

پژوهشی نامه مدیریت ورزشی و رفتار حرکتی

## تأثیر برنامه‌های تمرینی پُر خطا و کم خطا بر یادگیری مهارت هدف‌گیری نوجوانان

علی حسین ناصری<sup>۱\*</sup>، عباس بهرام<sup>۲</sup>، حمید صالحی<sup>۳</sup>، افخم دانشفر<sup>۴</sup>

### چکیده

**مقدمه و هدف:** یکی از نگرانی‌های اصلی متخصصان یادگیری حرکتی، نحوه برنامه‌ریزی جلسات تمرین مهارت برای بهینه‌سازی مقدار یادگیری است. هدف پژوهش حاضر، تعیین اثربخشی برنامه تمرین پرخطا و کم خطا بر یادگیری مهارت هدف‌گیری نوجوانان مؤثر بود.

**روش شناسی:** تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با چهار گروه آزمایشی متفاوت بود. چهل نوجوان با میانگین سنی ۱۲ سال (دامنه سنی ۱۱ تا ۱۳ سال) به طور تصادفی در چهار گروه تمرینی قرار گرفتند. تکلیف شامل پرتاب توپ بسکتبال به اهداف متحدالمرکز بود. آزمودنی‌ها ۲۰۰ کوشش تمرینی را در مرحله اکتساب در پنج بلوک تمرینی اجرا کردند. آزمون‌های تکلیف منفرد و تکلیف دوگانه را به صورت فوری، تاخیری ۲۴ ساعته و تاخیری یک هفته‌ای اجرا شدند.

**نتایج:** نتایج تحقیق نشان داد گروه‌های که کمترین خطا و کمترین درگیری حافظه کاری در طول تمرین داشتند، هم در مرحله اکتساب، هم در آزمون تکلیف منفرد و هم در آزمون تکلیف دوگانه نسبت به گروه‌های دیگر بهتر عمل کردند.

**بحث و نتیجه گیری:** یافته‌های این تحقیق با برآوردهای نظریه حلقه بسته آدامز، نظریه بازگماری و با برآوردهای ساختار نقطه چالش در خصوص وجود خطا در مرحله اکتساب همخوانی دارد، اما این یافته‌ها با برآوردهای نظریه طرحواره مغایرت دارد.

**واژگان کلیدی:** یادگیری آشکار، یادگیری ضمنی، تمرین کم خطا و حافظه کاری.

۱. دانشجوی دکتری رفتار حرکتی دانشگاه خوارزمی (نویسنده مسئول): تلفن: ۰۰۹۱۴۱۵۸۳۶۸۹، پست الکترونیکی: ali\_naseri1356@yahoo.com

۲. دکتری رفتار حرکتی، استاد راهنما، استاد تمام دانشگاه خوارزمی

۳. دکتری رفتار حرکتی، استاد راهنما، دانشیار دانشگاه اصفهان

۴. دکتری رفتار حرکتی، استاد مشاور، دانشیار دانشگاه الزهرا

## ۱- مقدمه

مقدار تمرین، یکی از متغیرهای مهم یادگیری است. اگر همه‌ی شرایط یکسان باشد، یادگیری بیشتر در صورت وجود کوشش‌های تمرینی بیشتر اتفاق می‌افتد. با این حال یکی دیگر از مؤلفه‌های مهم در یادگیری، استفاده از نحوه برنامه‌ریزی تمرین مهارت‌ها است. زمان، یک محدودیت کلیدی در موقعیت‌های زیادی است. به عبارتی افراد باید با توجه به زمان در دسترس به نحوی برنامه‌ریزی نمایند که بیش‌ترین بهره را ببرند. لذا افراد باید جلسات تمرین را به شیوه‌ای برنامه‌ریزی نمایند که بیش‌ترین یادگیری اتفاق بیفتد؛ بنابراین مربیان و متصدیان دخیل در برنامه‌ریزی تمرین باید از شیوه‌های مختلف تمرین و متغیرهای مؤثر بر آن‌ها آگاه باشند تا بتوانند با برنامه‌ریزی و دست‌کاری بهتر آن‌ها یادگیری بیشتر را تضمین نمایند (۱-۳).

اغلب متخصصان معتقدند یادگیرنده هنگام تمرین یک مهارت از مراحل نسبتاً متمایزی عبور می‌کند (۴، ۵). همه طبقه‌بندی‌ها از مراحل یادگیری، در یک‌چیز مشترک هستند که مراحل اولیه یادگیری، عمدتاً شناختی، شکل‌گیری راهبرد و فرضیه و آزمون آن برای رسیدن به ایده حرکت است (۵). مراحل یادگیری فیتز و پوزنر (۵) معروف‌ترین مدل مراحل یادگیری است که یادگیرنده بر اساس این مدل، در مرحله شناختی - کلامی مشغول تدوین استراتژی‌های جدید برای اجرای مهارت حرکتی است و بیشتر به‌طور شناختی درگیر اجرای مهارت است. در این مرحله، یادگیرنده بیشتر درگیر این موضوع است که بفهمد چه کاری باید انجام دهد تا آنکه چگونه آن را انجام دهد و حافظه کاری بیشتر درگیر است (۵). حافظه کاری به‌عنوان سیستمی تصور می‌گردد که ویژگی‌ها و کارکردهای معمول مرتبط با فرایندهای حسی، ادراکی، توجهی و حافظه کوتاه‌مدت را یکپارچه می‌سازد. حافظه کاری در همه موقعیت‌هایی که نیازمند استفاده موقتی و ذخیره اطلاعات و به‌کارگیری حافظه و فرایندهای تولید پاسخ هستند، عمل می‌کند (۱). در مراحل بعدی [مراحل تداعی و خودکاری از مدل فیتز و پوزنر (۵)] مهارت به‌تدریج خودکار می‌شود؛ به شکلی که یادگیرنده به این قابلیت می‌رسد که می‌تواند هم‌زمان با اجرای مهارت حرکتی خودکار شده اصلی، تکلیف ثانویه ۲ را اجرا نماید (۲).

با توجه به نظریه حلقه بسته آدامز، همه حرکات به‌وسیله مقایسه پس‌خوراند جاری از اندام‌ها با یک ردّ ادراکی ایجاد می‌شوند. این محرک‌ها، ردّی (اثری) در سیستم عصبی مرکزی می‌گذارند (بنابراین ردّ ادراکی نامیده می‌شوند). فرد با تکرار تمرین در طی کوشش‌ها به هدف نزدیک‌تر و نزدیک‌تر می‌شود و در هر کوشش، ردّ دیگری گذاشته می‌شود؛ به‌نحوی که درنهایت، یک مجموعه از ردّها ایجاد می‌شوند. بر طبق نظر حلقه بسته آدامز، خطاها در طول تمرین باعث تضعیف ردّ ادراکی صحیح می‌گردد؛ بنابراین برنامه‌ریزی که در آن خطاها کاهش یابد، باعث تحکیم رد ادراکی شده و بر یادگیری مؤثرتر است (۱-۳، ۶).

نظریه طرحواره پیشنهاد می‌کند که دو حالت حافظه‌ای وجود دارد؛ یک حافظه یادآوری، مسئول تولید عمل و یک حافظه بازشناسی، مسئول ارزیابی حرکت. این قوانین انتزاعی از چگونگی ارتباط منابع اطلاعاتی، طرحواره‌های یادآوری و بازشناسی نامیده می‌شوند. خطاها در طول حرکت در نظریه طرحواره اشمیت باعث شکل‌گیری بهتر طرحواره حرکتی می‌گردد؛ بنابراین برنامه‌ریزی تمرینی که در آن خطاها وجود داشته باشد، باعث شکل‌گیری بهتر طرحواره و در نتیجه یادگیری بهتر فرد می‌گردد؛ اما هیچکدام از این نظریه‌ها، برنامه‌ریزی تمرین متغیر را بررسی نکرده‌اند و به نقش تلاش شناختی یادگیرنده یا دشواری تکلیف و تأثیرات آن‌ها در یادگیری نپرداخته‌اند. این جنبه

از سازمان‌دهی تمرین در درون ساختار جدیدی به نام ساختار نقطه چالش<sup>۱</sup> بررسی شده است (۱-۳، ۶). ساختار نقطه چالش (۷) ادعا می‌کند وقتی تکالیف دارای دشواری اسمی مشخص توسط فردی با سطح خاصی از مهارت اجرا می‌شود، به‌طور نسبی دشواری کارکردی تکلیف تعیین می‌گردد. وقتی که دشواری کارکردی تکلیف افزایش می‌یابد، اطلاعات در دسترس ذاتی زیادی وجود دارد. با این حال، محدوده‌ای وجود دارد که در آن اطلاعات ذاتی قابل تفسیر است. تصور می‌شود که این محدوده به‌وسیله قابلیت‌های پردازش اطلاعات فرد کنترل می‌گردد و این قابلیت‌ها با تمرین تغییر می‌کنند (۷). این ساختار وجود مقدراری خطا را برای یادگیری که متناسب با سطح مهارت و قابلیت پردازش فرد باشد، مفید می‌داند (۶).

