



Article Type: Original

The Effect of Simultaneously Observing Both Types of the Ebbinghaus Visual Illusion on Perception, Self-Efficacy, and Dart-Throwing Learning

Mahdi Babapour Lashanlou^{1*}, Jalal Dehghanizadeh², Hasan Mohammadzadeh³

1. PhD Student, Department of Motor Behavior and Sport Management, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.
2. Associate Professor, Department of Motor Behavior and Sport Management, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.
3. Professor, Department of Motor Behavior and Sport Management, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.

Received: 03/10/2025, **Revised:** 14/12/2025, **Accepted:** 15/12/2025

* Corresponding Author: Mahdi Babapour Lashanlou, E-mail: st_ma.babapour@urmia.ac.ir

How to Cite: Babapour Lashanlou, M., Dehghanizadeh, J. & Mohammadzadeh, H. (2026). The Effect of Simultaneously Observing Both Types of the Ebbinghaus Visual Illusion on Perception, Self-Efficacy, and Dart-Throwing Learning. *Sport Psychology Studies*, 15(57), 125-146. In Persian

Extended Abstract

Background and Purpose

Research in motor learning has examined various experimental manipulations and theoretical approaches to optimize skill acquisition. The OPTIMAL theory proposes that external focus of attention, autonomy support, and enhanced expectancies facilitate effective motor performance and learning. Among these factors, enhanced expectancies—such as increased self-efficacy—can be influenced by perceptual manipulations, including visual illusions. The Ebbinghaus illusion, which alters the perceived size of a central target through surrounding contextual cues, has been shown to affect both perception and motor accuracy in targeting tasks. When a target appears

larger, individuals often perform more accurately and report higher confidence. However, findings across studies have been inconsistent regarding the effects of this type of illusion. To address these discrepancies, the present study investigated the simultaneous presentation of both versions of the Ebbinghaus illusion during dart throwing to examine its influence on perception, accuracy, and self-efficacy among novice performers.

Materials and Methods

This quasi-experimental study involved 37 novice participants aged 19 to 23 years who had no prior experience with dart throwing. Participants were randomly assigned to either a large-perception or small-perception group. One participant withdrew during the



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

experiment, leaving a final sample of 36 right-handed individuals (18 per group). All participants provided informed consent and confirmed they had no neurological, psychological, motor, or visual impairments. The dart-throwing task was performed on a 2×2 m wall covered with soft foam capable of retaining the darts. Two standard dartboards (diameter = 453 ± 3 mm) were demonstrated using a video projector. The target center was positioned 173 cm above the floor, and the throwing distance was 237 cm. Each dart weighed 22 ± 1 g. The scoring system ranged from 10 points for the bullseye to 1 point for the outermost ring, with throws missing the board scored as zero. After an instructional familiarization phase (six non-scored trials), participants completed a 12-trial pretest without visual illusions, feedback, or instruction, followed by a 50-trial practice phase (five blocks of ten trials, one-minute rest between blocks). During practice, the small-perception group was presented with dartboards containing eleven small inducing circles surrounding the target, while the large-perception group was presented with dartboards containing five large inducers. The illusions were alternately displayed and replaced with a standard scoring board for evaluation between trials. Perceived target size was assessed by asking participants to draw the target circle without inducers, and self-efficacy was measured before and after practice, as well as before the 48-hour retention test, using a 10-point confidence scale for achieving scores from 5 to 10 in the final practice block. The retention test replicated the pretest protocol. All throws were executed in a standing position parallel to the dartboard.

Results

The main dependent variable in this study was dart-throwing accuracy, recorded as scores determined by concentric circles on the dartboard. Throwing accuracy in the pretest

and retention test phases was analyzed using a one-way ANOVA. Practice data were analyzed with a 2 (groups) × 5 (blocks of 10 trials) repeated-measures ANOVA on the last factor. Participants' target perception (in millimeters) and self-efficacy (mean of six questions) were analyzed by one-way ANOVA for pre-practice differences and ANCOVA for post-practice comparisons, using pretest data as a covariate. A one-way ANOVA was also used for the retention test conducted under without illusion conditions. All analyses were performed in SPSS version 27 with a significance level set at $p < 0.05$.

Perception

Both groups were influenced by illusion. In the small perception group, the target size was perceived smaller after-practice ($M = 6.80$, $SD = 1.04$) compared to before-practice ($M = 5.88$, $SD = 1.02$). In the large perception group, the target size was perceived larger after-practice ($M = 10.22$, $SD = 1.10$) compared to before-practice ($M = 11.02$, $SD = 0.99$). A repeated measures ANOVA revealed significant main effects for group ($\eta_p^2 = 0.857$, $P = 0.01$, $F_{(1,34)} = 204.189$) and group × time interaction ($\eta_p^2 = 0.415$, $P = 0.01$, $F_{(1,34)} = 24.078$), while the main effect of time was not significant ($\eta_p^2 = 0.003$, $P = 0.754$, $F_{(1,34)} = 0.100$). In the retention test, the large perception group perceived the target significantly larger than the small perception group ($\eta_p^2 = 0.240$, $P = 0.003$, $F_{(1,33)} = 10.398$).

Performance

Prior to practice, no significant difference in throwing accuracy was observed between groups, $F_{(1,34)} = 0.396$, $p = 0.53$, $\eta_p^2 = 0.011$. Mauchly's test of sphericity was not significant ($p > 0.05$), confirming the assumption of sphericity, and Box's M test indicated homogeneity of variance ($p > 0.05$). During practice, the large-perception group ($M = 6.11$) showed significantly higher

accuracy than the small-perception group ($M = 5.50$), $F_{(1,34)} = 4.654$, $p = 0.038$, $\eta_p^2 = 0.120$. Regardless of group, significant improvement was observed across practice blocks from block 1 ($M = 5.47$) to block 5 ($M = 6.10$), $F_{(1,34)} = 3.454$, $p = 0.010$, $\eta_p^2 = 0.092$. However, no group $\times$ block interaction was found, $F_{(1,34)} = 0.666$, $p = 0.617$, $\eta_p^2 = 0.019$. In the retention test, no significant difference in throwing accuracy was found ($M_{\text{large}} = 5.84 \pm 0.64$, $M_{\text{small}} = 5.39 \pm 1.07$), $F_{(1,34)} = 2.355$, $p = 0.134$, $\eta_p^2 = 0.064$.

Self-efficacy

In the small perception group, self-efficacy was observed to be higher after-practice ($M = 5.55$, $SD = 1.35$) compared to before-practice ($M = 2.12$, $SD = 0.01$). In the large perception group, self-efficacy was higher after-practice ($M = 7.20$, $SD = 1.47$) compared before-practice ($M = 6.43$, $SD = 1.36$). A repeated measures ANOVA revealed significant main effects for group ($\eta_p^2 = 0.211$, $P = 0.005$, $F_{(1,34)} = 9.87$) and time ($\eta_p^2 = 0.224$, $P = 0.004$, $F_{(1,34)} = 9.79$), while the interaction effect was not significant ($\eta_p^2 = 0.023$, $P = 0.376$, $F_{(1,34)} = 0.806$). The retention test revealed no significant differences between the two groups. ($\eta_p^2 = 0.102$, $P = 0.856$, $F_{(1,33)} = 3.856$).

Conclusion

In conclusion, the simultaneous observation of both versions of the Ebbinghaus visual illusion altered perceived target size and temporarily enhanced dart-throwing accuracy and self-efficacy during practice. However, these effects disappeared once the illusion was removed, showing no impact on motor learning. The findings suggest that perceptual-motivational manipulations can improve short-term performance but may not lead to enduring learning benefits. Methodological factors such as limited practice volume, single-session design, and between-group manipulation may have influenced outcomes. Future studies should include larger sample

Sport Psychology Studies, Volume 15, No 57, 2026

sizes, extended multi-session practice, and within-subject designs to better isolate the illusion's actual effects. Additionally, measuring self-efficacy across multiple phases of practice and incorporating variability-based accuracy metrics may provide deeper insights into the interaction between perception, motivation, and motor learning. Overall, the study highlights the transient nature of visual illusion effects and encourages further exploration of expectancy-based mechanisms in motor performance.

This study demonstrates that simultaneous presentation of both versions of the Ebbinghaus visual illusion can temporarily enhance perceived target size, self-efficacy, and dart-throwing accuracy during practice. However, these effects disappear once the illusion is removed, indicating no lasting impact on motor learning, highlighting the transient nature of perceptual-motivational manipulations in novice performers.

Key Words: Self-Efficacy, Perception, Visual Illusion, Ebbinghaus, Learning.

Ethical Considerations

This study was conducted in accordance with the ethical standards of the Ethics Committee of Sport Sciences Research Institute. Ethical approval was obtained under the registration number ([IR.SSRC.REC.1404.067](#)). All participants provided informed consent prior to participation and were fully informed about the study procedures, potential risks, and their right to withdraw at any time. Researchers strictly maintained the confidentiality and anonymity of participant data throughout the study, and all procedures adhered to the principles outlined in the Declaration of Helsinki for research involving human subjects.

Authors' Contributions

Conceptualization and Data Collection: MBL

Data Analysis: MBL, JD.

Manuscript Writing, Review and Editing:

MBL, JD, HM

Responsible for funding: MBL

Literature Review: MBL, JD.

Conflict of Interest

The authors declare that they have no conflicts of interest related to this study.

Acknowledgments

The authors would like to thank all participants for their time and cooperation in this study.



