

## یادگیری و تعمیم‌پذیری تمرین کم‌خطا و پرخطا در دختران ۱۰ تا ۱۲ سال

جعفر محمدی<sup>۱</sup>، امین قمری<sup>۲</sup>، سیده اختر حساری<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد\*

۲. دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد

۳. کارشناس ارشد دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۱۲

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تعداد خطاهای ایجاد شده برای یادگیری یک مهارت حرکتی شامل ضربه به توپ فوتبال جهت ایجاد نوع متفاوتی از یادگیری (یادگیری ضمنی در برابر یادگیری آشکار) بود. بدین منظور، ۳۶ آزمودنی از دانش‌آموزان دختر ۱۰-۱۲ سال در سه گروه ۱۲ نفری کم‌خطا، پرخطا و تمرین متغیر، هشت بلوک ۲۵ تایی را در مرحله اکتساب برای هر هشت فاصله متفاوت اجرا کردند. سپس، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا هرگونه تکنیکی که برای انجام موفقیت‌آمیز تکلیف استفاده کرده‌اند را گزارش کنند و عملکرد آن‌ها یک هفته بعد در یادداری، تکلیف دوگانه و انتقال در فاصله جدید با استفاده از خطای مطلق و متغیر ارزیابی شد. نتایج در مرحله اکتساب، پیشرفت معناداری را برای سه گروه نشان داد ( $P=0.001$ ). باین وجود، گروه کم‌خطا دارای خطای کمتری بودند ( $P=0.001$ ). همچنین، تعداد قوانین گزارش شده در گروه کم‌خطا پس از تمرین، به‌طور معناداری کمتر از دو گروه دیگر بود ( $P=0.001$ ). نتایج آزمون یادداری و تکلیف دوگانه نیز عملکرد بهتر؛ یعنی خطای مطلق و متغیر کمتری را برای گروه کم‌خطا نسبت به دو گروه دیگر نشان می‌دهد ( $P=0.001$ ). در انتقال فاصله جدید نیز گروه تمرین متغیر، خطای مطلق، متغیر کمتر ( $P=0.001$ ) و عملکرد بهتری داشتند. از یافته‌ها استنباط می‌شود که کاهش خطا در طول تمرین منجر به یادگیری ضمنی مهارت ضربه فوتبال در کودکان کم‌سن می‌شود و این نوع یادگیری در شرایط اختلال (تکلیف دوگانه) در مقایسه با یادگیری آشکار، باثبات باقی می‌ماند، اما تعمیم‌پذیری و انتقال مهارت در شرایط جدید در یادگیری آشکار بهتر است.

**واژگان کلیدی:** یادگیری ضمنی، یادگیری آشکار، کم‌خطا، پرخطا، تکلیف دوگانه

## مقدمه

بسیاری از پژوهشگران سازمان‌دهی برنامه‌های تمرین را به‌منظور تعیین مناسب‌ترین برنامه جهت تسهیل در یادداری یک تکلیف تمرین‌شده، توانایی انتقال مهارت‌های یادگرفته‌شده به موقعیت‌های جدید و توانایی اجرای تکلیف تحت شرایط تکلیف دوگانه<sup>۱</sup> یا استرس‌زا بررسی کرده‌اند. یکی از عوامل مؤثر در این برنامه‌ها، نقش خطاهای حرکتی است. دیدگاه‌های متفاوت در ارتباط با یادگیری حرکتی نشان می‌دهند که خطاها نقش متفاوتی در یادگیری ایفا می‌کنند. نظریه حلقه بسته آدامز<sup>۲</sup> (۱) و نظریه طرح‌واره اشمیت<sup>۳</sup> (۲) در زمینه یادگیری یک مهارت حرکتی، به درگیری شناختی هوشیارانه و آشکار یادگیرنده در مراحل اولیه یادگیری به‌منظور جمع‌آوری قوانین مربوط به حرکت و آزمون روش‌ها و راهبردهای مختلف اشاره می‌کند (این دو نظریه با روش‌های متفاوت نقش خطاهای حرکت را بیان می‌کنند). طبق نظریه حلقه بسته آدامز (۱)، خطاها باعث کاهش رد ادراکی<sup>۴</sup> می‌شوند؛ درحالی که نظریه طرح‌واره اشمیت (۲) نشان می‌دهد که خطاها در طول اکتساب به اندازه پاسخ‌های صحیح برای تشکیل یک طرح‌واره مفید هستند.

مسترز<sup>۵</sup> (۱۹۹۲) استدلال می‌کند درحالی که مدل‌های آدامز و اشمیت بر این فرض استوار هستند که کسب مهارت از مراحل می‌گذرد که آخرین مرحله، مرحله خودکاری است (۳)، یادگیری می‌تواند بدون انباشتگی قوانین و دانش آشکار اولیه (که قابل کلامی شدن هستند) رخ دهد (۴). طبق نظریه بازگماری<sup>۶</sup> مسترز و مکسول<sup>۷</sup> (۵)، اجراکننده در یادگیری آشکار، کنترل هوشیارانه‌ای بر حرکات خود دارد و این موضوع باعث می‌شود اجرای یادگیرنده تحت شرایط تکلیف دوگانه یا استرس‌زا مختل شود. به‌طورکلی، اختلال کارکرد خودکار در نتیجه فشار رقابت به‌عنوان "فرضیه بلیس - بودر"<sup>۸</sup> (۶،۷)، "خودکارنبودن"<sup>۹</sup> (۸) و "فرضیه عمل محدودشده"<sup>۱۰</sup> (۹) توصیف شده است. براساس نظریه بازگماری مسترز و مکسول (۵)، اجراکننده، به‌دنبال یک خطا و احتمالاً به‌منظور تصحیح آن، کنترل هوشیارانه بر حرکات خود را افزایش می‌دهد.

1. Dual task
2. Adams' closed loop theory
3. Schmidt's schema theory
4. Perceptual trace
5. Masters
6. Reinvestment theory
7. Maxwell
8. Bliss-Boder hypothesis
9. Deautomatization
10. Constrained action hypothesis

