

رشد و یادگیری حرکتی \_ ورزشی - تابستان ۱۳۹۶  
دوره ۹، شماره ۲، ص: ۲۱۸ - ۱۹۹  
تاریخ دریافت: ۰۷ / ۰۶ / ۹۵  
تاریخ پذیرش: ۰۸ / ۱۲ / ۹۵

## تأثیر تعدیل تجهیزات ورزشی بر اکتساب و یادداری مهارت حرکتی در کودکان ۹ تا ۱۰ ساله با تأکید بر ظرفیت حافظه کاری

محسن افروزه<sup>۱</sup> - مهدی سهرابی<sup>۲\*</sup> - علیرضا صابری کاخکی<sup>۳</sup> - سبحان سبحانی<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، واحد پردیس بین‌الملل، مشهد، ایران. ۲. استاد، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. ۳. دانشیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. ۴. استادیار گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تعدیل تجهیزات در اکتساب و یادداری مهارت پرتاب آزاد بسکتبال در کودکان ۹ تا ۱۰ ساله با تأکید بر ظرفیت حافظه کاری بود. ۴۰ دانش‌آموز پسر به‌طور تصادفی انتخاب و براساس آزمون حافظه فراخنای ارقام و کسلر، به چهار گروه تعدیل تجهیزات و تجهیزات استاندارد، با ظرفیت حافظه کاری بالا و پایین تقسیم شدند. از قوانین مینی‌بسکتبال به‌عنوان مرجع استفاده شد. مرحله اکتساب شامل ۱۰ جلسه و هر جلسه ۴ بلوک و هر بلوک ۱۵ کوشش بود، از آزمون پرتاب آزاد بسکتبال ایفرد به‌عنوان پیش‌آزمون و آزمون اکتساب استفاده شد و پس از یک هفته، آزمون یادداری به‌عمل آمد. در مرحله اکتساب، نتایج تحلیل واریانس سه‌عاملی مرکب  $2 \times 2 \times 2$  (تجهیزات «حافظه کاری» آزمون) با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که اثر تعاملی بین حافظه کاری (بالا و پایین) و آزمون (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) بر عملکرد معنادار است. همچنین اثر تعاملی بین تجهیزات (استاندارد و تعدیل‌شده) و آزمون (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) بر عملکرد معنادار است. درحالی‌که اثر تعاملی حافظه کاری، تجهیزات و آزمون بر عملکرد معنادار نیست. در مرحله یادداری، نتایج تحلیل واریانس دو‌عاملی مرکب  $2 \times 2$  (تجهیزات «حافظه کاری») نشان داد که اثر اصلی و تعاملی حافظه کاری و تجهیزات بر عملکرد در مرحله یادداری معنادار است. نتایج نشان داد که اثر استفاده از تجهیزات در سطوح حافظه کاری بر عملکرد در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون یکسان است. همچنین به‌نظر می‌رسد که اثر تجهیزات تعدیل‌شده بر عملکرد در آزمون یادداری در کودکان با حافظه کاری پایین بهتر از کودکان با حافظه کاری بالاست.

### واژه‌های کلیدی

اکتساب و یادداری، تعدیل تجهیزات، ظرفیت حافظه کاری، مهارت حرکتی.

