

رشد و یادگیری حرکتی - ورزشی - زمستان ۱۳۹۷  
دوره ۱۰، شماره ۴، ص: ۵۳۶ - ۵۱۹  
تاریخ دریافت: ۱۰ / ۰۵ / ۹۷  
تاریخ پذیرش: ۲۰ / ۰۸ / ۹۷

## تأثیر خطای بینایی بر یادگیری یک مهارت حرکتی پرتابی در کودکان

محمدحسین زمانی<sup>۱\*</sup> - حمیدرضا طاهری تربتی<sup>۲</sup> - علی‌رضا صابری کاخکی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری یادگیری حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲. استاد رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران ۳. دانشیار

رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

### چکیده

هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر خطای بینایی بر یادگیری یک مهارت هدف‌گیری در کودکان بود. روش تحقیق از نوع نیمه‌تجربی با طرح سنجش مکرر و آزمون یادداری بود. نمونه آماری تحقیق ۳۶ نفر از کودکان ۱۰ ساله بودند که به‌صورت در دسترس انتخاب و پس از تخمین سائز هدف به سه گروه ادراک دایره بزرگ‌تر، ادراک دایره کوچک‌تر و گروه کنترل تقسیم شدند. ابزار مورد استفاده در این تحقیق خطای ایبینگ‌هاوس نمایش داده‌شده بر روی زمین و توپ تنیس برای پرتاب از بالای شانه به سمت هدف بود. روش اجرا بدین‌صورت بود که، ابتدا شرکت‌کنندگان ۱۰ کوشش را در مرحله پیش‌آزمون اجرا کردند. سپس در مرحله اکتساب ۶ بلوک ۱۰ کوششی را اجرا کردند. ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه اکتساب آزمون یادداری در ۱۰ کوشش از آزمودنی‌ها گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آزمون تحلیل واریانس مرکب با اندازه‌گیری تکراری، تحلیل واریانس یک‌راهه به‌همراه تعقیبی توکی استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که هم در مرحله اکتساب و هم در مرحله یادداری بین گروه‌ها تفاوت معناداری مشاهده شد که این تفاوت به نفع گروه ادراک دایره کوچک‌تر بود. در کل، نتایج این تحقیق نشان‌دهنده تأثیر سودمند خطای بینایی بر یادگیری یک مهارت ورزشی است. بنابراین، به مربیان و دست‌اندرکاران ورزشی پیشنهاد می‌شود که از این متغیر جهت بهبود عملکردها و بهبود جلسات تمرینی استفاده کنند.

### واژه‌های کلیدی

اکتساب، خطای بینایی، کودکان، مهارت حرکتی پرتابی، یادداری.

## مقدمه

طی سال‌های اخیر یافته‌های متعدد در حیطه‌های مختلف نشان داده‌اند که طرز فکر افراد، بر یادگیری مهارت‌های حرکتی تأثیرگذار است. بسیاری از این یافته‌ها، نتیجه تحقیقات بر روی تأثیر انواع مختلف بازخورد است (۱). برای مثال تحقیقات نشان داده است که ارائه بازخورد بعد از کوشش‌های موفق، نسبت به ارائه بازخورد به کوشش‌های که موفقیت کمتری در پی داشته‌اند، یادگیری مؤثرتری به دنبال دارد (۳-۱). همچنین فراهم کردن بازخورد مقایسه اجتماعی برای افراد که نشان دهد نمره ساختگی فرد از میانگین نمره افراد دیگر بالاتر بوده، سبب شده است تا یادگیری مؤثرتری نسبت به حالت کنترل ایجاد شود (۷-۴). تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که تعیین ملاک عملکردی که تقریباً به راحتی قابل دستیابی باشد، یادگیری را افزایش می‌دهد (۸). در نهایت، نشان داده شده است که بازخورد ویدیویی از کوشش‌های خوب، نسبت به میانگین عملکرد یا عملکرد واقعی، به یادگیری مؤثرتری منجر می‌شود (۹). جدای از این، عملکرد حرکتی می‌تواند تحت تأثیر مواردی مانند اعتقادات و القانات، خطاهای ادراکی و به‌طور ویژه‌تر، خطای ادراکی بینایی باشد.

تحقیقات اولیه در این مورد توسط بریجمن و همکاران (۱۹۸۱) انجام گرفت. آنها از الگوی حرکتی القایی استفاده کردند که در آن پس‌زمینه‌ای وجود داشت که در مسیرهای خاص حرکات کوچکی انجام می‌داد، به‌طوری‌که به‌نظر می‌رسید نقطه موجود در آن در جهت مخالف حرکت می‌کند. در این تحقیق، حرکت پس‌زمینه سبب شد تا ادراک آگاهانه فرد از موقعیت هدف دچار سوگیری شود. اما اطلاعات ارسال‌شده به سیستم حرکتی دچار سوگیری نشد. این اثر در واقع تمایز دوگانه نام دارد. مانند چنین تمایز دوگانه‌ای در مورد تصاویر ثابت نیز دیده شده است که در آنها یک تاب در حال حرکت، قضاوت ادراکی فرد را در مورد یک محرک خاص مورد سوگیری قرار می‌دهد، اما دسترسی آزمودنی به هدف را دچار سوگیری نمی‌کند. این یافته‌های مهم که در آنها یک محرک موجب سوگیری ادراک بینایی (اما نه سوگیری عمل) می‌شود، خطای ادراکی بینایی نام دارد که توسط تحقیقات تجربی به اثبات رسیده است (۱۰). این تمایز بین مسیرهای بینایی موجب به‌وجود آمدن مدل‌های نظری در مورد خطاهای بینایی شده است. یکی از این مدل‌ها، مدل ادراک و عمل<sup>۱</sup> میلنر و گودال (۱۹۹۵) است (۱۱). میلنر و گودال<sup>۲</sup> (۱۱) در سال ۱۹۹۵ یک نقطه مقابل کارکردی را برای مسیرهای بینایی فرض کردند. این مدل