مکسول و همکاران (۱۰) با اقتباس از فعالیت پژوهشی بادلی و ویلسون<sup>۱</sup> (۱۱) در ارتباط با بیماران مبتلا به فراموشی استدلال کردند که فرایندهای آشکار و هوشیارانه‌ای برای شناسایی و حذف خطاها در اجرای حرکتی درگیر هستند؛ بنابراین، با تغییر شرایط و محیط تمرین به‌شکلی که از بروز خطاها جلوگیری شود یا به حداقل برسد، یادگیری باثبات‌تر افزایش پیدا می‌کند و درابتدا، دانش رویه‌ای<sup>۲</sup> کسب می‌شود (۱۲). یادگیری کم‌خطا<sup>۳</sup> (۱۰) طرحی از یادگیری است که تقریباً به‌شکل کامل، ضمنی<sup>۴</sup> یا ناهوشیارانه می‌باشد و محیط یادگیری را برای به‌حداقل رساندن مقدار خطاهایی که ایجاد می‌شود محدود می‌کند که در نتیجه، از مسیر اخباری<sup>۵</sup> جلوگیری می‌شود. یادگیری ضمنی معمولاً به‌عنوان یادگیری غیرعمدی و مستقل از حافظه کاری تعریف می‌شود (۱۳) و منجر به بدنه‌ای از دانش رویه‌ای می‌شود که قابل کلامی شدن نمی‌باشد. درمقابل، یادگیری آشکار، عمدی است و در ذخیره اطلاعات و یادآوری آن‌ها و نیز دست‌کاری دانش اخباری (قابل کلامی شدن) وابسته به حافظه کاری می‌باشد (۱۴). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که کاهش خطاها در مراحل اولیه یادگیری حرکتی منجر به شکل‌گیری مهارت‌هایی می‌شود که در برابر خستگی فیزیولوژیکی باثبات هستند، برای مدت‌زمان بیشتری حفظ می‌شوند (۱۵) و دارای اجرای بالاتری هستند (۱۶) و اجرای تکلیف همراه با یک تکلیف ثانویه شناختی، باثبات‌تر است (۱۰). لام<sup>۶</sup>، مسترز و مکسول (۲۰۱۰) نشان دادند که نیاز شناختی در گروهی که به پردازش خطا می‌پرداخت نسبت به گروه بدون خطا بیشتر است. این اثر در طول یادگیری و در هر دو مرحله آمادگی و اجرای حرکت واضح بود. همچنین، به‌نظر می‌رسید که تلاش شناختی در طول آمادگی حرکت نسبت به اجرای حرکت بالاتر باشد (۱۷). اشمیتز و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۴) نیز با بررسی افراد سالم و دچار فراموشی<sup>۸</sup> دریافتند که اثر یادگیری در روش بدون خطا، بیشتر از اثر یادگیری در روش باخطا می‌باشد. آن‌ها استدلال کردند که این نتایج بیانگر این است که یادگیری بدون خطا نسبت به یادگیری باخطا باعث خودکاری سریع‌تر یادگیری - هم در افراد مبتلا به آلزایمر و هم در افراد سالم - می‌شود (۱۸). همچنین، سانلی و لی<sup>۹</sup> (۲۰۱۴) نشان دادند که یادگیری کم‌خطا منجر به یادگیری ضمنی نمی‌شود و اجرا تحت تکلیف دوگانه، باثبات باقی نمی‌ماند. باین‌وجود، نتایج آزمایش دوم پژوهش سانلی و لی (۲۰۱۴) از نظریه طرح‌واره

- 
1. Baddeley & Wilson
  2. Procedural
  3. Errorless
  4. Implicit
  5. Declarative
  6. Lam
  7. Schmitz
  8. Alzheimer's disease
  9. Sanli & Lee

حمایت نکرد و تنها شواهدی جزئی برای حمایت از نظریه بازگماری را فراهم نمود. آن‌ها عنوان کردند زمان‌بندی خطا در رابطه با دشواری تکلیف، در انتقال یادگیری برای نسخه‌های جدید یک تکلیف نقش دارد (۱۹).

از آنجایی که یادگیری ضمنی وابسته به سن، جنس و ضریب هوشی نیست، تغییرپذیری بین فردی در آن کمتر است و در مقایسه با فرایندهای آشکار بادوام‌تر می‌باشد (۲۰). در صورت تأیید فرضیه‌ها در مورد سودمندی یادگیری کم‌خطا به‌عنوان پروتکلی از یادگیری ضمنی در مهارت‌های حرکتی درشت، این روش در چنین تکالیفی می‌تواند به مربیان و آموزش‌دهندگان مهارت‌های حرکتی و ورزشی کمک کند تا به‌منظور بهبود عملکرد حرکتی کودکان در حال رشد، از شیوه‌های کم‌خطا استفاده کنند و این پروتکل بدون نظارت مربی و دستورالعمل‌های وی به‌کار گرفته شوند.

در حالی که شواهد قابل‌ملاحظه‌ای برای حمایت از کارآمدی رویکرد یادگیری کم‌خطا وجود دارد، اکثر پژوهش‌ها از مطالعات بر روی بزرگسالان سرچشمه می‌گیرند و شواهد کمی در مورد کودکان وجود دارد. پژوهش در این زمینه می‌تواند باعث درک و فهم بیشتری درباره یادگیری حرکتی کم-خطا و نیز بسط و تعمیم‌پذیری بیشتر یافته‌های قبلی شود.

داشتن درک از یادگیری مهارت‌های حرکتی، به‌ویژه در کودکان بااهمیت می‌باشد؛ چراکه استفاده از فعالیت حرکتی، پیش‌نیازی برای توسعه مهارت‌های حرکتی است که در تکالیف کارکردی، مشارکت در کلاس و بازی‌ها و سرگرمی در سال‌های بعدی زندگی بنیادی می‌باشند (۲۱). چنانچه نتایج مطالعه حاضر نشان دهد که کاهش نیازهای شناختی در اجرای تکلیف حرکتی به دلیل کاهش خطاها در پروتکل یادگیری کم‌خطا است، به‌کارگیری این پروتکل مزیت ویژه‌ای برای یادگیری حرکتی کودکان خواهد داشت.

به‌منظور نشان دادن این‌که سوگیری پژوهشگران عامل مؤثری در نتایج پژوهش نبوده است، از روش جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از یک مطالعه دوسویه کور<sup>۱</sup> بهره برده شد. همچنین، برای کنترل اثر فواصل تمرین‌شده نزدیک به آزمون‌های یادداری و انتقال و نیز اثرات روند منظم تمرین، از یک گروه با آرایش تمرینی متغیر در فواصل نامنظم استفاده شد؛ بنابراین، با توجه به مطالب فوق، هدف از پژوهش حاضر، بررسی یادگیری کم‌خطا و پرخطا در دانش‌آموزان دختر برای ضربه‌زدن به توپ فوتبال بود.

### روش پژوهش

این پژوهش از نوع مطالعات نیمه‌تجربی می‌باشد. ۳۶ دانش‌آموز دختر مبتدی با دامنه سنی ۱۰-۱۲ سال در آن شرکت کردند و به‌صورت تصادفی در سه گروه ۱۲ نفری تقسیم شدند (گروه کم‌خطا، گروه پرخطا و گروه تمرین متغیر). تمامی آزمودنی‌ها راست پا بودند، دارای مشکل جسمانی خاصی نبودند و با مهارت به‌کاررفته در این پژوهش آشنایی نداشتند.

تکلیف موردنظر، مهارت ضربه‌زدن با پا به توپ فوتبال بود. دستورالعمل اجرای تکلیف بدین‌صورت بود که افراد می‌بایست به توپ در فواصل تعیین‌شده با حداکثر دقت به سمت هدف که یک میله با ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر بود ضربه بزنند. دستورالعمل اضافی دیگری به شرکت‌کنندگان ارائه نگردید. به‌منظور اجرای تکلیف، شرکت‌کنندگان روبه‌روی نقطه هدف همراه با توپ می‌ایستادند و از آن‌ها خواسته می‌شد با حداکثر دقت به سمت هدف ضربه بزنند. تمامی شرکت‌کنندگان ۲۰۰ کوشش را در قالب هشت بلوک ۲۵ تایی طی یک روز اجرا کردند؛ هر بلوک شامل یک فاصله مشخص از هشت فاصله مختلف (یک، دو، سه، چهار، پنج، شش، هفت و هشت متر) بود. همچنین، آزمون یادداری، تکلیف دوگانه و آزمون انتقال یک هفته بعد، پس از تکمیل پنج کوشش به‌عنوان کوشش‌های گرم‌کردن انجام گردید (آزمون یادداری و تکلیف دوگانه در فاصله هشت متری و آزمون انتقال در فاصله ۹/۵ متری، هر کدام با ۱۰ کوشش انجام گرفتند).