### مقدمه

در سال‌های اخیر، سازمان‌های ورزشی تمرکز خود را بر ایجاد محیط‌های یادگیری افزایش داده‌اند. در واقع سیاست کلی این سازمان‌ها این است که این‌گونه محیط‌های یادگیری با توانایی‌های کودکان از طریق تعدیل قوانین، زمین و محیط و تجهیزات ویژه رشته‌های مختلف ورزشی تطابق داشته باشد (۵۱). اگرچه فدراسیون‌های ورزشی رشته‌های مختلف ورزشی مانند بسکتبال، والیبال و هندبال، سایز و اندازه تجهیزات مانند توپ، تور، حلقه و حتی قوانین بازی را برای رشته‌های سنی متفاوت تغییر داده‌اند و در مسابقات نیمه‌رسمی این قوانین استفاده می‌شود، ولی این تغییرات به دلایل مختلف برای آموزش و یادگیری کودکان کم‌سن‌وسال کاربردی نیست، چراکه کاربرد این‌گونه تجهیزات ورزشی به دلیل آمادگی جسمانی اندک کودکان علاوه بر عدم یادگیری مهارت حرکتی آنها احتمالاً سبب کناره‌گیری از ورزش و فعالیت حرکتی خواهد شد. کودکان به‌طور معمول فاقد قدرت و ویژگی‌های فیزیکی مورد نیاز برای استفاده از تجهیزات مورد استفاده در ورزش بزرگسالان هستند (۲). از این‌رو استفاده از تجهیزات تعدیل‌شده احتمالاً می‌تواند یادگیری مهارت‌های حرکتی را تسهیل کند و آنها را به شرکت در بازی و رشته‌های مختلف ورزشی تشویق کند، اگرچه به دلیل عدم آمادگی جسمانی کافی نمی‌توان انتظار داشت که یادگیری در محیط تعدیل‌شده به محیط استاندارد رشته ورزشی مربوط انتقال یابد. مطالعات مختلف، تعدیل تجهیزات ورزشی را به‌عنوان راهبردی برای انطباق بازی با علائق، امکانات و نیازهای کودکان پیشنهاد کرده‌اند (۱۳،۲۶). چنین رویکردهای ساده‌سازی تکلیف به‌وضوح، مناسب نیازهای یادگیری اولیه کودک است و به احتمال زیاد موجب افزایش مشارکت، اکتساب مهارت، انگیزش و سرگرمی یادگیرنده می‌شود (۱۵،۱۰). استفاده از تجهیزات تعدیل‌شده در یادگیری یک الگوی حرکتی موجب تسریع اکتساب مهارت می‌شود. بنابراین با تعدیل تجهیزات، قیود تکلیف تغییر می‌یابد و در نتیجه با منحصر کردن الگوی حرکتی یادگیرنده موجب توسعه یادگیری مهارت می‌شود (۵).

شوت در بسکتبال مهارتی است که کودکان و جوانان برای استفاده از آن ترجیح بیشتری دارند (۴۱). توانایی شوت در بسکتبال به سه دلیل در بازی کودکان اهمیت دارد: ۱. مهارتی است که به‌طور مستقیم به امتیاز منجر می‌شود؛ ۲. مهارت مورد علاقه بسکتبالیست‌هاست (۴۱)؛ و ۳. یکی از جنبه‌های بسکتبال است که برای بچه‌ها سرگرم‌کننده است و موجب رضایت خاطر آنها می‌شود (۴۲). مشکل عمده این است که در بازی کودکان، تجهیزات به‌طور استاندارد (فول سایز) استفاده می‌شود (۳). توپ یکی از مهم‌ترین بخش تجهیزات ورزشی و واسطه رویارویی تیم‌های ورزشی با یکدیگر است. چندین

مطالعه، تجزیه و تحلیل تأثیرات ابعاد توپ در شوت را نشان داده‌اند که ابعاد کوچک‌تر توپ به ارائه بهتر مهارت شوت منجر می‌شود (۴۶)، یا حداقل موجب تخریب مهارت نمی‌شود (۴۸)، بیشتر مورد علاقه بچه‌هاست (۹)، تأثیر شوت آنها افزایش می‌یابد (۲۴) یا سبب تخریب پرتاب آنها نمی‌شود (۸). مطالعات نشان داده‌اند که تغییرات در جرم توپ احتمالاً عملکرد پرتاب و همچنین کنترل توپ را بهبود می‌بخشد. درصد زیادی از پرتاب نزدیک حلقه به امتیاز منجر می‌شود (۴۲).