نوع مقاله: پژوهشی اصیل

تأثیر مشاهده همزمان هر دو نوع توهم بصری ابینگهاوس، بر ادراک، خودکارآمدی و یادگیری پرتاب دارت

مهدی باباپور لشنلو*^۱ ID، جلال دهقانی‌زاده^۲ ID، حسن محمدزاده^۳ ID

۱. دانشجوی دکتری، گروه رفتار حرکتی و مدیریت ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۲. دانشیار، گروه رفتار حرکتی و مدیریت ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۳. استاد، گروه رفتار حرکتی و مدیریت ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۱۱، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۴/۰۹/۲۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۲۴

* Corresponding Author: Mahdi Babapour Lashanlou, E-mail: st_ma.babapour@urmia.ac.ir

How to Cite: Babapour Lashanlou, M., Dehghanizadeh, J. & Mohammadzadeh, H. (2026). The Effect of Simultaneously Observing Both Types of the Ebbinghaus Visual Illusion on Perception, Self-Efficacy, and Dart-Throwing Learning. *Sport Psychology Studies*, 15(57), 125-146. In Persian

چکیده

هدف: هدف پژوهش بررسی تأثیر مشاهده همزمان هر دو نسخه توهم بصری ابینگهاوس، بر ادراک، یادگیری حرکتی و خودکارآمدی، در افراد مبتدی بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه به‌صورت نیمه‌تجربی و با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس انجام شد. ۳۶ شرکت‌کننده پسر مقطع کارشناسی به‌طور داوطلبانه و تصادفی در گروه ادراک توهم کوچک (میانگین سنی ۲۰/۶۶) و ادراک توهم بزرگ (میانگین سنی ۲۰/۷۲) قرار گرفتند. پس از آشنایی با تکلیف، پیش‌آزمون (بدون توهم) و تمرینات پرتاب دارت (۵۰ کوشش) اجرا شد. ادراک و خودکارآمدی پیش و پس از تمرین ارزیابی شدند. در آزمون یادداری ۴۸ ساعت بعد، ادراک، خودکارآمدی عملکرد اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: سطح یادگیری با تحلیل واریانس یک‌طرفه (پیش‌آزمون و یادداری) و عملکرد در مرحله تمرین با تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، ادراک هدف و خودکارآمدی با تحلیل واریانس یک‌طرفه و با تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر بررسی شد. نتایج نشان داد که گروه در شرایط ادراک بزرگ‌تر از ادراک، خودکارآمدی و عملکرد بهتری در طول تمرین داشته است. با این حال، در آزمون یادداری، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: با مشاهده همزمان توهمات می‌توان موقتاً بر عملکرد حرکتی اثر گذاشت؛ اما در غیاب توهمات بصری انتظارات و ادراک کاهش یافته و در پی آن دقت عملکرد کاهش می‌یابد. مطالعات آینده به تمرینات بیشتر در نمونه‌های متفاوت و اندازه‌گیری‌های دقیق‌تر در فاکتورهای انگیزشی مداخله‌گر بر یادگیری حرکتی نیاز می‌باشد.

کلید واژه‌ها: خودکارآمدی، ادراک، توهم بصری، ابینگهاوس، یادگیری.



مقدمه

مهارت می‌تواند به عنوان توانایی دستیابی به یک هدف مشخص با حداکثر احتمال موفقیت، در حالی که کمترین میزان زمان و انرژی فیزیکی و ذهنی مصرف می‌شود، تعریف گردد (اشمیت و لی^۱، ۲۰۱۹؛ گاتری^۲، ۱۹۶۰). فرآیند کسب مهارت‌ها را می‌توان یادگیری حرکتی نامید، که به عنوان نتیجه مستقیم تمرین اتفاق می‌افتد (کراکاور^۳، ۲۰۰۶). از این رو، تحقیقات در زمینه یادگیری حرکتی با استفاده از دستکاری‌های آزمایشی و نظریه‌های متفاوتی بررسی شده است. در دهه اخیر نیز نظریه یادگیری حرکتی بهینه^۴ به عنوان مکملی از عوامل انگیزشی و توجهی در مطالعات اکتساب و یادگیری حرکتی بیش از پیش توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. طبق این نظریه تمرکز توجه بیرونی (عامل توجهی)، حمایت خودمختاری و انتظارات افزایش یافته (عوامل انگیزشی) برای عملکرد و یادگیری حرکتی نقش مؤثری می‌توانند

به عنوان مثال، مطالعات قبلی از توهم ادراک بصری ابینگهاوس^{۱۳} برای تغییر اندازه ادراک شده یک هدف مرکزی از طریق دستکاری القاگرهای اطراف هدف استفاده کرده‌اند. القاگرهای بزرگ باعث می‌شوند هدفی که در مرکز قرار دارد از نظر ادراکی کوچک‌تر به نظر برسد در حالی که القاگرهای کوچک باعث می‌شوند هدف مرکزی بزرگ‌تر ادراک شود (د فاکرت و وو^{۱۴}، ۲۰۰۹؛ رابرتس^{۱۵} و

داشته باشند (ولف و لوئویت^۵، ۲۰۱۶). در نگرشی خاص‌تر، این عوامل با آماده‌سازی و بهینه‌سازی سیستم حرکتی از طریق جفت‌سازی کارآمد هدف-عمل^۶، سهم مستقل و تعاملی در عملکرد و یادگیری حرکتی بهینه دارند (ان^۷ و همکاران، ۲۰۲۱؛ گروبر^۸ و همکاران، ۲۰۱۶؛ لاپین^۹ و همکاران، ۲۰۰۹؛ ولف و لوئویت، ۲۰۱۶). همچنین در انتظارات افزایش یافته این نظریه نشان داده شده است که می‌تواند برای عملکرد آینده یادگیرندگان، عامل مهمی در یادگیری مهارت‌های حرکتی شود (وولف و لوئویت، ۲۰۱۶). انتظارات یادگیرندگان (مانند خودکارآمدی) را می‌توان به روش‌های مختلف افزایش داد. در این زمینه دستکاری‌های متعددی در مطالعات یادگیری حرکتی صورت گرفته است (باسلار^{۱۰} و همکاران، ۲۰۲۴)؛ از جمله در کاهش دشواری درک شده تکلیف با استفاده از ادراک اندازه هدف (پالمر^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۶) و توهم بصری که انتظارات از کسب موفقیت را افزایش می‌دهد (شوول^{۱۲} و همکاران، ۲۰۱۵).

همکاران، ۲۰۰۵). توهم بصری ابینگهاوس (ابینگهاوس، ۱۹۰۲)، که به عنوان توهم بصری تیچنر^{۱۶} هم نامیده می‌شود، اغلب در مباحث مقدماتی روانشناسی مرتبط با ادراک بینایی، به دانشجویان آموزش داده می‌شود. طبق این توهم یک دایره می‌تواند ۱۰ تا ۲۰ درصد بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از اندازه واقعی خود توسط فرد مشاهده کننده به نظر برسد (مروچک^{۱۷} و همکاران، ۲۰۱۵). هدف از این

9. Lappin
10. Bacelar
11. Palmer
12. Chauvel
13. Ebbinghaus
14. de Fockert & Wu
15. Roberts
16. Titchener
17. Mruczek

¹ Schmidt and Lee
² Guthrie
³ Krakauer
4. OPTIMAL
5. Wulf & Lewthwaite
6. Goal- action
7. An
8. Gruber

همکاران، ۲۰۱۷) دقت در مهارت‌های هدف‌گیری را در نمونه‌های مبتدی، کودکان و بسیار ماهر افزایش می‌دهند. علاوه بر این، توهم بصری که اندازه هدف مرکزی ادراک شده را افزایش می‌دهد، خودکارآمدی را بهبود بخشیده‌اند، که نشان می‌دهد دستکاری‌های ادراکی ضمنی در افزایش انتظارات یادگیرنده برای موفقیت در تکلیف حرکتی مؤثر هستند (بهمنی و همکاران، ۲۰۱۷؛ شوول و همکاران، ۲۰۱۵؛ مارچانت^۴ و همکاران، ۲۰۱۸؛ پالمرو و همکاران، ۲۰۱۶).

همچنین مارچانت و همکاران (۲۰۱۹) اثرات ترکیبی بالقوه تمرکز توجه بیرونی را تحت دستکاری‌های توهم بصری بررسی کردند. آن‌ها اثرات مستقل مثبتی از تمرکز توجه بیرونی توهم بصری ادراک بزرگ هدف بر عملکرد ضربه گلف گزارش کردند؛ با این حال، ترکیب عوامل بهینه، برخلاف پیش‌بینی‌های نظریه بهینه و برخی تحقیقات قبلی، مزایای یادگیری حرکتی افزایشی ایجاد نکرد (پاسکوا^۵ و همکاران، ۲۰۱۵؛ ولف و لوئویت، ۲۰۱۶). به دنبال این مطالعه، بهرامی و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که استفاده از توهم بصری بزرگ و یا دستورالعمل تمرکز توجه بیرونی به طور مستقل باعث افزایش عملکرد مهارتی در پرتاب دارت و مدت زمان چشم ساکن توسط افراد مبتدی می‌شود. در آزمون‌های یادداری بلافاصله، ۲۴ ساعته و انتقال، گروه‌هایی که از توهم بصری یا تمرکز توجه بیرونی استفاده کردند، نسبت به گروه کنترل عملکرد بهتری نشان دادند. با این حال، ترکیب این دو روش با هم هیچ اثر افزایشی بر عملکرد نداشت.

در مقابل این مطالعات، مزایای بهره‌مندی از توهم ابینگهاوس در دقت مهارت‌های هدف‌گیری همچنان به

توهم این است که تکلیف آسان‌تر به نظر برسد، حتی زمانی که سختی آن ثابت می‌ماند. در واقعیت، هدف بزرگ‌تر نیست، اما نظریه بهینه فرض می‌کند که از آنجا که توهم بصری، مغز یادگیرنده را فریب می‌دهد تا فکر کند هدف بزرگ‌تر است، یادگیری تکلیف حرکتی از این طریق آسان‌تر می‌شود.

در مجموعه مطالعاتی که از توهم بصری ابینگهاوس در اجرای مهارت‌های هدف‌گیری (ضربه پات گلف به عنوان فعالیت ورزشی بالستیکی) استفاده شده است، مشاهده گردیده است که بر ادراک از اندازه واقعی هدف (حفره گلف) تأثیر می‌گذارد (ویت^۱ و همکاران، ۲۰۱۲؛ وود^۲ و همکاران، ۲۰۱۳). این محققان در پی این نتایج دریافتند که دقت هدف‌گیری در واقع زمانی که هدف بزرگ‌تر به نظر می‌رسد، بیشتر است. در تلاش برای تعیین مکانیسم احتمالی این اثر، وود و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که اندازه ظاهری هدف بر مدت زمان چشم ساکن تأثیر می‌گذارد (ویکرز^۳، ۱۹۹۲). یعنی، وقتی که هدف بزرگ‌تر به نظر برسد، باعث بیشتر خیره شدن به هدف می‌گردد. همچنین می‌توان استدلال کرد که این موقعیتی که کم‌تر دشوار به نظر می‌رسد منجر به هدف‌گیری موفق می‌شود، که در نتیجه انتظارات اجراکنندگان را برای موفقیت در حرکت افزایش داده و به نوبه خود به عملکرد مؤثرتر کمک می‌کند. از آن پس مطالعات مربوط به چنین مهارت‌هایی نشان داده‌اند که توهمات بصری که باعث می‌شوند هدف از نظر ادراکی بزرگ‌تر به نظر برسد (در مقایسه با هدف کوچک‌تر ادراک شده)، عملکرد (وود و همکاران، ۲۰۱۳؛ شوول و همکاران، ۲۰۱۵؛ بهمنی و همکاران، ۲۰۱۷؛ ۲۰۱۸) و یادگیری (شوول و همکاران، ۲۰۱۵؛ بهمنی و

4. Marchant
5. Pascua

1. Witt
2. Wood
3. Vickers

عملکرد حرکتی حتی با کاهش دادن فاصله ضربه به هدف بهبودی در تعداد کوشش‌های موفق ملاحظه نکردند (ماکوئستیو و همکاران، ۲۰۲۱). در بررسی سطح یادگیری با آزمون یادداری، بهمنی و همکاران (۲۰۱۸) در تیراندازان ماهر، پس از حذف شدن دایره‌های توهم‌زا در اطراف هدف تفاوتی بین گروه‌های ادراک بزرگ و ادراک کوچک هدف مشاهده نکردند.