- 
1. Perception-Action Model
  2. Milner & Goodale

دربرگیرنده مفهوم تمایز مسیر بینایی ماست. از نظر آناتومیک، هر دو مسیر بینایی شکمی و پشتی، اطلاعات بینایی محیطی را که توسط سلول‌های رتینا جذب می‌شوند، به قشر بینایی اولیه در مغز ارسال می‌کنند. اما تفاوت این دو مسیر در این است که مسیر بینایی پشتی، اطلاعات را به قشر آهیانه خلفی، درحالی‌که مسیر بینایی شکمی اطلاعات بینایی را به قشر آهیانه‌ای تحتانی می‌فرستد. نکته شایان توجهی که باید به آن اشاره شود در مورد نقش هر کدام از این دو مسیر بینایی است. به این صورت که مسیر بینایی شکمی مسئول پردازش اطلاعات شناختی، اما مسیر بینایی پشتی مسئول پردازش اطلاعات مخصوص کنترل حرکت است. بنابراین موضوعی که مشاگره‌های زیادی را به وجود آورده، این است که مسیر شکمی، بینایی ادراکی را پردازش می‌کند که همان ادراک مربوط در مدل ادراک و عمل است و مسیر پشتی، بینایی مربوط به عمل را پردازش می‌کند. در کل این مدل، بیان می‌دارد که خطا فقط بر روی ادراک اثر می‌گذارد و عمل را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد (۱۲). تحقیقات متعددی در تأیید یا عدم تأیید این مدل نظری انجام گرفته است. میلنر و گودال (۱۴، ۱۳) اثرات خطا را بیشتر در مورد ادراک می‌دانند. همچنین شیم<sup>۱</sup> و همکاران (۱۵) در سال ۲۰۱۴ در تحقیق خود با توجه به خطای بینایی مولر و لایر فرض تفکیک‌پذیری مسیر بینایی را تأیید و تأکید کردند که هر دو سیستم از منابع مختلف اطلاعات استفاده می‌کنند. در مقابل، کوپشیک<sup>۲</sup> و همکاران (۱۲) در سال ۲۰۱۶ در تحقیق خود نشان دادند که خطای بینایی ابینگهاوس تأثیر معناداری بر حرکت دست جهت چنگ زدن هدف داشت. نتایج این تحقیق از این مدل حمایت نمی‌کند. علاوه بر این، اخیراً نتایج مشابهی با نتایج کوپشیک و همکاران (۱۲) برای خطاهای ادراکی و ساکادها (حرکات سریع چشم) یافت شده است. ماکیت و نوکس<sup>۳</sup> (۱۶) در سال ۲۰۱۲ در مورد حرکات ساکادی چشم‌ها و خطای مولر لایر مبنی بر فرضیه مسیر دوگانه بینایی پژوهشی را انجام دادند. یافته‌های این تحقیق نشان داد که با توجه به اثر خطا بر روی حرکت ساکادی این فرضیه که تفکیک بین این دو مسیر را نشان می‌دهد، قابل پذیرش نخواهد بود. بنابراین در این زمینه بین محققان اتفاق نظر وجود ندارد. جدای از این، اخیراً محققان تحقیقاتی در زمینه خطای بینایی ابینگهاوس و تیچنر در حوزه یادگیری حرکتی انجام داده‌اند که به نتایج ضد و نقیضی در این زمینه دست یافته‌اند (۲۰-۱۷). خطای ابینگهاوس و تیچنر خطای ناشی از مقایسه نام دارد، و به دلیل آثار بافت بر روی قضاوت نسبت به اندازه دایره‌ها ایجاد می‌شوند (۲۰-۱۷). بنابراین ثابت اندازه به‌عنوان

1. Shim
2. Kopiske
3. Mackeith & Knox

یکی از ثبات‌های ادراکی و خطای ناشی از مقایسه نقش بسزایی در این نوع خطا دارد. این نوع خطا سهم عمده‌ای در پیدایش تحقیقات مربوط به یادگیری حرکتی داشته و زمینه تحقیقاتی محققان چندی بوده است. برای نمونه، ویت<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹) (۲۰۱۲) تأثیر زمینه خطای بینایی را بر روی عملکرد ضربه گلف ارزیابی کردند. به‌طور خاص، یک خطای ابینگهاوس در اطراف سوراخ هدف در ایجاد اختلاف معنادار بر ادراک اندازه هدف و در عملکرد ضربه گلف مؤثر بود. در این تحقیق شرکت‌کنندگانی که دایره را بزرگ‌تر ادراک کرده بودند، به‌طور معناداری بیشتر ضربه زدند. علاوه بر این ویت و همکاران (۱۹) (۲۰۱۲) نیز پیش‌بینی مدل میلنر و گودال (۱۹۹۵) را مبنی بر اینکه خطای بینایی فقط بر روی ادراک اثرگذار است تا عمل، رد می‌کند. وود<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰) (۲۰۱۳) دقیقاً به نتایج مشابهی با یافته‌های ویت و همکاران (۱۹) دست یافتند. تمرکز در این مطالعه و مطالعات دیگر (۲۲، ۲۱) به‌جای یادگیری بر عملکرد معطوف شده بود (اثرات نسبتاً دائمی به‌عنوان کارکرد تمرین، اشمیت و لی، (۱۰)). این مطالعه نتایج تحقیق قبلی را در این زمینه که نشان داد خطای بینایی تأثیر بسزایی بر عملکرد گلف داشت، از طریق بررسی پتانسیل نقش واسطه‌ای توجه و برنامه‌ریزی عمل گسترش می‌دهد (۲۰). چاول<sup>۳</sup> و همکاران (۱۸) (۲۰۱۵) به بررسی تأثیر خطای بینایی بر عملکرد و یادگیری مهارت گلف پرداختند. آنها نشان دادند که دقت ضربه گلف در یادداری برای گروهی که سوراخ را بزرگ‌تر درک کرده بودند و در این شرایط تمرین کرده بودند، بیشتر بود. این یافته‌ها نشان داد که ظاهراً هدفی که بزرگ‌تر ادراک می‌شود، به یادگیری مؤثرتری منجر خواهد شد. جدیدترین تحقیق در این زمینه مربوط به برولاند<sup>۴</sup> و همکاران (۱۷) (۲۰۱۶) است که به نتایجی مخالف با یافته‌های قبلی دست یافتند. نتایج آشکار کرد گروهی که با خطای بینایی که هدف را به ظاهر کوچک‌تر نشان می‌داد تمرین کرده بود، عملکردشان از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بهبود یافته بود، درحالی‌که گروهی که با خطای بینایی که هدف را به ظاهر بزرگ‌تر نشان می‌داد تمرین کرده بودند، هیچ‌گونه بهبودی نشان ندادند. نتایج این تحقیق مخالف با یافته‌های قبلی که نشان دادند دایره‌ای که بزرگ‌تر به‌نظر می‌رسد بهترین نتیجه را دارد، مخالف است. شایان ذکر است که تحقیق ویت و همکاران (۱۹) و وود و همکاران (۲۰) عکس تحقیق چاول و همکاران (۱۸) و برولاند و همکاران (۱۷) عملکرد فوری را بررسی کردند، که به نتایج متفاوتی منجر