شرکت‌کنندگان به‌صورت فردی مبادرت به انجام تکلیف نمودند. اجرای آن‌ها در گروه کم‌خطا در مرحله اکتساب با کمترین فاصله آغاز شد و سپس، فاصله‌های دیگر را به ترتیب تمرین کردند تا درنهایت، در آخرین بلوک به تمرین بیشترین فاصله پرداختند. آزمودنی‌های گروه پرخطا، روند اجرا را کاملاً برخلاف گروه پیش‌رونده انجام دادند. به‌این‌صورت که بلوک‌های تمرینی را با بیشترین فاصله از هدف شروع کردند و با کمترین فاصله از هدف به پایان رساندند. گروه کنترل (تمرین متغیر) نیز هشت فاصله مختلف را در بلوک‌های با ترتیب نامنظم (پنج، یک، چهار، شش، سه، هشت، دو، هفت) در مرحله اکتساب تمرین کرد. قابل‌ذکر است که استراحت بین هر بلوک، یک دقیقه در نظر گرفته شد. در آزمون تکلیف دوگانه، دو صدا به‌وسیله مترونوم با شدت متفاوت به‌صورت تصادفی ارائه شد. آزمودنی می‌بایست تعداد صداهای با شدت بالا را شمارش می‌نمود. در انتهای آزمون، تعداد صداهای شمارش‌شده ثبت گردید. در این پژوهش، آزمونگر و آزمودنی‌ها از هدف پژوهش بی‌اطلاع بودند؛ بنابراین، به‌صورت دوسویه کور انجام شد.

پروتکل کلامی: پس از دوره اکتساب مهارت، از تمام آزمودنی‌ها خواسته شد تا هرگونه قانون، دانش، روش یا تکنیکی که برای انجام موفقیت‌آمیز تکلیف استفاده کرده‌اند و نسبت به آن آگاه هستند را

گزارش کنند؛ به‌عنوان مثال؛ استفاده از قسمت خاصی از پا جهت ضربه‌زدن به هدف، تعیین موقعیت پای اتکا هنگام ضربه و محل ضربه‌زدن به توپ.

شایان ذکر است که یک مطالعه مقدماتی به‌عنوان مقدمه و پیش‌نیازی برای پژوهش فعلی با ۱۴ دانش‌آموز دختر مبتدی با دامنه سنی ۱۰-۱۲ سال در دو گروه با آرایش تمرینی کم‌خطا و پرخطا از جامعه‌ای مشابه با پژوهش اصلی جهت بررسی پروتکل کلامی و میزان دشواری تکلیف (مشابه با تکلیف اصلی پژوهش) انجام گرفت که براساس آن فاصله‌ها از هدف برای تکلیف اصلی برآورد شد. همچنین، میانگین قوانین گزارش‌شده در پروتکل کلامی در گروه تمرین کم‌خطا ( $1/42 \pm 0/78$ ) و پرخطا ( $3/57 \pm 0/53$ ) اختلاف معناداری را نشان داد ( $t_{12}=5.96, P=0.001$ ) که حاکی از روایی پروتکل و آرایش تمرینی می‌باشد.

به‌منظور اندازه‌گیری اجرا، خطای مطلق و خطای متغیر براساس میزان فاصله توپ تا هدف محاسبه شد. اگر توپ در سمت راست هدف قرار بگیرد، نمره انحراف عددی مثبت است و اگر در سمت چپ هدف باشد، نمره انحراف منفی می‌باشد. همچنین، تعداد قوانین (به‌عنوان مثال، من پای راستم را می‌چرخانم تا بتوانم با بغل پا به توپ ضربه بزنم) و راهبردهای (به‌عنوان مثال، من تلاش می‌کندم با قسمت‌های مختلف پا به توپ ضربه بزنم) گزارش‌شده توسط آزمودنی‌ها، توسط یک کارشناس فوتبالی (به‌لحاظ مرتبط بودن موارد گزارش‌شده با تکلیف موردنظر) ارزیابی و ثبت گردید.

اطلاعات جمع‌آوری‌شده به‌وسیله نرم‌افزار اس.پی.اس.اس نسخه ۱۸ نسخه ۱۸ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. همچنین، از آمار توصیفی به‌منظور طبقه‌بندی و تنظیم داده‌ها، محاسبه شاخص‌های مرکزی، پراکندگی و ترسیم نمودارها و تفکیک گروه‌ها استفاده گردید. در آمار استنباطی نیز از تحلیل واریانس بین‌گروهی با اندازه‌های تکراری برای بررسی و مقایسه عملکرد گروه‌ها در مرحله اکتساب استفاده شد و تحلیل واریانس یک‌طرفه برای مقایسه گروه‌ها در تعداد قوانین به‌کاربرده شده، آزمون یادداری، تکلیف دوگانه، انتقال و تعداد صداهای شمارش‌شده مترونوم به‌کار رفت. سطح معنا-داری آماری در تمام آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## نتایج

در مرحله اکتساب، نتایج تحلیل واریانس بین گروهی با اندازه‌های تکراری در نمرات خطای متغیر با سه برنامه تمرینی کم‌خطا، پرخطا و متغیر و نیز هشت بلوک تمرینی در جدول (۱) ارائه شده است. براساس این جدول، اثر معناداری در فواصل مختلف تمرینی مشاهده می‌شود ( $P=0.001$ )

$(F_{7,231}=103.140)$ ؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که بین فواصل مختلف تمرین تفاوت معناداری وجود دارد. تعامل بین بلوک و گروه نیز تفاوت معناداری را نشان می‌دهد ( $P=0.001$ )،  $(F_{14,231}=7.400)$ . با توجه به این نتایج و شکل ۱، بین میزان تغییرات گروه‌های تمرینی در بلوک‌های اکتساب تفاوت وجود دارد. علاوه‌براین، تحلیل‌ها در جدول ۱ حاکی از این است که بین گروه‌ها در مرحله اکتساب نیز تفاوت معناداری مشاهده می‌شود ( $F_{2,33}=16.228$ ,  $P=0.001$ ). همچنین، نتایج آزمون تعقیبی با روش توکی (جدول ۲) نشان می‌دهد که بین گروه کم‌خطا ( $23/72 \pm 6/88$ ) با گروه پرخطا ( $38/87 \pm 8/53$ ) و گروه متغیر ( $37/96 \pm 6/32$ ) تفاوت معناداری وجود دارد؛ درحالی‌که تفاوت بین گروه پرخطا و متغیر معنادار نیست.

