

Original Article

Especial Skill in Recurve Archery: Comparing Three Skill Levels and the Role of Shooting Method in Motor Learning Specificity

Seyedeh Samira Hoseini^{*1} 



Citation: Hoseini, S. S. Especial Skill in Recurve Archery: Comparing Three Skill Levels and the Role of Shooting Method in Motor Learning Specificity. Iranian Journal of Motor Behavior and Sport Psychology, 2025; 5(4): 46-55.



10.22034/ijmbp.2026.586902.1170

○ **Received:** 16 July 2025
● **Revised:** 25 August 2025
● **Accepted:** 1 September 2025
● **Published:** 31 December 2025

*1. Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran. (Corresponding Author).
E-mail: samir.hoseini65@gmail.com

Abstract

Especial skill is a phenomenon in which performance at a highly practiced point unexpectedly exceeds predictions of Schmidt's schema theory and the force variability law. This study investigated the existence of especial skills in recurve archery across three skill levels (expert, skilled, novice) and compared two shooting methods (sight vs. no-sight). This research employs a quasi-experimental design with a quantitative approach and purposive (convenience) sampling, evaluating the performance of 30 shooters across three skill levels using a repeated measures design. Data collected from varying shooting distances were analyzed through parametric statistical tests, including ANOVA, linear regression, and t-tests, to determine performance differences and correlations. Linear regression revealed no significant distance-accuracy relationship in any group ($p > 0.05$). Repeated-measures ANOVA confirmed a significant Group $\times$ Point interaction ($F = 4.21$, $p = 0.023$, $\eta^2 = 0.142$). Paired t-tests showed significant differences in the expert group (sight method) between point C vs. D ($p = 0.038$, $d = 0.768$) and C vs. E ($p = 0.050$, $d = 0.715$). No-sight performance (9.04 ± 0.19) was significantly higher than sight (8.88 ± 0.24 ; $p = 0.044$, $d = 0.741$) in experts only. ICC analysis confirmed high motor representation consistency in experts ($ICC = 0.847$). Archery does not follow the force variability law. Classical regression fails to detect especial skills in isometric precision tasks; however, supplementary analyses support learning specificity at the practiced distance in experts. Findings challenge schema theory's applicability to precision aiming skills and call for novel diagnostic methods

Keywords: Especial skill, Schema theory, Recurve archery, Force variability law, Learning, specificity Quiet eye

مقاله پژوهشی

مهارت برجسته در تیراندازی با کمان ریکرو: مقایسه سه سطح مهارت و نقش روش تیراندازی در ظهور اختصاصی‌بودن یادگیری حرکتی

 سیده سمیرا حسینی^{۱*}

چکیده

مهارت برجسته پدیده‌ای است که در آن عملکرد در یک نقطه بسیار تمرین‌شده به‌طور غیرمنتظره‌ای بالاتر از پیش‌بینی نظریه طرحواره اشمیت و قانون تغییرپذیری نیرو است. هدف از این پژوهش، بررسی وجود مهارت برجسته در تیراندازی با کمان ریکرو در سه سطح مختلف مهارت (خبره، ماهر و مبتدی) و مقایسه دو روش تیراندازی (با سایت و بدون سایت) بود. این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی با رویکرد کمی و روش نمونه‌گیری در دسترس (هدفمند) است که عملکرد ۳۰ تیرانداز (در سه سطح مهارتی) را با استفاده از طرح اندازه‌گیری مکرر در شرایط مختلف بررسی کرده است. داده‌های حاصل از تیراندازی در فواصل متفاوت، با بهره‌گیری از آزمون‌های آماری پارامتریک نظیر آنوا، رگرسیون خطی و آزمون t تحلیل شده‌اند تا تفاوت‌ها و همبستگی‌های عملکردی تعیین گردد. رگرسیون خطی در هیچ گروهی رابطه معنادار نشان نداد ($p > 0.05$). آزمون t همبسته در گروه خبره با روش سایت تفاوت معنادار بین نقطه C با نقاط D ($p = 0.028$) و E ($p = 0.050$) نشان داد. آنوا اندازه‌گیری مکرر تعامل معنادار گروه $\times$ نقطه را تأیید کرد ($F(4,21) = 4.23, p = 0.012$). عملکرد گروه خبره بدون سایت (9.04 ± 0.19) به‌طور معناداری از روش سایت (8.88 ± 0.24) بالاتر بود ($p = 0.044, d = 0.074$). ضریب ICC برای گروه خبره در روش سایت ($0.847 = ICC$) یکپارچگی بالای بازگامی حرکتی را نشان داد. تیراندازی از قانون تغییرپذیری نیرو پیروی نمی‌کند. مهارت برجسته با روش رگرسیونی کلاسیک قابل شناسایی نیست؛ با این حال تحلیل‌های تکمیلی در گروه خبره شواهدی از اختصاصی‌بودن یادگیری در نقطه تمرین اصلی را آشکار می‌کند. یافته‌ها محدودیت‌های نظریه طرحواره در مهارت‌های دقیق نشانه‌گیری ایزومتریک را نشان می‌دهد و نیاز به روش‌های تشخیصی نوین را مطرح می‌کند.

واژه‌های کلیدی: مهارت برجسته، طرحواره اشمیت، تیراندازی با کمان ریکرو، قانون تغییرپذیری نیرو، اختصاصی‌بودن یادگیری، چشم آرام

○ تاریخ دریافت: ۲۵ تیر ۱۴۰۴
● تاریخ بازنگری: ۳ شهریور ۱۴۰۴
● تاریخ پذیرش: ۱۰ شهریور ۱۴۰۴
● تاریخ انتشار: ۱۰ دی ۱۴۰۴

^۱. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزش، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. (نویسنده مسئول).

E-mail: samir.hoseini65@gmail.com

مقدمه

یکی از بنیادین‌ترین چارچوب‌های نظری در حوزه کنترل حرکتی، نظریه طرحواره اشمیت (۱) محسوب می‌شود. این نظریه بیان می‌دارد که در خلال فرایند تمرین، طرحواره به‌تدریج دستخوش تغییر می‌شود تا کارایی انتخاب پارامترها افزایش یابد و در نهایت، تمامی مهارت‌های متعلق به یک طبقه از حرکات، توسط یک طرحواره ثابت کنترل گردند (۲). مفهوم محوری این نظریه، برنامه حرکتی تعمیم‌یافته به‌عنوان سازوکار مرکزی کنترل حرکت معرفی شده است و تأکید ویژه‌ای بر نقش تنوع تمرین در تقویت و غنی‌سازی طرحواره دارد. با وجود جایگاه رفیع این نظریه، نظریه طرحواره با چالش‌های متعددی مواجه بوده است. یکی از جدیدترین و مهم‌ترین این چالش‌ها، به این موضوع بازمی‌گردد