- 
1. Witt
  2. Wood
  3. Chauvel
  4. Bruland

شده است. نتایج به دست آمده مربوط به بزرگسالان بوده و با توجه به اینکه بین ادراک کودکان و بزرگسالان تفاوت وجود دارد، در این تحقیق در پی آنیم تا مشخص کنیم که آیا خطای بینایی نیز بر یادگیری کودکان سودمند است؟ همان طور که کودکان بیشتر محیط را جست و جو می کنند، آنها باید با پیچیدگی دنیای بینایی مقابله کنند. برای مثال، ابعاد مختلف مانند اندازه، رنگ، بافت و شکل هر شیء به طور کلی در محیط روزانه ما وجود دارد. کودکان باید این پیچیدگی را پردازش کنند تا به صورت بینایی این اجسام را شناسایی و با آنها ارتباط برقرار کنند. بنابراین، شیوه هایی را که کودکان ابعاد مختلف شیء را برای ادراک و عمل بر روی آنها پردازش می کنند، مورد علاقه محققان است (۲۳). مطالعه جانل و گودال (۲۴) (۲۰۰۳) نشان می دهد که بزرگسالان اشیای چند بعدی را به صورت متفاوت در ادراک بینایی نسبت به عمل پردازش می کنند. بدین معنی که بزرگسالان برای ادراک شیء و عمل بر روی آن متفاوت عمل می کنند. هنگامی که روی یک شیء عملی انجام می گیرد، بزرگسالان تمایل دارند که ابعاد شیء را مستقل از یکدیگر پردازش کنند و در این مورد از استراتژی پردازش مستقل استفاده می کنند. در مقابل، هنگام مشاهده یک شیء، بزرگسالان ابعاد اشیا را در ارتباط با یکدیگر پردازش کرده و در این مورد از استراتژی پردازش تعاملی استفاده می کنند. با این حال که بزرگسالان از دو استراتژی متفاوت برای پردازش شیء استفاده می کنند، مطالعات نشان داده اند که کودکان، در هر دو ادراک بینایی و عمل از یک استراتژی پردازش تعاملی استفاده می کنند (۲۷-۲۳، ۲۵). همچنین، جانل و گودال (۲۴) در مورد بزرگسالان از این تفسیر استفاده کردند که، بزرگسالان ابعاد مرتبط با تکلیف را بدون تأثیرپذیری از ابعاد غیر مرتبط با تکلیف پردازش می کنند. بنابراین، این یافته ها نشان می دهد که تفاوت در ادراک کودکان و بزرگسالان وجود دارد. جدای از این در مورد تأثیرپذیری کودکان و بزرگسالان از خطای بینایی ابینگهوس نشان داده شده است که بین ادراک کودکان و بزرگسالان در مورد این خطا تفاوت وجود دارد (۲۷). بدین صورت که این خطا فقط بر ادراک بزرگسالان از تخمین سایز هدف اثر می گذارد، اما این تأثیرپذیری در کودکان هم در مورد ادراک تخمین سایز و هم در مورد عمل است. بنابراین، یافته های هانیش و همکاران (۲۷) روند رشدی در پردازش شیء را از یک رویکرد پردازشی تعاملی به رویکرد پردازشی مستقل نشان می دهد. چنین می در مقاله دوئلر و همکاران (۲۵) نیز نشان داده شد. در هر صورت، هر دو تحقیق نشان دادند که اطلاعات زمینه ای غیر مرتبط با تکلیف در ادراک و عمل کودکان تأثیر می گذارد. به طور کلی، مطالعات خطا نشان می دهد که کودکان اندازه شیء هدف را در تعامل با اندازه یا پیکربندی اشیای زمینه در هر دو تکلیف ادراکی و عملی پردازش می کنند (۲۷-).

۲۵). بنابراین مطابق با یافته‌های ذکر شده بین ادراک و پردازش اطلاعات کودکان و بزرگسالان در مورد مواجهه برای تخمین شیء و عمل بر روی آن تفاوت وجود دارد. حال باید بررسی کرد که این تفاوت‌ها چه نتایجی را در زمینه خطای ابینگهاوس روشن می‌سازد.

با توجه به اینکه یافته‌های تحقیقاتی در زمینه تأثیر خطای بینایی بر یادگیری حرکتی ضدونقیض بوده و همچنین تا به حال تحقیقی در این زمینه در داخل کشور صورت نگرفته است، و تحقیقات انجام گرفته همگی در مورد جامعه بزرگسال بوده و کودکان را مدنظر قرار نداده‌اند، هدف اصلی محقق پاسخگویی به این پرسش است که آیا خطای بینایی می‌تواند بر یادگیری مهارت ورزشی در کودکان تأثیرگذار باشد یا خیر؟

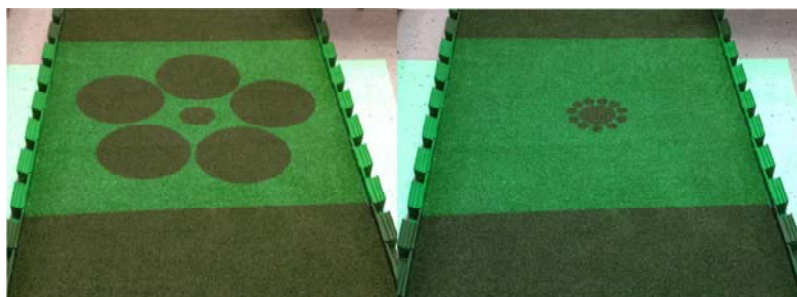
### روش تحقیق

روش اجرای تحقیق حاضر، نیمه تجربی و طرح آن به صورت سنجش مکرر و آزمون یادداری با سه گروه (ادراک دایره بزرگ‌تر، ادراک دایره کوچک‌تر و گروه کنترل) اجرا شد. جامعه آماری این تحقیق شامل کودکان ۱۰ ساله بود، که به صورت در دسترس از بین آنها ۳۶ نفر به عنوان نمونه تحقیق انتخاب شدند و پس از تخمین سائز هدف به سه گروه ادراک دایره بزرگ‌تر، ادراک دایره کوچک‌تر و گروه کنترل تقسیم شدند. منظور از تخمین سائز هدف این بود که شرکت کنندگان اندازه هدف (دایره وسط) را در تصاویر مربوط به خطای ابینگهاوس که بر روی حصیر سبز مصنوعی به ابعاد ۱\*۳ متر توسط آزمونگر طراحی شده بود، برآورد کنند. معیارهای ورود به تحقیق عبارت بود از: دارا بودن سلامت کامل جسمی، عدم شکستگی در اندام‌ها یا اختلال عملکردی، نداشتن مشکل بینایی و داشتن رضایت کامل برای شرکت در تحقیق. شایان ذکر است که کلیه ضربه‌ها با دست راست انجام گرفت.

### ابزار و تکلیف

ابزار مورد استفاده در این تحقیق شامل یک توپ تنیس که جنس آن از چرم و درون آن حالت ارتجاعی دارد و یک هدف ترسیم شده بر روی زمین بود. تکلیف شرکت کنندگان پرتاب به سمت هدف‌های مختلف ترسیم شده در زمینه ابینگهاوس بود. شعاع دایره هدف ۱۰ سانتی متر بود. جهت ترسیم هدف بر روی زمین از سه حصیر سبز مصنوعی در ابعاد ۱\*۳ متر استفاده گردید. هدف در فاصله ۳ متری از شرکت کنندگان قرار داشت (۴).

