که این نتایج نشان‌دهنده اثر کلاسیک تداخل زمینه‌ای است (۴). براساس دیدگاه تداخل زمینه‌ای، تمرین به‌صورت تصادفی به یادگیری بهتری در مقایسه با تمرین به‌صورت مسدود منجر می‌شود. همچنین در آزمون‌های یادداری نشان داده شد تفاوتی بین گروه‌های افتراقی با گروه تداخل زمینه‌ای تصادفی وجود نداشت. این نتایج می‌تواند نشان‌دهنده این موضوع باشد که فرایند یادداری در این گروه‌ها به‌صورت مشابهی شکل گرفته است؛ البته دلیل احتمالی دیگر برای نبود تفاوت معنادار در بین این گروه‌ها می‌تواند به نوع آزمون به‌کاررفته در این پژوهش مرتبط باشد. در این پژوهش صرفاً از آزمونی نتیجه‌محور استفاده شد که یکی از محدودیت‌های این آزمون‌ها نادیده‌گرفتن فرایند حرکت است؛ بر همین اساس پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از ابزارهایی با حساسیت بیشتر برای مقایسه این دو نوع تمرین استفاده شود.

نتایج این پژوهش با برخی از پژوهش‌های قبلی همخوانی ندارد. در برخی از پژوهش‌ها برخلاف این پژوهش، برتری برای یادگیری افتراقی نشان داده نشده است (۲۴-۲۲). دلایل این نبود همخوانی می‌تواند به روش به‌کاررفته در این پژوهش‌ها مرتبط باشد؛ به‌عنوان مثال، در برخی از این پژوهش‌ها مانند مطالعه طاهری و همکاران (۲۲) به‌جای دستکاری وضعیت‌های بدن، راه‌های رسیدن به هدف در یک تکلیف پرتابی دستکاری

شدند. همان‌طور که از ماهیت تکلیف مشخص است دستکاری مسیر یک تکلیف پرتابی احتمالاً تفاوت‌های لازم برای ایجاد تنوع در اجرای حرکت را فراهم نخواهد کرد. همچنین در برخی پژوهش‌های دیگر مانند پژوهش هاسنر<sup>۱</sup> و همکاران (۲۳) محدودیت‌هایی در روش‌شناسی یا مطابق با مطالعه شالهورن (۱۲)، درک اشتباه از مبانی نظری وجود داشت.

همچنین در این پژوهش نشان داده شد در آزمون انتقال، گروه‌های یادگیری افتراقی در مقایسه با گروه‌های تداخل زمینه‌ای تصادفی و تداخل زمینه‌ای مسدود عملکرد بهتری داشتند. دلیل احتمالی برای عملکرد بهتر گروه‌های افتراقی در مقایسه با گروه تداخل زمینه‌ای تصادفی می‌تواند به ماهیت تمرین‌ها ارتباط داشته باشد. هدف از یادگیری افتراقی کمک به یادگیرنده برای پیدا کردن الگوی اجرای وابسته به زمینه فردی خود است. با توجه به پژوهش فرانک<sup>۲</sup> و همکاران (۳۱)، در این نوع یادگیری، الگوی اجرایی ایده‌آل یا کلیشه‌ای جای خود را به الگوی اجرایی وابسته به زمینه<sup>۳</sup> و وابسته به فرد<sup>۴</sup> داده است. در این ایده عبارت «وابسته به زمینه» به پارامترهای درونی (مانند خستگی) و پارامترهای بیرونی (موقعیت نسبی نسبت به تویی که به فرد نزدیک می‌شود) اشاره دارد. براساس این دیدگاه، تمرین نوبه‌مانند فرد را تشویق می‌کند که تفاوت‌های بین تمرینات را درک کند و الگویی از اجرا را برای خود تشکیل دهد که به خود فرد است وابسته و در هر موقعیتی می‌تواند از این الگو برای اجرای موفق استفاده کند. در اصل یادگیری افتراقی به‌عنوان فرایند خودسازمان‌دهی در نظر گرفته می‌شود و به ظهور جاذب‌های<sup>۵</sup> وابسته به فرد و وابسته به زمینه منجر می‌شود (۳۱). این جاذب‌ها از طریق جست‌وجوی فعال در فضای کاری ادراکی حرکتی صورت می‌گیرند؛ براین اساس، احتمالاً درحالی که شیوه تداخل زمینه‌ای به تشویق به الگویی خاص منجر می‌شود، روش یادگیری افتراقی در مقایسه با تداخل زمینه‌ای برای رسیدن به هدف به کاوش بیشتر در الگوی حرکتی منجر می‌شود و این اکتشاف بیشتر باعث پیدا کردن راه‌حل با توجه به ویژگی‌های فرد می‌شود. براساس این دیدگاه احتمال دارد که با جست‌وجوی فعال در محیط، اجراکنندگان در این تکلیف به خودسازمان‌دهی رسیده باشند (۱۳)؛ بنابراین یادگیری سنتی (تداخل زمینه‌ای) فرایندی با منشأ خارجی محسوب می‌شود (دستورالعمل‌های تمرینی) که ممکن است به جاذب‌هایی وابسته به محیط منجر شود (۳۱). همین موضوع یعنی اکتشاف فعال در این نوع تمرین می‌تواند توجیه‌کننده این نکته باشد که گروه‌های افتراقی در آزمون انتقال بهتر از سایر گروه‌ها عمل کردند.