که یادگیری برخی مهارت‌ها بسیار تخصصی‌تر از آن چیزی است که طرحواره پیش‌بینی می‌کند. کیچ و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی بنیادین با استفاده از تکلیف پرتاب آزاد بسکتبال نشان دادند که دقت اجرا در فاصله استاندارد ۴٫۵۷ متری (خط پرتاب آزاد) به‌طور معناداری بالاتر از پیش‌بینی حاصل از رگرسیون خطی است؛ پدیده‌ای که آن را «مهارت برجسته» نامیدند. به‌عبارتی، مهارت برجسته به مهارتی اطلاق می‌شود که در نتیجه تمرین انبوه و مکرر در یک نقطه ویژه، از توانایی اجرایی بالاتری نسبت به سایر مهارت‌های هم‌طبقه خود برخوردار است (۳). این یافته‌ها در پژوهش‌های بعدی توسط خود کیچ و همکاران (۲۰۰۸) با پوشاندن خطوط زمین بسکتبال، نقش عوامل محیطی را نیز تأیید کردند. سیمونز و همکاران (۴) در رشته بیسیال نشان دادند که مهارت برجسته

د فشار از مدت زمان چشم‌آرام بلندتری برخوردار بودند. این یافته‌ها در پژوهش‌های داخلی نیز برای رشته‌های ورزشی نظیر بسکتبال (۱۷)، بدمیتون (۳: ۱۸) و تیراندازی با تفنگ بادی (۱۹) تأیید شده‌اند. به‌طور خاص، نبوی‌نیک و همکاران (۱۳۹۰) وجود مهارت برجسته را در پرتاب آزاد بسکتبال تأیید کردند. کاوانی و همکاران (۳) در رشته بدمیتون نشان دادند که حذف نشانه‌های بینایی از ظهور این پدیده جلوگیری می‌کند، در حالی که عبدالشاهی و همکاران (۱۷) در سرویس بلند بدمیتون در گروه خیره، ارتباط رگرسیونی معناداری مشاهده نکردند. کاشانی و همکاران (۱۹) نیز در تیراندازی با تفنگ بادی، وجود مهارت برجسته را تحت شرایط اضطراب رقابتی گزارش کردند. همچنین بهارلویی (۲۰) در مطالعه‌ای بر روی تیراندازان با کمان، بر تأثیر مثبت تمرینات آرام‌سازی پیش‌رونده بر کارآمدی عضلانی و عملکرد ورزشکاران تأکید کرد و اهمیت عوامل روان‌شناختی را برجسته ساخت.

در این میان، رشته تیراندازی با کمان ریکرو به‌دلیل دارا بودن ویژگی‌های منحصر به فردی از قبیل: محیط کاملاً کنترل‌شده و بسته، تمرین انبوه در فواصل استاندارد، استفاده از نیروی ایزومتریک حداکثری، وابستگی شدید به نشانه‌گیری بینایی و محوریت دقت بینایی در عملکرد، از مهارت‌های پرتابی پویا متمایز شده و بستری ایده‌آل برای بررسی محدودیت‌های نظریه طرحواره فراهم می‌سازد (۲۱؛ ۱۷). اگرچه سیز و موس (۲۱) در تیراندازی با کمان کلاسیک، نتایج ضعیف‌تری را در خصوص مهارت برجسته گزارش کردند، اما نبوی‌نیک و همکاران (۱۷) که مستقیم‌ترین پیشینه در ارتباط با پژوهش حاضر محسوب می‌شوند، وجود پدیده مهارت برجسته را در تیراندازان خیره کمان ریکرو در فاصله ۱۸ متر تأیید کرده و مدل ریاضی ترکیبی با ضریب تعیین بالایی ($R^2=0.997$) ارائه دادند.

بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف پاسخ‌گویی به چهار پرسش اساسی طراحی شده است: ۱) آیا پدیده مهارت برجسته در تیراندازی با کمان ریکرو وجود دارد؟ ۲) این پدیده در کدام سطح از مهارت ظاهر می‌شود؟ ۳) تفاوت میان روش نشانه‌گیری با سایت و بدون سایت در بروز این پدیده چیست؟ و ۴) چه تحلیل‌های آماری تکمیلی می‌توانند به شناسایی دقیق‌تر این پدیده کمک کنند؟

روش‌شناسی

شرکت‌کننده‌ها

پژوهش حاضر از نوع توصیفی-همبستگی با رویکرد شبه‌تجربی است. به‌این‌ترتیب که در بخش اول، با استفاده از تحلیل رگرسیون، به بررسی رابطه بین فاصله و دقت اجرا در تیراندازی با کمان ریکرو پرداخته می‌شود (جنبه همبستگی). در بخش دوم، با مقایسه عملکرد تیراندازان در سطوح مختلف مهارت (مبتدی، متوسط، خبره) و در دو شرایط نشانه‌گیری با سایت و بدون سایت (به‌عنوان متغیر مستقل)، از طرح شبه‌تجربی

در فاصله پرتاب استاندارد ظاهر می‌شود و خودکارآمدی نقشی در ایجاد آن ندارد. برشلین و همکاران (۵) با تغییر وزن توپ، یافته‌های موافق با فرضیه اختصاصی شدن پارامترها به‌دست آوردند و سپس در مطالعه‌ای دیگر (۶) نشان دادند که تمرین ثابت با تعداد زیاد در یک نقطه، عامل اصلی ایجاد مهارت برجسته است. استوکر و برشلین (۷) نیز با دستکاری زمینه بینایی و جابه‌جایی حلقه، بر ضرورت وجود یک زمینه بینایی نسبی برای اجرای موفق مهارت برجسته تأکید کردند.

در ادامه مسیر پژوهشی، سیز و همکاران (۸) با مقایسه گروه‌های با سطوح تجربی متفاوت، نشان دادند که مهارت برجسته در گروه‌های با تجربه بالاتر (میانگین ۶ سال) بیشتر مشاهده می‌شود و مدل سلسله‌مراتبی برای توصیف آن ارائه دادند. سیز و همکاران (۹) با استفاده از عینک تارکننده دید به این نتیجه رسیدند که محدودیت اطلاعات بینایی از ظهور مهارت برجسته جلوگیری می‌کند. سیز و کوکر (۱۰) در مروری جامع بر ادبیات تنوع تمرین نشان دادند که تنوع پارامتریک در درون یک برنامه حرکتی تعمیم‌یافته واحد، توانایی پارامترسازی حرکت را بهبود می‌بخشد، در حالی که تنوع میان برنامه‌های حرکتی تعمیم‌یافته متفاوت، به یادگیری الگوی حرکتی کلی منجر می‌شود. لاگ و همکاران (۱۱) نیز در مرور پنجاه‌ساله نظریه طرحواره، اذعان داشتند که این نظریه علی‌رغم انتقادات گسترده، همچنان پایه‌ای محکم برای تلفیق با رویکردهای نوین عصب‌شناسی و یادگیری حرکتی فراهم می‌آورد و باید با رویکردهای دینامیک‌های اکولوژیک و عصب‌شناسی نوین تلفیق شود تا پدیده‌هایی نظیر مهارت برجسته را بهتر تبیین کند. از سوی دیگر، شونفیلد و همکاران (۱۲) با اتکا به شواهد عصب‌شناختی و در مروری جامع، تأیید کردند که تمرین ثابت و انبوه در یک تکلیف خاص، به تثبیت مسیرهای عصبی اختصاصی (کورتیکال) منجر می‌شود که این امر، انتقال یادگیری به تکالیف مشابه را با محدودیت مواجه می‌سازد.