نظریه بازگماری<sup>۲</sup> (۸، ۹) معتقد است که فرایندهای آشکار به حافظه کاری<sup>۳</sup> برای دست‌کاری و ذخیره اطلاعات متکی است. حافظه کاری، منبع دانش و وساطت کلامی و همچنین کنترل توجه و ناظر شناخت است. وقتی پردازش آشکار استفاده می‌گردد، یادگیرندگان به‌طور هوشیارانه از اطلاعات آگاه هستند و قادر به اشتراک‌گذاری آن با دیگران هستند. فرایندهای ضمنی نمی‌توانند با آزمایش هوشیارانه موردبررسی قرار گیرند و اشتراک‌گذاری آن با دیگران دشوار است. مسترز و مکسول<sup>۴</sup> (۹)، پنج معیار برای فرایند ضمنی ارائه داده‌اند. نخستین معیار کمبود داشتن اطلاعات کلامی درباره تکلیف انجام‌گرفته توسط یادگیرنده است. معیار دوم و سوم، مقاومت در برابر تداخل حرکتی ایجادشده از طریق استرس و مقاومت در برابر فراموشی در طول زمان است. معیار چهارم این است که این فرایندها به حافظه کاری یا توجه نیازی ندارد. معیار نهایی این است که این فرایندها مستقل از سن و هوش‌بهر (بهره هوشی) است (۹، ۱۰). نظریه بازگماری (۸، ۹) پیش‌بینی می‌کند که اگر خطایی در تمرین اتفاق نیفتد، هیچ فرصتی برای ایجاد و آزمون فرضیه وجود ندارد. لذا تمرین با خطای کمتر برای یادگیری ضمنی مفید است و اجرای مهارت را تحت شرایط استرس‌زا یا تکالیف دوگانه تسهیل می‌کند. (۹، ۱۱). بنابراین با توجه به این ادعا، برنامه کم خطا که در آن شکل‌گیری کمتر فرضیه و آزمون آن وجود دارد و حافظه کاری کمتر درگیر است، یادگیری ضمنی تسهیل می‌شود (۸، ۹).

مسترز (۱۲) اولین بار برای به حداقل رساندن انباشتگی قوانین و استراتژی‌های، روش تکلیف دوگانه در مورد یک تکلیف حرکتی را پیشنهاد داد. این روش شامل یادگیری تکلیف گلف هم‌زمان با یک تکلیف تولید تصادفی حروف الفبا بود. مسترز با بررسی گزارش‌های شفاهی شرکت‌کنندگان به این نتیجه رسید که اضافه کردن تکلیف ثانویه باعث کاهش تعداد قوانین یا استراتژی‌های درگیر می‌شود و معتقد بود که این امر به خاطر درگیری حافظه کاری توسط تکلیف شناختی تولید حروف الفبا بود. سپس هاردی، مولن و جونز<sup>۵</sup> (۱۹۹۶) (۱۳) و برایت و فریدمن<sup>۶</sup> (۱۹۹۸) (۱۴) نیز از این پروتکل استفاده کردند؛ اما در خصوص استفاده از پروتکل تکلیف دوگانه در مرحله اکتساب، دو محدودیت مطرح گردید: (۱) وقتی که از تکلیف دوگانه در مرحله اکتساب استفاده می‌گردد، عملکرد در مرحله اکتساب دچار اختلال می‌گردد و احتمالاً باعث عدم تسهیل یادگیری نسبت به روش‌های سنتی می‌گردد و (۲) استفاده از یک تکلیف شناختی هنگام یادگیری تکلیف اصلی در مرحله اکتساب، در زمینه‌های کاربردی، غیرعملی به نظر

- 1 . Challenge point framework
- 2 . Reinvestment theory
- 3 . Working memory
- 4 . Masters & MaxWell
- 5 . Hardy, Mullen & Jones
6. Bright & Freedman

می‌رسد. با توجه به محدودیت‌های پروتکل‌های تکلیف دوگانه در اکتساب، مکسول و همکاران (۱۵) یک پروتکل تمرینی دیگر را به نام «یادگیری بدون خطا» پیشنهاد دادند. یادگیری بدون خطا، اشاره به حداقل کردن خطا در شروع تمرین دارد، نه جلوگیری از ایجاد هرگونه خطا. یادگیری کم خطا به‌عنوان یک راهبرد جدید در برنامه‌های یادگیری حرکتی ضمنی باعث کسب مهارت‌های حرکتی مستقل از سازوکارهای شناختی پیچیده و حافظه کاری می‌شود (۸). مکسول و همکاران (۱۶) این فرضیه را با استفاده از مهارت ضربه‌زنی گلف بررسی کردند. آن‌ها از دو پروتکل تمرینی کم خطا و پر خطا استفاده کردند. شرکت‌کنندگان در شرایط کم خطا، ضربه‌زنی را از فاصله نزدیک به حفره به سمت فاصله‌های دور از حفره تمرین کردند، اما فراگیران در شرایط پر خطا، ضربه‌زنی را از فاصله‌های دور به سمت فاصله‌های نزدیک تمرین می‌کردند. آن‌ها در این تحقیق به این نتایج رسیدند که شرکت‌کنندگان دارای پروتکل تمرینی کم خطا نسبت به شرکت‌کنندگان دارای پروتکل تمرینی پر خطا در آزمون انتقال با تکلیف دوگانه، بهتر بودند. محدودیت کار مکسول و همکاران (۱۶)، عدم ارائه زمان بین استراحت و آزمون‌های یادداری و انتقال و استفاده از مسافتی بود که گروه‌ها در مرحله اکتساب آن را تجربه کرده بودند (۱۵، ۱۷-۲۲). نتایج برخی تحقیقات (۲۳، ۲۴) اثربخشی این نوع تمرینات را در تسهیل یادگیری ضمنی نشان نداده‌اند. تحقیق سانلی و لی<sup>۱</sup> (۲۴) جزء تحقیقات اخیر صورت گرفته در خصوص استفاده از برنامه تمرینی کم خطا و پر خطا با دست‌کاری دشواری اسمی و کارکردی تکلیف است. سانلی و لی (۲۳) در تحقیقی از برنامه تمرینی کم خطا و پر خطا در طول اکتساب یک تکلیف آزمایشگاهی استفاده کردند. آن‌ها در این تحقیق با دست‌کاری دشواری اسمی و کارکردی تکلیف، برنامه‌های تمرینی کم خطا و پر خطا ایجاد کردند. یافته آزمایش اولشان نشان داد که پیشرفت از تمرین نزدیک به دور (برنامه تمرینی کم خطا) همواره باعث یادگیری ضمنی نمی‌گردد و همواره برای اجرا هنگام تکلیف ثانویه مفید نیست؛ اما یافته آزمایش دوم آن‌ها به‌طور نسبی از نظریه بازگماری حمایت می‌کند. تحقیق دیگری توسط سانلی و لی (۲۴) انجام گرفته است که در آن شرکت‌کنندگان موظف بودند دیسکی را روی یک میز به سمت هدف بلغزانند. در آزمایش اول سانلی و لی (۲۴) از هدف‌هایی با هشت اندازه متفاوت و در آزمایش دوم از هشت فاصله متفاوت استفاده شده است. نتایج دست‌کاری‌های اندازه هدف (پیشرفت از آسان به سخت) و به‌ویژه فاصله (پیشرفت از نزدیک به دور) در هر دو تحقیق در کل باعث بروز یادگیری پنهان در یک تکلیف حرکتی ظریف نشد. ون آسود و همکاران<sup>۲</sup> (۲۵) به بررسی تأثیرات خطا روی یادگیری نوجوانان مبتلا به فلج مغزی پرداختند. آن‌ها طبق پیش‌بینی نظریه بازگماری فرض نمودند که افراد مبتلا به فلج مغزی به خاطر نقص در حافظه کاری و هوش از یادگیری ضمنی بهره‌مند می‌گردند؛ اما یافته‌هایشان نشان داد که هر دو پروتکل تمرینی کم خطا و پر خطا باعث ایجاد یادگیری شد و تنها شرکت‌کنندگان با ظرفیت کاری خوب و عملکرد اولیه ضعیف، شکل ابتدایی یادگیری ضمنی را نشان دادند. همچنین قمری و همکاران (۲۶) در تحقیقی از دو پروتکل تمرینی کم خطا و پر خطا در دختران نوجوان ناتوان ذهنی استفاده کردند. نتایج آزمون یادداری و انتقال نشان داد که گروه تمرینی کم خطا نسبت به پر خطا در آزمون تکلیف دوگانه از نظر خطای مطلق و متغیر بهتر بودند. یافته‌های آن‌ها با پیش‌بینی نظریه بازگماری همخوانی دارد، هرچند آن‌ها از هیچ آزمونی برای ارزیابی حافظه کاری استفاده ننموده بودند. تحقیقات سانلی و لی در محیط آزمایشگاهی و تنها روی بزرگسال صورت گرفته و نتایج آن با ادعای ساختار نقطه چالش مغایرت دارد، اما کاهش

1 . Sanli &amp; Lee

2 . van Abswoude et al.