مروری بر ادبیات بسکتبال کودکان، مطالعات متعددی را که اثر ابعاد توپ را در پرتاب آزاد بررسی کرده‌اند، نشان می‌دهند. ایساک و کارپان<sup>۱</sup> ۱۹۸۱ (۲۴)، دقت شوت را براساس ابعاد توپ و حلقه بررسی کردند. آنها دریافتند زمانی که حلقه پایین‌تر (۲/۴۴ متر) بود و توپ کوچک‌تر (۷۲/۵ سانتی‌متر) شد، دقت افزایش یافت (۴۸). همچنین نتایج مطالعه‌ای با عنوان «اثر ابعاد توپ و ارتفاع حلقه در اثربخشی پرتاب آزاد بسکتبال» نشان داد کاهش ارتفاع حلقه در اثربخشی پرتاب اثر داشت، ولی کاهش ابعاد توپ اثر مثبتی نداشت (۸). در پژوهشی دیگر اثر تعدیل ابعاد توپ و ارتفاع حلقه در پرتاب بسکتبال بررسی شد که آزمودنی‌ها با کاهش ارتفاع حلقه (۲/۴۴ متر) امتیاز بیشتری به دست آوردند، اگرچه با توپ کوچک‌تر تغییری در کسب امتیاز حاصل نشد (۴۶). اولویت کودکان ده‌ساله در استفاده از توپ و ارتباط آن با تکنیک و کسب امتیاز نیز نشان داد که کودکان ترجیح دادند از توپ کوچک‌تر از سایز اصلی استفاده کنند. همچنین با استفاده از توپ کوچک‌تر تکنیک پرتاب و کسب امتیاز را بهبود دادند. بنابراین پیشنهادهای نظری تعیین می‌کند که شوت‌های موفق باعث افزایش انگیزه می‌شود (۳۰، ۲۱، ۱۸).

چالش دیگر برای یادگیری کودکان، این است که ظرفیت حافظه کاری در دوران کودکی در حال توسعه است (۵۰، ۳۱، ۱). بنابراین پردازش اطلاعات کودکان کندتر از بزرگسالان است، از این رو برای بهینه‌سازی یادگیری حرکتی در کودکان، تمرین باید به گونه‌ای طراحی شود که فرایندهایی مانند دخالت حافظه کاری را به حداقل برساند (۶). با توجه به نقش مهم حافظه کاری در یادگیری حرکتی آشکار در بزرگسالان، این احتمال وجود دارد که توسعه حافظه کاری در دوران کودکی برای پردازش آشکار اطلاعات افزایش می‌یابد. از این رو اگر این پیش‌بینی درست باشد، پس اگر تمرین در مکان‌هایی انجام گیرد که نیاز کمی به توسعه حافظه کاری باشد، یادگیری کودکان افزایش می‌یابد (۲۰، ۴). بنابراین، برای بهینه‌سازی یادگیری حرکتی در کودکان، تمرین باید به گونه‌ای طراحی شود که فرایندهایی مانند دخالت حافظه کاری را به حداقل برساند (۳۸). نظریه یادگیری حرکتی ضمنی

چارچوبی را برای چنین تمرینی فراهم می‌کند (۷). یادگیری حرکتی ضمنی به کسب یک مهارت با حداقل آگاهی و هوشیاری از اطلاعات در زمینه رفتار آموخته‌شده، اشاره می‌کند (۲۵). از این رو، یادگیری با حداقل مشارکت حافظه کاری رخ می‌دهد (۲۰). استفاده از تجهیزات اصلاح‌شده، به‌طور خاص، یکی از روش‌های یادگیری ضمنی برای کودکان است (۵). اصلاح تجهیزات متناسب با اندازه فیزیکی کودکان اجازه می‌دهد تا مهارت‌ها با سهولت بیشتری انجام گیرد (۱۱). استفاده از تجهیزات اصلاح‌شده توسط کودکان به‌منظور کاهش دخالت حافظه کاری در طول عملکرد مهارت پیش‌بینی شده است. ماکسول<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۱)، در مطالعه‌ای یک تمرین با خطای کمتر محیطی طراحی کردند که در ابتدا از یک مسیر کوتاه برای ضربه استفاده شد و به تدریج مسیر ضربه افزایش یافت. روش دیگر برای رسیدن به محیط نسبتاً کم خطا، اصلاح تجهیزات مورد استفاده است که احتمالاً کسب نتایج موفقیت‌آمیز را افزایش می‌دهد (۳۶). احتمالاً هنگام استفاده از تجهیزات اصلاح‌شده در مقایسه با زمانی که با استفاده از اندازه طبیعی (بزرگسالان) تجهیزات، تقاضای کمتری در منابع حافظه کاری وجود خواهد داشت، در واقع، طراحی تکنیک‌های تمرینی که دخالت حافظه کاری را به حداقل می‌رساند، ممکن است بیشترین منفعت را برای کودکان با توانایی مهارت‌های حرکتی کم داشته باشد (۶). کاپیو<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۳)، اظهار کردند که کاهش خطا در طول تمرین یک روش کاهش مطالبات در حافظه کاری به‌منظور افزایش کسب مهارت در کودکان است. این مورد به‌طور معمول شامل دستکاری هدف برای اطمینان از نتایج موفقیت‌آمیز است (مانند افزایش اندازه هدف). یکی دیگر از روش‌های بالقوه، براساس یک اصل مشابه، استفاده از تجهیزات اصلاح‌شده به‌منظور ساده‌سازی مهارت برای کودکان است. با ساده کردن مهارت، کودکان ممکن است تمایل بیشتری به انجام مهارت با استفاده از پردازش ناخودآگاه داشته باشند. در مقابل، با استفاده از تجهیزاتی که موجب افزایش سختی مهارت می‌شود (یک توپ بسکتبال سنگین)، ممکن است تمایل به استفاده از فرایندهای آگاهانه بیشتر شود (۶).