ابزار مورد استفاده بعدی خطای بینایی ابینگهاوس طراحی شده (۱۷-۲۰) می‌باشد که تصویر آن در شکل ۱ طراحی شده است. در این تصویر که در زیر مشاهده می‌شود، هدف مربوطه با دایره‌های متحدالمرکزی پوشانده شده است. تعداد دایره‌های کوچک ۱۱ و تعداد دایره‌های بزرگ ۵ عدد می‌باشد (۱۸). شعاع دایره وسط در هر دو شکل ۱۰ سانتی‌متر می‌باشد. شعاع دایره‌های احاطه‌شده در شکل (۱) ۳/۸ سانتی‌متر و در شکل (۲) ۲۸ سانتی‌متر می‌باشد (۱۸). این ابعاد دایره‌ها سبب می‌شود که فرد در ادراک خود نسبت به اندازه هدف دچار خطا شود و هدف سمت راست را (شکل ۱) بزرگ‌تر از سمت چپ (شکل ۲) ببیند (۱۷). دقت مهارت پرتاب از بالای شانه با خطای شعاعی مشخص شد؛ به این صورت که آزمونگر فاصله بین مرکز هدف تا لبه توپ را اندازه‌گیری می‌کند (۱۸). برای مشخص شدن نتیجه هر پرتاب در مراحل مختلف از یک دوربین فیلم‌برداری استفاده شد، که در ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر واقع در بالای هدف قرار گرفته بود. علت استفاده از دوربین فیلم‌برداری این بود که مهارت به‌کاررفته در تحقیق ما متفاوت از تحقیق چاول و همکاران (۱۸) و برولاند و همکاران (۱۷) بود و بعد از انجام مهارت مربوطه توپ متوقف نمی‌شود و بعد از برخورد مسیر خود را ادامه خواهد داد. بنابراین برای بررسی دقیق‌تر برخورد توپ و تعیین خطای شعاعی فیلم‌های مربوط را به‌منظور تحلیل بیشتر به عکس تبدیل کردیم و فاصله هر پرتاب تا هدف مشخص شد.



شکل ۱. دایره وسط بزرگ‌تر ادراک شده است. شکل ۲. دایره وسط کوچک‌تر ادراک شده است.

### روش اجرای تحقیق

بعد از انتخاب افراد شرکت‌کننده، جلسه اول که مربوط به تکمیل فرم رضایت‌نامه کتبی، آشنا شدن با هدف تحقیق و کوشش‌های آشناسازی بود، انجام گرفت. جلسه آشناسازی شامل چگونگی اجرای مهارت پرتاب از بالای شانه به سمت هدف، آشنایی با شرایط خطای بینایی بود. شرکت‌کنندگان در این

جلسه درباره شیوه اجرای مهارت دستورات عمل‌های کلامی دریافت کردند، و سپس در جلسه دوم، هر آزمودنی ۱۰ پرتاب از بالای شانه را بدون وجود خطای بینایی (بدون دایره‌های احاطه‌شده)، به‌عنوان پیش‌آزمون اجرا کرد (۴). بعد از ثبت نمره‌ها توسط محقق، از آنها خواسته شد که قطر دایره هدف را که ادراک کرده‌اند، در کامپیوتر ترسیم کنند. گروه‌بندی مربوط به ادراک بینایی با توجه به کسب نمره‌های افراد، انجام گرفت. بدین‌منظور افرادی که قطر دایره هدف را بزرگ‌تر از حد معمول آن، ادراک کرده بودند، در گروه ادراک دایره بزرگ‌تر و افرادی که قطر دایره هدف را کوچک‌تر از حد معمول آن ادراک کرده بودند، در گروه ادراک دایره کوچک‌تر و افرادی که قطر دایره را تقریباً برابر با حد واقعی آن، ادراک کرده بودند، در گروه کنترل قرار گرفتند (۱۸). بعد از تقسیم‌بندی افراد در گروه‌های آزمایشی، جلسه سوم که شامل کوشش‌های اکتساب بود، آغاز شد. در این مرحله افراد ۶ بلوک ۱۰ کوششی از مهارت پرتاب از بالای شانه (۴) را تحت هر دو شرایط خطای بینایی در گروه‌های جداگانه انجام دادند و نمره افراد در بلوک‌های جداگانه تا اتمام ۶۰ کوشش به‌عنوان مرحله اکتساب ثبت شد. جلسه چهارم مربوط به مرحله یادداری بود. در آزمون یادداری، شرکت‌کنندگان بدون هر گونه مداخله آزمایشی، ۱۰ کوشش پرتاب از بالای شانه را به سمت هدف بعد از ۴۸ ساعت از آخرین جلسه تمرین اجرا کردند (۴).

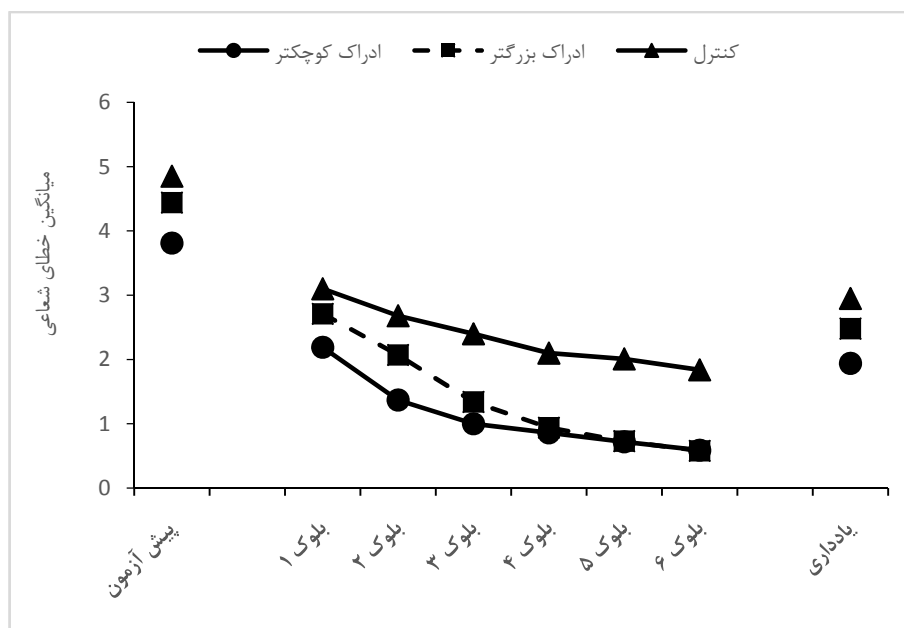
### روش آماری

برای تجزیه و تحلیل آماری در این تحقیق، از میانگین و انحراف معیار به‌عنوان آمار توصیفی استفاده شد. پیش از بررسی داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها و از آزمون لون برای برابری واریانس‌ها استفاده شد. بعد از بررسی توزیع نرمال داده‌ها و برابری واریانس‌ها به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری تحلیل واریانس مرکب با اندازه‌گیری تکراری به‌همراه آزمون پیگردی بن‌فرونی در مرحله اکتساب و آزمون آنوای یک‌راهه به‌همراه تعقیبی توکی برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها در مرحله یادداری استفاده شد. کلیه تجزیه و تحلیل داده‌ها در سطح معناداری ۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام گرفت.



## نتایج

نمودار زیر منحنی عملکرد آزمودنی‌ها در مهارت پرتاب از بالای شانه در گروه‌ها مختلف و در مراحل پیش‌آزمون، اکتساب و یادداری است.