پس از مطالعه اولیه کیچ و همکاران (۱۳)، سه فرضیه اصلی برای تبیین پدیده مهارت برجسته مطرح شده است: (الف) فرضیه پارامترهای یادگرفته‌شده** که بر اساس آن، تمرین بسیار زیاد در یک نقطه ویژه، فرایند اختصاصی‌سازی پارامترها را توسعه می‌دهد (۱۴)؛ (ب) فرضیه زمینه بینایی** که معتقد است بازتابی حافظه‌ای مهارت برجسته، شامل زاویه بینایی خاص و فاصله از هدف می‌شود (۱۴؛ ۳)؛ و (پ) فرضیه برنامه حرکتی خاص** که بر شکل‌گیری یک بازتابی جدید و اختصاصی‌شده در نتیجه تمرین زیاد تأکید دارد (۱۶). پژوهش‌های اخیر در حوزه چشم‌آرام نیز نشان داده‌اند که در مهارت‌های نشانه‌گیری دقیق، مدت زمان طولانی‌تر چشم‌آرام با عملکرد برتر و ظهور پدیده مهارت برجسته همراه است. در این زمینه، سیز و همکاران (۱۵) با استفاده از پارادایم چشم‌آرام نشان دادند که تمرین ثابت به مدت زمان چشم‌آرام طولانی‌تری در نقطه تمرین اصلی منجر می‌شود و جیانکاملی و همکاران (۱۶) در رشته بسکتبال نشان دادند که ورزشکاران نخبه در موقعیت‌های

پژوهش. همه آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه آگاهانه کتبی امضا کردند و این پژوهش با اصول اخلاقی هلسینکی مطابقت داشت. گروه خیره شامل اعضای تیم ملی یا افراد دعوت‌شده به اردو با بیش از ۸ سال سابقه حرفه‌ای بودند. گروه ماهر از اعضای تیم‌های لیگ با ۴ تا ۷ سال سابقه، و گروه مبتدی با ۲ تا ۴ سال تمرین منظم انتخاب شدند. مشخصات دموگرافیک در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک و آنتروپومتریک آزمودنی‌ها

گروه	تعداد	میانگین سن	دامنه سن	میانگین تجربه	دامنه تجربه	دست برتر	محل تمرین
خیره	۱۰	۳/۱۴±۳۰/۵۴	۲۵-۳۶	۲/۲۳±۸/۶۲	۸-۱۴	سراست	تیم ملی
ماهر	۱۰	۳/۸۴±۲۲/۱۳	۱۸-۲۸	۱/۶۳±۵/۷۱	۴-۷	سراست	آروین، غروی
مبتدی	۱۰	۲/۲۷±۲۰/۰۴	۱۷-۲۴	۲/۴۵±۲/۸۱	۲-۴	سراست	پاس، ۲۲ بهمن

با لگاریتم طبیعی تبدیل شدند. تحلیل‌های آماری عبارت بودند از: (۱) رگرسیون خطی برای بررسی رابطه فاصله-دقت؛ (۲) آنوا اندازه‌گیری مکرر (۳ گروه 5×5 نقطه) با آزمون کروچی-ماکلی و تصحیح گرینهاوس-گیرس؛ (۳) آزمون t همبسته برای مقایسه زوجی نقطه C با سایر نقاط؛ (۴) آزمون t زوجی برای مقایسه دو روش؛ (۵) ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای ICC برای بررسی یکپارچگی بازتابی حرکتی؛ (۶) ماتریس همبستگی پیرسون؛ (۷) تحلیل توان آماری. اندازه اثر با Cohen's d و η^2 (eta-squared) محاسبه شد. سطح معناداری ۰.۰۵؛ نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳.

نتایج

۱. بررسی فرض‌های آماری — آزمون شاپیرو-ویلک
نتایج آزمون شاپیرو-ویلک (جدول ۲) نشان داد اکثر گروه‌های داده توزیع نرمال داشتند. شش گروه داده در روش بدون سایت به‌ویژه در نقطه A از نرمال پیروی نکردند و پس از تبدیل لگاریتمی نرمال شدند.
۲. میانگین و انحراف معیار عملکرد
جدول ۳ میانگین و انحراف معیار امتیازات را نشان می‌دهد. گروه خیره بالاترین عملکرد را داشت. انحراف معیارهای پایین‌تر در گروه خیره (۰.۱۱) تا (۰.۳۴) در مقایسه با گروه‌های ماهر (۰.۰۶ تا ۱.۰۳) و مبتدی (۰.۰۶ تا ۰.۷۶) تا

استفاده شده است، زیرا گمارش تصادفی آزمودنی‌ها به گروه‌ها میسر نبوده و گروه‌ها بر اساس سطح مهارت موجود انتخاب شده‌اند. در این راستا، برای کنترل اثر متغیرهای مداخله‌گر نظیر سابقه تمرین، از تحلیل کوواریانس استفاده خواهد شد. این جامعه آماری شامل کلیه تیراندازان مرد رشته ریکرو شهر تهران بود. سی تیرانداز به‌صورت هدفمند در سه گروه ده‌نفره انتخاب شدند. معیارهای ورود: جنسیت مذکر، دست برتر راست، بینایی سالم (بدون عینک یا لنز)، و عدم اطلاع از اهداف دقیق

ابزار

دو روش تیراندازی استفاده شد: الف) روش تنظیم سایت: دستگاه مکانیکی سایت شامل دو میله فلزی عمود بر هم با ریل افقی قابل تنظیم بر کمان نصب می‌شود. ورزشکار سایت را برای نقطه اصلی (C) تنظیم و در فواصل دیگر با جابه‌جایی جزئی ریل، تنظیمات انجام می‌دهد. ب) روش بدون سایت: تیرانداز بدون اطلاع از فاصله دقیق، با اتکا به مهارت و تخمین فاصله پرتاب می‌کند.
هر گروه در پنج نقطه پارامتری با فاصله ۰.۵ متر از یکدیگر (نقاط A تا E) تیراندازی کردند. نقطه میانی (C) فاصله اصلی تمرین هر گروه بود: مبتدی ۳۰ متر (نقاط ۲۹ تا ۳۱)، خیره ۵۰ متر (نقاط ۴۹ تا ۵۱)، ماهر ۷۰ متر (نقاط ۶۹ تا ۷۱). پروتکل: ۱۵۰ تیر در ۵ ست ۳۰ تایی؛ ترتیب A-C-B-E-D برای همه یکسان؛ ۱۵ دقیقه استراحت بین ست‌ها؛ آزمون در چهار جلسه با یک روز فاصله. امتیازدهی بر اساس سیستم استاندارد بین‌المللی (۱۰ تا ۱ از مرکز به حاشیه).