در بررسی پیشینه تحقیق به صورت جامع، تاکنون دو مطالعه تأثیر توهم بصری ابینگهاوس را در یادگیری مهارت پرتاب دات را (در ترکیب با تمرکز توجه بیرونی) مورد بررسی قرار داده (بهرامی و همکاران، ۲۰۲۲؛ بهرامی و همکاران، ۲۰۲۲) اما هر دو نوع توهم بصری را ارزیابی نکرده است. اگر چه روش پژوهش حاضر نیز همانند مطالعات قبلی (شوول و همکاران، ۲۰۱۵؛ بهمنی و همکاران، ۲۰۱۷؛ بهمنی و همکاران، ۲۰۱۸) می‌باشد، اما تلاش برای تکرار مفهومی روشی رایج بوده و این نوع تکرار آزمون بهتری برای اعتبار یک پدیده فراهم می‌کند (پشler و هریس^۳، ۲۰۱۲)، همان‌طور که توسط ماکوئستیو و همکاران (۲۰۲۱) گزارش شده است. از سوی دیگر، در مطالعه حاضر به منظور آشکارسازی سازوکارهای توهم بصری ابینگهاوس در عملکرد و یادگیری مهارت‌های بالستیکی (پرتابی)، به عنوان اولین مطالعه در این حیطه هر دو نسخه توهم‌های بصری ابینگهاوس را در طول تمرین به صورت قابل مشاهده در معرض دید هر دو گروه قرار خواهیم داد. علاوه بر این با توجه به نظریه یادگیری حرکتی بهینه که انتظارات افزایش یافته بر عملکرد و یادگیری حرکتی می‌تواند تأثیرگذار باشد، با بررسی خودکارآمدی در اکتساب و یادگیری مهارت پرتاب دات

چالش کشیده شده است. به عنوان مثال کانال برولند^۱ و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از توهم بصری، دقت مهارت پرتاب تیل را در دو گروه آزمایشی (ادراک بزرگ‌تر و ادراک کوچک‌تر هدف) و گروه کنترل اندازه‌گیری کردند. نتایج این محققان بر خلاف مطالعات قبلی، به مؤثر بودن توهم ادراک کوچک‌تر هدف (القاگرهای بزرگ در اطراف هدف مرکزی) با توجه به دیدگاه کنترل و یادگیری حرکتی اشاره می‌کرد؛ با این حال این مطالعه دارای محدودیت‌هایی مانند متفاوت بودن نوع مهارت بکار گرفته شده در مقایسه با سایر مطالعات نحوه روش‌های آماری در اندازه‌گیری نمونه‌ها بوده است که هرگونه تلاشی را برای شناسایی عوامل کلیدی در این یافته‌ها بسیار حساس می‌کند؛ علاوه بر این، کم بودن سطح خطاهای گروه ادراک بزرگ در مقایسه با دو گروه دیگر در پیش‌آزمون، ممکن است شرایط پیشرفت کم‌تر گروه ادراک بزرگ را در طول تمرینات در مقایسه با دو گروه دیگر فراهم کرده باشد. از سوی دیگر، ماکوئستیو^۲ و همکاران (۲۰۲۱) توهم بصری را به صورت مجزا در سه آزمایش بررسی کرده و تأثیری از مزایای توهم بصری بر عملکرد پات گلف مشاهده نکردند. آن‌ها در آزمایش اول با دستکاری در میزان فاصله با هدف و تغییر اندازه حفره گلف (کوچک‌تر از اندازه استاندارد) مورد بررسی قرار داده و در تکرار نتایج ویت و همکاران (۲۰۱۲) با شکست مواجه شدند، به طوری که هیچ‌گونه اثری بر افزایش دقت مهارت در ادراک بزرگ‌تر هدف (القاگرهای کوچک در اطراف هدف) مشاهده نشد. در آزمایش دوم و سوم نیز، پس از نمایش هر دو نسخه از توهم بینایی در کنار هم تنها در ادراک شرکت‌کنندگان اثر توهم ابینگهاوس را مشاهده کردند، اما همچنان در

3. Pashler & Harris

1. Cañal-Bruland

2. Maquestiaux

با شماره شناسه (IR.SSRC.REC.1404.067) انجام شده است.

ابزار و تکلیف

دیواری به اندازه 2×2 متر با مقوا که روی آن با فومی نسبتاً نرم و با قابلیت نگه داشتن دارت‌ها پوشیده شد. دو صفحه دارت با اندازه استاندارد (قطر 453 ± 3 میلی‌متر) بوسیله پروژکتور برند اپسون نمایش داده شد. فاصله ارتفاع صفحه‌های دارت از زمین 173 سانتی‌متر (از هدف مرکز صفحه دارت) و فاصله پرتاب دارت به صفحه دارت 237 سانتی‌متر مشخص گردید. در طول آزمایش از دارت‌هایی با وزن 22 ± 1 گرم استفاده شد. هدف مرکز صفحه‌های دارت توسط نه دایره متحدالمرکز احاطه شده بود. در شیوه امتیازدهی، اگر دارت به هدف مرکزی برخورد می‌کرد، امتیاز 10 ؛ در صورت اصابت به دایره بعدی امتیاز 9 و به همین ترتیب توسط آزمونگر به اجراکننده امتیاز داده شد. اگر دارتی به خط جدا کننده بین دو ناحیه امتیاز دهی برخورد می‌کرد، امتیاز بالاتر به آن پرتاب تعلق می‌گرفت. پرتاب‌هایی که به هیچ کدام از اهداف صفحه دارت نمی‌خوردند، صفر امتیاز گرفتند. تمامی موارد ذکر شده در پروتکل اجرایی پرتاب دارت، مطابق قوانین استاندارد دارت و مطالعات قبلی تعریف شدند (بهرامی و همکاران، 2022 ؛ ولف و همکاران، 2018).

روش اجرا

پس از اخذ رضایت آگاهانه، به شرکت‌کنندگان فرصت آشنایی با آموزش روش ایده‌آل انجام پرتاب دارت داده شد (شش کوشش بدون ثبت نمره) و سپس به طور تصادفی در دو گروه توهم ادراک بزرگ هدف و توهم ادراک کوچک هدف تقسیم شدند. شرکت‌کنندگان یک پیش‌آزمون شامل 12 کوشش بدون هیچ‌گونه توهم بصری، آموزش یا

تحت تأثیر توهمات بصری به صورت مستقیم ارزیابی خواهیم کرد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر مشاهده همزمان هر دو نسخه توهم‌های ابینگهاوس بر ادراک، دقت مهارت و خودکارآمدی بود.

روش پژوهش

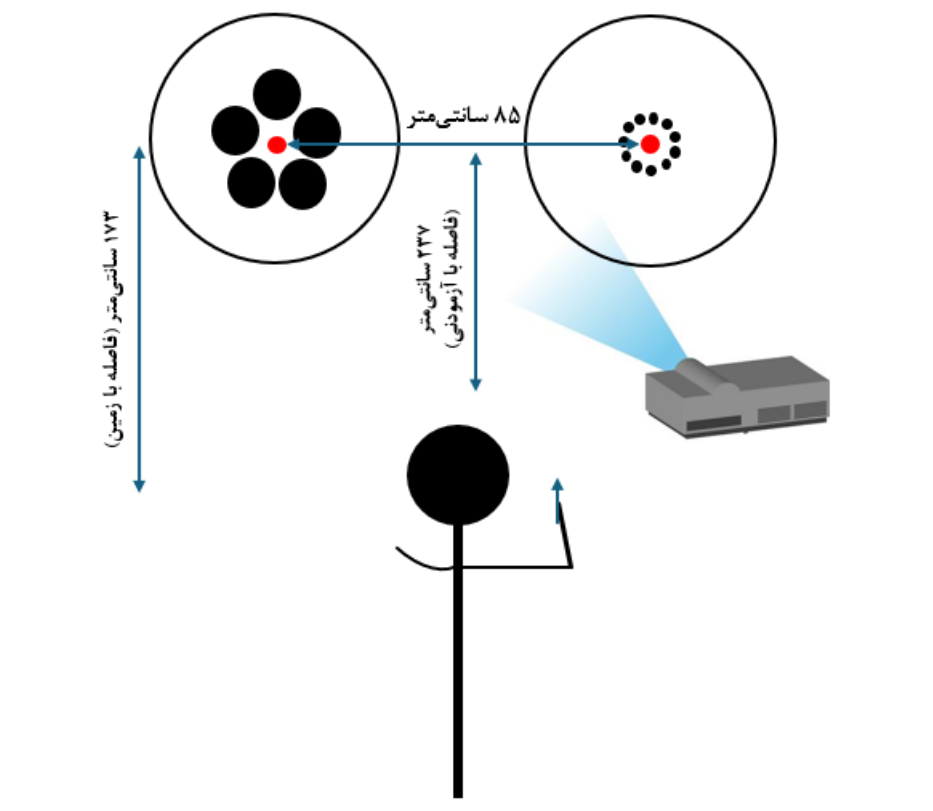
شرکت‌کنندگان

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح گروه‌های مستقل و اندازه‌گیری مکرر در سه بازه زمانی (پیش از تمرین، پس از تمرین و آزمون یادداری) می‌باشد. دو گروه آزمایشی با شرایط ادراک کوچک توهم و ادراک بزرگ توهم مورد مطالعه قرار گرفتند. در مجموع 37 دانشجوی مرد مقطع کارشناسی مبتدی، در محدوده سنی 19 تا 23 سال به صورت داوطلبانه انتخاب شده و به طور تصادفی به دو گروه توهم ادراک بزرگ هدف و توهم ادراک کوچک تقسیم شدند. سپس یک شرکت‌کننده به دلیل عدم ادامه به پژوهش از مرحله تجزیه و تحلیل آزمایش حذف گردید. نمونه نهایی 18 نفر در گروه ادراک توهم بزرگ (میانگین سنی 20.72 ± 1.67) و 18 نفر در گروه ادراک توهم کوچک (میانگین سنی 20.66 ± 1.87) مشخص شد. پیش از شرکت در آزمایش، همه شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه آگاهانه خود را ارائه داده و اعلام کردند که فاقد هرگونه اختلال عصبی، روانی، حرکتی یا بینایی هستند. همچنین به شرکت‌کنندگان اعلام شد که اطلاعات شناسایی‌کننده آنان در پژوهش، محرمانه خواهد بود. همه شرکت‌کنندگان راست‌دست بودند که این موضوع با دستی که دارت را با آن پرتاب می‌کردند، مشخص می‌شد. پژوهش حاضر با تأییدیه کمیته اخلاق کارگروه اخلاق در پژوهش پژوهشگاه علوم ورزشی و با رعایت اصول اعلامیه هلسینکی و کدهای اخلاقی مرتبط با پژوهش‌های انسانی،