همچنین برای توجیه برتری گروه‌های افتراقی در آزمون انتقال می‌توان به پدیده تشدید تصادفی<sup>۶</sup> اشاره کرد.

1. Hossner
2. Frank
3. Context Dependent
4. Subject Dependent
5. Attractors
6. Stochastic Resonance

این پدیده در سیستم‌های جسمانی و بیولوژیک مانند نورون‌ها دیده می‌شود (۳۲). پدیدهٔ تشدید تصادفی توصیف‌کنندهٔ این موضوع است که چطور وقتی نوبه به یک محرک اضافه می‌شود، می‌تواند پردازش و ادراک اطلاعات حسی را افزایش دهد. تشدید تصادفی پدیده‌ای غیرخطی است که به موجب اضافه کردن نوبه می‌تواند تشخیص محرک‌های ضعیف یا محتوی اطلاعاتی یک سیگنال (برای مثال، پتانسیل عمل یا سیگنال‌های تولیدشده به وسیلهٔ یک سلول عصبی) را افزایش دهد (۳۳). به تازگی در ادبیات مربوط به یادگیری افتراقی دربارهٔ این پارامتر بحث شده است. شالهورن<sup>۱</sup> (۳۴) این گونه تغییرات را با عنوان «تشویش‌های تصادفی»<sup>۲</sup> تفسیر کرد. او از این پارامتر جدید برای متحد کردن نظریه‌های مختلف یادگیری حرکتی و پیامدهای تمرینی آن‌ها ذیل نظریهٔ یادگیری افتراقی استفاده کرد. از این منظر می‌توان رویکردهای مختلف یادگیری حرکتی مانند تمرین تکراری، تداخل زمینه‌ای، تغییرپذیری تمرین و یادگیری افتراقی را براساس مقدار تغییر در حین اجرای حرکت از تشویش‌های تصادفی پایین (تمرین تکراری) تا تشویش‌های تصادفی بالا (یادگیری افتراقی) درجه‌بندی کرد (۱۰)؛ با وجود این، مقدار بهینه‌ای برای ایجاد نوبه در سیستم وجود دارد؛ به طوری که افزایش بیشتر در شدت نوبه قابلیت شناسایی اطلاعات را کاهش می‌دهد (۳۳). در همین راستا، نظریهٔ یادگیری افتراقی پیش‌بینی می‌کند که همبستگی بین مقدار تشویش‌های تصادفی و عملکرد حالتی شبیه به منحنی یوی وارونه دارد (۱۰). همچنین شالهورن (۳۴، ۱۲) نشان داد یادگیری افتراقی توسط فرایند تشویش‌های تصادفی یادگیری حرکتی را افزایش می‌دهد؛ بدین صورت که نوبهٔ واردشده به حرکت در طول یادگیری باعث افزایش شناسایی سیگنال می‌شود و یادگیری را افزایش می‌دهد. این گونه تغییرات می‌توانند فرایند یادگیری خودسازمانده را در سیستم عصبی مرکزی به وجود آورند و در نتیجه فرد را قادر می‌سازند تا در شرایط جدید بتواند به روش بهینه عمل کند (۱۰). براساس پدیدهٔ تشویش‌های تصادفی، احتمالاً به این دلیل گروه‌های تداخل زمینه‌ای در آزمون انتقال عملکرد مناسبی نداشتند که نوبهٔ واردشده به حرکت بهینه نبوده است. با توجه به اینکه در پژوهش حاضر در آزمون انتقال بین گروه‌های افتراقی مسدود و افتراقی تصادفی تفاوت معنادار وجود نداشت، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی نوبهٔ بیشتری به حرکت اعمال شود.