روش آماری

نرمال‌بودن توزیع با آزمون شاپیرو-ویلک بررسی شد. داده‌های غیرنرمال

جدول ۲. نتایج آزمون نرمال‌بودن (شاپیرو-ویلک) — مقادیر p

گروه	روش	نقطه A	نقطه B	نقطه C	نقطه D	نقطه E
خیره	سایت	۰/۱۶۲	۰/۳۰۱	۰/۰۸۴	۰/۴۴۵	۰/۲۱۷
خیره	بدون سایت	*۰/۰۴۴	۰/۰۷۸	۰/۱۰۲	۰/۱۸۸	۰/۲۵۱
ماهر	سایت	۰/۱۵۶	۰/۰۸۹	۰/۲۰۱	۰/۳۱۱	۰/۱۴۵
ماهر	بدون سایت	*۰/۰۳۸	*۰/۰۴۵	۰/۰۶۷	۰/۰۹۱	۰/۱۰۴
مبتدی	سایت	۰/۱۱۲	۰/۱۷۸	۰/۰۹۲	۰/۲۳۴	۰/۱۸۹
مبتدی	بدون سایت	*۰/۰۴۱	۰/۰۵۶	۰/۰۸۸	۰/۱۲۲	۰/۰۹۵

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار امتیازات (از ۱۰)

گروه	روش	نقطه A	نقطه B	نقطه C	نقطه D	نقطه E
خبره	سایت	۰/۳۳±۸/۸۳	۰/۱۷±۸/۹۴	۰/۳۴±۹/۰۰	۰/۱۱±۸/۸۰	۰/۲۳±۸/۸۳
خبره	بدون سایت	۰/۱۱±۹/۱۶	۰/۲۴±۸/۹۷	۰/۲۴±۸/۹۵	۰/۲۱±۹/۰۶	۰/۱۷±۹/۰۸
ماهر	سایت	۰/۶۷±۷/۳۴	۰/۹۱±۷/۱۷	۰/۶۴±۷/۳۷	۰/۶۵±۷/۴۰	۰/۷۶±۷/۳۷
ماهر	بدون سایت	۱/۰۱±۷/۱۰	۱/۰۲±۶/۹۳	۰/۸۷±۷/۲۴	۰/۸۹±۷/۲۹	۰/۸۷±۷/۲۴
مبتدی	سایت	۱/۰۳±۷/۵۳	۰/۹۴±۷/۷۷	۱/۲۵±۷/۴۶	۰/۸۶±۷/۹۱	۰/۸۲±۷/۹۵
مبتدی	بدون سایت	۰/۹۴±۷/۵۶	۰/۸۶±۷/۶۷	۰/۸۸±۷/۶۴	۰/۷۶±۷/۷۰	۰/۹۳±۷/۶۴

۱.۲۵) یکپارچگی و ثبات بیشتر عملکرد در سطوح بالاتر مهارت را نشان می‌دهد.

۳. آنوا اندازه‌گیری مکرر

تحلیل واریانس اندازه‌گیری مکرر (جدول ۴) با طرح مختلط ۳ (گروه) × ۵ (نقطه پارامتری) انجام شد. آزمون کروچی-ماکلی فرض کرویت را نقض کرد ($p=0.031$)؛ بنابراین از تصحیح گرینهاوس-کیسر ($\eta^2=0.812$) استفاده شد. اثر اصلی نقطه معنادار نبود ($F=1.24, p=0.301$)، اما تعامل گروه × نقطه به سطح معناداری رسید ($F=4.21, p=0.023, \eta^2=0.142$)، که نشان می‌دهد الگوی عملکرد در پنج نقطه برای گروه‌های مختلف متفاوت است. این یافته مهم تأیید می‌کند که سطح مهارت نقش تعدیل‌کننده معناداری در رابطه فاصله-دقت دارد.

۴. تحلیل رگرسیون خطی

نتایج آزمون رگرسیون خطی (جدول ۵) نشان داد در هیچ‌یک از شش شرایط آزمایشی رابطه خطی معناداری بین فاصله و دقت اجرا وجود ندارد ($p>0.05$). در گروه خبره ضرایب تعیین بسیار پایین

بودند ($R^2=0.079$ در روش سایت و $R^2=0.013$ در روش بدون سایت). این یافته با قانون تغییرپذیری نیرو در تضاد آشکار است.

۵. آزمون t همبسته — گروه خبره

با توجه به اینکه در گروه خبره با روش سایت، نقطه C بالاترین میانگین را داشت، تحلیل تکمیلی با آزمون t همبسته انجام شد. نتایج (جدول ۶) نشان داد نقطه C (۵۰ متر) تفاوت معناداری با نقاط p ($D=0.38$) و p ($E=0.50$) داشت و نزدیک به معناداری با نقطه p ($A=0.071$) بود. اندازه اثرهای متوسط تا بزرگ ($d=0.768$ و $d=0.715$) اهمیت عملی این تفاوت‌ها را تأیید می‌کند.

۶. ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای (ICC) — یافته جدید

برای بررسی یکپارچگی و پایایی بازتابی حرکتی، ضریب ICC (Two-Way Mixed, Absolute Agreement) برای پنج نقطه پارامتری در هر گروه محاسبه شد (جدول ۷). ICC گروه خبره در روش سایت ($ICC=0.847, 95\%$ CI $[0.634, 0.941]$) نشانه‌ای از یکپارچگی بالای بازتابی حرکتی است.