بازخورد انجام دادند و بلافاصله به دنبال آن مرحله تمرین را آغاز کردند. پیش از شروع مرحله تمرین، شرکت‌کنندگان پرسشنامه خودکارآمدی را تکمیل کردند که در آن، اعتماد به نفس خود را به ترتیب در توانایی دستیابی به امتیازات ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ در ده کوشش تمرینی آخر (کوشش‌های ۴۱ تا ۵۰) در مقیاسی از ۱ (اصلاً اطمینان ندارم) تا ۱۰ (بسیار مطمئن هستم) ارزیابی کردند (شوول و همکاران، ۲۰۱۵). پس از آن مرحله تمرین که از ۵۰ کوشش تشکیل شده بود، به صورت ۵ بلوک ۱۰ کوششی که بین هر بلوک فرصت استراحت یک دقیقه‌ای داده شده بود، اجرا شد. دارت‌ها پس از انجام هر ۳ کوشش از صفحه دارت برداشته می‌شدند. در طول تمرین، گروه توهّم ادراک کوچک، پرتاب‌ها را به صفحه دارت به صورتی که ۱۱ القاگر کوچک (دایره) در اطراف هدف مرکزی قرار گرفته بود، انجام دادند. در گروه توهّم ادراک بزرگ نیز، در صفحه دارت ۵ القاگر بزرگ در اطراف هدف مرکزی قرار داده شد. خلاصه‌ای از تنظیمات پروتکل اجرایی در شکل ۱ قابل ملاحظه می‌باشد. نحوه نمایش اهداف دارای توهّم بصری بر روی صفحات دارت به صورت همزمان در سه مرحله انجام می‌شد: الف) ابتدا شرکت‌کننده به صفحه دارت که فقط هدف مرکزی و

دایره‌های القاگر در اطراف هدف قرار داده شده بودند، سه کوشش را انجام می‌داد؛ ب) سپس به منظور امتیاز دهی براساس ترتیب پرتاب‌ها، اسلاید صفحه دارت به حالت عادی با خطوط استاندارد امتیاز دهی تغییر داده می‌شد؛ ج) و در نهایت بعد از جمع‌آوری دارت‌ها از روی صفحه، اسلاید پروژکتور به حالت صفحه دارت با توهّمات بصری تغییر داده می‌شد. همچنین در کل مراحل تغییر اسلایدها، فاصله بین دو صفحه دارت ۸۵ سانتی‌متر بود^۱ (شکل ۱). با اتمام مرحله تمرین، از شرکت‌کنندگان خواسته شد مجدداً پرسشنامه خودکارآمدی را تکمیل نمایند. در این پرسشنامه همانند پیش از شروع تمرین، آن‌ها باید اعتماد به نفس خود را نسبت به توانایی کسب امتیازات که ۴۸ ساعت بعد ارزیابی می‌شد، مشخص می‌کردند. در نهایت قبل از آزمون یادداری، از شرکت‌کنندگان درخواست شد تا دایره هدف را این بار بدون القاگرهای اطراف آن رسم کنند و پرسشنامه خودکارآمدی را در مورد عملکرد آینده خود تکمیل نمایند. سپس آن‌ها آزمون یادداری مانند پیش‌آزمون، اجرا کردند. در کل مراحل آزمایش تمامی پرتاب‌ها به طوری که شرکت‌کننده موازی با صفحه دارت ایستاده بود، انجام شد.

۱. حد فاصله بین دو صفحه از نقطه وسط اهداف مرکز صفحه دارت محاسبه و تنظیم شده می‌باشد.



شکل ۱. تنظیمات روش اجرا آزمایش

یادداری در شرایط بدون توهم بصری استفاده شد. تمامی تحلیل‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ و با در نظر گرفتن سطح معناداری $p < 0/05$ انجام شده‌اند.

ادراک

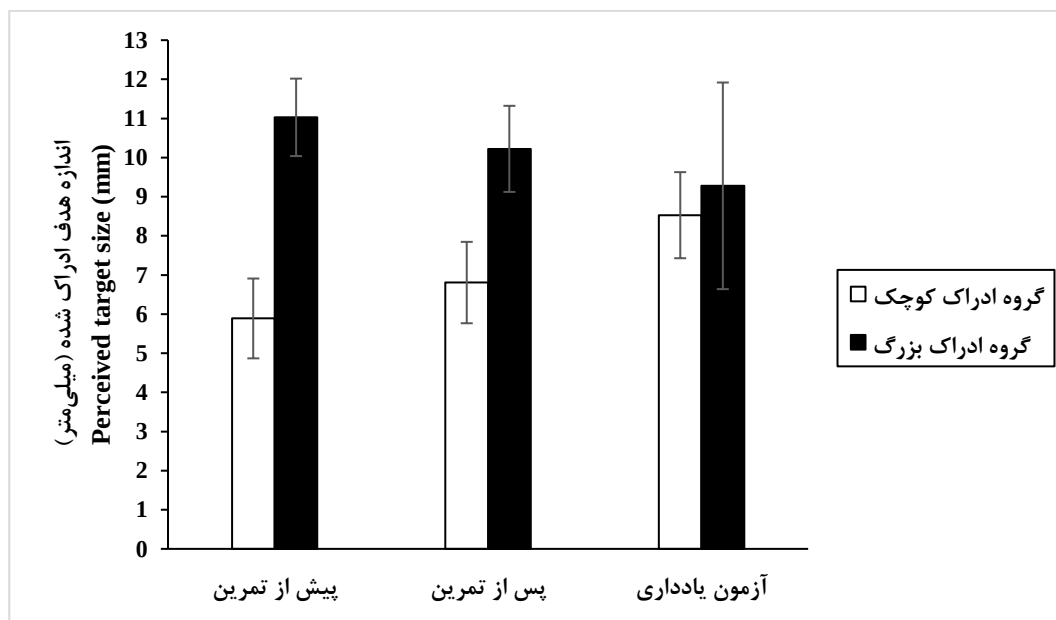
هر دو گروه تحت تأثیر توهم قرار گرفتند. در گروه ادراک کوچک، هدف مرکز صفحه دارت پیش $M = 5/88 \pm$ ($SD = 1/02$) و پس $M = 6/80 \pm$ ($SD = 1/04$) از تمرین کوچک‌تر ادراک شد. در گروه ادراک بزرگ نیز، پیش $M = 11/02 \pm$ ($SD = 0/99$) و پس $M = 10/22 \pm$ ($SD = 1/10$) از تمرین در مقایسه با گروه ادراک کوچک، هدف بزرگ‌تر ادراک شد. با استفاده از تحلیل واریانس مکرر، اندازه اثر اصلی گروه $\eta_p^2 = 0/857$ ، $P = 0/01$

نتایج

متغیر وابسته اصلی پژوهش حاضر، دقت پرتاب دارت بود که به صورت امتیازهای مشخص شده توسط دایره‌های متحدالمرکز هدف صفحه دارت ثبت شد. دقت پرتاب در مراحل پیش‌آزمون و آزمون یادداری با استفاده از تحلیل واریانس تک متغیره تجزیه و تحلیل شد. برای داده‌های تمرین نیز، از تحلیل واریانس مکرر ۲ (گروه‌ها) $\times$ ۵ (بلوک‌های ۱۰ کوششی) با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. هم ادراک شرکت‌کنندگان از اندازه هدف (به میلی‌متر) و هم خودکارآمدی، که در شش سؤال میانگین گرفته شده بود، با استفاده از آزمون تحلیل واریانس مکرر ۲ (گروه‌ها) $\times$ ۲ (زمان) برای مرحله تمرین (قبل از تمرین و پس از تمرین) و از تحلیل واریانس یک طرفه برای آزمون

و برای گروه ادراک بزرگ برابر با $9/27 \pm 1/10$ (SD) و بدین منظور، نتایج تحلیل واریانس یکراهه نشان داد که گروه با ادراک بزرگ، هدف را به طور معناداری بزرگتر از گروه با ادراک کوچک ادراک کردند ($F(1,33) = 10/398, P = 0/003, \eta_p^2 = 0/240$).

$204/189 = F(1,34)$ و تعامل گروه در زمان $0/415$ ، $24/078 = F(1,34)$ معنادار بود، در حالی که اندازه اثر اصلی زمان $0/03 = \eta_p^2$ ، $0/754 = F(1,34)$ معنادار نبود. در آزمون یادداری، ادراک هدف برای گروه ادراک کوچک برابر با $8/52$ (M=



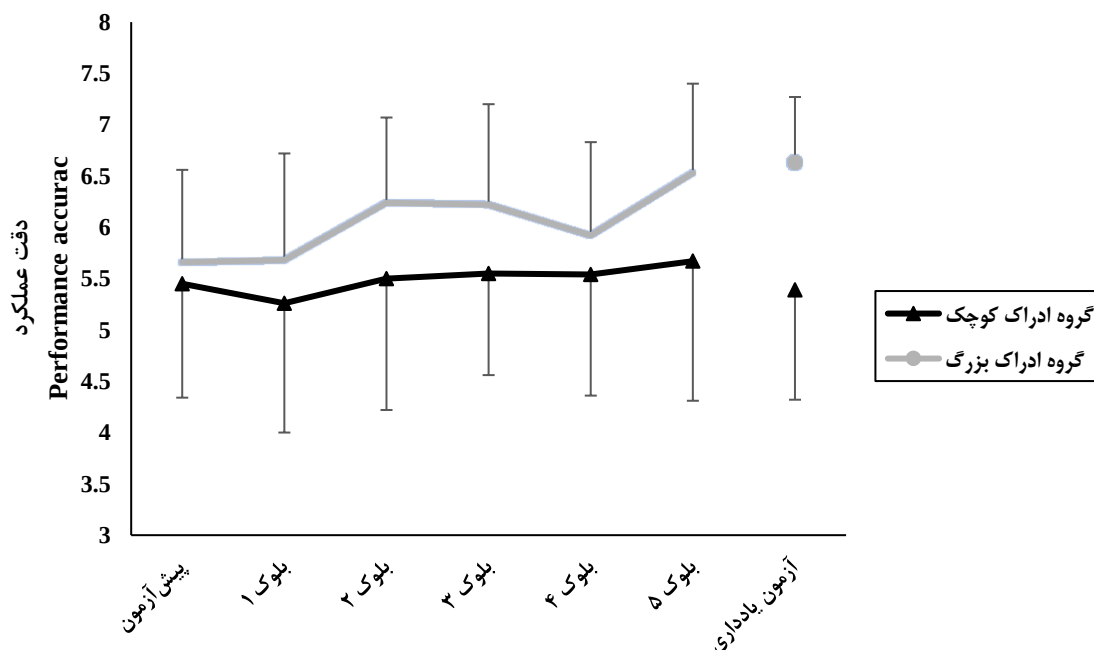
شکل ۲. اندازه هدف ادراک شده در ابتدا (پیش از تمرین)، در پایان تمرین (پس از تمرین) و قبل از آزمون یادداری، به عنوان تابعی از نوع توهم بصری (هدف کوچک ادراک شده در مقابل هدف بزرگ ادراک شده)

عملکرد

همچنین، صرف نظر از گروه، بهبودهای معناداری از بلوک ۱ ($M = 5/47$) تا بلوک ۵ مرحله تمرین ($M = 6/10$) وجود داشت که در طی بلوک های تمریناتی همچنان گروه ادراک بزرگ بهتر از گروه ادراک کوچک بود، ($0/092 = \eta_p^2$ ، $F(1,34) = 3/454$ ، $P = 0/010$). با این حال، هیچ اثر متقابل بین گروه $\times$ بلوک های تمرینی مشاهده نشد ($0/019 = \eta_p^2$ ، $F(1,34) = 0/666$ ، $P = 0/617$). با توجه به نتایج آزمون یادداری، هیچ تفاوت معناداری در دقت پرتاب بین گروه با ادراک بزرگ ($M = 5/84 \pm 0/64$) و گروه با ادراک کوچک ($M = 5/39 \pm 1/07$) مشاهده نشد، ($SD = 2/355$ ، $P = 0/134$ ، $\eta_p^2 = 0/064$).