### پیام مقاله

به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد یادگیری افتراقی در مقایسه با تداخل زمینه‌ای به انتقال بهتر به شرایط جدید منجر می‌شود. براساس یافته‌های این پژوهش مریبان می‌توانند برای آموزش تکالیف مشابه با تکلیف استفاده‌شده در این پژوهش، از روش افتراقی و تمرینات با نوبهٔ بیشتر استفاده کنند؛ زیرا این نوع تمرین قابلیت انتقال به شرایط جدید را به‌صورت مؤثرتری تقویت می‌کند.

1. Schollhorn  
2. Stochastic Perturbations

## منابع

1. Shea CH, Wulf G. Schema theory: a critical appraisal and reevaluation. *J Mot Behav.* 2005;37(2):85-102.
2. Ranganathan R, Newell KM. Changing up the routine: intervention-induced variability in motor learning. *Exerc Sport Sci Rev.* 2013;41(1):64-70.
3. Schmidt RA. A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychol Rev.* 1975;82(4):225-60.
4. Shea JB, Morgan RL. Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. *J Exp Psychol Hum Learn and Mem.* 1979;5(2):179-187.
5. Lee TD, Magill RA. The locus of contextual interference in motor-skill acquisition. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn.* 1983;9(4):730-746.
6. Russell DM, Newell KM. How persistent and general is the contextual interference effect? *Res Q Exerc Sport.* 2007;78(4):318-27.
7. Simon DA. Contextual interference effects with two tasks. *Percept Mot Skills.* 2007;105(1):177-83.
8. Porter JM. Systematically increasing contextual interference is beneficial for learning novel motor skills. [PhD dissertation]. [Warrensburg]: University of Central Missouri; 2008.
9. Fazeli D, Taheri H, Saberi Kakhki A. Random versus blocked practice to enhance mental representation in golf putting. *Percept Mot Skills.* 2017;124(3):674-88.
10. Beckmann H, Winkel C, Schöllhorn WI. Optimal range of variation in hockey technique training. *Int J Sport Psychol.* 2010 Oct 1;41(4):5-45.
11. Beckmann H, Schöllhorn WI. Differenzielles lernen im kugelstoßen. *Leistungssport.* 2006;36(4):44-50.
12. Schöllhorn WI, Beckmann H, Michelbrink M, Sechelmann M, Trockel M, Davids K. Does noise provide a basis for the unification of motor learning theories? *Int J Sport Psychol.* 2006;37(2/3):186-206.
13. Schöllhorn WI. Invited commentary: differential learning is different from contextual interference learning. *Hum Mov Sci.* 2016;47:240-5.
14. Savelsbergh GJ, Kamper WJ, Rabius J, De Koning JJ, Schöllhorn W. A new method to learn to start in speed skating: A differential learning approach. *Int J Sport Psychol.* 2010;41(4):pp.415-427.
15. Schöner G, Kelso JS. A dynamic pattern theory of behavioral change. *J Theor Biol.* 1988;135(4):501-24.
16. Hegen P, Schöllhorn W. Lernen an Unterschieden und nicht durch Wiederholung. *Fussballtraining.* 2012;3:41-52.
17. Schöllhorn WI, Sechelmann M, Trockel M, Westers R. Nie das Richtige trainieren, um richtig zu spielen. *Leistungssport.* 2004;5(2004):13-7.
18. Wagner H, Müller E. The effects of differential and variable training on the quality parameters of a handball throw. *Sports Biomech.* 2008;7(1):54-71.
19. Lattwein M, Henz D, Schöllhorn WI. Differential training as an intervention strategy to prevent