در ارتباط با نمرات خطای مطلق در مرحله اکتساب نیز جدول ۱ تحلیل واریانس بین گروهی با اندازه‌های تکراری با سه برنامه تمرینی کم‌خطا، پرخطا و متغیر و نیز هشت بلوک تمرینی را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اثر معناداری در فواصل مختلف به چشم می‌خورد ( $P=0.001$ )،  $(F_{7,231}=364.909)$ ؛ بنابراین، بین فواصل مختلف تمرینی تفاوت وجود دارد. همچنین، تعامل بین بلوک و گروه تفاوت معناداری را نشان می‌دهد ( $F_{14,231}=17.775$ ,  $P=0.001$ ). با توجه به شکل ۲، این موضوع بیانگر آن است که بین میزان تغییرات بلوک‌های تمرینی در گروه‌های مختلف تفاوت معناداری وجود دارد. علاوه‌براین، تحلیل‌ها در جدول ۱ نشان می‌دهند که بین گروه‌ها در مرحله اکتساب تفاوت معناداری وجود دارد ( $F_{2,33}=52.959$ ,  $P=0.001$ )؛ بنابراین، در میانگین دقت در مرحله اکتساب در بلوک‌ها، بین گروه‌ها به لحاظ آماری تفاوت معناداری دارد. در مرحله اکتساب و با توجه به جدول ۲، میانگین خطای مطلق در گروه کم‌خطا ( $28/17 \pm 4/19$ ) به‌طور معناداری کمتر از میانگین خطای مطلق در گروه پرخطا ( $47/69 \pm 5/84$ ) و میانگین خطای مطلق در گروه متغیر ( $43/52 \pm 4/48$ ) می‌باشد؛ درحالی‌که بین دو گروه پرخطا و متغیر تفاوت معناداری مشاهده نمی‌شود.

جدول ۱- نتایج تحلیل واریانس گروه‌های تمرینی: خطای مطلق و خطای متغیر

منابع خطا	درجه آزادی	خطای مطلق		خطای متغیر	
		F	P	F	P
جلسات تمرین (درون گروهی)	۷ و ۲۳۱	۳۶۴/۹۰۹	۰/۰۰۱	۱۰۳/۱۴۰	۰/۰۰۱
مرحله اکتساب					
گروه تمرینی (بین گروهی)	۲ و ۳۳	۵۲/۹۵۹	۰/۰۰۱	۱۶/۲۲۸	۰/۰۰۱
مرحله اکتساب * گروه تمرینی	۱۴ و ۲۳۱	۱۷/۷۷۵	۰/۰۰۱	۷/۴۰۰	۰/۰۰۱
یادداری					
گروه تمرینی (بین گروهی)	۲ و ۳۵	۲۰/۹۴۳	۰/۰۰۱	۱۱/۲۴۹	۰/۰۰۱
تکلیف دوگانه					
گروه تمرینی (بین گروهی)	۲ و ۳۵	۶۶/۷۰۴	۰/۰۰۱	۱۷/۸۶۲	۰/۰۰۱
انتقال فاصله جدید					
گروه تمرینی (بین گروهی)	۲ و ۳۵	۵/۳۰۴	۰/۰۱۰	۶/۸۷۱	۰/۰۰۳

به منظور مقایسه تعداد قوانین گزارش شده مربوط به تکلیف توسط آزمودنی‌ها، از تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد. نتایج این تحلیل نشان می‌دهد بین گروه‌ها تفاوت معناداری وجود دارد ( $F_{2,35}=15.615, P=0.001$ ). براساس نتایج حاصل از آزمون تعقیبی با روش توکی، قوانین مربوط به تکلیف در گروه کم خطا ( $1/92 \pm 0/67$ ) به طور معناداری ( $P=0.001$ ) کمتر از گروه پرخطا ( $3/33 \pm 0/65$ ) و گروه متغیر ( $3/08 \pm 0/67$ ) می‌باشد؛ در حالی که بین دو گروه اخیر تفاوت معناداری وجود ندارد ( $P=0.629$ ).

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه برای مقایسه عملکرد گروه‌ها در مرحله یادداری در جدول ۱ نشان داده شده است. براساس آن، بین خطای متغیر گروه‌ها تفاوت وجود دارد ( $P=0.001$ ,  $F_{2,35}=11.249$ ). آزمون تعقیبی با روش توکی (جدول ۲) نیز نشان می‌دهد بین گروه کم خطا ( $34/88 \pm 12/58$ ) با گروه پرخطا ( $61/58 \pm 15/61$ ) و متغیر ( $58/95 \pm 17/04$ ) تفاوت معناداری وجود دارد. با این وجود، تفاوت معناداری بین دو گروه پرخطا و متغیر مشاهده نمی‌شود (شکل ۱). نتایج مربوط به خطای مطلق، تفاوت معناداری را بین عملکرد گروه‌های آزمایشی آشکار می‌سازد ( $F_{2,35}=20.943, P=0.001$ ). علاوه بر این، نتایج آزمون تعقیبی توکی (جدول ۲) نشان می‌دهد میزان خطای گروه کم خطا ( $43/85 \pm 9/29$ ) در مقایسه با گروه پرخطا ( $63/32 \pm 10/47$ ) و گروه متغیر ( $67/42 \pm 8/75$ ) به طور معناداری کمتر است، اما بین گروه پرخطا و متغیر تفاوت معناداری مشاهده نمی‌شود (شکل ۲).

جدول ۲- نتایج آزمون تعقیبی با روش توکی: خطای مطلق و خطای متغیر

مراحل	آماره	خطای مطلق			خطای متغیر		
		کم خطا - پرخطا	کم خطا - متغیر	پرخطا - متغیر	کم خطا - پرخطا	کم خطا - متغیر	پرخطا - متغیر
اکتساب	اختلاف میانگین	-۱۹/۵۲	-۱۵/۳۴	۴/۱۷	-۱۵/۱۴	-۱۴/۲۴	۰/۹۰
	سطح معناداری	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۹۵۱
یادداری	اختلاف میانگین	-۱۹/۴۷	-۲۳/۵۷	-۴/۱۰	-۲۶/۶۹	-۲۴/۰۷	۲/۶۲
	سطح معناداری	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۵۴۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۹۰۶
تکلیف دوگانه	اختلاف میانگین	-۴۳/۸۵	-۳۹/۱۴	۴/۷۱	-۴۲/۳۹	-۳۳/۹۴	۸/۴۵
	سطح معناداری	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۵۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۵۰۵
انتقال فاصله جدید	اختلاف میانگین	۴/۰۵	۲۱/۷۶	۱۷/۷۰	۵/۰۹	۱۷/۱۱	۱۲/۰۲
	سطح معناداری	۰/۸۳۶	۰/۰۱۲	۰/۰۴۶	۰/۵۳۶	۰/۰۰۳	۰/۰۴۲