خطا در مرحله اکتساب به طور نسبی از نظریه بازگماری حمایت می‌کند؛ با این حال تفاوت کم در خطا نمی‌تواند به طور کامل از برآوردهای نظریه بازگماری حمایت نماید.

علی‌رغم این که تحقیقات در حوزه برنامه‌ریزی تمرینی کم خطا و پر خطا صورت گرفته است، اما محدودیت‌هایی نیز در اکثر تحقیقات مربوط به نظریه بازگماری به نظر می‌رسد. نخست این که اکثر تحقیقات مربوط به این حوزه، دو نوع یادگیری آشکار و پنهان را به صورت مجزا بررسی کرده‌اند (۲۴، ۲۵، ۲۷-۳۴). دومین محدودیت مربوط به تحقیقات صورت گرفته در این حوزه این است که از آزمون‌های حافظه کاری مناسب برای هم‌تاسازی گروه‌ها در ابتدای تمرین استفاده نکرده‌اند (۲۴، ۲۵، ۲۷-۳۴). سومین محدودیت تحقیقات این است که از مکانیسمی برای مطلع شدن از درگیر بودن حافظه کاری در طول تمرین استفاده نکرده‌اند. چهارمین محدودیت تحقیقات مربوط به نظریه بازگماری این است که پایداری یادگیری ضمنی را با آزمون‌های تأخیری بررسی ننموده‌اند (۲۴، ۲۵، ۲۷-۳۴). بنابراین تحقیق حاضر به منظور بررسی ادعاهای نظریه‌های یادگیری، به ویژه ساختار نقطه چالش در خصوص بهره‌مندی افراد دارای تجربه کمتر از تمرینات با چالش کمتر و بررسی ادعای نظریه بازگماری در خصوص بهره‌مندی همه افراد از تمرینات دارای خطا و چالش کمتر صورت گرفت. همچنین با در نظر گرفتن آنچه بیان شد و در راستای برطرف کردن محدودیت‌های پژوهش‌های پیشین، تحقیق حاضر با هدف دانش‌افزایی و بررسی تمم‌پذیری ادعاهای نظریه بازگماری (۸، ۹) و ساختار نقطه چالش (۷) در خصوص سازمان‌دهی تمرین به دنبال پاسخگویی به دو سؤال کلی زیر بود:

۱. آیا نوجوانان با توجه به ادعای نظریه بازگماری، از یادگیری ضمنی در پروتکل‌های کم خطا بهره‌مند می‌گردند؟

۲. پایداری یادگیری مهارت حرکتی در کدام یک از برنامه‌های تمرینی پر خطا و کم خطا بیشتر است؟

## روش‌شناسی

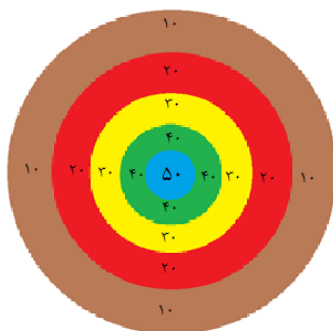
### شرکت‌کنندگان

جامعه آماری تحقیق، نوجوانان ۱۱ تا ۱۳ ساله مدارس ابتدایی شهرستان اردبیل بود. افرادی که هیچگونه تجربه قبلی در بسکتبال، هندبال یا والیبالی نداشتند، در تحقیق شرکت داده شدند. شرکت‌کنندگان آزمایش ۴۰ نوجوان با دامنه سنی ۱۰ تا ۱۳ بودند که با دعوت محقق و به صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند. شرکت‌کنندگان از دانش‌آموزان مدارس عادی انتخاب شدند. افرادی که از نظر شنوایی و کارکرد اندام بالاتنه مشکلی ندارند، وارد تحقیق شدند. این ۴۰ نفر براساس آزمون هوش و کسلر و آزمون حافظه کاری آلویی در چهار گروه مساوی (هر گروه ۱۰ نفر) به صورت تصادفی قرار گرفتند. گروه اول شامل گروه دشواری اسمی پایین و دشواری کارکردی پایین<sup>۱</sup> (LN+LF)، گروه دوم شامل دشواری اسمی پایین و دشواری کارکردی بالا<sup>۲</sup> (LN+HF)، گروه سوم شامل دشواری اسمی بالا و دشواری کارکردی پایین<sup>۳</sup> (HN+LF) و گروه چهارم شامل دشواری اسمی بالا و دشواری کارکردی بالا<sup>۴</sup> (HN+HF) بود. تحقیق حاضر با اخذ رضایت‌نامه از والدین و تمامی شرکت‌کنندگان انجام شد. شرکت‌کنندگان هیچ تجربه قبلی با تکلیف مورد استفاده در آزمایش نداشتند و از اهداف ویژه تحقیق نیز مطلع نبودند.

1. Low nominal and low functional difficulty
2. Low nominal and high functional difficulty
3. Functional nominal and low functional difficulty
4. Functional nominal and high functional difficulty

## ابزار و تکلیف

آزمایش شامل یک مهارت حرکتی درشت بود. این تکلیف با یک مقدار تغییر در تکلیف آزمون دقت پاس که به صورت خطوط افقی با فاصله‌های ۱۰ سانتی در تحقیقات وجود دارد، انتخاب گردید. البته قبل از اجرای این تکلیف در تحقیق، از هر گروه، ۲ نفر به عنوان پایلوت انتخاب شده و فواصل پرتاب بعد از اجرا روی گروه پایلوت، تعیین شد. در این تحقیق از شرکت کنندگان خواسته شد تا توپ مینی بسکتبال را از مسافت‌های متفاوت به سمت صفحه هدف به روش پاس سینه‌ای بسکتبال اجرا کنند. صفحه هدف شامل دایره‌های متحدالمرکزی است که بر روی دیوار، متناسب با قد افراد، نصب می‌گردید. به منظور ارزیابی دقت پرتاب سینه‌ای، دایره‌هایی به مرکز هدف و با شعاع‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متری در اطراف منطقه هدف رسم شد (تصویر ۱). از شرکت کنندگان خواسته شد که توپ را از مسافت‌های متعدد به سمت هدف به شکل پاس سینه‌ای پرتاب کنند. اگر نقطه برخورد توپ در یکی از مناطق یا خارج از بزرگ‌ترین دایره هدف بود به ترتیب ۵۰، ۴۰، ۳۰، ۲۰، ۱۰ و صفر امتیاز ثبت می‌شد. در مواردی که توپ با خط برخورد می‌کرد، امتیاز بالاتر داده می‌شد. در مواردی که توپ، خارج از محدوده تعیین شده بود یا به شکل صحیح اجرا نمی‌شد، خطا محسوب می‌گردید.