جدول ۴. نتایج آنوا اندازه‌گیری مکرر (طرح مختلط ۵×۳)

منبع تغییرات	مجموع مجزورات	df	میانگین مجزورات	F	p	Eta ²
گروه (بین گروهی)	۱۸.۴۲	۲	۹.۲۱	۱۲.۷۴	۰.۰۰۱	۰.۴۷۷
خطای بین گروهی	۱۹.۵۴	۲۷	۰.۷۲	-	-	-
نقطه (درون گروهی)	۰.۴۸	۳.۲۵	۰.۱۵	۱.۲۴	۰.۳۰۱	۰.۰۴۴
تعامل گروه × نقطه	۲.۰۳	۶.۴۹	۰.۳۱	۴.۲۱	۰.۰۲۳	۰.۱۴۲
خطای درون گروهی	۱۲.۴۷	۸۷.۶۲	۰.۱۴	-	-	-

جدول ۵. نتایج تحلیل رگرسیون خطی بین فاصله و عملکرد

گروه	روش	R	R ²	R ² تعدیل شده	F	df	p-value
خبره	سایت	۰/۲۸۱	۰/۰۷۹	-۰/۲۲۸	۰/۲۵۷	۳,۱	۰/۶۴۷
خبره	بدون سایت	۰/۱۱۵	۰/۰۱۳	-۰/۳۱۶	۰/۰۴۱	۳,۱	۰/۸۵۳
ماهر	سایت	۰/۳۰۹	۰/۰۹۶	-۰/۲۰۵	۰/۳۲۰	۳,۱	۰/۶۱۱
ماهر	بدون سایت	۰/۶۹۵	۰/۴۸۳	۰/۳۱۰	۲/۸۰۶	۳,۱	۰/۱۹۲
مبتدی	سایت	۰/۷۱۰	۰/۵۰۴	۰/۳۳۹	۳/۰۵۴	۳,۱	۰/۱۷۹
مبتدی	بدون سایت	۰/۶۱۸	۰/۳۸۲	۰/۱۷۶	۱/۸۵۲	۳,۱	۰/۲۶۷

جدول ۶. نتایج آزمون t همبسته — مقایسه نقطه C با سایر نقاط (گروه خبره، روش سایت)

مقایسه زوجی	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	t	df	p-value	%۹۵ CI	اندازه اثر (d)
C - A	۰/۱۷۲	۰/۰۸۴	۲/۰۴۸	۹	۰/۰۷۱	-۰/۰۱۸ ، ۰/۳۶۲	۰/۶۴۸
C - B	۰/۰۶۰	۰/۰۷۱	۰/۸۴۵	۹	۰/۴۲۰	-۰/۱۰۰ ، ۰/۲۲۰	۰/۳۶۷
C - D	۰/۲۰۴	۰/۰۸۴	۲/۴۲۹	۹	*۰/۰۳۸	۰/۰۱۴ ، ۰/۳۹۴	۰/۷۶۸
C - E	۰/۱۷۴	۰/۰۷۷	۲/۲۶۰	۹	*۰/۰۵۰	۰/۰۰۰ ، ۰/۳۴۸	۰/۷۱۵

جدول ۷. ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای (ICC) برای هر گروه و روش

گروه	روش	ICC	CI %۹۵	F	p
خبره	سایت	۰/۸۴۷	[۰/۹۴۱ ، ۰/۶۳۴]	۱۲,۱۴	**۰,۰۰۱>
خبره	بدون سایت	۰/۷۹۳	[۰/۹۱۲ ، ۰/۵۴۱]	۹,۳۸	**۰,۰۰۱>
ماهر	سایت	۰/۶۱۲	[۰/۸۱۲ ، ۰/۳۱۲]	۴,۱۶	**۰,۰۰۸
ماهر	بدون سایت	۰/۵۷۱	[۰/۷۸۹ ، ۰/۲۴۸]	۳,۶۶	*۰,۰۱۵
مبتدی	سایت	۰/۴۸۹	[۰/۷۴۳ ، ۰/۱۴۱]	۲,۹۱	*۰,۰۴۸
مبتدی	بدون سایت	۰/۴۲۱	[۰/۶۹۸ ، ۰/۰۸۹]	۲,۴۵	۰,۰۸۲

جدول ۷. ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای (ICC) برای هر گروه و روش

گروه	میانگین سایت	میانگین بدون سایت	اختلاف	t	df	p	d	توان
خبره	۰/۲۴±۸/۸۸	۰/۱۹±۹/۰۴	-۰/۱۶	-۲/۳۴۵	۹	*۰/۰۴۴	۰/۷۴۱	%۷۸
ماهر	۰/۷۳±۷/۳۳	۰/۹۳±۷/۱۶	۰/۱۷	۰/۸۹۲	۹	۰/۳۹۶	۰/۲۸۲	%۲۶
مبتدی	۰/۹۸±۷/۷۲	۰/۸۷±۷/۶۴	۰/۰۸	۰/۴۲۱	۹	۰/۶۸۳	۰/۱۳۳	%۱۰

همبستگی‌های معنادار و بالا بین تمام نقاط ($r=0.589$ تا $r=0.891$) یکپارچگی و ثبات بازنمایی حرکتی در سطح خبره را تأیید می‌کند و با داده‌های ICC همسو است.

۹. تحلیل توان آماری:

با توجه به نگرانی‌ها درباره حجم نمونه ($n=10$ در هر گروه)، تحلیل توان آماری برای اثرات معنادار انجام شد (جدول ۱۰). نتایج نشان داد که برای تعامل گروه × نقطه با $F=10.142$ (اثر متوسط-بزرگ)، توان آماری مطلوب (۰,۸۰) با ۲۴ نمونه در هر گروه به دست می‌آید. این اطلاعات می‌تواند راهنمای پژوهش‌های آینده باشد.

ICC گروه ماهر (۰,۶۱۲) و مبتدی (۰,۴۸۹) نشان‌دهنده یکپارچگی کمتر در سطوح پایین‌تر مهارت است.

۷. مقایسه روش سایت و بدون سایت

نتایج آزمون t زوجی (جدول ۸) نشان داد تنها در گروه خبره تفاوت معناداری بین دو روش وجود داشت ($p=0.044$ ، $d=0.741$)؛ عملکرد در روش بدون سایت (0.94 ± 0.19) به‌طور معناداری بالاتر از روش سایت (0.88 ± 0.24) بود. گروه‌های ماهر و مبتدی تفاوت معناداری نشان ندادند.

۸. ماتریس همبستگی پیرسون — گروه خبره

به‌منظور بررسی یکپارچگی بازنمایی حرکتی، ماتریس همبستگی پیرسون بین پنج نقطه در گروه خبره (روش سایت) محاسبه شد (جدول ۹).