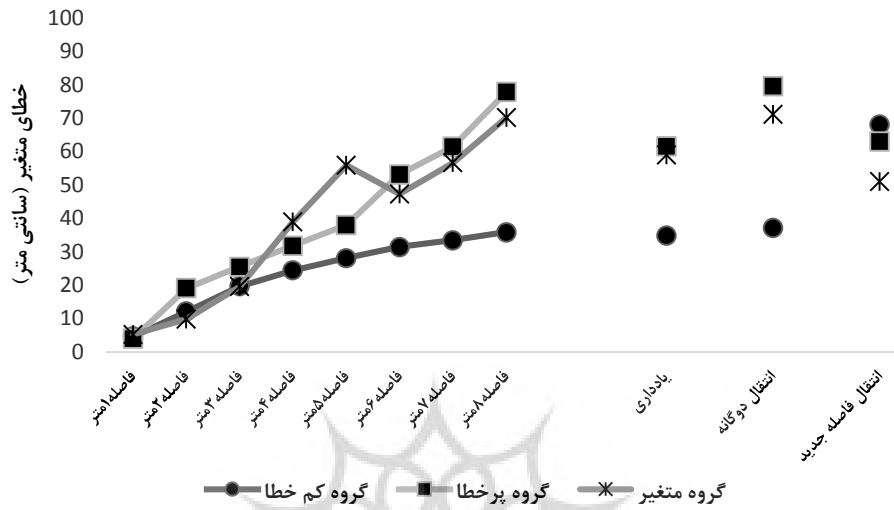


آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (جدول ۱) در مرحلهٔ تکلیف دوگانه نشان می‌دهد که بین گروه‌ها در خطای متغیر تفاوت معناداری وجود دارد ( $F_{2,35}=17.862, P=0.001$ ). آزمون تعقیبی با روش توکی (جدول ۲) نیز بیانگر این است که گروه کم‌خطا ( $37/20 \pm 17/52$ ) نسبت به گروه پرخطا ( $79/60 \pm 16/39$ ) و گروه متغیر ( $71/14 \pm 20/95$ ) عملکرد بهتری داشته است؛ درحالی‌که دو گروه پرخطا و متغیر تفاوت معناداری را نشان نمی‌دهند (شکل ۱).

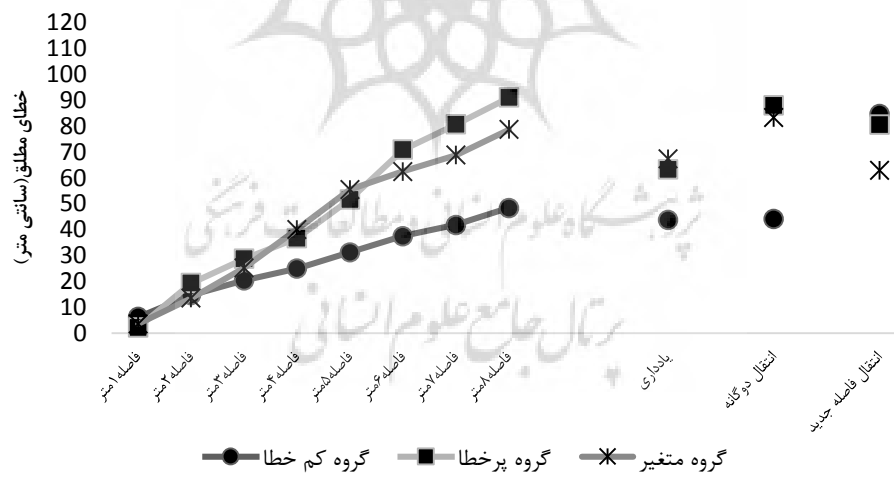
همچنین، بین میزان خطای مطلق عملکرد گروه‌ها در آزمون تکلیف دوگانه تفاوت مشاهده می‌شود ( $F_{2,35}=66.704, P=0.001$ ). آزمون تعقیبی با روش توکی (جدول ۲) نیز حاکی از این است که میانگین گروه کم‌خطا ( $44/6 \pm 21/69$ ) به‌شکل معناداری کمتر از میانگین گروه پرخطا ( $88/07 \pm 12/11$ ) و گروه متغیر ( $83/35 \pm 11/01$ ) می‌باشد، اما تفاوت معناداری بین گروه پرخطا و متغیر وجود ندارد (شکل ۲).

علاوه‌براین، مقایسهٔ تعداد تون‌های شمارش‌شده توسط گروه‌های تمرینی با تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان می‌دهد که بین گروه‌ها تفاوتی وجود ندارد ( $F_{2,35}=1.667, P=0.204$ ) و تعداد تون‌های شمارش‌شده توسط آزمودنی‌های گروه کم‌خطا ( $38/75 \pm 8/98$ ) بیشتر از گروه پرخطا ( $33/58 \pm 6/39$ ) و گروه متغیر ( $35/42 \pm 5/18$ ) می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آزمون انتقال در فاصلهٔ جدید با تحلیل واریانس یک‌طرفه (جدول ۱) بیانگر این است که بین گروه‌های آزمایشی در میانگین خطای متغیر ( $F_{2,35}=6.871, P=0.003$ ) و مطلق ( $P=0.010$ ) تفاوت معناداری وجود دارد. براساس آزمون تعقیبی با روش توکی (جدول ۲)، میانگین خطای متغیر گروه کم‌خطا ( $68/12 \pm 13/02$ ) با گروه متغیر ( $51/01 \pm 7/90$ ) تفاوت معناداری دارد، اما بین گروه کم‌خطا و پرخطا ( $63/02 \pm 13/14$ ) تفاوت معناداری مشاهده نمی‌شود. همچنین، بین دو گروه پرخطا و متغیر تفاوت معناداری دیده می‌شود. در خطای مطلق نیز میانگین اجرا در گروه کم‌خطا ( $84/71 \pm 18/91$ ) و پرخطا ( $80/65 \pm 16/27$ ) به‌شکل معناداری بیشتر از میانگین گروه متغیر ( $62/95 \pm 16/92$ ) می‌باشد؛ در صورتی‌که بین گروه کم‌خطا و پرخطا تفاوت معناداری به‌چشم نمی‌خورد (شکل ۱ و ۲).