تصویر ۱. اهداف دارای پنج دایره متحدالمرکز برای پرتاب توپ مینی بسکتبال

## روش اجرا

قبل از شروع آموزش در مرحله اکتساب، یکسری تصاویر مربوط به اشکال هندسی، تصاویر مربوط به گل و حیوانات به افراد نمایش داده می‌شد. به افراد گفته شد به این تصاویر دقت کنند. در آخر جلسه تمرین، باز تصاویری به آن‌ها نمایش داده می‌شود و از افراد خواسته می‌شود که بگویند چند تا از این تصاویر مشابه تصاویر اولیه قبل از تمرین هستند. اکتساب با آموزش نحوه اجرای تکلیف مهارت پاس سینه‌ای و نحوه امتیازدهی به اجرا آغاز شد؛ سپس شرکت کنندگان پشت خط مخصوص اجرا ایستادند. فاصله استراحت بین بلوک‌ها پنج دقیقه بود. بین مرحله اکتساب و مرحله آزمون فوری از پازل تکمیل تصاویر به عنوان یک فعالیت شناختی استفاده گردید. برای این آزمایش نیز از دو تکلیف با دشواری اسمی متفاوت (دشواری اسمی پایین و بالا) استفاده گردید. دشواری اسمی پایین شامل مسافت‌های ۳، ۳/۲۵، ۳/۵ و ۳/۷۵ متری از صفحه هدف بود و دشواری اسمی بالا

شامل مسافت‌های ۴/۲۵، ۴/۵، ۴/۷۵ و ۵ متری از هدف بود. برای هرکدام از این دشواری‌های اسمی متفاوت، دو نوع تغییرپذیری تمرینی در نظر گرفته شد. به عبارت دیگر تمرین نزدیک به دور و دور به نزدیک برای هرکدام از دشواری‌های اسمی متفاوت در نظر گرفته شد. به طور کلی چهار گروه تمرینی متفاوت برای آزمایش موردنظر انتخاب گردید: شرکت‌کنندگان ۲۰۰ کوشش را در جلسه تمرینی اجرا می‌کردند. گروه تمرینی اول (LN+LF) و دوم (LN+HF) در دشواری اسمی پایین تمرین کردند، تنها تفاوت آنها در نحوه پیشروی از فاصله نزدیک به دور (LN+LF) یا دور به نزدیک (LN+HF) بود. گروه تمرینی سوم (HN+LF) و چهارم (HN+HF) در دشواری اسمی بالا تمرین کردند و تفاوت آنها نیز در پیشروی از فاصله نزدیک به دور (HN+LF) یا دور به نزدیک (HN+HF) بود. جلسه تمرینی شامل ۵ بلوک تمرینی بود. بلوک تمرینی شامل ۴۰ کوشش بود که شرکت‌کنندگان از هر فاصله ۱۰ کوشش تمرینی را اجرا می‌کردند. آزمون تکلیف منفرد شامل ۷۵ کوشش (۲۵ کوشش فوری و ۲۵ کوشش تأخیری ۲۴ ساعته و ۲۵ کوشش تأخیری یک‌هفته‌ای) و آزمون تکلیف دوگانه شامل ۷۵ کوشش (۲۵ کوشش فوری، ۲۵ کوشش تأخیری ۲۴ ساعته و ۲۵ کوشش تأخیری یک‌هفته‌ای) در فاصله ۴ متری از هدف بود. تکلیف دوگانه شامل شمردن اعداد زوج با شنیدن صدای بوق هنگام اجرای تکلیف اصلی بود.

### تحلیل داده‌ها

برای مرحله اکتساب از یک طرح تحلیل واریانس دوره‌ای تکراری ۲ (دشواری کارکردی: پایین و بالا)  $\times$  ۲ (دشواری اسمی: کم؛ زیاد)  $\times$  ۵ (بلوک ۴۰ کوششی) استفاده شد. برای مرحله آزمون‌های تکلیف منفرد، از یک طرح تحلیل واریانس دوره‌ای تکراری ۲ (دشواری کارکردی: پایین و بالا)  $\times$  ۲ (دشواری اسمی: پایین و بالا)  $\times$  ۳ (روز آزمون: فوری، تأخیری ۲۴ ساعته و یک‌هفته‌ای) استفاده گردید. برای مرحله آزمون تکلیف دوگانه، از یک طرح تحلیل واریانس دوره‌ای تکراری ۲ (دشواری کارکردی: پایین و بالا)  $\times$  ۲ (دشواری اسمی: پایین و بالا)  $\times$  ۳ (روز آزمون: فوری، تأخیری ۲۴ ساعته و یک‌هفته‌ای) استفاده شد. برای تحلیل داده‌های آزمون‌های تکلیف منفرد و تکلیف دوگانه فوری، تأخیری ۲۴ ساعته و تأخیری یک‌هفته‌ای به صورت مجزا از تحلیل دوره‌ای استفاده شد. همچنین برای مقایسه تحلیل داده‌های آزمون‌های تکلیف منفرد و دوگانه فوری، آزمون‌های تکلیف منفرد و دوگانه تأخیری ۲۴ ساعت و آزمون‌های تکلیف منفرد و دوگانه تأخیری یک‌هفته‌ای به صورت مجزا از آزمون تی وابسته استفاده گردید. همچنین برای تحلیل خطاهای تکلیف ثانویه در آزمون‌های تکلیف دوگانه فوری، تأخیری ۲۴ ساعت و تأخیری یک‌هفته‌ای از تحلیل واریانس دوره‌ای استفاده گردید.

### نتایج

#### ۱. تحلیل داده‌های مربوط به درگیری حافظه کاری در طول تمرین

نرمال بودن داده‌ها با توجه به دو آزمون شاپیرو-ویلک و کولموگراف-اسمیرنوف تایید گردید. آزمون لون همگنی واریانس‌های گروه‌ها را تأیید کرد،  $F(3, 36) = 0.57, p > 0.05$ . مقایسه تصاویر یادآوری شده در مرحله اکتساب نشان داد که اثر اصلی دشواری اسمی  $F(1, 36) = 80.78, p < 0.001, \eta^2_p = 0.69$ ، اثر اصلی دشواری کارکردی  $F(1, 36) = 13.41, p < 0.001, \eta^2_p = 0.27$  و اثر تعاملی دشواری اسمی و دشواری کارکردی  $F(1, 36) = 15.08, p < 0.001, \eta^2_p = 0.29$  معنادار بود؛ بنابراین گروه اول (LN+LF)

$M=11.3$ ,  $SD=1.57$ ) (LN+HF) نسبت به سه گروه تمرینی دیگر بهتر بود. همچنین گروه دوم (LN+HF)  $M=14.7$ ,  $SD=1.57$ ) نسبت به دو گروه‌های سوم (HN+LF) و چهارم (HN+HF) بهتر بود. باین حال، بین گروه سوم ( $M=8.9$ ,  $SD=1.1$ ) و گروه چهارم ( $M=9$ ,  $SD=1.41$ ) تفاوت معناداری وجود نداشت.

### جدول ۱. نتایج تحلیل واریانس دوره‌های آموزش مرحله درگیری حافظه‌ای (تساوی یادآوری شده)

اندازه اثر	سطح معناداری	F	درجه آزادی	میانگین مجذورات	
۰/۷۹	۰/۰۰۰۱	۸۰/۷۸	۱	۱۶۴/۰۳	دشواری اسمی
۰/۵۴	۰/۰۰۰۱	۱۳/۴۱	۱	۲۷/۲۳	دشواری کارکردی
۰/۶۲	۰/۰۰۰۱	۱۵/۰۸	۱	۳۰/۶۳	دشواری اسمی * دشواری کارکردی
			۳۶	۲/۰۳	خطا

### ۲. تحلیل نسبت خطاهای مرحله اکتساب

مقایسه خطاها در مرحله اکتساب نشان می‌دهد که اثر اصلی دشواری اسمی  $F(1, 36)=488.81$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2_p = 0.93$  و اثر اصلی دشواری کارکردی  $F(1, 36)=4.26$ ,  $p < 0.05$ ,  $\eta^2_p = 0.11$  و اثر تعاملی دشواری اسمی و دشواری کارکردی  $F(1, 36)=6.33$ ,  $p < 0.05$ ,  $\eta^2_p = 0.12$  معنادار بود؛ بنابراین گروه اول (LN+LF) ( $M=0.003$ ,  $SD=0.003$ ) نسبت به سه گروه تمرینی دیگر بهتر بود. همچنین گروه دوم (LN+HF) ( $M=0.054$ ,  $SD=0.017$ ) نسبت به دو گروه تمرینی با دشواری اسمی بالا بهتر بود. باین حال، بین گروه سوم (HN+LF) ( $M=0.27$ ,  $SD=0.023$ ) و گروه چهارم (HN+HF) ( $M=0.27$ ,  $SD=0.055$ ) تفاوت معناداری وجود ندارد.