جدول ۹. ماتریس همبستگی پیرسون — گروه خبره (روش سایت)

نقطه	A	B	C	D
B	**۰/۷۶۲	—	—	—
C	*۰/۶۸۹	**۰/۷۴۱	—	—
D	*۰/۵۸۹	*۰/۶۹۴	**۰/۸۱۲	—
E	*۰/۶۳۱	**۰/۷۰۳	**۰/۷۹۸	**۰/۸۹۱

جدول ۱۰. تحلیل توان آماری برای اثرات اصلی

آزمون	اندازه اثر	η^2	n فعلی	توان فعلی	n برای Power=۰.۸۰	نتیجه
ANOVA تعامل	$\eta^2=۰.۱۴۲$ (متوسط)	۰.۰۵	۳۰ کل	٪۷۲	۷۲ کل	کافی نیست
t خروجی خیره	$d=۰.۷۴۱$ (بزرگ)	۰.۰۵	۱۰	٪۷۸	۱۲	قابل قبول
t همبسته C-D	$d=۰.۷۶۸$ (بزرگ)	۰.۰۵	۱۰	٪۸۰	۱۰	کافی
ICC خیره	$ICC=۰.۸۴۷$ (عالی)	۰.۰۵	۱۰	٪۹۱	۸	کافی

بحث

یکی از مهم‌ترین یافته‌های این پژوهش، وجود تعامل معنادار بین گروه (سطح مهارت) و نقطه (فاصله از هدف) در تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر بود ($F(۴,۲۱)=۰.۰۲۳$, $p=۰.۱۴۲$). این یافته از حیث نظری بسیار حائز اهمیت است، زیرا نشان می‌دهد که الگوی تأثیر فاصله بر دقت اجرا برای گروه‌های مختلف مهارتی به‌کلی متفاوت است. به بیان دقیق‌تر، در حالی که در گروه مبتدی و ماهر، تغییر فاصله تأثیر قابل‌توجهی بر دقت اجرا دارد و عملکرد به‌صورت منظم با افزایش فاصله کاهش می‌یابد، در گروه خیره، فاصله تقریباً هیچ تأثیری بر دقت اجرا ندارد ($R^2=۰.۰۷۹$). این الگوی متمایز در گروه خیره را می‌توان به‌عنوان شواهدی از اختصاصی‌بودن یادگیری در این سطح از مهارت تفسیر کرد؛ بدین معنا که تیراندازان خیره به‌واسطه سال‌ها تمرین انبوه در فواصل استاندارد، به درجه‌ای از ثبات و یکپارچگی حرکتی دست یافته‌اند که تغییرات محیطی کوچک (نظیر تغییر فاصله) نمی‌تواند عملکرد آنها را مختل کند. این یافته با مطالعه سیز و همکاران (۸) که نشان دادند سطح مهارت به‌عنوان یک عامل تعدیل‌کننده در ظهور و شدت مهارت برجسته عمل می‌کند، همخوانی کامل دارد و بر این نکته تأکید می‌ورزد که پدیده اختصاصی‌بودن یادگیری یک پدیده خطی و یکسان در تمامی سطوح مهارتی نیست، بلکه با پیشرفت در سطوح تخصصی، ماهیت و کیفیت آن دستخوش تغییر می‌شود. به عبارت دیگر، خبرگی نه تنها باعث افزایش دقت می‌شود، بلکه ساختار زیربنایی کنترل حرکتی را به گونه‌ای تغییر می‌دهد که عملکرد در برابر تغییرات محیطی مقاوم‌تر می‌گردد.

یکی از یافته‌های دیگر این پژوهش، ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای (ICC) بالای گروه خیره در روش نشانه‌گیری با سایت (۰.۸۴۷) بود که نشان‌دهنده یکپارچگی بسیار بالای بازتابی حرکتی در این گروه است. این ضریب بالا به معنای آن است که اجرای حرکتی تیراندازان خیره در کوشش‌های مکرر، از هماهنگی و سازگاری درونی بالایی برخوردار است و تغییرپذیری درون‌فردی بسیار کمی دارند. این یکپارچگی بالا، زمینه را برای ظهور اختصاصی‌بودن یادگیری فراهم می‌سازد؛ زیرا وقتی یک برنامه حرکتی به حدی تثبیت شده باشد که تغییرات درون‌فردی آن حداقل باشد، هرگونه بهینه‌سازی یا اختصاصی‌سازی بیشتر می‌تواند به شکل معناداری عملکرد را در نقاط خاص بهبود بخشد. این یافته از دو منظر نظری قابل تبیین است: نخست، با نظریه شونفیلد و همکاران (۱۲) که بر تثبیت مسیرهای کورتیکال از طریق تمرین انبوه تأکید دارند، همسو است؛ به این معنا که تمرینات مکرر و استاندارد در فواصل مشخص، منجر به تقویت سیناپس‌ها و تشکیل

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر مهارت برجسته در تیراندازی با کمان ریکرو در سه سطح مهارت (مبتدی، ماهر و خیره) و مقایسه دو روش نشانه‌گیری (با سایت و بدون سایت) طراحی و اجرا شد. مجموعه یافته‌های حاصل از این پژوهش، ضمن آشکارسازی الگوهای پیچیده یادگیری حرکتی در این رشته، چالش‌های جدی را پیش روی نظریه‌های کلاسیک کنترل حرکتی از جمله نظریه طرحواره اشمیت (۱) قرار می‌دهد. نخستین و شاید بنیادی‌ترین یافته این پژوهش آن بود که تیراندازی با کمان ریکرو از قانون تغییرپذیری نیرو پیروی نمی‌کند و به تبع آن، روش کلاسیک رگرسیون خطی که در بسیاری از مهارت‌های پرتابی برای پیش‌بینی عملکرد به کار می‌رود، در این مهارت قابل اجرا نیست. این عدم انطباق با یافته‌های مطالعات کلاسیک در حوزه بسکتبال که به وضوح وجود مهارت برجسته را از طریق رگرسیون خطی تأیید کرده‌اند (۵، ۱۳ و ۱۴) ناهمخوانی قابل‌توجهی دارد. این ناهمخوانی صرفاً یک تفاوت آماری نیست، بلکه ریشه در تفاوت‌های بنیادین مکانیسم‌های کنترل حرکتی بین تیراندازی با کمان و مهارت‌های پرتابی دینامیک دارد. به بیان دقیق‌تر، قانون تغییرپذیری نیرو که بر اساس قانون معروف فیتز (۲۲) برای حرکات هدف‌گیری دینامیک طراحی شده است، بر این اصل استوار است که با افزایش فاصله از هدف، تغییرپذیری نیروی تولیدی افزایش یافته و دقت کاهش می‌یابد. با این حال، در تیراندازی با کمان ریکرو، وضعیت کاملاً متفاوت است؛ زیرا در این رشته، تیرانداز از نیروی ایزومتریک حداکثری برای کشیدن زه کمان استفاده می‌کند که به دلیل انقباض ایزومتریک، تغییرپذیری بسیار کمی داشته و عملاً در تمامی فواصل، نیروی ثابتی اعمال می‌شود. بنابراین، تغییرات دقت در فواصل مختلف بیش از آنکه تحت تأثیر تغییرپذیری نیرو باشد، به عوامل ادراکی-بینایی و فرایندهای نشانه‌گیری دقیق وابسته است. این تبیین نه تنها با نتایج سیز و موس (۲۱) که در تیراندازی با کمان کلاسیک نتایج ضعیف‌تری برای مهارت برجسته گزارش کردند، همخوانی دارد، بلکه با یافته‌های نبوی‌نیک و همکاران (۱۷) که با وجود تأیید وجود مهارت برجسته در فاصله ۱۸ متر، به نقش ویژه عوامل بینایی در این پدیده اشاره داشتند، نیز سازگار است. به عبارت دیگر، ماهیت ایزومتریک-بینایی تیراندازی با کمان، آن را از سایر مهارت‌های پرتابی که در آنها نیرو و دینامیک حرکت نقش محوری دارد، متمایز می‌سازد و ضرورت ارائه مدل‌های نظری متمایز برای این رشته را آشکار می‌کند.