به‌نظر می‌رسد تأثیر ظرفیت حافظه کاری در طول یادگیری حرکتی کودکان زیاد است، اگرچه نقش دقیق آن به اثبات نرسیده است. هدف دیگر این پژوهش این است که آیا تجهیزات اصلاح‌شده در اکتساب و یادگیری مهارت حرکتی کودکان با ظرفیت حافظه کاری می‌تواند مؤثر باشد. با توجه به

---

1 . Maxwell

2 . Capio

مطالب بیان شده، هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر تعدیل تجهیزات ورزشی بر اکتساب و یادداری مهارت پرتاب آزاد بسکتبال در کودکان ۹ تا ۱۰ ساله دارای ظرفیت حافظه کاری بالا و پایین است.

### روش تحقیق

تحقیق از نظر روش از نوع نیمه تجربی و از نظر هدف کاربردی است. شرکت کنندگان ۴۰ نفر از دانش آموزان ۹ تا ۱۰ ساله دوره ابتدایی داوطلب بودند که به طور تصادفی انتخاب شدند و براساس آزمون حافظه کلامی فراخوانی ارقام و کسرها و تعیین ظرفیت حافظه کاری گزینش و پس از کسب رضایت کتبی والدین و گرفتن فرم رضایت نامه کتبی وارد مطالعه شدند. شرکت کنندگان از سلامت جسمی و ذهنی برخوردار بودند و به لحاظ ظاهری مانند قد، وزن و ترکیب بدنی همگن شدند. همه شرکت کنندگان راست دست و مبتدی بودند. پس از انتخاب شرکت کنندگان و اجرای آزمون و کسرها به منظور تعیین ظرفیت حافظه کاری، به چهار گروه دهنفره تقسیم شدند: گروه یک، گروه استفاده از تجهیزات اصلاح شده با ظرفیت کاری حافظه بالا؛ گروه دو، گروه استفاده از تجهیزات اصلاح شده با ظرفیت کاری حافظه پایین؛ گروه سه، گروه روش از استفاده از تجهیزات استاندارد با حافظه کاری بالا؛ گروه چهار، گروه روش از استفاده از تجهیزات استاندارد با حافظه کاری پایین.