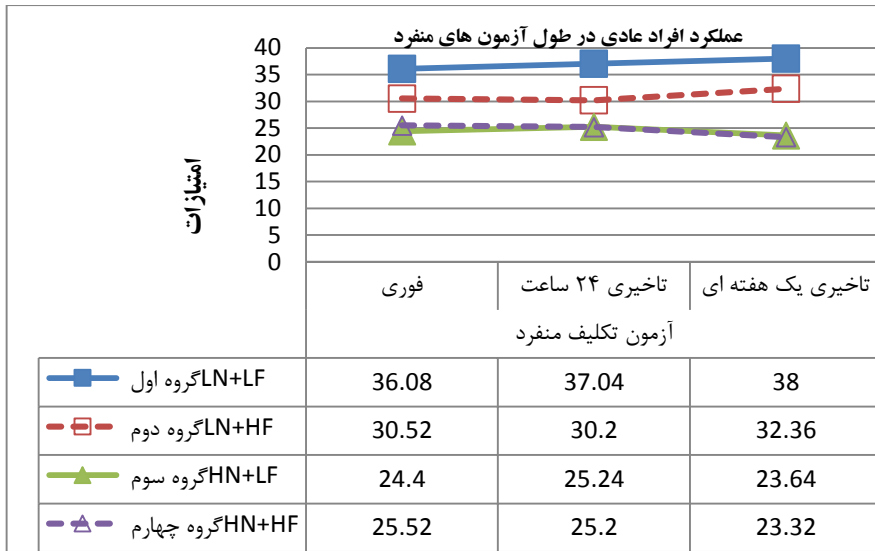
### ۳. تحلیل آزمون‌های تکلیف منفرد

آزمون یون همگنی واریانس‌های گروه‌ها را تأیید کرد،  $F(3, 36) = 0.73$ ,  $p > 0.05$ . مقایسه امتیازات در آزمون تکلیف منفرد فوری نشان داد که اثر اصلی دشواری اسمی  $F(1, 36) = 130.71$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2_p = 0.78$  و اثر اصلی دشواری کارکردی  $F(1, 36) = 9.26$ ,  $p < 0.01$ ,  $\eta^2_p = 0.21$  و اثر تعاملی دشواری اسمی و دشواری کارکردی  $F(1, 36) = 20.96$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2_p = 0.37$  معنادار بود؛ بنابراین گروه اول (LN+LF) ( $M=36.06$ ,  $SD=2.04$ ) نسبت به سه گروه تمرینی دیگر بهتر بود. همچنین گروه دوم (LN+HF) ( $M=30.52$ ,  $SD=2.31$ ) نسبت به دو گروه‌های تمرینی با دشواری اسمی بالا بهتر بود. باین حال، بین گروه سوم (HN+LF) ( $M=24.4$ ,  $SD=2.57$ ) و گروه چهارم (HN+HF) ( $M=25.5$ ,  $SD=2.28$ ) تفاوت معناداری وجود نداشت.



## جدول ۱. نتایج تحلیل واریانس دوره‌ها بین گروهی مرحله آزمون

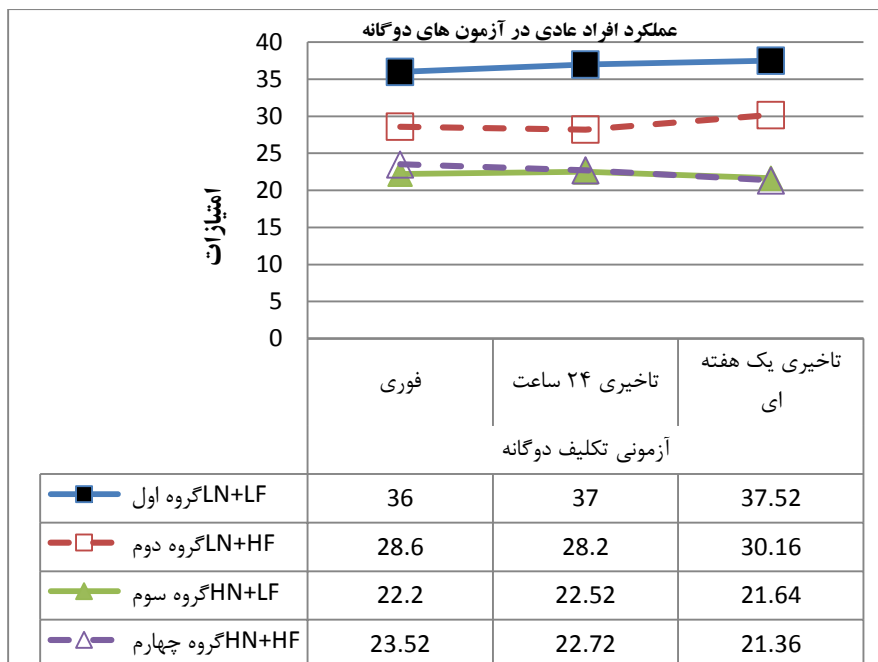
اندازه اثر	سطح معناداری	F	درجه آزادی	میانگین مجزورات	
۰/۸۵	۰/۰۰۰۱	۱۹۶/۱۱	۱	۲۶۹۶/۱۱	دشواری اسمی
۰/۳۳	۰/۰۰۰۱	۱۸/۱	۱	۳۴۸/۸۳	دشواری کارکردی
۰/۳۷	۰/۰۰۰۱	۲۱/۴۲	۱	۲۹۴/۵۳	دشواری اسمی * دشواری کارکردی
			۳۶	۱۳/۷۵	خطا



#### تصویر ۱. امتیازات گروه‌ها در آزمون‌های تکلیف منفرد

#### ۴. تحلیل آزمون‌های تکلیف دوگانه

آزمون یون همگنی واریانس‌های گروه‌ها را تأیید کرد،  $F(3, 36) = 0.2, p > 0.05$ . مقایسه امتیازات در آزمون تکلیف دوگانه فوری نشان می‌دهد که اثر اصلی دشواری اسمی  $F(1, 36) = 173.96, p < 0.001, \eta^2_p = 0.83$  و اثر اصلی دشواری کارکردی  $F(1, 36) = 18.04, p < 0.001, \eta^2_p = 0.33$  و اثر تعاملی دشواری اسمی و دشواری کارکردی  $F(1, 36) = 37.11, p < 0.001, \eta^2_p = 0.51$  معنادار بود؛ بنابراین گروه اول (LN+LF)  $(M=36, SD=2.28)$  نسبت به سه گروه تمرینی دیگر بهتر بود. همچنین گروه دوم (LN+HF)  $(M=28.6, SD=2.04)$  نسبت به دو گروه‌های تمرینی با دشواری اسمی بالا بهتر بود. با این حال، بین گروه سوم (HN+LF)  $(M=22.2.4, SD=2.18)$  و گروه چهارم (HN+HF)  $(M=23.5, SD=2.53)$  تفاوت معناداری وجود ندارد.



تصویر ۲. امتیازات گروه‌ها در آزمون‌های تکلیف دوگانه

جدول ۴. نتایج تحلیل واریانس دوره‌ها بین گروهی مرحله آزمون تکلیف دوگانه

اندازه اثر	سطح معناداری	F	درجه آزادی	میانگین مجذورات	
۰/۹	۰/۰۰۰	۳۲۵/۷۴	۱	۳۳۶۲/۳۳	دشواری اسمی
۰/۵۳	۰/۰۰۰	۴۰/۲۲	۱	۴۱۵/۱۵	دشواری کارکردی
۰/۵۸	۰/۰۰۰	۴۹/۶۵	۱	۵۱۲/۵۳	دشواری اسمی * دشواری کارکردی
			۳۶	۱۰/۳۲	خطا