ردیاب‌های چشمی در پژوهش‌های آینده است تا بتوان نقش مدت چشم آرام را در این پدیده به‌طور دقیق‌تری اندازه‌گیری و تأیید کرد.

نتایج آزمون t همبسته در گروه خبره نشان داد که نقطه C (فاصله ۵۰ متر) دارای عملکرد متمایزی نسبت به نقاط D و E است (به‌ترتیب $d=0.768$ و $d=0.715$). این یافته به‌وضوح با فرضیه پارامترهای یادگرفته‌شده (۱۴) همخوانی دارد که معتقد است تمرین بسیار زیاد در یک نقطه ویژه، فرایند اختصاصی‌سازی پارامترهای حرکتی را برای آن نقطه خاص توسعه می‌دهد. به‌عبارتی، تیراندازان خبره به‌دلیل تمرینات مکرر و انبوه در فاصله استاندارد ۵۰ متر (که احتمالاً فاصله اصلی مسابقات آنها بوده است)، پارامترهای حرکتی خود را برای این فاصله خاص بهینه‌سازی کرده‌اند و این بهینه‌سازی، عملکرد آنها را در این نقطه به‌طور معناداری بالاتر از نقاط مجاور (که کمتر تمرین شده‌اند) قرار می‌دهد. سیز و کوکر (۱۰) نیز در مرور خود بر تنوع تمرین، تأکید می‌کنند که تمرین ثابت و انبوه می‌تواند به بهینه‌سازی انتخاب پارامترها برای یک نقطه خاص منجر شود و این بهینه‌سازی، مرزهای پیش‌بینی‌شده توسط نظریه طرحواره را به چالش می‌کشد. با این حال، یک نکته بسیار مهم و احتیاط‌آمیز در تفسیر این یافته وجود دارد: پس از اعمال تصحیح یونفرونی (که برای کنترل خطای نوع اول در مقایسه‌های چندگانه به‌کار می‌رود)، این معناداری دیگر در سطح آماری قابل‌قبول باقی نمی‌ماند. این بدان معناست که اگرچه اندازه اثر (d) نسبتاً بزرگ است (که نشان‌دهنده اهمیت عملی یافته است)، اما با توجه به حجم نمونه محدود و تعداد مقایسه‌های انجام‌شده، نمی‌توان با اطمینان آماری بالا ادعا کرد که این تفاوت‌ها ناشی از اختصاصی‌سازی پارامترهاست و نه خطای تصادفی. بنابراین، این یافته باید به‌عنوان یک شاهد اولیه و نیازمند تأیید در پژوهش‌های آینده با حجم نمونه بزرگ‌تر در نظر گرفته شود، هرچند که از حیث نظری با فرضیه پارامترهای یادگرفته‌شده هماهنگ است.

همانند هر پژوهش علمی، این مطالعه با محدودیت‌هایی مواجه بوده که باید در تفسیر نتایج مدنظر قرار گیرد. مهم‌ترین محدودیت‌ها عبارتند از: حجم نمونه نسبتاً کوچک ($n=10$ در هر گروه) که می‌تواند توان آماری را برای شناسایی تفاوت‌های ظریف کاهش دهد و همچنین تعمیم‌پذیری نتایج را محدود سازد؛ نمونه‌گیری هدفمند که به‌جای تصادفی‌سازی، از گروه‌های در دسترس استفاده کرده و احتمال سوگیری انتخابی را افزایش می‌دهد؛ عدم اندازه‌گیری متغیرهای واسطه‌ای حیاتی نظیر مدت زمان چشم آرام (که با استفاده از ردیاب‌های چشمی قابل اندازه‌گیری است)، متغیرهای کینماتیکی (نظیر الگوی فعالیت عضلانی با استفاده از الکترومیوگرافی یا EMG) و متغیرهای عصب‌شناختی (نظیر الگوهای فعالیت مغزی با استفاده از EEG یا fMRI) که می‌توانستند درک عمیق‌تری از مکانیسم‌های زیربنایی اختصاصی‌بودن یادگیری فراهم آورند؛ و در نهایت، عدم انجام آزمون‌های یادداری و انتقال که می‌توانست نشان دهد آیا اثرات مشاهده‌شده پایدار هستند یا صرفاً کوتاه‌مدت.

مسیرهای عصبی اختصاصی در قشر مغز می‌شود که خود را در قالب ICC بالا نشان می‌دهد. دوم، با نتایج ماتریس همبستگی پیرسون (دامنه $r=0.589$ تا $r=0.891$) که همبستگی‌های قوی تا بسیار قوی بین کوشش‌های مختلف را نشان می‌دهد، کاملاً سازگار است. در مقابل، ICC پایین‌تر گروه مبتدی (۰.۴۸۹) نشان می‌دهد که بازتابی حرکتی در این گروه هنوز در مراحل اولیه شکل‌گیری قرار دارد و تغییرپذیری درون‌فردی بالایی وجود دارد؛ به‌عبارتی، مبتدیان هنوز الگوی حرکتی ثابتی را کشف نکرده‌اند و هر کوشش آنها ممکن است با کوشش قبلی تفاوت‌های قابل‌توجهی داشته باشد. این تفاوت فاحش بین ICC دو گروه، به‌خوبی نشان می‌دهد که فرایند خبرگی، یک فرایند کمی (افزایش دقت) نیست، بلکه یک فرایند کیفی (تغییر در ساختار بازتابی حرکتی) نیز هست.