- choking under pressure in basketball freethrow. 19th Annual Congress of the European College of Sport Science, ; 2014; Amsterdam, Netherlands.
20. Schön herr T, Schöllhorn WI. Differential learning in basketball. In: European workshop on movement science, Mechanics, and Physiology, Münster (Alemania); 2003. pp. 22-4.
21. Römer J, Schöllhorn WI, Jaitner T, Preiss R. Differentiated learning in Volleyball: an instructional sequence for improving the first contact. *Sportunterricht*. 2009;58(2):41-5.
22. Humpert V, Schöllhorn WI. Vergleich von techniktrainingsansätzen zum tennisaufschlag. *Trainingswissenschaft im Freizeitsport*. 2006;7(9):121-4.
23. Taheri H, Fazeli D, Poureghbali S. The effect of variability of practice at execution redundancy level in skilled and novice basketball players. *Percept Mot Skills*. 2017;124(2):491-501.
24. Hossner EJ, Käch B, Enz J. On the optimal degree of fluctuations in practice for motor learning. *Hum Mov Sci*. 2016;47:231-9.
25. AL Edwards C, J Hodges N. Acquiring a novel coordination movement with non-task goal related variability. *Open Sports Sci J*. 2012;5(1):59-67.
26. Henz D, John A, Merz C, Schöllhorn WI. Post-task effects on EEG brain activity differ for various differential learning and contextual interference protocols. *Front Hum Neurosci*. 2018;12:19-26.
27. Serrien B, Tassignon B, Verschueren J, Meeusen R, Baeyens JP. Short-term effects of differential learning and contextual interference in a goalkeeper-like task: visuomotor response time and motor control. *Eur J Sport Sci*. 2020;20(8):1061-71.
28. Williams AM, Hodges NJ, editors. *Skill acquisition in sport. Research, Theory and Practice*. 2nd ed. London: Routledge, 2012; 385 pp, ISBN: 978-0-415-60786-5.
29. Hülsmann F, Frank C, Senna I, Ernst MO, Schack T, Botsch M. Superimposed skilled performance in a virtual mirror improves motor performance and cognitive representation of a full body motor action. *Front Robot AI*. 2019;6:43-97.
30. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: NJ Lawrence Erlbaum Associates, Publishers ;1988 .
31. Frank TD, Michelbrink M, Beckmann H, Schöllhorn WI. A quantitative dynamical systems approach to differential learning: self-organization principle and order parameter equations. *Biol Cybern.*;98(1):19-31.
32. McDonnell MD, Abbott D. What is stochastic resonance? Definitions, misconceptions, debates, and its relevance to biology. *PLoS Comput Biol*. 2009;5(5):e1000348.
33. Moss F, Ward LM, Sannita WG. Stochastic resonance and sensory information processing: a tutorial and review of application. *Clin Neurophysiol*. 2004;115(2):267-81.
34. Schöllhorn WI, Mayer-Kress G, Newell KM, Michelbrink M. Time scales of adaptive behavior and motor learning in the presence of stochastic perturbations. *Hum Mov Sci*. 2009;28(3):319-33.
35. Gray R. Comparing the constraints led approach, differential learning and prescriptive instruction for training opposite-field hitting in baseball. *Psychol Sport Exerc*. 2020; 51:101797

## ارجاع دهی

موسوی، سیده حوریه؛ صابری کاخکی، علیرضا؛ فاضلی، داود. (۱۴۰۰). مقایسه تأثیر دو روش تغییرپذیری بر یادگیری مهارت ضربه گلف: تداخل زمینه‌ای و یادگیری افتراقی. فصلنامه رفتار حرکتی، ۱۳ (۴۴): ۶۹-۹۲

شناسه دیجیتال: 10.22089/MBJ.2021.9735.1932

Mousavi, S. H.; Saberi Kakhki, A.; Fazeli, D. (2022) The Comparison of the Effects of Two Methods of Variability on Learning in Golf Putting: Contextual Interference and Differential Learning. *Motor Behavior*, 13 (44): 69-92 (Persian)

DOI: 10.22089/MBJ.2021.9735.1932