۱. مقایسه آزمون‌های تکلیف منفرد و دوگانه

p	d	t	BC <sub>a</sub>	تفاوت نمره	SE تکلیف دوگانه	M تکلیف دوگانه	SE تکلیف منفرد	M تکلیف منفرد	گروه‌ها	
۰/۷۶	۰/۰۰۲	۰/۳۲	[-۰/۵۲ و ۰/۴]	۰/۰۸	۰/۷۲	۳۶	۰/۶۴	۳۶/۰۸	LN+LF گروه اول	آزمون فوری
۰/۰۰۲	۰/۰۷	۳/۹۴	[۱/۱۲ و ۲/۹۲]	۱/۹۲	۰/۶۵	۲۸/۶	۰/۷۳	۳۰/۵۲	LN+HF گروه دوم	
۳/۰۱	۰/۱	۳/۰۱	[۰/۶۴ و ۳/۴۴]	۲/۲	۰/۶۹	۲۲/۲	۰/۸۱	۲۴/۴	HN+LF گروه سوم	
۰/۰۰۲	۰/۰۸	۴/۳۷	[۱/۲۴ و ۲/۹۲]	۲	۰/۸	۲۳/۵۲	۰/۷۲	۲۵/۵۲	گروه چهارم HN+HF	
۰/۹۳	۰/۰۰۱	۰/۰۹۴	[-۰/۳۳ و ۰/۸۸]	۰/۰۴	۰/۸۵	۳۷	۰/۷۲	۳۷/۰۴	LN+LF گروه اول	آزمون تاخیری ۲۴ ساعته
۰/۰۱۱	۰/۰۷	۳/۲	[۰/۹۲ و ۳/۲۴]	۲	۰/۶۳	۲۸/۲	۰/۸۹	۳۰/۲	LN+HF گروه دوم	
۰/۰۲۷	۰/۱۲	۲/۶۴	[۰/۸ و ۴/۷۲]	۲/۷۲	۰/۸۸	۲۲/۵۲	۰/۸۴	۲۵/۲۴	HN+LF گروه سوم	
۰/۰۳۵	۰/۱۱	۲/۴۸	[۰/۵۲ و ۴/۳۲]	۲/۴۸	۰/۷۷	۲۲/۷۲	۰/۷۳	۲۵/۲	گروه چهارم HN+HF	
۰/۷۶	۰/۰۱۲	۰/۳۲	[-۰/۶۴ و ۰/۳۲]	۰/۴۸	۰/۷۵	۳۷/۵۲	۰/۸۶	۳۸	LN+LF گروه اول	

۰/۰۰۷	۰/۰۷	۳/۴۵	[۰/۹۶ و ۳/۲۶]	۲/۲	۰/۷۳	۳۰/۱۶	۰/۶۸	۳۲/۳۶	LN+HF	گروه دوم	آزمون تاخیری یک هفته‌ای
۰/۰۲۳	۰/۰۹	۲/۷۶	[۰/۶ و ۳/۲۲]	۲	۰/۷۷	۲۱/۶۴	۰/۷۸	۲۳/۶۴	HN+LF	گروه سوم	
۰/۰۱۷	۰/۰۹	۲/۹۱	[۰/۹۲ و ۳/۴۲]	۱/۹۶	۰/۷۶	۲۱/۳۶	۰/۷۶	۲۳/۳۲	چهارم	گروه HN+HF	

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر، بررسی برخی ادعاهای نظریه‌ها درباره برنامه‌ریزی تمرین مهارت‌های حرکتی بود. هرکدام از نظریه‌ها، ادعاهایی در خصوص وجود خطاها در مرحله اکتساب دارند؛ اما دو نظریه حلقه بسته آدامز و نظریه طرحواره اشمیت و ساختار نقطه چالش در خصوص یادگیری آشکار، ادعاهایی دارند، اما نظریه بازگماری در خصوص یادگیری ضمنی ادعاهایی را مطرح کرده است. پس ما با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش به بررسی این ادعاهای می‌پردازیم.

ابتدا به تحلیل داده‌های مربوط به درگیری حافظه کاری و تعیین شدت چالش در طول تمرین پرداخته شد. نتایج پژوهش نشان داد که گروه اول (LN+LF)، درگیری حافظه کاری و چالش کمتری در طول تمرین نسبت به سه گروه دیگر داشت. گروه دوم (LN+HF)، درگیری حافظه کاری و چالش کمتری نسبت گروه‌های سوم (HN+LF) و چهارم (HN+HF) داشت. باین‌حال، دو گروه سوم و گروه چهارم از نظر درگیری حافظه کاری و چالش ایجادشده در طول تمرین، تفاوت چندانی باهم نداشتند.

یافته‌های این پژوهش نشان داد که گروه اول (LN+LF) نسبت خطای کمتری در طول تمرین نسبت به سه گروه دیگر داشته است. گروه دوم (LN+HF)، نسبت خطای کمتری نسبت به دو گروه‌های سوم و چهارم داشته است. باین‌حال، گروه‌های سوم (HN+LF) و چهارم (HN+HF) از نظر نسبت خطا در طول تمرین، تفاوت چندانی باهم نداشتند؛ بنابراین زمانی که دشواری اسمی تکلیف پایین باشد، گروه آرایش تمرین نزدیک به دور در طول و کل مرحله تمرین نسبت به گروه آرایش تمرین دور به نزدیک خطای کمتری داشت. بنابراین مطابق انتظار و مشابه تحقیقات مکسول و همکاران (۱۶) و پولتون و همکاران (۳۵، ۳۶)، آرایش نزدیک به دور نسبت به دور به نزدیک، ملزومات پروتکل تمرین کم خطا را تأمین کرد. در نتیجه از آرایش نزدیک به دور، مشاهده آثار تمرین ضمنی انتظار می‌رفت. باین‌حال، زمانی که دشواری اسمی بالا باشد، آرایش تمرینی نزدیک به دور و دور به نزدیک از نظر نسبت خطا تفاوتی ندارند، لذا انتظار هیچ‌گونه یادگیری ضمنی از این نوع آرایش تمرینی نمی‌رود.

نتایج مربوط به بلوک‌های تمرینی نشان داد که تغییرات از بلوک یک به بلوک چهار معنادار بود، اما از بلوک چهار به بلوک پنج، تغییرات خیلی جزئی بودند و عملکرد گروه‌ها تا حدودی در بین بلوک‌های چهار و پنج به فلات رسیدند. باین‌حال، میزان تغییرات در بلوک‌های تمرین با توجه به دو عامل مستقل دشواری اسمی و کارکردی متفاوت نبود. البته این عدم تفاوت تغییرات عملکردی در بلوک‌ها با توجه به دو عامل دشواری اسمی و کارکردی را می‌توان با قانون توانی تمرین تبیین کرد که با پیشرفت عملکرد، سرعت یادگیری فرد کاهش پیدا می‌کند. به عبارتی، تغییرات عددی یکسان در سطوح مختلف یادگیری به معنی عدم تفاوت یادگیری نیست و تغییرات عددی در سقف یادگیری متفاوت از تغییرات عددی در اواسط یا اوایل یادگیری است.

نتایج تحقیق در آزمون تکلیف منفرد که از مسافت جدید ۴ متری استفاده شده بود، نشان داد که گروه اول نسبت به سه گروه دیگر بهتر بود. همچنین گروه دوم نسبت به گروه سوم و چهارم بهتر عمل کرد و گروه سوم و

چهارم باهم تفاوتی نداشتند. این یافته با دیدگاه تئوری حلقه بسته آدامز (۴) که خطا را در مرحله اکتساب به خاطر تقویت رد ادراکی حرکات نادرست، برای یادگیری مضر می‌داند، همخوانی دارد. با توجه به این که گروه‌های دارای دشواری اسمی پایین (گروه اول و دوم) نسبت به هم و گروه‌های دارای دشواری اسمی بالا (گروه سوم و چهارم) نسبت به هم در مرحله اکتساب، تجربه پرتاب از فاصله‌های متفاوت را به یک‌میزان داشتند و میزان تغییرپذیری و دامنه تجربیات آن‌ها نسبت به هم مشابه بود، لذا براساس تئوری طرحواره (۳۷) باید در آزمون انتقال عملکرد گروه‌های دارای دشواری اسمی پایین نسبت به هم و عملکرد گروه‌های دشواری اسمی بالا نسبت به هم مشابه باشند. نتایج این پژوهش زمانی که دشواری اسمی بالا بود، از تئوری طرحواره حمایت می‌کند. به عبارتی عملکرد گروه سوم تقریباً با عملکرد گروه چهارم مشابه است؛ اما نتایج این پژوهش زمانی که دشواری اسمی پایین بود، از تئوری طرحواره حمایت نمی‌کند. احتمالاً این مغایرت را می‌توان با نوع یادگیری دو گروه تبیین کرد. به عبارتی اختلاف عملکرد این دو گروه با اختلاف در میزان خطای دو گروه در مرحله اکتساب تبیین می‌گردد. خطای کمتر گروه اول در مرحله اکتساب باعث عدم ایجاد فرضیه و آزمون آن و در نتیجه عدم درگیری حافظه کاری می‌گردد و این شرایط منجر به یادگیری ضمنی مهارت می‌شود. تئوری بازگماری (۹، ۱۲) پیش‌بینی خاصی در زمینه نتایج آزمون انتقال در شرایط تکلیف منفرد ارائه نمی‌کند. با این حال، نتایج این پژوهش با برآوردهای نظریه بازگماری مبنی بر این که خطای کمتر در مرحله اکتساب باعث عملکرد بهتر و بادوام‌تر می‌گردد، همخوانی دارد. نتایج این پژوهش با برآوردهای ساختار نقطه چالش (۷) مبنی بر این که وجود مقداری خطا با توجه به سطح مهارت یادگیرنده و ظرفیت پردازش فرد برای یادگیری مفید می‌داند، همخوانی دارد. با این حال چون این ساختار مدعی است که دشواری اسمی پایین با دشواری کارکردی بالا و دشواری اسمی بالا با دشواری کارکردی پایین به یادگیری بهتری منجر می‌گردد؛ اما در این پژوهش، عملکرد گروه دوم با گروه سوم در آزمون انتقال مشابه بودند. علت مغایرت این یافته با برآورد ساختار نقطه چالش را می‌توان به دو صورت تبیین کرد. نخست این که با توجه به نتایج این پژوهش گروه دوم نسبت به گروه اول، درگیری حافظه کاری و چالش کمتری در مرحله اکتساب داشتند؛ بنابراین احتمالاً این چالش کمتر با ظرفیت پردازش افراد تناسب بیشتری دارد. دوم این که گروه دوم در مرحله اکتساب نسبت به گروه سوم، خطای کمتری داشتند؛ لذا احتمالاً این خطای کمتر منجر به نوعی یادگیری ضمنی در این گروه شده است.