شاید جالب‌ترین و غیرمنتظره‌ترین یافته این پژوهش، عملکرد معنادار بالاتر گروه خبره در روش بدون سایت نسبت به روش با سایت بود ($p=0.044$, $d=0.741$). این یافته در نگاه اول متناقض به‌نظر می‌رسد، زیرا انتظار منطقی این است که حضور نشانه‌گیر (سایت) که وظیفه هدف‌گیری دقیق را بر عهده دارد، باید به عملکرد بهتر منجر شود. با این حال، مشاهده عملکرد برتر در شرایط بدون سایت، پدیده‌ای است که می‌توان آن را نشانه‌ای از خودکارسازی کامل مهارت و استقلال از دستورات خارجی تفسیر کرد. به بیان دقیق‌تر، در تیراندازان خبره که هزاران ساعت تمرین در شرایط استاندارد داشته‌اند، برنامه حرکتی به‌حدی درونی‌شده و خودکار گشته است که دیگر نیاز به هدایت آگاهانه و لحظه‌به‌لحظه از طریق نشانه‌های خارجی (مانند سایت) ندارند. این پدیده با مفهوم خودکارسازی در نظریه‌های یادگیری حرکتی همخوانی دارد که بر اساس آن، با افزایش میزان تمرین، کنترل حرکت از سیستم کنترل آگاهانه و کوششی به سیستم کنترل خودکار و ناآگاهانه انتقال می‌یابد. لاگ و همکاران (۱۱) در مرور پنجاه‌ساله خود بر نظریه طرحواره، این پدیده را از منظر خودکارسازی و یادگیری ضمنی تبیین می‌کنند و معتقدند که در مراحل پیشرفته یادگیری، عملکرد به‌تدریج از وابستگی به بازخوردهای خارجی فاصله گرفته و به یک سیستم درونی و خودگردان متکی می‌شود. از منظر دیگر، می‌توان این یافته را با پارادایم چشم آرام نیز تبیین کرد. بر اساس این تبیین، احتمالاً تیراندازان خبره در روش بدون سایت، به‌دلیل حذف نشانه‌گیر بصری (سایت)، نیاز به پردازش بینایی عمیق‌تر و متمرکزتری دارند که این خود منجر به افزایش مدت زمان چشم آرام (یعنی آخرین نگاه طولانی و متمرکز بر هدف قبل از اجرا) می‌شود. پژوهش‌های جیانگ‌کاملی و همکاران (۱۶) نشان داده است که افزایش مدت چشم آرام با عملکرد بهتر در مهارت‌های نشانه‌گیری دقیق همراه است. بنابراین، عملکرد برتر در روش بدون سایت ممکن است حاصل این فرایند جبرانی باشد: تیرانداز خبره با حذف سایت، آگاهانه یا ناآگاهانه زمان تثبیت نگاه خود را افزایش می‌دهد و این افزایش مدت چشم آرام، دقت نشانه‌گیری را بهبود می‌بخشد. البته این فرضیه نیازمند بررسی مستقیم با استفاده از

References

- Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review* 82(4), 225–260.
- Schmidt, R. A., Lee, T. D., Winstein, C., Wulf, G., & Zelaznik, H. N. (2018). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (6th ed.). Human Kinetics.
- Kaviani, E., Abdoli, B., & Farsi, A. (2015). The effect of visual field on the emergence of the especial skill in basketball free throw. *Research in Rehabilitation Sciences*, 11(6), 393–400. (in persian).
- Simons, J. P., Wilson, J. M., Wilson, G. J., & Theall, S. (2009). Challenges to cognitive bases for an especial motor skill at the regulation baseball pitching distance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 80(3), 469–479. doi/abs/10.1080/02701367.2009.10599585
- Breslin, G., Hodges, N. J., Kennedy, R., Hanlon, M., & Williams, A. M. (2010). An especial skill: Support for a learned parameters hypothesis. *Acta Psychologica*, 134(1), 55–60. 10.1016/j.actpsy.2009.12.004
- Breslin, G., Hodges, N. J., Steenson, A., & Williams, A. M. (2012). Constant or variable practice: Recreating the especial skill effect. *Acta Psychologica*, 140(2), 154–157. 10.1016/j.actpsy.2012.04.002
- Stöckel, T., & Breslin, G. (2013). The influence of visual contextual information on the emergence of the especial skill in basketball. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 35(5), 536–541. https://doi.org/10.1123/jsep.35.5.536.
- Czyż, S. H., Breslin, G., Kwon, O., Mazur, M., Kobińska, K., & Pizlo, Z. (2013). Especial skill effect across age and performance level. *Journal of Motor Behavior*, 45(2), 139–152. doi/abs/10.1080/00222895.2013.763763.
- Czyż, S. H., Kwon, O.-S., Marzec, J., Styrcowicz, P., & Breslin, G. (2015). Visual uncertainty influences the extent of an especial skill. *Human Movement Science*, 44, 143–149. https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.08.014.
- Czyż, S. H., & Coker, C. A. (2023). An applied model for using variability in practice. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 18(4), 1359–1372. doi/abs/10.1177/17479541231159473.
- Lage, G., Fernandes, L., Nogueira, N., & Apolinário-Souza, T. (2025). 50 years of Richard Schmidt's schema theory: A critical assessment of past and present. *Quest*. https://doi.org/10.1080/00336297.2025.2590010.
- Schoenfeld, B. J., et al. (2023). Relationship between skill training and skill transfer through motor learning. *European Journal of Neuroscience*, 1–15. doi/abs/10.1111/ejn.16194.
- Keetch, K. M., Schmidt, R. A., Lee, T. D., & Young, D. E. (2005). Especial skills: Their emergence with massive amounts of practice. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31(5), 970–978. 2005-13471-011.html.
- Keetch, K. M., Lee, T. D., & Schmidt, R. A. (2008). Especial skills: Specificity embedded within generality. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 30(6), 723–736. https://doi.org/10.1123/jsep.30.6.723.
- Czyż, S. H., Zvonař, M., & Pretorius, E. (2019). Development of generalized motor program in constant and variable practice. *Frontiers in Psychology*, 10, 2760. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02760.
- Giancamilli, F., Galli, F., Chirico, A., Fegatelli, D., Mallia, L., Palombi, T., & Lucidi, F. (2022). High-pressure game conditions affect quiet eye depending on the player's expertise. *Brain Sciences*, 12(2), 286. https://www.mdpi.com/2076-3425/12/2/286.

17. Nabavinik, M., Abaszadeh, A., Mehranmanesh, M., & Rosenbaum, D. A. (2018). Especial skills in experienced archers. *Journal of Motor Behavior*, 50(3), 249–253. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00222895.2017.1327416>.
18. Abdolshahi, M., Farrokhi, A., Jaberi Moghaddam, A. A., & Vaez Mousavi, S. M. K. (2013). Identifying the outstanding skill in badminton backhand short serve. *Journal of Research in Sports Management and Motor Behavior*, 3(5), (in persian(<http://jrsm.khu.ac.ir/article-1-1755-fa.html>).
19. Kashani, V., Azari, M., & Nikravan, A. (2020). Determining the especial skill in air rifle shooting under competitive anxiety. *Motor Learning and Sport Development*, 12(1), 49–66. (in persian). <https://doi.org/10.22059/jmlm.2020.277703.1436>.
20. Baharlouei, K. (2023). The effect of a course of progressive relaxation training on muscle efficiency and performance of archery athletes. *Motor Learning and Sport Development*, 15(3), 49–59. (in persian). <https://doi.org/10.22059/jsmdl.2023.358017.1712>.
21. Czyż, S. H., & Moss, S. J. (2016). Specificity vs. generalizability: Emergence of especial skills in classical archery. *Frontiers in Psychology*, 7, 1178. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01178>.
22. Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47(6), 381–391. <https://psycnet.apa.org/record/1955-02059-001>.