شکل ۱- نمایش چگونگی عملکرد گروه‌های تمرینی در خطای متغیر



شکل ۲- نمایش چگونگی عملکرد گروه‌های تمرینی در میانگین خطای مطلق

### بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش شامل سه گروه بود که ضربه‌زدن به توپ فوتبال به سمت هدف را در تعداد یکسانی از کوشش‌ها تمرین کردند. گروه پرخطا، تمرین را از فواصل دور شروع کرد و به تدریج، فاصله آن‌ها از هدف کاهش یافت. این پروتکل تمرینی منجر به اتخاذ یک راهبرد آزمون فرضیه در طول اکتساب مهارت می‌شود؛ بنابراین، پردازش در مسیر اخباری و تکیه بر دسترسی حافظه کاری را افزایش می‌دهد (۱۳). درمقابل، گروه کم‌خطا به تمرین مهارت ضربه‌زدن به توپ فوتبال از نزدیک‌ترین فاصله پرداختند و به تدریج، فاصله آن‌ها از هدف بیشتر شد. گروه کنترل نیز تعداد کوشش یکسانی را در فواصل مختلف با ترتیب متغیر تمرین کردند. پژوهشگران بر این باور هستند که این گروه به صورت هوشیارانه به پردازش اطلاعات مربوط به تکلیف می‌پردازند و فرضیاتی را برای دستیابی به راهبردهایی برای انجام مهارت، آزمون می‌کنند که در نهایت، منجر به انباشتگی قوانین مربوط به مهارت (که وابسته به حافظه کاری می‌باشد) می‌شود. نتایج حاصل از تحلیل‌های آماری با استفاده از تحلیل واریانس بین گروهی با اندازه‌های تکراری برای مراحل اکتساب نشان داد که بین گروه‌ها در طول مرحله اکتساب تفاوت معناداری وجود دارد (جدول ۱ و شکل ۱). علاوه بر این، نتایج نشان دادند گروه کم‌خطا در مقایسه با دو گروه دیگر، میزان انحراف کمتری را در مرحله اکتساب نسبت به هدف داشته و دقت آن بالاتر بوده است. به عبارت دیگر، به نسبت افزایش فاصله، میزان خطای کمتری را در مقایسه با دو گروه دیگر تجربه نموده است. به علاوه، تعداد قوانین گزارش شده پس از مرحله اکتساب، در گروه کم‌خطا به طور معناداری کمتر از دو گروه دیگر بود؛ بنابراین، از موضوع اخیر استنباط می‌شود که یادگیری در گروه کم‌خطا در مقایسه با دو گروه دیگر به صورت ضمنی بوده است و این نوع یادگیری منجر به ایجاد بدنه‌ای از دانش رویه‌ای می‌شود که قابل کلامی شدن نمی‌باشد. به نظر می‌رسد نوع تمرین کم‌خطا باعث می‌شود که آزمودنی‌های گروه کم‌خطا با توجه به محدودیت در خطا و کوشش‌های موفقیت‌آمیز، به ثباتی از اجرا برسند و با افزایش فاصله و نیز با توجه به تمرین قبلی در فواصل نزدیک‌تر، تغییرپذیری در فواصل بیشتر، کمتر شده و تمایل به تداوم ثبات در اجرا در یک مسیر رویه‌ای به واسطه فرایند ضمنی ایجاد شده افزایش یابد (۱۲). براساس نظریه بازگماری مسترز و مکسول (۲۰۰۸)، اجراکننده به دنبال یک خطا و احتمالاً به منظور تصحیح آن، کنترل هوشیارانه بر حرکات خود را افزایش می‌دهد (۵). در نتیجه، در گروه‌های پرخطا و متغیر، یادگیرنده پس از حرکات ناموفق، فرضیاتی را در مورد علت‌های احتمالی خطا تشکیل می‌دهد و جهت حذف خطاها، سازگاری‌های موردنیاز را انجام می‌دهد. آزمون فرضیه، فرایندی آشکار است که نیازمند منابع شناختی می‌باشد. نیاز شناختی برای کوشش‌هایی که خطا را به دنبال دارند در مقایسه با کوشش‌های بدون خطا بیشتر است (۱۷)؛ بنابراین، به نظر می‌رسد شرایط تمرین در پروتکل

یادگیری کم‌خطا، خطاهای یادگیرنده را محدود می‌کند و یادگیرنده در طول تمرین، خطاهای کمتری را نسبت به شرایط تمرینی پرخطا و متغیر خواهد داشت. در نتیجه، این موضوع باعث می‌شود که منابع شناختی درگیر در یادگیری کم‌خطا نسبت به یادگیری‌های آشکار کمتر باشد و باعث یادگیری ناهوشیار شود.

نتایج اجرا در یادداری نشان داد که شرکت‌کنندگان در شرایط تمرینی کم‌خطا مانند مرحله اکتساب، خطای متغیر کمتری دارند و دقت ضربه آن‌ها بالاتر است. همان‌طور که روش‌شناسی پژوهش نشان می‌دهد، گروه‌های کم‌خطا و پرخطا روند منظمی برای تمرین دارند و از آنجایی که آزمودنی‌های گروه پرخطا اولین فاصله تمرینی را در بیشترین مسافت اجرا کردند، این احتمال می‌رود که دلیل نتایج متفاوت برای این گروه با گروه کم‌خطا همین موضوع باشد، اما باید در نظر داشت که در پژوهش حاضر، فاصله یادداری برای از بین بردن اثرات موقتی، یک هفته در نظر گرفته شد و گروه کنترل به صورت تمرین متغیر لحاظ گردید؛ بنابراین، نبودن اختلاف بین دو گروه کنترل و پرخطا نشان می‌دهد که تأثیر تمرین فواصل بیشتر در اوایل مراحل اکتساب، در مرحله یادداری از بین رفته است و بهتر بودن عملکرد در آزمون یادداری در گروه کم‌خطا نسبت به دو گروه دیگر به علت کاهش خطاها در مراحل اولیه یادگیری حرکتی بوده است و این نوع تمرین باعث می‌شود نتایج حاصل از مرحله اکتساب برای مدت‌زمان بیشتری حفظ شوند (۱۵) و اجرای بالاتری را در آزمون یادداری باشند (۱۶)

همچنین، نتایج در آزمون تکلیف دوگانه نشان می‌دهد که تکلیف ثانویه باعث تخریب عملکرد دو گروه پرخطا و متغیر در مهارت اصلی شده است. به عبارت دیگر، افرادی که برای یادگیری مهارت ضربه به توپ از برنامه کم‌خطا استفاده کرده‌اند، در مقایسه با دو گروه دیگر، به صورت مستقل از حافظه کاری به انجام مهارت ضربه‌زدن پرداخته‌اند و در نتیجه، فضای بیشتری برای شمارش تون‌ها در اختیار داشته‌اند. استنباط می‌شود که احتمالاً آزمودنی‌های گروه کم‌خطا در مرحله تکلیف دوگانه، پردازش کلامی - تحلیلی کمتری (۱۶) برای اجرای تکلیف داشته‌اند. علاوه بر این، اجرای هوشیارانه کمتر و وابستگی کمتر به حافظه کاری در این گروه (۱۳) منجر به ثبات عملکرد و جلوگیری از اختلال در حرکت شده است؛ در صورتی که پردازش شناختی گروه‌های پرخطا و متغیر در این شرایط افزایش یافته است؛ بنابراین، براساس فرضیه بلیس - بودر (۶،۷) احتمال دارد اجرای یادگیرنده در این شرایط مختل شود.

علاوه‌براین، از تخریب اجرا در دو گروه پرخطا و متغیر استدلال می‌شود آزمودنی‌ها در این دو شرایط تمرین، یادگیری آشکاری داشته‌اند که براساس نظریهٔ بادلی و هیچ<sup>۱</sup> (۱۹۷۴)، این نوع یادگیری عمدی است و هم در ذخیرهٔ اطلاعات و هم در یادآوری و دست‌کاری دانش اخباری (قابل‌کلامی)، وابسته به حافظهٔ کاری می‌باشد (۱۴)؛ بنابراین، به‌منظور کسب دانش مربوط به یادگیری مهارت، از مسیر اخباری استفاده می‌کنند. این نتایج، یافته‌های مکسول و همکاران (۱۰) را تکرار می‌کند و هم‌راستا با یافته‌های پولتن<sup>۲</sup> و همکاران (۱۵)، ژو<sup>۳</sup> و همکاران (۱۶)، لام و همکاران (۱۷) و اشمیتز و همکاران (۱۸) می‌باشد. درمقابل، یافته‌های ما در ارتباط با اجرای مهارت در تکلیف دوگانه، با یافته‌های سانلی و لی (۱۹) هم‌سو نمی‌باشد. در پژوهش سانلی و لی (۱۹) از مهارتی استفاده شده بود که یادگیرنده نیاز به استفادهٔ ظریف از انگشتان را داشت که شامل مهارت‌های ظریفی می‌شد که با مهارت ضربه‌زدن به توپ فوتبال که در پژوهش حاضر استفاده شد تفاوت دارد. مهارت ضربه به توپ فوتبال مانند مهارت‌های به‌کاررفته در مطالعات گذشته (ضربهٔ گلف)، شامل مهارت‌های درشت می‌شود؛ بنابراین، احتمال دارد بین یادگیری مهارت‌های ظریف و درشت تفاوت‌هایی وجود داشته باشد.