شکل ۱. نتایج گروه‌ها در پیش‌آزمون، مراحل اکتساب و یادداری

در شکل ۱ روند پیشرفت نزولی در همه گروه‌ها از پیش‌آزمون تا یادداری که نشان‌دهنده عملکرد بهتر است، مشاهده می‌شود. اما با توجه به مسیر پیشرفت در نمودار بالا شرایط خطای بینایی هم در مرحله اکتساب و هم در مرحله یادداری بهتر از گروه کنترل عمل کرد. در این بین، عملکرد گروه ادراک کوچکتر نسبت به گروه ادراک بزرگتر در هر دو مرحله بهتر بود.

برای بررسی تأثیر تمرین با شرایط خطای بینایی بر عملکرد مهارت پرتاب در مرحله اکتساب از آزمون تحلیل واریانس مرکب (۳ گروه \* ۶ بلوک) با اندازه‌گیری تکراری استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ خلاصه شده است.

جدول ۱. یافته‌های تحلیل واریانس مرکب با سنجش مکرر در مرحله اکتساب

معناداری	F	میانگین مجذورات	درجه آزادی	مجموع مجذورات	
۰/۰۰۰	۵۳۳/۴۹	۱۴/۲۱	۵	۷۱/۰۷	بلوک
۰/۰۰۰	۱۸/۹۴	۰/۵۰	۱۰	۵/۰۴	بلوک* گروه
۰/۰۰۰	۱۵۵/۸۴	۳۰/۲۱	۲	۶۰/۴۱	گروه
		۰/۰۲۷	۱۶۵	۴/۳۹	خطا (بلوک)
		۰/۱۹	۳۳	۶/۳۹	خطا (گروه)

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود تمرین با شرایط خطای بینایی بر عملکرد مهارت پرتابی در کودکان تأثیر معناداری دارد ( $F = ۵۳۳/۴۹, P = ۰/۰۰۰$ )، بین شرایط خطا و گروه در مرحله اکتساب تعامل معناداری وجود دارد ( $F = ۱۸/۹۴, P = ۰/۰۰۰$ ) و بین گروه‌ها نیز در این مرحله تفاوت معناداری وجود دارد ( $F = ۱۵۵/۸۴, P = ۰/۰۰۰$ ).

برای بررسی تفاوت معنادار بین بلوک‌ها از آزمون پیگردی بن‌فرونی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ خلاصه شده است.

با توجه به اینکه تعامل بین بلوک و گروه معنادار شده است، برای بررسی بیشتر شش آزمون آنوای یکراهه با آزمون تعقیبی توکی اجرا شد. نتایج نشان داد که بین گروه‌ها در بلوک اول ( $P = ۰/۰۰۰$ )، دوم ( $F = ۲۲/۸۴, P = ۰/۰۰۰$ )، سوم ( $F = ۵۴/۵۰, P = ۰/۰۰۰$ )، سوم ( $F = ۹۱/۴۹, P = ۰/۰۰۰$ )، چهارم ( $P = ۰/۰۰۰$ )، پنجم ( $F = ۲۴۰/۲۸, P = ۰/۰۰۰$ ) و ششم ( $F = ۳۹۷/۴۹, P = ۰/۰۰۰$ ) تفاوت معناداری وجود دارد. برای بررسی جایگاه تفاوت‌ها در بلوک‌های جداگانه، آزمون تعقیبی توکی نشان داد که در بلوک اول بین گروه ادراک بزرگ‌تر و کوچک‌تر ( $P = ۰/۰۰۲$ ) و کنترل ( $P = ۰/۰۰۰$ )، ادراک کوچک‌تر و کنترل ( $P = ۰/۰۰۰$ )، در بلوک دوم بین گروه ادراک بزرگ‌تر و کوچک‌تر ( $P = ۰/۰۰۰$ ) و کنترل ( $P = ۰/۰۰۰$ )، ادراک کوچک‌تر و کنترل ( $P = ۰/۰۰۰$ )، در بلوک سوم بین گروه ادراک بزرگ‌تر و کوچک‌تر ( $P = ۰/۰۱۰$ ) و کنترل ( $P = ۰/۰۰۰$ )، ادراک کوچک‌تر و کنترل ( $P = ۰/۰۰۰$ )، تفاوت معناداری وجود داشت. اما در بلوک

چهارم، پنجم و ششم با وجود پایین‌تر بودن میانگین گروه ادراک کوچک‌تر بین شرایط خطای بینایی تفاوت معناداری وجود نداشت و تفاوت‌ها فقط با گروه کنترل معنادار بود.

جدول ۲. یافته‌های مربوط به مقایسه بلوک‌ها

بلوک (I)	بلوک (J)	تفاوت میانگین‌ها (i-j)	معناداری
بلوک اول			
دوم		۰/۶۲	*۰/۰۰۰
سوم		۱/۰۸	*۰/۰۰۰
چهارم		۱/۳۶	*۰/۰۰۰
پنجم		۱/۵۱	*۰/۰۰۰
ششم		۱/۶۶	*۰/۰۰۰
بلوک دوم			
سوم		۰/۴۶	*۰/۰۰۰
چهارم		۰/۷۴	*۰/۰۰۰
پنجم		۰/۸۸	*۰/۰۰۰
ششم		۱/۰۳	*۰/۰۰۰
بلوک سوم			
چهارم		۰/۲۸	*۰/۰۰۰
پنجم		۰/۴۲	*۰/۰۰۰
ششم		۰/۵۷	*۰/۰۰۰
بلوک چهارم			
پنجم		۰/۱۴	*۰/۰۰۰
ششم		۰/۲۹	*۰/۰۰۰
بلوک پنجم			
ششم		۰/۱۵	*۰/۰۰۰

با توجه به اینکه بین گروه‌ها در مرحله اکتساب تفاوت معناداری وجود دارد، برای مشخص شدن جایگاه تفاوت‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد که نتایج آن بدین صورت گزارش داده می‌شود: نتایج این آزمون تفاوت معناداری را بین گروه‌های ادراک دایره کوچک‌تر و گروه ادراک دایره بزرگ‌تر ( $P=0/002$ ) و کنترل ( $P=0/000$ )، همچنین گروه ادراک دایره بزرگ‌تر و کنترل ( $P=0/001$ ) نشان داد. بنابراین با توجه به نتایج ارائه شده در بالا مشخص شد که در مرحله اکتساب شرایط خطای بینایی بهتر از گروه کنترل عمل کردند و از بین این دو شرایط خطا گروه ادراک دایره کوچک‌تر (گروهی که دایره

وسط را کوچک‌تر از شرایط واقعی ادراک کرده بود) برتری چشمگیری را نسبت به دو گروه دیگر نشان داد.

برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها در مرحله یادداری و مشخص شدن اینکه آیا اثرات تمرین با شرایط خطای پایدار بوده یا نه از آزمون تحلیل واریانس یکراهه (۳ گروه \* ۱ عامل) با آزمون پیگردی توکی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۳ خلاصه شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس یکراهه در مرحله یادداری

معناداری	F	میانگین مجذورات	درجه آزادی	مجموع مجذورات	
۰/۰۰۰	۲۳/۳۴	۳/۰۵	۲	۶/۰۹	بین گروهی
		۰/۱۳	۳۳	۴/۳۱	درون گروهی
			۳۵	۱۰/۴۱	کل

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، نتایج تحلیل واریانس بین‌گروهی نشان داد که بین گروه‌ها در مرحله یادداری تفاوت معناداری ( $F=23/34, P=0/000$ ) وجود دارد. به‌منظور بررسی جایگاه تفاوت‌ها از آزمون پیگردی توکی استفاده شد، نتایج این آزمون تفاوت معناداری را بین گروه‌های ادراک دایره کوچک‌تر و گروه ادراک دایره بزرگ‌تر ( $P=0/003$ ) و کنترل ( $P=0/000$ )، همچنین گروه ادراک دایره بزرگ‌تر و کنترل ( $P=0/009$ ) نشان داد. بنابراین نتایج این تحقیق نشان داد که خطای بینایی بر یادگیری یک مهارت حرکتی تأثیر معناداری دارد. با توجه به مشخص شدن جایگاه تفاوت‌ها در این مرحله نیز گروه ادراک دایره کوچک‌تر یادگیری بیشتری را نسبت به سایر گروه‌ها از خود نشان داده بود.

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر خطای بینایی بر عملکرد و یادگیری یک مهارت پرتابی در کودکان بود. نتایج جداول و تجزیه و تحلیل‌های آماری نشان داد که شرایط خطای بینایی بر یادگیری مهارت حرکتی پرتابی در کودکان تأثیر معناداری دارد. از بین این شرایط، خطای بینایی ادراک کوچک‌تر، یعنی هدفی که دایره وسط را کوچک‌تر از شرایط واقعی نشان می‌داد، هم در مرحله اکتساب و هم در مرحله یادداری، عملکرد بهتری را نسبت به شرایط دیگر موجب شده بودند. تحقیقات انجام‌گرفته در زمینه

تأثیر خطای بینایی بر یادگیری حرکتی کم است و همین تعداد تحقیقات اندک نیز به نتایج متفاوتی دست یافته‌اند. در این زمینه در ابتدا ویت و همکاران (۱۹) در سال ۲۰۱۲ و وود و همکاران (۲۰) در سال ۲۰۱۳ تحقیقاتی را انجام دادند. آنها به بررسی شرایط خطای بینایی بر عملکرد مهارت ضربه گلف پرداختند. نتایج این دو تحقیق نشان داد که خطای بینایی بر عملکرد مهارت حرکتی گلف تأثیر معناداری داشته است (۲۰، ۱۹). در تحقیق ویت و همکاران (۱۹) و وود و همکاران (۲۰) تمرکز اصلی فقط بر روی عملکرد فوری نسبت به یادگیری (اثرات نسبتاً دائمی به‌عنوان کارکردی از تمرین (اشمیت و لی، ۱۰)) بوده است. بنابراین، ویت و همکاران (۱۹) و وود و همکاران (۲۰) بررسی کردند که آیا خطای بینایی بر سباز دریافت‌شده از گودال گلف و همچنین بر دقت ضربه گلف تأثیرگذار است یا خیر؟ آنها دریافتند هنگامی که حفرة گلف بزرگ‌تر ظاهر شده بود، به‌سبب اینکه با دایره‌های کوچک (تصور ابینگهاوس) احاطه شده بود، شرکت‌کنندگان ضربه‌های موفقیت‌آمیزتری را نسبت به زمانی که گودال توسط دایره‌های بزرگ احاطه شده بود (و بنابراین کوچک‌تر به‌نظر می‌رسید) تولید کردند. جدای از این دو تحقیق، چاول و همکاران (۱۸) (۲۰۱۵) به بررسی اثرات پایدار خطای بینایی بر عملکرد و خودکارآمدی پرداختند. آنها در تحقیق خود نشان دادند که خطای بینایی علاوه بر تأثیرات موقتی تأثیر معنادار پایداری نیز بر عملکرد دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که هم در مرحله اکتساب و هم در مرحله یادداری که دو روز بعد از آخرین جلسه تمرینی برگزار شده بود، گروهی که در شرایط خطای ادراک بزرگ‌تر تمرین کرده بودند، نسبت به گروهی که در شرایط خطای ادراک کوچک‌تر تمرین کرده بودند، برتری شایان ملاحظه‌ای را از خود نشان دادند. همچنین گروه ادراک بزرگ‌تر خودکارآمدی بالاتری را نسبت به گروه ادراک کوچک‌تر داشتند. نتایج این تحقیق با یافته‌های چاول و همکاران (۲۰۱۵)، ویت و همکاران (۲۰۱۲) و وود و همکاران (۲۰۱۳) ناهمخوان است (۲۰-۱۸)، چراکه نتایج ما نشان‌دهنده برتری گروه ادراک دایره کوچک‌تر به‌نظر رسیده و مخالف با یافته‌های تحقیقات بالاست، ناهمخوانی را می‌توان به آزمودنی‌های متفاوت و تکلیف متفاوت نسبت داد. در تحقیقات بالا تکلیف مورد استفاده مهارت ضربه گلف بوده که متفاوت از مهارت پرتاب از بالای شانه است. یک تفسیر در مورد متناقض بودن با یافته‌های چاول و همکاران (۱۸)، وود و همکاران (۲۰) و ویت و همکاران (۱۹) این است که تکلیف گلف یک تکلیف سخت نسبت به تکلیف ما برای آزمودنی‌های مبتدی آنهاست و به همین دلیل شرکت‌کنندگان ترجیح می‌دهند برای سریع‌تر رسیدن به هدف، هدفی را انتخاب کنند که راحت‌تر و آسان باشد که همان هدفی است که به‌واسطه دایره‌های کوچک‌تر احاطه شده و بزرگ‌تر