برای ارزیابی میزان پایداری در برابر شرایط فشار شناختی از روش تکلیف دوگانه استفاده شد. نتایج آزمون انتقال در شرایط تکلیف دوگانه نشان داد که گروه اول نسبت به سه گروه دیگر بهتر عمل کرد. پولتون و همکاران (۳۵) بر این باورند که بیشترین اثربخشی یادگیری کم خطا هنگامی دیده می‌شود که شرایط تمرین کم خطا به‌ویژه در آغاز تمرین فراهم شود. هر دو گروه شرایط تمرین از فواصل نزدیک را تجربه کردند، با این تفاوت که گروه نزدیک به دور در مراحل آغازین اکتساب با این شرایط روبرو شده‌اند، ولی گروه دور به نزدیک این شرایط را در مراحل پایانی اکتساب تجربه کرده‌اند. تئوری آدامز (۴) پیش‌بینی خاصی در خصوص آزمون انتقال در شرایط تکلیف دوگانه ارائه نمی‌کند. با این حال، براساس تئوری آدامز، خطای کمتر در مرحله اکتساب برای یادگیری مفید است، لذا نتایج این پژوهش با این برآورد تئوری آدامز همخوانی دارد. نظریه طرحواره اشمیت (۳۷) پیش‌بینی می‌کند در آزمون انتقال عملکرد دو گروه مشابه است یا دست کم نباید از وضعیت تکلیف منفرد به دوگانه کاهش مشاهده شود، چون میزان تغییرپذیری و دامنه تجربیات در اکتساب مشابه بوده است. یافته‌های این پژوهش در بخشی که نشان داد گروه سوم با گروه چهارم تفاوت ندارد، با برآورد نظریه طرحواره همخوانی دارد، اما یافته‌ها در بخشی که نشان داد

گروه اول با گروه دوم تفاوت دارد، با این نظریه همخوانی ندارد. شاید این عدم همخوانی را بتوان با توسل به نظریه بازگماری و یادگیری ضمنی تبیین کرد. یافته‌ها با پیش‌بینی‌های نظریه بازگماری (۹، ۱۲) همخوانی کامل دارد. این نظریه بیان می‌کند تمرین کم خطا منجر به یک حالت غیرفعال یادگیری می‌شود که سهم فرایندهای پنهان (ضمنی) را افزایش می‌دهد که نتیجه آن مقاومت عملکرد در برابر شرایط فشار یا تکلیف دوگانه است. به نظر می‌رسد بهترین تبیین ارائه شده در زمینه الگوی یافته‌ها در این نظریه پیش‌بینی شده است.

سانلی و لی (۲۳، ۲۴) یافته‌هایی ناسازگار با نتایج تحقیق حاضر به دست آورده‌اند. شرایط آزمایش‌های سانلی و لی (۲۳، ۲۴) و آزمایش تحقیق حاضر تفاوت‌هایی دارند که موجب شده نتایج همسو باهم نباشد. تفاوت اصلی، با تکالیف به کاررفته مرتبط است. تکلیف به کاررفته در تحقیق حاضر پرتاب دودستی توپ به سمت اهداف با دایره‌های متحدالمرکز است که از نوع تکالیف حرکتی درشت به شمار می‌رود، درحالی که تکلیف آزمایش‌های سانلی و لی (۲۳، ۲۴) یک تکلیف حرکتی ظریف است. در دیگر پژوهش‌ها که در آن نمونه‌ها بزرگسال بوده‌اند و تکالیف حرکت درشت بکار رفته است [به‌عنوان مثال، ماکسول و همکاران (۱۶) یا پولتون، ماکسول و مسترز (۳۵) در ضربه گلف؛ پولتون، مسترز و ماکسول (۳۶) و مسترز، پولتون و ماکسول (۳۸) در پاس راگی] نتایجی مشابه یافته‌های تحقیق حاضر به دست آمده است. تحلیل داده‌های این پژوهش نشان داد که گروه کم خطای کم‌توان ذهنی نسبت به گروه پر خطای کم‌توان ذهنی بهتر بودند. این یافته با یافته‌های پژوهش پولتون و زاجری (۲۰۰۷)، گابت و مسترز (۲۰۱۱)، قمری و همکاران (۱۳۹۴)، محمدی و همکاران (۱۳۹۵) و صالحی و همکاران (۱۳۹۵) همخوانی دارد، اما با یافته‌های پژوهش بوزراد و همکاران (۲۰۱۳)، سانلی و لی (۲۰۱۴) و آسود و همکاران (۲۰۱۵) همخوانی ندارد.

همچنین در تبیین علت مغایرت یافته‌های این پژوهش با برخی یافته‌های پژوهش‌های قبلی می‌توان گفت که در اکثر تحقیقات گذشته از آزمون حافظه کاری برای طبقه‌بندی مناسب گروه‌ها در ابتدای تمرین استفاده نشده است. همچنین تحقیقات قبلی از مکانیسم مناسبی برای آگاهی از درگیری حافظه کاری در طول تمرین استفاده نکرده‌اند. لذا با عدم آگاهی از وضعیت درگیری حافظه کاری، نمی‌توان استدلال مناسبی را در خصوص برآوردهای نظریه‌ها انجام داد. همچنین اکثر تحقیقاتی که در حوزه نظریه بازگماری به نتایج مغایر با نتایج نظریه بازگماری رسیده‌اند، از مهارت حرکتی ظریف استفاده کرده‌اند. تکالیف حرکتی ظریف ذاتاً نیاز به توجه و دقت بیشتری دارد، لذا ایجاد شرایط یادگیری ضمنی در این تکالیف ساده به نظر نمی‌رسد.

طبق نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود در محیط‌های آموزشی - تربیتی یا در زمینه‌های درمانی از تمرین کم خطا برای ایجاد یادگیری پنهان تکالیف حرکتی درشت برای کودکان کم‌توان ذهنی استفاده کرد. در تحقیقات آتی می‌توان با تغییر پارامترهایی مانند استفاده از تکالیف حرکتی بسته در مقابل باز یا مهارت‌های حرکتی درشت در مقابل ظریف اثرات پروتکل‌های کم خطا را بررسی نمود. پژوهش‌های آینده می‌تواند با هدف امکان استفاده از این روش‌ها برای یادگیری مهارت‌های حرکتی در کودکان انجام شود. حیطه دیگری که می‌تواند زمینه مناسبی برای تحقیق باشد اثرات خودکنترلی (خودتنظیمی) در انتخاب آرایش تمرین است.

به‌عنوان نتیجه‌گیری پایانی می‌توان گفت که در حال حاضر دیدگاه نظری واحدی وجود ندارد که بتواند تمامی اثرات مشاهده شده در مرحله اکتساب و آزمون‌های انتقال در شرایط تکلیف منفرد و تکلیف دوگانه بر اجرا را یکجا تبیین نمود. با این حال، از چندین نظریه و ساختار نظری می‌توان کمک گرفت تا درک جامعی از عوامل احتمالی سودمندی پروتکل‌های تمرینی در یادگیری حرکتی به دست آورد.