قبل از شروع تمرین، در گروه با ادراک بزرگ ($M = 5/65$) و در گروه با ادراک کوچک، ($M = 5/44 \pm 0/90$ (SD) بود. نتایج تحلیل واریانس یکراهه نشان داد که تفاوت بین دو گروه معنادار نیست ($0/011 = \eta_p^2$ ، $F(1,34) = 0/396$ ، $P = 0/53$ ، در طول تمرین، دقت پرتاب برای گروه با ادراک بزرگ ($M = 6/11$) به طور معناداری بیشتر از گروه با ادراک کوچک ($M = 5/50$) بود، همان طور که با یک اثر اصلی گروه معنادار مشخص شد، ($F(1,34) = 4/654$ ، $P = 0/038$ ، $\eta_p^2 = 0/120$).

$F(1,34) =$ شکل ۳ میانگین نمرات دقت پرتاب از هر دو گروه را در پیش‌آزمون، بلوک‌های تمرینی و آزمون یادداری نشان می‌دهد.

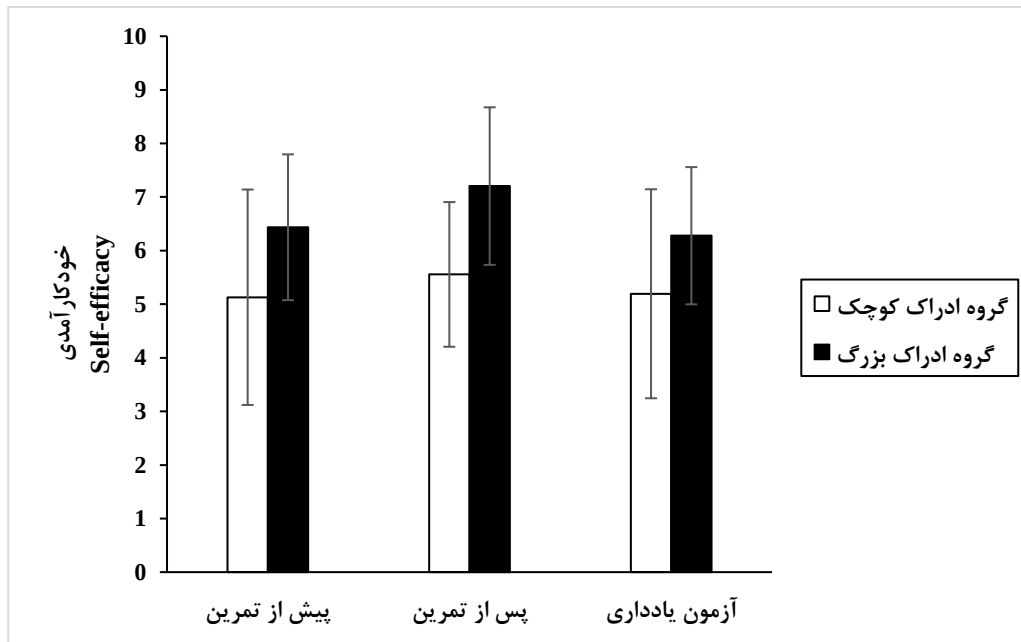


شکل ۳. عملکرد پرتاب (یعنی میانگین امتیاز کسب شده) دو گروه در طول تمرین (با توهم بصری) و آزمون یادداری (بدون توهم بصری)

خودکارآمدی

$F(1,34) =$ معنادار بود، در حالی که اندازه اثر اصلی تعامل گروه در زمان $\eta_p^2 = 0.23$, $P = 0.006$, $M = 5.12$ و پس $(SD = 1.35 \pm M = 5.55)$ از تمرین مشاهده شد. در گروه ادراک بزرگ نیز، پیش $(SD = 1.43 \pm M = 6.43)$ و پس $(SD = 1.36 \pm M = 7.20)$ از تمرین در مقایسه با گروه ادراک کوچک، خودکارآمدی بالاتری مشاهده شد. با استفاده از تحلیل واریانس مکرر، اندازه اثر اصلی گروه $\eta_p^2 = 0.211$, $P = 0.005$, $M = 9.087$ و زمان $F(1,34) = 3.856$, $P = 0.058$, $\eta_p^2 = 0.102$ ندارد.

در گروه ادراک کوچک، خودکارآمدی پیش $M = 5.12$ و پس $(SD = 1.35 \pm M = 5.55)$ از تمرین مشاهده شد. در گروه ادراک بزرگ نیز، پیش $(SD = 1.43 \pm M = 6.43)$ و پس $(SD = 1.36 \pm M = 7.20)$ از تمرین در مقایسه با گروه ادراک کوچک، خودکارآمدی بالاتری مشاهده شد. با استفاده از تحلیل واریانس مکرر، اندازه اثر اصلی گروه $\eta_p^2 = 0.211$, $P = 0.005$, $M = 9.087$ و زمان $F(1,34) = 3.856$, $P = 0.058$, $\eta_p^2 = 0.102$ ندارد.



شکل ۴. خودکارآمدی دو گروه قبل از تمرین، پس از تمرین و قبل از آزمون یادداری به عنوان تابعی از اندازه ادراک شده گروه از هدف مرکزی.

بحث و نتیجه گیری

هدف از پژوهش حاضر بررسی این موضوع بود که آیا پدیده توهم بصری ابینگهاوس بر یک فعالیت ورزشی بالستیک (یعنی مهارت پرتاب دارت) می تواند اثرات مفیدی داشته باشد (بهمنی و همکاران، ۲۰۱۷؛ شوول و همکاران، ۲۰۱۵؛ ویت و همکاران، ۲۰۱۲) یا در جهت خلاف آن بر عملکرد تأثیرگذار است (کانال برولند و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین در این پژوهش اثربخشی توهمات بصری به عنوان واسطه ای برای افزایش انتظارات (یعنی خودکارآمدی) بر عملکرد فعلی و بعدی اجراکنندگان بررسی شد. نتایج نشان داد که در حالت مشاهده هر دو نسخه از توهمات، گروه ادراک بزرگ (یعنی وقتی هدف با دایره های کوچک احاطه شده بود) از فاصله ۲۳۷ سانتی متر هدف صفحه دارت را بزرگ تر از گروه ادراک کوچک زمانی که توسط دایره های بزرگ احاطه

شده بود (یعنی وقتی هدف با دایره های بزرگ احاطه شده بود)، ادراک می کردند. در نتیجه، هدف بزرگ تر ادراک شده منجر به عملکرد دقیق تر و اعتماد به نفس بیشتر در نسبت به توانایی شان در مورد پرتاب دارت بلافاصله پس از تمرین شد. با این حال، ۴۸ ساعت بعد، پیش از اجرا آزمون یادداری وقتی ادراک و خودکارآمدی در غیاب توهمات بصری ارزیابی شدند، تفاوتی بین دو گروه مشاهده نشد. همچنین در یادگیری نیز، نتایج مشابهی بدست آمد به طوری که دقت پرتاب تا حدی به سطح مرحله پیش آزمون کاهش یافت.

با این که مطالعه ویت و همکاران (۲۰۱۲) زمینه ای الهام بخش برای بررسی مهارت های ورزشی بالستیکی با دستکاری های متفاوت فراهم کرده است، اما مطالعات پس از آن دارای نتایج مختلف و گاهی متضاد گزارش کرده اند. نتایج دقت عملکرد در مرحله تمرین به عنوان تابعی از

بزرگ‌تر ادراک کردن هدف، مشابه یافته‌های قبلی بدست آمد (بهمنی و همکاران، ۲۰۱۸؛ بهمنی و همکاران، ۲۰۱۷؛ شوول و همکاران، ۲۰۱۵؛ ویت و همکاران، ۲۰۱۲؛ وود و همکاران، ۲۰۱۳، داده‌های تمرینی را گزارش نکردند؛ کانال-برولند و همکاران، ۲۰۱۶ نتایج در جهت مخالف با مطالعات گزارش کردند؛ بهرامی و همکاران، ۲۰۲۲). با توجه به مطالعه کانال-برولند و همکاران (۲۰۱۶) تفاوت‌های فردی، تکلیفی و میزان تمرین ممکن است باعث ناهماهنگی بین نتایج مطالعات قبلی و پژوهش حاضر شده باشد. در سایر مطالعات، بهمنی و همکاران (۲۰۱۸) در تیراندازان ماهر، بهمنی و همکاران (۲۰۱۷) در کودکان که در مقایسه با بزرگسالان حساسیت کمتری نسبت به توهم بصری ابینگهاوس دارند و دیگر مطالعات که از شرکت‌کنندگان کم مهارت (وود و همکاران، ۲۰۱۳) یا کم تجربه (شوول و همکاران، ۲۰۱۵) استفاده کرده بودند که این سطح از تفاوت در سن و بخصوص سطح مهارت یا آشنایی قبلی با تکلیف شرکت‌کنندگان بین مطالعات ممکن است نقش مهمی در گزارش شدن نتایج مختلف داشته باشد. با این حال، برخلاف یادگیرندگان کم تجربه (شوول و همکاران، ۲۰۱۵) و کودکان (بهمنی و همکاران، ۲۰۱۷) که می‌توانند این مزایا را حفظ کرده و به روز آزمون یادداری منتقل کنند، تیراندازان بسیار ماهر (بهمنی و همکاران، ۲۰۱۸) و اجراکنندگان ناآشنا با تکلیف در پژوهش حاضر فقط در حضور توهمات بصری در گروه ادراک بزرگ، در اجرا عملکرد دقیق‌تر بودند. از سوی دیگر ماکوئستيو و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که توهمات بصری بر عملکرد حرکتی مهارت‌های ورزشی بالستیک تأثیر مثبتی ندارند. با این حال تفاوت‌های روش‌شناختی بارزی بین این مطالعه و مطالعات قبلی وجود دارد که شامل کم بودن تعداد کوشش‌های عملکرد