آزمون انتقال تأخیری در فاصلهٔ جدید، تفاوتی را میان گروه کم‌خطا و پرخطا نشان نداد؛ درحالی‌که تفاوت بین گروه کم‌خطا و پرخطا با گروه متغیر معنادار بود. مطالعات گذشته، انتقال ضعیفی را برای یادگیری ضمنی نشان داده‌اند (۱۳، ۲۳). گروه‌های یادگیری آشکار به‌منظور سازگاری با شرایط جدید، توانایی تعمیم‌پذیری بیشتری دارند؛ درحالی‌که درگیری شناختی کمتر برای گروه یادگیری ضمنی در مرحله اکتساب، تعمیم‌پذیری را در مرحله انتقال محدود می‌کند. این موضوع تفاوت‌های کارکردی بین یادگیری آشکار و ضمنی را نشان می‌دهد (۲۳). یادگیرندگان گروه‌های یادگیری آشکار ممکن است با تغییر تکنیک در شرایط جدید آشنا باشند؛ بنابراین، احتمال انتقال بهتر و بیشتری تحت این شرایط وجود دارد (۲۴). درواقع، اجرای هوشیارانه و درگیری شناختی بیشتر در یادگیری آشکار باعث می‌شود که یادگیرندگان به‌منظور انجام حرکت تحت شرایط جدید، تغییرات مناسب را اعمال کنند؛ درحالی‌که فرایندهای ضمنی با هوشیاری کمتر در اجرای تکلیف در مراحل کسب مهارت منجر به این می‌شود که توانایی کمتری برای سازگاری در موقعیت‌های جدید تکلیف داشته باشیم. درحقیقت، به‌نظر می‌رسد اجرای مهارت در یک موقعیت جدید باعث می‌شود که یادگیرنده از رویهٔ یادگیری و حالت ضمنی خارج شود و برای رسیدن به موفقیت در شرایط جدید، تلاش شناختی کرده و وارد فرایند تحلیلی شود. براساس نظریهٔ طرحوارهٔ اشمیت و لی (۱۹۷۵)،

- 
1. Hitch
  2. Poolton
  3. Zhu

تمرین در فواصل مختلف منجر به کسب قوانین تمرین می‌شود و در نتیجه، یادگیرنده با استفاده از قوانین کسب‌شده در ارتباط با مقایسه شرایط اولیه برای اجرا و پیامدهای حسی و پیامدهای نتیجه در حرکات گذشته می‌تواند عملکرد مناسبی در شرایط جدید داشته باشد (۲). براساس نتایج پژوهش حاضر به نظر می‌رسد تمرین متغیر با ترتیب نامنظم در مقایسه با تمرین کم‌خطا و پرخطا که ترتیب منظمی دارند باعث انتقال و تعمیم‌پذیری بیشتر می‌شود. در واقع، پروتکل تمرینی کم‌خطا که منجر به یادگیری ضمنی می‌شود، هم‌راستا با یافته‌های پژوهش‌های گذشته (۱۰، ۱۵، ۱۶) و نظریه بازگماری مجدد مسترز و مکسول (۲۰۰۸)، در مقایسه با گروه تمرین متغیر (تمرین در فواصل مختلف با ترتیب نامنظم)، قابلیت ضعیف‌تری از انتقال به موقعیت‌های جدید را دارد.

براساس زیست‌شناسی تکاملی، مکانیسم‌های فیلوژنی (تکامل تدریجی موجودات) بالغ نسبت به مکانیسم‌هایی که دیرتر تکامل یافته‌اند، باثبات‌تر هستند و هنگام اختلال، انعطاف بیشتری دارند. بر همین اساس و با توجه به این چهارچوب، ربر<sup>۱</sup> (۱۹۹۲) استدلال می‌کند که مکانیسم‌های ضمنی، به لحاظ تکاملی در مقایسه با مکانیسم‌های آشکار، بالیدگی فیلوژنی بیشتری دارند؛ بنابراین، در موقعیت‌های اختلال در زندگی از قبیل ورزش، از انعطاف بیشتری برای برخورد با موقعیت‌های استرس‌زا و پرفشار برخوردار هستند (۲۰). همان‌طور که نتایج پژوهش حاضر نشان داد، گزارش قوانین مربوط به تکلیف در گروه کم‌خطا نسبت به گروه‌های پرخطا و متغیر کمتر بود؛ لذا، بر همین اساس و نیز بر مبنای یافته‌های مطالعات گذشته با استفاده از الکتروانسفالوگرافی (۱۶)، برنامه یادگیری کم‌خطا به‌عنوان یادگیری ضمنی در نظر گرفته شده است. همان‌طور که یافته‌ها نشان داد، اجرای آزمودنی‌های گروه کم‌خطا در ضربه‌زدن به توپ هم‌زمان با شمارش تون‌های مترونوم به‌عنوان تکلیف ثانویه هم‌زمان، باثبات‌تر از گروه پرخطا و متغیر بود که این موضوع نشان می‌دهد اجرای ضربه به توپ در گروه کم‌خطا، به‌صورت ناهوشیار و ضمنی بوده است. در نتیجه، آن‌ها ظرفیت توجهی و نیاز شناختی کمتری به اجرا داشته‌اند؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که یادگیری ضمنی در شرایط استرس و انجام هم‌زمان تکلیف حرکتی با تکالیف شناختی دیگر، کارآمدتر باشد و ظرفیت شناختی بیشتری را برای راهبردهای بازی به‌کار برد. در این پژوهش به‌منظور اجتناب از سوگیری احتمالی پژوهشگر و بررسی پژوهش‌های گذشته در ارتباط با یادگیری‌های آشکار و ضمنی، از روش دوسویه کور استفاده شد که در آن آزمون‌گر و آزمون‌شونده نسبت به هدف پژوهش بی‌اطلاع می‌باشند. با توجه به نتایج تکلیف دوگانه و تعداد قوانین گزارش‌شده توسط آزمودنی‌ها

---

1. Reber

نشان داده شد که برنامه یادگیری کم‌خطا، احتمالاً منجر به یادگیری ضمنی در مهارت حرکتی مورد‌ارزیابی می‌شود که این یافته‌ها در تأیید پژوهش‌های گذشته است (۱۰، ۱۶).