به نظر می‌رسد، چراکه مطابق گفته چاول و همکاران (۱۷) شرکت‌کنندگان گروه هدف بزرگ‌تر به نظر رسیده آزادی و اجازه تغییرپذیری بیشتری برای عملکرد خود دارند و همین عامل ممکن است موجب برتری آنها نسبت به گروهی باشد که با دایره‌های کوچک‌تر به نظر رسیده تمرین کرده‌اند. تفسیر دیگر در مورد علت ناهمخوانی با یافته‌های بالا مربوط به تکلیف و ظرفیت حافظه کاری است. ظرفیت حافظه کاری در دوران کودکی در حال توسعه است (۳۰-۲۸). بنابراین پردازش اطلاعات کودکان کندتر از بزرگسالان است، از این رو برای بهینه‌سازی یادگیری حرکتی در کودکان، شرایطی که کودک در آن تمرین می‌کند، باید به گونه‌ای طراحی شود که فرایندهایی مانند دخالت حافظه کاری را به حداقل برساند (۳۱). مطابق با گفته ویکرز (۳۲) تکلیف گلف، یک مثل عالی از حرکات هدایت‌یافته حافظه کاری است. از این رو شرکت‌کنندگان باید اطلاعات مربوط به تکلیف را در حافظه کاری خود درحالی که توپ را به سمت گودال گلف حرکت می‌دهند، نگهداری کنند و چون بزرگسالان ظرفیت بیشتری دارند، مهارت ضربه گلف را بهتر انجام می‌دهند و در مقابل این تکلیف برای کودکان سخت است. بنابراین تکلیف پرتاب از بالای شانه که در این تحقیق استفاده شد، نسبت به تکلیف گلف مهارت ساده‌تری به نظر می‌رسد که تقاضای حافظه‌ای کمتری را طلب می‌کند. جدای از این، علت دیگر ناهمخوانی این یافته‌ها با یافته‌های قبلی که در این تحقیق نشان داده شد که هدف کوچک‌تر به نظر رسیده برای کودکان بهتر است، مربوط به حاشیه امنی است که در زمینه ابینگهاوس ایجاد می‌شود. هدفی که توسط دایره‌های کوچک احاطه شده حاشیه امن کمتری را برای شرکت‌کنندگان ایجاد می‌کند، اما هدفی که با دایره‌های بزرگ‌تر احاطه شده است، حاشیه امن بیشتری را برای عمل ایجاد می‌کند. در این زمینه هانیش و همکاران (۲۷) (۲۰۰۱) در تحقیق خود به بررسی اثر خطای ابینگهاوس بر رفتار چنگ زدن هدف احاطه‌شده در کودکان ۵ تا ۱۲ سال پرداختند و نشان دادند هدفی که با دایره‌های بزرگ‌تر احاطه شده، حاشیه امن بیشتری برای کودکان ایجاد می‌کند و عملکرد آن را در این شرایط بهتر نشان می‌دهد. بنابراین می‌توان گفت که کودکان در حین مواجهه با این شرایط خطا امنیتی بیشتری را برای عملکرد خود احساس می‌کنند و عملکرد خود را بهبود می‌بخشند. تفسیر دیگری که می‌تواند علت متفاوت بودن این نتایج را با یافته‌های قبلی مشخص کند، مربوط به تفاوت بین پردازش اطلاعات و ادراک از شیء کودکان و بزرگسالان است. بزرگسالان هنگامی که بر روی شیء عملی انجام می‌دهند، ابعاد آن را به صورت مستقل پردازش کرده و از استراتژی پردازش مستقل<sup>۱</sup> استفاده می‌کنند، اما زمانی که یک شیء

1. Independent processing strategy

را می‌بینند، برخلاف حالت قبل ابعاد آن را در ارتباط با هم پردازش کرده و از استراتژی پردازش تعاملی<sup>۱</sup> استفاده می‌کنند. بنابراین آنها از دو رویکرد متفاوت در پردازش شیء استفاده می‌کنند. اما کودکان برعکس بزرگسالان، هم در ادراک بینایی و هم در عمل از یک رویکرد پردازشی استفاده می‌کنند که این یک رویکرد پردازش تعاملی است و روند رشدی پردازش شیء از یک رویکرد تعاملی به سمت رویکرد مستقل می‌باشد (۲۳). بنابراین این ادراک متفاوت و رویکردهای متفاوت پردازش بین بزرگسالان و کودکان می‌تواند از دیگر علت‌های تفاوت یافته‌ها در این زمینه باشد. با توجه به یافته‌ها که نشان دادند، کودکان اندازه شیء هدف را در تعامل با اندازه یا پیکربندی اشیای زمینه در هر دو تکالیف ادراکی و عملی پردازش می‌کنند (۲۷-۲۵)؛ این احتمال می‌رود که با توجه به رویکرد تعاملی پردازش اطلاعات در کودکان آنها زمینهٔ ابینگهاوس را که با دایره‌های بزرگ‌تر احاطه شده بهتر درک کرده و به صورت معنادارتری تعامل بین دایرهٔ مرکز و دایره‌های اطراف را برقرار می‌کنند. در بالا نیز اشاره کردیم که دایرهٔ مرکزی که با دایره‌های بزرگ‌تر احاطه شده حاشیهٔ امن بیشتری را برای کودکان ایجاد می‌کند و ممکن است همین حاشیهٔ امن در ایجاد تعامل بیشتر دایرهٔ مرکز با دایره‌های احاطه‌شدهٔ بزرگ‌تر کمک‌کننده باشد (۲۷). جدای از این تحقیقات، نتایج تحقیق ما با یافته‌های برولاند و همکاران (۲۰۱۶) که جدیدترین یافته‌های در این زمینه است، همخوان می‌باشد (۱۷). آنها در تحقیق خود به بررسی تأثیر خطای بینایی بر تکلیف شوت گلوله پرداختند. نتایج آنها یافته‌های تحقیقات قبلی در این زمینه (۲۰-۱۸) را مورد چالش قرار داد. برولاند و همکاران (۱۷) در سال ۲۰۱۶ به این نتیجه رسیدند که هدفی که از نظر ادراکی کوچک‌تر به نظر می‌رسد هم در مرحلهٔ اکتساب و هم در مرحلهٔ یادداری بهتر به نظر می‌رسد و یادگیری را بهتر از گروه ادراک بزرگ‌تر به نظر رسیده نشان می‌دهد. برولاند و همکاران (۱۷) در تفسیر یافته‌های خود از جنبهٔ کنترلی به این نتایج نگاه کردند. آنها اشاره کردند در هدفی که کوچک‌تر به نظر می‌رسد، شرکت‌کنندگان به خود اجازهٔ تغییرپذیری بیشتری را در انجام مهارت ضربهٔ گلف نمی‌دهند و این موجب می‌شود که شرکت‌کنندگان دقت بیشتری را برای انجام تکلیف و رسیدن به هدف موردنظر به کار گیرند. بنابراین همین عامل دقت موجب شده است که شرکت‌کنندگان عملکرد بهتری در این شرایط داشته باشند. جدای از این یکی دیگر از دلایل ناهمخوانی یافته‌های ما با یافته‌های چاول و همکاران (۱۸)، وود و همکاران (۲۰) و ویت و همکاران (۱۹) مربوط به گروه‌های تحقیق است. در تحقیقات اشاره‌شده فقط دو گروه خطای بینایی مدنظر بوده و گروه کنترلی در کنار آنها اختصاص

---

1. interactive processing strategy

داده نشده است. اما در تحقیق ما جدای از دو گروه خطای بینایی ما یک گروه کنترل را که بدون خطاهای بصری آموزش دیده‌اند نیز برای مشخص شدن ارزش اضافی آموزش با شرایط خطا مشخص کردیم. بنابراین این عامل نیز می‌تواند از دلایل احتمالی تفاوت تحقیق ما با یافته‌های قبلی در این زمینه باشد. برولاند و همکاران (۱۷) اشاره کردند که یافته‌های ویت و همکاران (۱۹)، وود و همکاران (۲۰) و چاول و همکاران (۱۸) که نشان داد ادراک دایره بزرگ‌تر به‌نظررسیده بهتر از شرایط دیگر بوده است، ممکن است در شرایط رقابت صحیح باشد، چراکه در شرایط رقابت فرد به دنبال یافتن آسان‌ترین راه برای رسیدن به هدف است که همین عامل برتری گروه ادراک دایره بزرگ‌تر به‌نظررسیده را تأیید می‌کند. بنابراین ذکر این توجیهات و دلایل احتمالی از تفاوت‌های بین تحقیقات در زمینه بینایی ضرورت تحقیقات بیشتر در این زمینه را روشن می‌سازد.