(۱۰ کوشش برای هر نسخه توهم بصری) و اندازه‌گیری نکردن سطح خودکارآمدی به منظور مشخص کردن سطح انگیزشی شرکت‌کنندگان می‌تواند باشد. توضیح محتمل در این زمینه یعنی عدم عملکرد موفق ممکن است به نوع فعالیت حرکتی شرکت‌کنندگان مبتدی مرتبط باشد؛ زیرا آن‌ها در هنگام اجرا عملکرد تصاویر بصری صحنه را به خوبی اجراکنندگان ماهر در ذهن خود نمی‌توانند نگه‌داری کنند. ماکوئستيو و همکاران (۲۰۲۱) پیشنهاد کردند که اتکا بیشتر توجه به نحوه اجرا، فعال‌سازی بازنمایی‌های بصری مرتبط (مانند هدف مرکزی و دایره‌های اطراف) را در حافظه کاری کاهش داده و در نتیجه می‌تواند باعث کاهش یا حتی ناپدید شدن این بازنمایی‌ها گردد. بنابراین، این توهم تأثیری بر عملکرد حرکتی افراد مبتدی نمی‌تواند داشته باشد، اما همان‌طور که در مطالعات قبلی ارزیابی شده است، بر به کارگیری افراد باتجربه‌تر (وود و همکاران، ۲۰۱۳؛ شوول و همکاران، ۲۰۱۵) یا حتی بسیار ماهر (بهمنی و همکاران، ۲۰۱۸)، می‌تواند در طول اجرا تمرین تأثیرگذار باشد. علاوه بر این، در کودکان دارای اختلال طیف اوتیسم مشاهده شده است که بهره‌مندی از توهم ادراک بزرگ ابینگهاوس می‌تواند یادگیری حرکتی را افزایش دهد (زمانی و همکاران، ۱۴۰۰).

براساس نتایج بهمنی و همکاران (۲۰۱۸)، ممکن است مربوط به برنامه‌های حرکتی بسیار خودکار باشد که از طریق سال‌ها تمرین و رقابت بین‌المللی برای تیراندازان بسیار ماهر در یادگیری ایجاد شده باشد. اما در پژوهش حاضر نیز عدم مشاهده تفاوت بین گروه‌ها در نتایج یادگیری حتی با وجود بهبود در دقت عملکرد در طی تمرین، احتمالاً می‌تواند با ویژگی‌های مراحل اولیه یادگیری مهارت و محدودیت منابع پردازشی مرتبط باشد. در مراحل اولیه یادگیری، اجرای موفق به میزان بیشتری

به منابع توجهی و حافظه کاری وابسته است (ولف، ۲۰۱۳؛ فیتز و پوزنر^۱، ۱۹۷۶). نشانه‌های بصری مانند بزرگ‌تر ادراک شدن هدف، می‌توانند در طول تمرین عملکرد و باورهای خودکارآمدی را با افزایش انگیزش و هدایت توجه به اثر حرکت بهبود دهند. با این حال، هنگامی که این نشانه‌ها به‌طور همزمان با محرک‌های بصری متضاد ارائه شوند، احتمال رقابت در حافظه کاری و کاهش کارایی برنامه‌ریزی حرکتی افزایش می‌یابد (لاک و ووگل^۲، ۱۹۹۷؛ اوبراور و لین^۳، ۲۰۱۷). در چنین شرایطی، بازنمایی‌های ادراکی و انگیزشی ممکن است به اندازه کافی تثبیت نشده یا در غیاب نشانه‌های اصلی بصری بازیابی نشوند، و این امر مانع انتقال مؤثر آن‌ها به یادگیری بلندمدت مهارت می‌شود. بنابراین ممکن است دوره‌های اکتساب طولانی‌تری برای تأثیر توهم بصری بر یادگیری برای افراد ناآشنا با تکلیف مورد نیاز باشد.

ادراک اندازه هدف مرکز صفحه دارد، که با اندازه دایره‌های رسم شده توسط شرکت‌کنندگان تعیین می‌شود، بلافاصله تحت تأثیر توهم بصری قرار گرفت (یعنی قبل از مرحله تمرین)، و این ادراک همچنان در پایان تمرین بدون تغییر باقی ماند (یعنی پس از تمرین). میانگین دایره رسم شده در گروهی که هدف را بزرگ ادراک کرده بودند، بزرگ‌تر (۱۰/۱۷ میلی‌متر) و در گروهی که هدف را کوچک ادراک کرده بودند، کوچک‌تر (۷/۰۷ میلی‌متر) مشخص شد. در ادراک اندازه هدف، دو روز بعد که قبل از آزمون یادداری اندازه‌گیری شد، در غیاب توهمات بصری بین گروه‌ها تفاوت معناداری وجود نداشت. بدین منظور، توهمات بصری موجود در طول تمرین با ادراک اندازه

هدف دو روز بعد، قبل از آزمون یادداری، یا حداقل با حافظه‌ای که از دایره‌هایی که قبلاً رسم کرده بودند، ارتباطی نداشت. از این رو، ادراک اندازه هدف درک شده قبل از آزمون یادداری، عملکرد آزمون یادداری را پیش‌بینی نکرد. نتایج به صورت همسو با شوول و همکاران (۲۰۱۵) و بهمنی و همکاران (۲۰۱۷) بود که پس از فاصله یک روزه، گزارش کردند که تفاوت معناداری بر ادراک بین دو گروه وجود ندارد. در مقابل، بهمنی و همکاران (۲۰۱۷) در ادراک کودکان از اندازه هدف، به ویژه در کودکان کوچک‌تر که کم‌تر از بزرگسالان تحت تأثیر توهم بصری ابینگهاوس قرار می‌گیرند (دوهرتی^۴ و همکاران، ۲۰۱۰)، گزارش کردند که منجر به تفاوت‌های پایدار در اندازه هدف ادراک شده می‌شود.

یکی دیگر از عامل‌های مهم که بر یادگیری عملکرد حرکتی در پژوهش حاضر ارزیابی شد، خودکارآمدی می‌باشد که به عنوان واسطه یادگیری حرکتی می‌تواند عمل کند (ستیونز^۵ و همکاران، ۲۰۱۲). پیش از شروع و پس از اتمام مرحله تمرین گروه ادراک بزرگ هدف خودکارآمدی بالاتری را از خود نشان دادند. در حالی مطالعات قبلی پیش از شروع تمرین از سطح خودکارآمدی که پس از اندازه‌گیری ادراک‌شان، ارزیابی کرده بودند، تفاوتی بین گروه‌ها گزارش نکردند (شوول و همکاران، ۲۰۱۵)، اثر فوری بر انتظارات مشاهده شد، هرچند این مطالعه بر پیش‌بینی‌کنندگی این متغیر تأکید داشته اما اختلاف گروهی دقیق قبل از تمرین را معنادار گزارش نکردند؛ بهمنی و همکاران، ۲۰۱۷؛ ۲۰۱۸). با این حال، مانند دقت عملکرد، خودکارآمدی پیش از آزمون یادداری

4. Doherty
5. Stevens

1. Fitts & Posner
2. Luck & Vogel
3. Oberauer & Lin

داده‌اند که افزایش اعتماد به نفس شرکت‌کنندگان به توانایی‌هایشان (یعنی خودکارآمدی) با تغییر اندازه هدف، توضیح قابل قبولی برای بهبود عملکرد می‌تواند ارائه دهد. طبق نظریه بهینه، انتظارات به طیف وسیعی از شناخت‌ها/باورهای باورهای مقدماتی یا پیش‌بینی‌کننده در مورد آنچه قرار است رخ دهد اشاره دارد (ولف و لوئویت، ۲۰۱۶) و شامل انتظارات خودکارآمدی می‌باشد. دستکاری‌های مختلف نشان داده‌اند که خودکارآمدی قابل اصلاح بوده (شوول و همکاران، ۲۰۱۵؛ چویاکوفسکی و همکاران، ۲۰۱۲؛ پاسکوا و همکاران، ۲۰۱۵) و افزایش خودکارآمدی با بهبود عملکرد حرکتی و یادگیری مرتبط است (موریتز^۲ و همکاران، ۲۰۰۰؛ پاسکوا و همکاران، ۲۰۱۵).

براساس نظریه بهینه، انتظارات عملکرد بالاتر از طریق تأثیرگذاری بر سطوح نوروفیزیولوژیکی، شناختی، انگیزشی و عصبی-عضلانی، اجراکننده را برای انجام حرکتی موفق آماده می‌کند (ولف و لوئویت، ۲۰۱۶). انتظارات افزایش‌یافته با حفظ تمرکز بر هدف تکلیف و با جلوگیری یا به حداقل رساندن کاهش افکار خودمحور، نقش دوگانه‌ای برای جفت شدن هدف-عمل دارند. همانطور که قبلاً ذکر شد، پیش‌بینی می‌شود شرایط تمرینی که انتظارات را افزایش می‌دهند، نه تنها بر عملکرد فوری تأثیر می‌گذارند، بلکه با فعال کردن مسیرهای دوپامینرژیک و در دسترس قرار دادن دوپامین برای تثبیت حافظه حرکتی و انعطاف‌پذیری عصبی ساختاری و عملکردی، به یادگیری نیز کمک می‌کنند. به عنوان مثال، هدفی که آسان‌تر ادراک شود (شرایط غیر از توهم بصری)، منجر به تثبیت حافظه بهتر نسبت به هدف دشوار

حفظ نشد. از این رو خودکارآمدی (که به عنوان عامل پیش‌بینی‌کننده عملکرد حرکتی اندازه‌گیری شد)، همانند دقت عملکرد کاهش پیدا کرد، در حالی که در مطالعات شوول و همکاران (۲۰۱۷) و بهمنی و همکاران (۲۰۱۷) گروه توهم ادراک بزرگ هدف افزایش خودکارآمدی را گزارش کردند که با پژوهش حاضر ناهمسو می‌باشد. احتمال این شرایط ایجاد شده طبق پیشنهاد ماکوئستیو و همکاران (۲۰۲۱) این است که تمرین، سطح خودکارآمدی را زمانی که توهم بصری اینگه‌هاوس مطلوب است، افزایش می‌دهد اما زمانی که نامطلوب باشد، این‌گونه عمل نمی‌کند (یا این رویه افزایش در خودکارآمدی را به میزان کمتری انجام می‌دهد). این افزایش ممکن است دخالت فرآیندهای صریحی را که فعالیت حرکتی را در موقعیت توهم بصری مطلوب مختل می‌کنند، اما نه در شرایط نامطلوب، بیشتر کاهش دهد (شوول و همکاران، ۲۰۱۲). خودکارآمدی بالاتر در گروه توهم بصری بزرگ در طول تمرین نشان می‌دهد که ادراک بزرگ‌تر هدف بر خودکارآمدی تأثیر گذاشته و در بهبود عملکرد پرتاب دارت می‌تواند نقش داشته باشد. بهبود در خودکارآمدی ناشی از توهم بصری بزرگ نشان‌دهنده تعمیم‌پذیری این پدیده بر سایر مهارت‌های بالستیکی مانند ضربه پات گلف می‌باشد که می‌توان آن را از طریق دستاوردهای موفقیت‌آمیز ناشی به صورت مشاهده هر دو نسخه آن در کنار هم در طول تمرین ملاحظه کرد.