**پیام مقاله:** تحقیق حاضر نشان می‌دهد محدود کردن خطاها در اجرای تکالیف حرکتی در مرحله اکتساب به کودکان کمک می‌کند تا یادداری بهتری در اجرای تکالیف حرکتی داشته باشند. از آنجایی که توانایی پردازش اطلاعات و فرآیندهای شناختی کودکان، در حال رشد است، این نوع برنامه تمرینی به علت خطاهای کمتر در طول مراحل یادگیری باعث درگیری شناختی کمتری می‌شود و الگوی حرکتی با ثبات‌تری ایجاد می‌کند. بنابراین به معلمان، مربیان و آموزش‌دهندگان مهارت‌های حرکتی و ورزشی توصیه می‌شود از این رویکرد به منظور افزایش یادگیری حرکتی استفاده کنند.

## منابع

- 1) Adams J A. A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*. 1971; 3(2): 111-50.
- 2) Schmidt R A. A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*. 1975; 82(4): 225.
- 3) Fitts P, Posner M. *Human performance*. Monterey, California: Brooks/Cole; 1976. P. 244-45.
- 4) Masters RSW. Knowledge, knerves and know-how-the role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *Brit J Psychol*. 1992; 83: 343-58.
- 5) Masters R, Maxwell J. The theory of reinvestment. *International Review of Sport and Exercise Psychology*. 2008; 1(2): 160-83.
- 6) Bliss C B. Investigations in reaction time and attention. *Studies from the Yale Psychology Laboratory*. 1892; 1: 1-55.
- 7) Boder D P. The influence of concomitant activity and fatigue upon certain forms of reciprocal hand movements and its fundamental components. *Comparative Psychology Monographs*. 1935; 11: 78-79.
- 8) Deikman A J. DE automatization and the mystic experience. In C. T. Tart (Ed.), *Altered states of consciousness*. New York: Wiley; 1969; 29(4): P. 23-43.
- 9) Wulf G, McNevin N, Shea CH. The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2001; 54(4): 1143-54.
- 10) Maxwell J P, Masters R, Kerr E, Weedon E. The implicit benefit of learning without errors. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*. 2001; 54(4): 1049-68.
- 11) Baddeley A D, Wilson B A. When implicit learning fails: Amnesia and the problem of error elimination. *Neuropsychologia*. 1994; 32: 53-68.

- 12) Gentile A M. Implicit and explicit processes during acquisition of functional skills. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*. 1998; 5: 7-16.
- 13) Berry D C, Dienes Z. Implicit learning: Theoretical and empirical issues. Hove, England: Lawrence Erlbaum Associates, Inc; 1993; 1: 153.
- 14) Baddeley A D, Hitch G. Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation*. New York: Academic Press; 1974. p. 47-89.
- 15) Poolton J, Masters R, Maxwell J. Passing thoughts on the evolutionary stability of implicit motor behavior: Performance retention under physiological fatigue. *Consciousness and Cognition*. 2007; 16(2): 456-68.
- 16) Zhu F, Poolton J, Wilson M, Maxwell J, Masters R. Neural co-activation as a yardstick of implicit motor learning and the propensity for conscious control of movement. *Biological Psychology*. 2011; 87(1): 66-73.
- 17) Lam W K, Masters R S, Maxwell J P. Cognitive demands of error processing associated with preparation and execution of a motor skill. *Consciousness and Cognition*. 2010; 19(4): 1058-61.
- 18) Schmitz X, Bier N, Joubert S, Lejeune C, Salmon E, Rouleau I, et al. The benefits of errorless learning for serial reaction time performance in Alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2014; 39(2): 287-300.
- 19) Sanli E A, Timothy D. What roles do errors serve in motor skill learning? An examination of two theoretical predictions. *Journal of Motor Behavior Ahead-of-Print*. 2014; 329-37.
- 20) Reber A S. The cognitive unconscious: An evolutionary perspective. *Consciousness and Cognition*. 1992; 1(2): 93-133.
- 21) Abernethy A B, Hanrahan S J, Kippers V, MacKinnon L, Pandy M. Biophysical foundations of human movement. 2<sup>en</sup> ed. Illinois: Human Kinetics; 2005. P. 272-4.
- ۲۲) اشمیت ریچارد ای، لی تیموتی دی. یادگیری و کنترل حرکتی. مترجمان: حمایت‌طلب رسول، قاسمی عبدالله. چاپ اول. تهران: انتشارات علم و حرکت؛ ۱۳۸۷. ص ۵۸-۵۷.
- 23) Heuer H, Hegele M. Generalization of implicit and explicit adjustments to visuomotor rotations across the workspace in younger and older adults. *Journal of Neurophysiology*. 2011; 106: 2078-85.
- 24) Wulf G, Schmidt R A. Feedback-induced variability and the learning of generalized motor programs. *Journal of Motor Behavior*. 1994; 26: 348-61.

## استناد به مقاله

محمدی جعفر، قمری امین، حصارى سیده اختر. یادگیری و تعمیم‌پذیری تمرین کم‌خطا و پرخطا در دختران ۱۰ تا ۱۲ سال. رفتار حرکتی. بهار ۱۳۹۵؛ ۸(۲۳): ۴۹-۶۴.

Mohamadi. J, Ghamari. A, Hesari. S.A. Learning and generalization of the errorless and error full practice in girls 10 to 12 years. *Motor Behavior*. Spring 2016; 8 (23): 49-64. (In Persian)



## Learning and generalization of the errorless and error full practice in girls 10 to 12 years

J. Mohamadi<sup>1</sup>, A. Ghamari<sup>2</sup>, S.A Hesari<sup>3</sup>

1. Ph.D. student at Ferdowsi University of Mashhad\*

2. Ph.D. student at Ferdowsi University of Mashhad

3. M. SC. of Ferdowsi University of Mashhad

Received date: 2015/02/01

Accepted date: 2015/10/05

---

### Abstract

The present study was aimed at investigating the number of errors made during learning a motor skill, putting the soccer ball, to create different type of learning (implicit learning vs. explicit learning). For this purpose, 10-12 year-old female children trained in three groups of 12 of errorless, error full and variable practice that performed 8 blocks of 25 trials for 8 different distances. Then, the subjects were asked to report each technique that they have used to perform the task successfully. Their performance was evaluated a week later in retention, dual transfer and novel distance transfer tests using absolute and variable error. There was a statistically significant improvement in the acquisition phase for each group ( $P=0.001$ ); however, errorless group had lower error ( $P=0.001$ ), also the number of rules reported after training was significantly lower than the two other groups ( $P=0.001$ ). The results of retention and dual transfer test showed better performance (namely less absolute and variable error) for the errorless group than the other groups ( $P=0.001$ ); however, the variable practice group in the novel distance transfer test had less absolute and variable error ( $P=0.001$ ) and therefore better performance. Findings concluded that the reduction of errors during practice leads to implicit learning of putting soccer in female young children, and this type of learning compared with explicit learning under conditions of disorder (dual task) remains stable, but the generalization and skill transfer to novel conditions is better in explicit learning.

**Keywords:** Implicit learning, Explicit learning, Errorless, Error full, Dual transfer

---

---

\* Corresponding Author

Email: ja\_mohamadi93@yahoo.com