با این حال، با توجه به اینکه ما دریافتیم خطاهای بصری ممکن است بر عملکرد هدف‌گیری تأثیر بگذارد، خواستار تحقیق بیشتر در مورد تأثیر خطاهای بصری در انجام تکالیف مختلف هستیم که همچنین درک نظری ما را از مکانیسم‌های میانجی زیربنایی چنین اثراتی بیشتر کند. این تحقیق تلاشی مهم در داخل کشور است که می‌تواند توصیه‌های عملی و مبتنی بر شواهد را در مورد اینکه آیا خطاهای بصری می‌تواند برای تسهیل یادگیری مهارت‌های حرکتی در ورزش و سایر حوزه‌ها مفید باشد، ارائه می‌دهد. همچنین به‌منظور تعمیم بیشتر یافته‌های این تحقیق، باید تحقیقات بیشتری بر روی کودکان و همچنین آزمودنی‌ها مختلف، با سطح مهارت متفاوت و مهارت‌های دیگر صورت گیرد.

## منابع و مأخذ

1. Chiviacowsky S, Wulf G. Feedback after good trials enhances learning. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2007;78(2):40-7.
2. Badami R, VaezMousavi M, Wulf G, Namazizadeh M. Feedback about more accurate versus less accurate trials: Differential effects on self-confidence and activation. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2012;83(2):196-203.
3. Saemi E, Porter JM, Ghotbi-Varzaneh A, Zarghami M, Maleki F. Knowledge of results after relatively good trials enhances self-efficacy and motor learning. *Psychology of Sport and Exercise*. 2012;13(4):378-82.
4. Ávila LT, Chiviacowsky S, Wulf G, Lewthwaite R. Positive social-comparative feedback enhances motor learning in children. *Psychology of Sport and Exercise*. 2012;13(6):849-53.



5. Lewthwaite R, Wulf G. Social-comparative feedback affects motor skill learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2010;63(4):738-49.
6. Wulf G, Chiviawosky S, Lewthwaite R. Normative feedback effects on learning a timing task. *Research quarterly for exercise and sport*. 2010;81(4):425-31.
7. Wulf G, Chiviawosky S, Lewthwaite R. Altering mindset can enhance motor learning in older adults. *Psychology and Aging*. 2012;27(1):14.
8. Trempe M, Sabourin M, Proteau L. Success modulates consolidation of a visuomotor adaptation task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2012;38(1):52.
9. Clark SE, Ste-Marie DM. The impact of self-as-a-model interventions on children's self-regulation of learning and swimming performance. *Journal of sports sciences*. 2007;25(5):577-86.
10. Schmidt R, Lee T. *Motor Learning and performance, 5E with web study guide: from principles to application: Human Kinetics*; 2013.
11. Milner A, Goodale M. *Oxford psychology series, No. 27. The visual brain in action*. New York: Oxford University Press; 1995.
12. Kopiske KK, Bruno N, Hesse C, Schenk T, Franz VH. The functional subdivision of the visual brain: Is there a real illusion effect on action? A multi-lab replication study. *cortex*. 2016;79:130-52.
13. Milner AD, Goodale MA. Two visual systems re-viewed. *Neuropsychologia*. 2008;46(3):774-85.
14. Milner D, Goodale M. *The visual brain in action: Oxford University Press*; 2006.
15. Shim J, van der Kamp J, Rigby BR, Lutz R, Poolton JM, Masters RS. Taking aim at the Müller-Lyer goalkeeper illusion: An illusion bias in action that originates from the target not being optically specified. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 2014;40(3):1274.
16. Mackeith DC, Knox PC. Saccades and the Müller-Lyer illusion: implications for the two-visual-systems hypothesis. *British and Irish Orthoptic Journal*. 2015;9:23-9.
17. Cañal-Bruland R, van der Meer Y, Moerman J. Can visual illusions be used to facilitate sport skill learning? *Journal of motor behavior*. 2016;48(5):285-389.
18. Chauvel G, Wulf G, Maquestiaux F. Visual illusions can facilitate sport skill learning. *Psychonomic bulletin & review*. 2015;22(3):717-21.
19. Witt JK, Linkenauger SA, Proffitt DR. Get me out of this slump! Visual illusions improve sports performance. *Psychological Science*. 2012;23(4):397-9.
20. Wood G, Vine SJ, Wilson MR. The impact of visual illusions on perception, action planning, and motor performance. *Attention, Perception, & Psychophysics*. 2013;75(5):830-4.
21. Damisch L, Stoberock B, Mussweiler T. Keep your fingers crossed! How superstition improves performance. *Psychological Science*. 2010;21(7):1014-20.

22. Lee C, Linkenauger SA, Bakdash JZ, Joy-Gaba JA, Profitt DR. Putting like a pro: The role of positive contagion in golf performance and perception. *PLoS One*. 2011;6(10):e26016.
23. Schum N, Franz VH, Jovanovic B, Schwarzer G. Object processing in visual perception and action in children and adults. *Journal of experimental child psychology*. 2012;112(2):161-77.
24. Ganel T, Goodale MA. Visual control of action but not perception requires analytical processing of object shape. *Nature*. 2003;426(6967):664.
25. Duemmler T, Franz VH, Jovanovic B, Schwarzer G. Effects of the Ebbinghaus illusion on children's perception and grasping. *Experimental Brain Research*. 2008;186(2):249-60.
26. Gentilucci M, Benuzzi F, Bertolani L, Gangitano M. Visual illusions and the control of children arm movements. *Neuropsychologia*. 2001;39(2):132-9.
27. Hanisch C, Konczak J, Dohle C. The effect of the Ebbinghaus illusion on grasping behaviour of children. *Experimental Brain Research*. 2001;137(2):237-45.
28. Alloway TP, Gathercole SE, Pickering SJ. Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable? *Child development*. 2006;77(6):1698-716.
29. Luciana M, Conklin HM, Hooper CJ, Yarger RS. The development of nonverbal working memory and executive control processes in adolescents. *Child development*. 2005;76(3):697-712.
30. Thomason ME, Race E, Burrows B, Whitfield-Gabrieli S, Glover GH, Gabrieli JD. Development of spatial and verbal working memory capacity in the human brain. *Journal of cognitive neuroscience*. 2009;21(2):316-32.
31. Capio C, Poolton J, Sit C, Holmstrom M, Masters R. Reducing errors benefits the field-based learning of a fundamental movement skill in children. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2013;23(2):181-8.
32. Vickers JN. Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action: *Human Kinetics*; 2007.