به‌خصوص، افزایش خودکارآمدی از طریق موفقیت در عمل، پیش‌بینی‌کننده عملکرد حرکتی فعلی (روزنکوویست و اسکانس^۱، ۲۰۱۵) و آینده (پاسکوا و همکاران، ۲۰۱۵؛ ستیونز و همکاران، ۲۰۱۲؛ ولف و همکاران، ۲۰۱۴) است. در حیطه توهم بصری نیز، ویت و همکاران (۲۰۱۲) نشان

2. Moritz

فصلنامه مطالعات روان‌شناسی ورزشی، پاییز ۱۴۰۵، دوره ۱۵، شماره ۵۷

1. Rosenqvist & Skans

مطالعه‌ای دارای محدودیت‌هایی می‌باشد. پیشنهاد می‌شود با نگرش بر عوامل انگیزشی افراد به عنوان نقش روانشناختی در تکالیف حرکتی، باید پیش از شروع آزمایش، شرکت‌کنندگان را براساس سطح خودکارآمدی (میزان انتظارات) خود در اجرا مهارت‌های حرکتی ارزیابی نموده و طبق بررسی‌های اولیه انجام شده آن‌ها را در گروه‌های مشخصی قرار دهیم تا به صورت دقیق‌تر به تفاوت‌های فردی در عملکرد و یادگیری مهارت‌های حرکتی بپردازیم. با توجه به این رویکرد، توصیه می‌کنیم محققانی که علاقه‌مند به درک نقش انگیزه در مزایای یادگیری مرتبط با دستکاری‌های افزایش انتظارات مانند پژوهش حاضر هستند، تنوع‌بخشی به نحوه ارزیابی انگیزه به عنوان مثال، گنجاندن سایر معیارهای رفتاری (ایکودوموم^۳ و همکاران، ۲۰۱۹) و اندازه‌گیری انواع دیگر انگیزه را در نظر بگیرند. از این رو، اندازه‌گیری‌های بیشتر خودکارآمدی در طول مرحله تمرین (مثلاً بین بلوک‌های میانی) به تعیین تأثیر مستقیم خودکارآمدی بر تغییرات عملکرد در طول دوره‌های اکتساب می‌تواند کمک کند. به‌علاوه، می‌توان همانند عوامل انگیزشی، گروه‌ها براساس میزان ظرفیت حافظه کاری و فراخوانی توجه نسبت به تکلیف تقسیم‌بندی کرد تا به سازکارهای اساسی در ظرفیت پردازش اطلاعات به صورت منحصر به فرد در شرکت‌کنندگان بیشتر پرداخته شود. به عنوان مثال، می‌توان به بررسی روابط عزت نفس با انگیزه ورزشی در بازیکنان با سطح مهارت‌های متفاوت پرداخته شود؛ به طوری که پیش‌تر در این زمینه به صورت عمومی در ورزشکاران مشاهده شده است که بین این دو فاکتور رابطه قوی و مثبتی وجود دارد (شیرین کاری و تاجری، ۲۰۲۴).

ادراک شده می‌شود (ترمپ^۱ و همکاران، ۲۰۱۲). استدلال شده است که دوپامین مرتبط با پاداش در تثبیت حافظه حرکتی نقش دارد (سوگاوارا^۲ و همکاران، ۲۰۱۲). بر اساس مکانیسم‌های جفت شدن هدف-عمل، پیش‌بینی کردیم که انتظارات بالاتر ناشی از بزرگ‌تر ادراک کردن هدف منجر به عملکرد و یادگیری مؤثرتر در گروه ادراک توهم بزرگ هدف خواهد شد (ولف و لوتویت، ۲۰۱۶). بنابراین، یافته‌های پژوهش حاضر از پیش‌بینی‌های نظریه بهینه برای عملکرد حرکتی در طول مرحله تمرین حمایت می‌کنند (پالمر و همکاران، ۲۰۱۶؛ ولف و لوتویت، ۲۰۱۶)، اما در تسهیل یادگیری نیز با شکست مواجه شد که می‌تواند چالشی برای این نظریه محسوب شود؛ به طوری که بهمنی و همکاران (۲۰۱۸) در شرایط تمریناتی مشابه بر روی تیراندازان ماهر نتایج مشابهی را گزارش کردند. در نهایت، نتایج پژوهش حاضر نتوانست چنین تسهیل یادگیری را از طریق توهم بصری نشان دهد، اما در طول تمرین، انتظارات بالاتر و عملکرد دقیق‌تری را به خصوص در بلوک‌های آخر مرحله تمرین در گروه توهم بصری بزرگ مشاهده شد.

در مجموع، نتایج نشان داد که مشاهده هر دو نسخه از توهم بصری ایبینگهاوس در کنار هم، ادراک اندازه‌ی هدف را تغییر داده و متعاقباً انتظارات برای اعتماد به توانایی عملکرد حرکتی را افزایش می‌دهد که با بهبود دقت عملکرد پرتاب دارت در طول تمرین ملاحظه شد؛ اما این تغییرات پس از حذف شدن دایره‌های توهم‌زا در اطراف اهداف صفحات دارت از بین رفته و در پی آن اثری بر سطح یادگیری مشاهده نشد. پژوهش حاضر مانند هر

3. Ikudome

1. Trempe

2. Sugawara

همچنین، واضح است که تفاوت‌های روش‌شناختی مانند میزان تمرین یا تجربه، تکالیف حرکتی مختلف مانند پات گلف، پرتاب تپله و تیراندازی در مقابل پرتاب دارت، عوامل روانشناختی یا حتی فرهنگ‌های متفاوت، مقایسه بین مطالعات قبلی و پژوهش حاضر را تاحدودی دشوار می‌کند. در حال حاضر، می‌توان با اطمینان تأکید کرد که در حین تمرین با توهومات بصری ابینگهاوس به صورت بین گروهی تأثیری بر عملکرد و یادگیری حرکتی شرکت‌کنندگان با سطوح تمرین بسیار پایین در مهارت پرتاب دارت داشته و اثرات آن فقط به صورت موقت در طول تمرین در هنگام مشاهده هر دو نسخه توهم بصری می‌تواند مشاهده شود. در مطالعات آینده می‌توان به بررسی اینکه آیا توهم بصری ابینگهاوس بر پرتاب دارت در شرکت‌کنندگان ماهر یا بسیار ماهر می‌تواند مؤثر باشد، پرداخته شود. علاوه بر این، برای ارزیابی امتیازات بدست آمده از هر کوشش، عدم گنجاندن معیارهای ثبات و تغییرپذیری در ورزش‌های بالستیکی مانند پرتاب دارت می‌تواند دقت پیشرفت اندازه‌گیری را کاهش دهد (همان‌طور که با ثبت امتیاز در پژوهش حاضر انجام شد). برای این هدف، اندازه‌گیری دقت از طریق خطای شعاعی ممکن است ارزیابی دقیق‌تری از دقت را در مقایسه با سیستم امتیازدهی حلقه‌های متحدالمرکز در اطراف هدف ارائه دهد (هنکاک^۱ و همکاران، ۱۹۹۵).

در نهایت، مطالعات آینده باید حجم نمونه، مقدار و مدت تمرینات آزمایش را افزایش دهند؛ این امکان وجود دارد که حجم نمونه کوچک، قدرت آماری را محدود کرده باشد، در حالی که حجم نمونه بزرگ‌تر ممکن است تفاوت‌های آشکارتری را برای گروه‌ها فراهم کند. کم بودن تعداد کوشش‌های مرحله تمرین و بخصوص عدم اجرای تمرین

در چند جلسه متوالی در پژوهش حاضر می‌تواند بر نتایج تأثیر گذاشته باشد. پیشنهاد می‌شود با افزایش تعداد کوشش‌ها و جلسات تمرینی، تأثیرات بلندمدت و عمیق‌تر پدیده توهومات بصری بر ادراک و عملکرد به طور کامل‌تری ارزیابی شود. همچنین، در انتخاب نوع گروه‌بندی شرکت‌کنندگان به صورت درون‌گروهی در مقابل بین‌گروهی می‌تواند مزایایی داشته باشد؛ دلیل این امر این است که مطالعاتی که توهم بصری ابینگهاوس را به عنوان یک عامل بین آزمودنی‌ها دستکاری کنند، می‌توانند در تشخیص اینکه آیا تفاوت در اندازه ادراک شده واقعاً ناشی از تأثیر توهم بصری بوده یا صرفاً نشان‌دهنده وجود تفاوت‌های فردی بین دو گروه از شرکت‌کنندگان است، به طور واضح‌تر از دستاوردهای مطمئن‌تری برخوردار شوند (گرزکسکوسکی^۲ و همکاران، ۲۰۱۷). متقابلاً داشتن گروه کنترل می‌تواند در مطالعات آینده شکست پژوهش حاضر در یافتن تسهیل یادگیری را به صورت کامل‌تری توضیح دهد.

مطالعه حاضر نشان داد که مشاهده همزمان هر دو نسخه توهم بصری ابینگهاوس می‌تواند به طور موقت و با تمرین کوتاه مدت اندازه ادراک شده هدف، خودکارآمدی و دقت پرتاب دارت در افراد مبتدی را افزایش دهد اما در غیاب توهومات بصری همچنان اثراتی بر عوامل ذکر شده ندارند. با این حال، پس از حذف توهم بصری، این اثرات از بین رفته و تأثیری بر یادگیری پایدار مهارت حرکتی مشاهده نشد، که ماهیت گذرای دستکاری‌های ادراکی-انگیزی را نشان می‌دهد.

ملاحظات اخلاقی

2. Grzeczowski

فصلنامه مطالعات روان‌شناسی ورزشی، پاییز ۱۴۰۵، دوره ۱۵، شماره ۵۷

1. Hancock

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب سپاس خود را از تمامی شرکت کنندگان برای صرف وقت و همکاری‌شان در این پژوهش ابراز می‌دارند.

این پژوهش مطابق با استانداردهای اخلاقی کارگروه اخلاق در پژوهش‌های پژوهشگاه علوم ورزشی انجام شد. تأیید اخلاقی پژوهش با شناسه (IR.SSRC.REC.1404.067) دریافت گردید. تمامی شرکت کنندگان قبل از آغاز مطالعه رضایت آگاهانه خود را ارائه دادند و از روند پژوهش، خطرات احتمالی و حق انصراف در هر زمان مطلع شدند. محرمانگی و ناشناسی داده‌های شرکت کنندگان به‌طور کامل حفظ شد و تمام مراحل پژوهش مطابق با اصول اعلامیه هلسینکی برای پژوهش‌های انسانی انجام گردید.

and External Focus of Attention on Learning of Dart Throw Skill in Novices. *Yafteh*, 24(3).