### تشکر و قدردانی

بر خود وظیفه می‌دانم از مسئولان آموزش و پرورش ناحیه یک اردبیل و جناب آقای نجفی مدیر مدرسه و دانش‌آموزان نیز به خاطر همکاری صمیمانه و سعه صدر در اجرای دقیق این پژوهش تشکر می‌کنم.

### منابع و مآخذ

1. Magill R, Anderson D. Motor Learning and Control. United States of America: McGraw -Hill Education; 2017. 479 p.
2. Schmidt RA, Lee TD. Motor Control and Learning: A Behavior Emphasis. Champaign, IL: Human kinetics; 2011.
3. Schmidt RA, Lee TD. Motor Learning and Performance: From Principles to Application: Human Kinetics; 2013.
4. Adams JA. A closed-loop theory of motor learning. Journal of Motor Behavior. 1971;3:111-50.
5. Fitts PM, Posner MI. Human Performance. Oxford, England: Cole/Brooks; 1967.
6. Sanli EA. The Role of Minimization and Facilitation of Learner Involvement During Acquisition in the Learning of a Motor Task: McMaster University; 2013.
7. Guadagnoli MA, Lee TD. Challenge point: a framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. Journal of Motor Behavior. 2004;36(2):212-24.
8. Masters RSW, Maxwell JP. Implicit motor learning, reinvestment and movement disruption. Skill acquisition in sport: Research, theory and practice. 2004:207.
9. Masters ,Maxwell. The theory of reinvestment. International Review of Sport and Exercise Psychology. 2008;1(2):160-83.
10. Masters RSW, Poolton JM, Maxwell JP, Raab M. Impilic learning and complex decision making in time constrained environment. Journal of Motor behavior. 2008;40:71-9.
11. Sanli EA, Patterson JT, Bray SR, Lee TD. Understanding self-controlled motor learning protocols through the self-determination theory. Frontiers in psychology. 2013;3(Article 611):1-17.
12. Masters RSW. Knowledge, knerves and know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. British Journal of Psychology. 1992;83(3):343-58.
13. Hardy L, Mullen R, Jones G. Knowledge and conscious control of motor actions under stress. British Journal of Psychology. 1996;87:621-36.

14. Bright JEH, Freedman O. Differences between implicit and explicit acquisition of a complex motor skill under pressure: An examination of some evidence. *British Journal of Psychology*. 1998;89(2):249-6۳
15. Maxwell JP, Masters RSW, Kerr E, Weedon E. The implicit benefit of learning without errors. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*. 2001;54(4):1049-68.
16. Maxwell JP, Masters RSW, Kerr E, Weedon E. The implicit benefit of learning without errors. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A*. 2001;54(4):1049-68.
17. Maxwell JP, Masters RSW, Eves F. From novice to no know-how: A longitudinal study of implicit motor learning. *Journal of Sports Sciences*. 2000;18(2):111-20.
18. Lam WK, Masters RSW, Maxwell JP. Cognitive demands of error processing associated with preparation and execution of a motor skill. *Consciousness and Cognition*. 2010;19(4):1058-61.
19. Capio CM, Sit CH, Abernethy B, Masters RSW. The possible benefits of reduced errors in the motor skills acquisition of children. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2012;4(1):1.
20. Mohamadi J, Ghamari A, Herasi SA. Learning and generalization of the errorless and error full practice in girls 10 to 12 years .*Motor Behavior*. 2016;8(23):49-64 (In Persian.)
21. Salehi H, Mehrvarz M, Rafaei M. Using errorless practice for facilitating implicit motor learning in children. *Journal of development & motor learning*. In revision:(in Persian.)
22. Gabbett T, Masters R ,S W. Challenges and Solutions when Applying Implicit Motor Learning Theory in a High Performance Sports Environment: Examples from Rugby League. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 2011;6:567-75.
23. Sanli EA, Lee TD. What Roles Do Errors Serve in Motor Skill Learning? An Examination of Two Theoretical Predictions. *Journal of motor behavior*. 2014;46(5):329-37.
24. Sanli EA, Lee TD. Nominal and functional task difficulty in skill acquisition: Effects on performance in two tests of transfer .*Human movement science*. 2015;41:218-29.
25. van Abswoude F, Santos-Vieira B, van der Kamp J, Steenbergen B. The influence of errors during practice on motor learning in young individual with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*. 2015;4-۰ .۶۴-۴۶:۳۰۳
26. Ghamari A, Mohamadi J, Mohamadi M. The effect of errorless and error full practice on learning and transfer of dart throwing skill in adolescents



- with intellectual disabilities. *Motor Behavior*. 2015;7(21):111-26 (In Persian.)
27. Abdoli B, Farsi A, HasanBarani F. Comparing the effects Errorless and Errorful and Fixed practices on learning of throwing task. *Pelagia Research Library*. 2012;2(5):1800-6.
  28. Akizuki K, Ohashi Y. Measurement of functional task difficulty during motor learning :What level of difficulty corresponds to the optimal challenge point? *Human Movement Science*. 2015;43:107-17.
  29. Buszard T, Reid M, Farrow D, Masters R, S W. Implicit motor learning: Designing practice for performance. *ITF Coaching and Sport Science Review*. 2013;60(21):3-5.
  30. Maxwell JP, 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.
  31. Sullivan KJ, Katak SS, Burtner PA. Motor learning children: Feedback effects on skill acquisition. *Physical therapy*. 2008;88:720-32.
۳۲. حسن بارانی ف، عبدلی ب، فارسی ع. تأثیر یادگیری کم خطا و پرخطا بر متغیرهای کینماتیکی اجرا در یک تکلیف پرتابی: یک مطالعه مقدماتی. پژوهش در علوم توانبخشی. ۱۳۹۲/۲۰؛ ۹(۶):۹۷۸-۹۰.
۳۳. قمری ا، محمدی ج، محمدی م. تأثیر تمرین پر خطا و کم خطا بر یادگیری و انتقال مهارت پرتاب دارت نوجوانان دختر کم توان ذهنی. رفتار حرکتی. ۱۳۹۴؛ ۷(۲۱):۱۱۱-۲۶.
۳۴. محمدی ج، قمری ا، حصاری سا. یادگیری و تعمیم پذیری تمرین کم خطا و پرخطا در دختران ۱۰ تا ۱۲ سال. رفتار حرکتی. ۱۳۹۵؛ ۸(۲۳):۴۹-۶۴.
35. Poolton JM, Masters RSW, Maxwell JP. The relationship between initial errorless learning conditions and subsequent performance. *Human Movement Science*. 2005;24(3):362-78.
  36. Poolton JM, Masters RSW, Maxwell JP. Passing thoughts on the evolutionary stability of implicit motor behaviour: Performance retention under physiological fatigue. *Consciousness and Cognition*. 2007;16(2):456-68.
  37. Schmidt RA. A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological review*. 1975. 82(4); 225-60.
  38. Masters RSW, Poolton JM, Maxwell JP. Stable implicit motor processes despite aerobic locomotor fatigue. *Consciousness and Cognition*. 2008;17(1):335-8.

## The Effect of Errorless and Error full training programs on Learning of Aiming task in Adolescents

Ali Hossein Naseri<sup>۱</sup>, Abbas Bahram<sup>۲</sup>, Hamid Salehi<sup>۳</sup>, Afkham Daneshfar<sup>۴</sup>

### Abstract

**Background and Purpose:** One of the main concerns of motor learning professionals is how to plan skills training sessions to optimize the amount of learning. The purpose of the present study was to determine whether errorless training is effective in learning the Aiming skill in adolescents.

**Methodology:** The present study was semi-experimental with four experimental groups. Fifty adolescents with an average age of 12 years (range from 11 to 13 years old) were randomly assigned to four training groups. The task was to throw basketball balls into concentric goals. The subjects performed 200 exercise attempts at the acquisition stage in five exercise blocks. Single task and dual task tests were implemented immediately, 24-hour latency and one week's delay.

**Results:** The results of the study showed that the groups with the least error and the least involvement in work memory during the exercise were better in acquisition stage, the single task test and in dual task test compared to other groups.

**Conclusion:** The findings of this study are consistent with the Adam's closed loop theory, the reinvestment theory, and somewhat consistent with the estimates of the challenge point framework regarding the error in the acquisition stage, but these findings are somewhat contradictory with the estimates of the schema theory.

### Keywords

Explicit learning, Implicit learning, Errorless training and Working memory.

---

1. \*\*\*\* (Corresponding Author: Email: ali\_naseri1356@yahoo.com; Tel: +989141583689)

2.  
3.  
4.