<http://eprints.lums.ac.ir/id/eprint/4048>

7. Cañal-Bruland, R., van der Meer, Y., & Moerman, J. (2016). Can visual illusions be used to facilitate sport skill learning? *Journal of motor behavior*, 48(5), 285-389.

<https://doi.org/10.1080/00222895.2015.1113916>

8. Chauvel, G., Maquestiaux, F., Hartley, A. A., Joubert, S., Didierjean, A., & Masters, R. S. (2012). Age effects shrink when motor learning is predominantly supported by nondeclarative, automatic memory processes: Evidence from golf putting. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(1), 25-38.

9. Chauvel, G., Wulf, G., & Maquestiaux, F. (2015). Visual illusions can facilitate sport skill learning. *Psychonomic bulletin & review*, 22, 717-721.

<https://doi.org/10.3758/s13423-014-0744-9>

10. Chiviackowsky, S., Wulf, G., & Lewthwaite, R. (2012). Self-controlled learning: the importance of protecting perceptions of competence. *Frontiers in psychology*, 3, 458.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00458>

11. de Fockert, J. W., & Wu, S. (2009). High working memory load leads to more Ebbinghaus illusion. *European Journal of Cognitive Psychology*, 21(7), 961-970.

<https://doi.org/10.1080/09541440802689302>

12. Doherty, M. J., Campbell, N. M., Tsuji, H., & Phillips, W. A. (2010). The Ebbinghaus illusion

References

1. An, J., Chua, L.-K., & Wulf, G. (2021). Optimising golf putting. *International Journal of sport and exercise psychology*, 19(5), 882-894.

<https://doi.org/10.1080/1612197X.2020.1854823>

2. Bacelar, M. F., Parma, J. O., Murrah, W. M., & Miller, M. W. (2024). Meta-analyzing enhanced expectancies on motor learning: Positive effects but methodological concerns. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 17(1), 587-616.

<https://doi.org/10.1080/1750984X.2022.2042839>

3. Bahmani, M., Diekfuss, J. A., Rostami, R., Ataei, N., & Ghadiri, F. (2018). Visual illusions affect motor performance, but not learning in highly skilled shooters. *Journal of Motor Learning and Development*, 6(2), 220-233.

<https://doi.org/10.1123/jmld.2017-0011>

4. Bahmani, M., Wulf, G., Ghadiri, F., Karimi, S., & Lewthwaite, R. (2017). Enhancing performance expectancies through visual illusions facilitates motor learning in children. *Human movement science*, 55, 1-7.

<https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.07.001>

5. Bahrami, S., Abdoli, B., Farsi, A., Aghdaei, M., & Simpson, T. (2022). The effect of large visual illusion and external focus of attention on gaze behavior and learning of dart throw skill. *Journal of Motor Learning and Development*, 10(3), 469-484.

<https://doi.org/10.1123/jmld.2022-0043>

6. Bahrami, S., Farsi, A., & Aghdaei, M. (2022). The Effect of the Combination of Large Visual Illusion

- deceives adults but not young children. *Developmental science*, 13(5), 714-721. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00931.x>
13. Ebbinghaus, H. (1902). *Grundzüge der Psychologie* volumes I and II. Leipzig: Verlag von Viet & Co.
 14. Fitts, P. M., & Posner, M. I. (1967). Human performance.
 15. Gruber, M. J., Ritchey, M., Wang, S.-F., Doss, M. K., & Ranganath, C. (2016). Post-learning hippocampal dynamics promote preferential retention of rewarding events. *Neuron*, 89(5), 1110-1120. [10.1016/j.neuron.2016.01.017](https://doi.org/10.1016/j.neuron.2016.01.017)
 16. Grzeczowski, L., Clarke, A. M., Francis, G., Mast, F. W., & Herzog, M. H. (2017). About individual differences in vision. *Vision research*, 141, 282-292. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2016.10.006>
 17. Guthrie, E. R. (1952). *The Psychology of Learning*. United Kingdom: Harper.
 18. Hancock, G. R., Butler, M. S., & Fischman, M. G. (1995). On the problem of two-dimensional error scores: Measures and analyses of accuracy, bias, and consistency. *Journal of motor behavior*, 27(3), 241-250. <https://doi.org/10.1080/00222895.1995.9941714>
 19. Ikudome, S., Kou, K., Ogasa, K., Mori, S., & Nakamoto, H. (2019). The effect of choice on motor learning for learners with different levels of intrinsic motivation. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 41(3), 159-166. <https://doi.org/10.1123/jsep.2018-0011>
 20. Krakauer, J. W. (2006). Motor learning: Its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. *Current Opinion in Neurology*, 19(1), 84-90. <https://doi.org/10.1097/01.wco.0000200544.29915.cc>
 21. Lappin, J. M., Reeves, S. J., Mehta, M. A., Egerton, A., Coulson, M., & Grasby, P. M. (2009). Dopamine release in the human striatum: motor and cognitive tasks revisited. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 29(3), 554-564. <https://doi.org/10.1038/jcbfm.2008.146>
 22. Luck, S. J., & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390(6657), 279-281. <https://doi.org/10.1038/36846>
 23. Maquestiaux, F., Arexis, M., Chauvel, G., Ladoy, J., Boyer, P., & Mazerolle, M. (2021). Ebbinghaus visual illusion: no robust influence on novice golf-putting performance. *Psychological research*, 85, 1156-1166. <https://doi.org/10.1007/s00426-020-01298-0>
 24. Marchant, D. C., Carnegie, E., Wood, G., & Ellison, P. (2019). Influence of visual illusion and attentional focusing instruction in motor performance. *International Journal of sport and exercise psychology*, 17(6), 659-669. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2018.1441165>
 25. Marchant, D. C., Griffiths, G., Partridge, J. A., Belsley, L., & Porter, J. M. (2018). The influence of external focus instruction characteristics on children's motor performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 89(4), 418-428. <https://doi.org/10.1080/02701367.2018.1512075>
 26. Moritz, S. E., Feltz, D. L., Fährbach, K. R., & Mack, D. E. (2000). The relation of self-efficacy measures to sport performance: A meta-analytic review. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71(3), 280-294. <https://doi.org/10.1080/02701367.2000.10608908>
 27. Mruczek, R. E., Blair, C. D., Strother, L., & Caplovitz, G. P. (2015). The Dynamic Ebbinghaus: motion dynamics greatly enhance the classic contextual size illusion. *Frontiers in human neuroscience*, 9, 77. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00077>
 28. Oberauer, K., & Lin, H.-Y. (2017). An interference model of visual working memory. *Psychological review*, 124(1), 21. <https://doi.org/10.1037/rev0000044>
 29. Palmer, K., Chiviawsky, S., & Wulf, G. (2016). Enhanced expectancies facilitate golf putting. *Psychology of sport and exercise*, 22, 229-232. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2015.08.009>
 30. Pascua, L. A., Wulf, G., & Lewthwaite, R. (2015). Additive benefits of external focus and enhanced performance expectancy for motor learning. *Journal of sports sciences*, 33(1), 58-66. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.922693>
 31. Pashler, H., & Harris, C. R. (2012). Is the replicability crisis overblown? Three arguments

- examined. *Perspectives on Psychological Science*, 7(6), 531-536. <https://doi.org/10.1177/1745691612463401>
32. Roberts, B., Harris, M. G., & Yates, T. A. (2005). The roles of inducer size and distance in the Ebbinghaus illusion (Titchener circles). *Perception*, 34(7), 847-856. <https://doi.org/10.1068/p5273>
 33. Rosenqvist, O., & Skans, O. N. (2015). Confidence enhanced performance?—The causal effects of success on future performance in professional golf tournaments. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 117, 281-295. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2015.06.020>
 34. Schmidt, R. A., Lee, T. D. (2025). Motor Learning and Performance: From Principles to Application. United States: Human Kinetics.
 35. Shirinkari, R. and Tajeri, B. (2024). Structural Relationships Between Athletes' Self-Esteem Dimensions and Sports Motivation. *Sport Psychology Studies*, 13(50), 17-31. <https://doi.org/10.22089/spsyj.2024.15718.2439>
 36. Stevens, D., Anderson, D. I., O'Dwyer, N. J., & Williams, A. M. (2012). Does self-efficacy mediate transfer effects in the learning of easy and difficult motor skills? *Consciousness and cognition*, 21(3), 1122-1128. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2012.03.014>
 37. Sugawara, S. K., Tanaka, S., Okazaki, S., Watanabe, K., & Sadato, N. (2012). Social rewards enhance offline improvements in motor skill. *PLoS one*, 7(11), e48174. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048174>
 38. Trempe, M., Sabourin, M., & Proteau, L. (2012). Success modulates consolidation of a visuomotor adaptation task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38(1), 52. <https://doi.org/10.1037/a0024883>
 39. Vickers, J. N. (1992). Gaze control in putting. *Perception*, 21(1), 117-132. <https://doi.org/10.1068/p210117>
 40. Witt, J. K., Linkenauger, S. A., & Proffitt, D. R. (2012). Get me out of this slump! Visual illusions improve sports performance. *Psychological science*, 23(4), 397-399. <https://doi.org/10.1177/0956797611428810>
 41. Wood, G., Vine, S. J., & Wilson, M. R. (2013). The impact of visual illusions on perception, action planning, and motor performance. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 75, 830-834. <https://doi.org/10.3758/s13414-013-0489-y>
 42. Wulf, G. (2013). Attentional focus and motor learning: a review of 15 years. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 6(1), 77-104. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2012.723728>
 43. Wulf, G., & Lewthwaite, R. (2016). Optimizing performance through intrinsic motivation and attention for learning: The OPTIMAL theory of motor learning. *Psychonomic bulletin & review*, 23, 1382-1414. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0999-9>
 44. Wulf, G., Chiviacowsky, S., & Cardozo, P. L. (2014). Additive benefits of autonomy support and enhanced expectancies for motor learning. *Human movement science*, 37, 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.06.004>
 45. Wulf, G., Lewthwaite, R., Cardozo, P., & Chiviacowsky, S. (2018). Triple play: Additive contributions of enhanced expectancies, autonomy support, and external attentional focus to motor learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 71(4), 824-831. <https://doi.org/10.1080/17470218.2016.1276204>
 46. Zamani, M. . H. , Taheri Torbati, H. , Saberi Kakhki, A. and Ghoshoni, M. (2021). The Effect of Two Types of Ebbinghaus Visual Illusion on Learning a Motor Skill in Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 13(3), 255-273. <https://doi.org/10.22059/jmlm.2021.326760.1592>