### تکلیف و ابزار اندازه گیری تحقیق

در مطالعه حاضر با توجه به وضعیت جسمانی و قدرتی شرکت کنندگان از قوانین مینی بسکتبال به عنوان مرجع و اندازه استاندارد (وزن-۴۸۵ گرم و محیط توپ-۷۱ سانتی متر؛ ارتفاع سبد از سطح زمین-۲۶۰ سانتی متر و فاصله خط پرتاب آزاد-۴۰۰ سانتی متر) استفاده شد و به منظور تعدیل تجهیزات، قوانین مینی بسکتبال موارد مورد نظر تغییر یافت (از جمله وزن توپ-۴۴۰ گرم؛ محیط توپ-۷۱ سانتی متر؛ ارتفاع سبد از سطح زمین-۲۰۰ سانتی متر و همچنین فاصله خط پرتاب آزاد-۳۰۰ سانتی متر). آزمون پرتاب آزاد بسکتبال، ابزار اصلی جمع آوری داده ها بود و از طریق آن امتیازهای اجرا در مراحل پیش آزمون، پس آزمون و یادداری محاسبه شد. این پرتاب بدون ممانعت در بسکتبال است و از خط پرتاب آزاد انجام می گیرد. برای ارزیابی عملکرد شرکت کنندگان از روش نمره گذاری در آزمون پرتاب آزاد بسکتبال ایفرد<sup>۱</sup> استفاده شد. به این صورت که امتیازها براساس دقت پرتابها تعیین می شود و برای هر تویی که وارد حلقه شود، ۲ امتیاز و برای تویی که از بالا با حلقه برخورد کند (چه

1 . American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance

پیش از ریباند از تخته و چه پس از آن)، ۱ امتیاز در نظر گرفته می‌شود و برای سایر پرتاب‌های ناموفق، امتیازی در نظر گرفته نمی‌شود و به‌طور کلی شرکت‌کنندگان ۱۰ پرتاب آزاد را برای آزمون اجرا می‌کنند. شایان ذکر است که در پیش‌آزمون و پس‌آزمون و همچنین در آزمون یادداری هر گروه برای سنجش از تجهیزات تعریف‌شده مربوط به هر گروه (تجهیزات تعدیل‌شده و استاندارد) استفاده شد. از آزمون حافظه کلامی فراخنای ارقام و کسلر برای سنجش حافظه کوتاه‌مدت، اندازه‌گیری حافظه طولی‌وار، دقت و جابه‌جایی الگوهای تفکر استفاده شد. برای آزمون حافظه کوتاه‌مدت شنیداری از خرده‌آزمون حافظه عددی و کسلر کودکان (بخش کلامی) استفاده شد که شامل فهرستی از ارقام سه تا نه عددی است که توسط آزمونگر به‌صورت شمرده و با صدای بلند خوانده می‌شود و شرکت‌کننده آن را عیناً بازگو می‌کند. ضریب پایایی با روش بازآزمایی برای این خرده‌مقیاس ۰/۸۳ گزارش شده است (۱۹).

#### روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

مرحله اکتساب شامل ۱۰ جلسه و هر جلسه شامل ۴ بلوک و هر بلوک شامل ۱۵ کوشش بود، که علاوه بر ده جلسه، یک جلسه در ابتدا و یک جلسه در پایان مرحله آموزش و اکتساب، پرتاب آزاد بسکتبال به‌عنوان پیش‌آزمون و آزمون اکتساب و پس از یک هفته آزمون یادداری به‌عمل آمد. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از آمار توصیفی و استنباطی شد. در بخش آمار توصیفی شاخص‌های مرکزی و پراکندگی مربوط به اندازه‌های متغیر تابع گروه‌های تجربی محاسبه شد. در بخش آمار استنباطی برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS v.16.0 استفاده شد. در ابتدا برای تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد و پس از تأیید نرمال بودن داده‌ها، برای بررسی اهداف اختصاصی این آزمایش از تحلیل واریانس سه‌عاملی مرکب  $2 \times 2 \times 2$  (تجهیزات × حافظه کاری × آزمون) با اندازه‌گیری مکرر در عامل آزمون به‌منظور تعیین اثر تعاملی بین حافظه کاری (بالا و پایین) و آزمون (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) بر عملکرد در مرحله اکتساب و از تحلیل واریانس دوعاملی مرکب  $2 \times 2$  (تجهیزات × حافظه کاری) برای تعیین اثر اصلی حافظه کاری بر عملکرد در مرحله یادداری استفاده شد.

## نتایج

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد نمره‌های معیار گروه‌ها در آزمون فراخنای ارقام و کسلر

گروه تعدیل تجهیزات (ظرفیت حافظه کاری بالا)		گروه تعدیل تجهیزات (ظرفیت حافظه کاری پایین)		گروه تجهیزات استاندارد (ظرفیت حافظه کاری بالا)		گروه تجهیزات استاندارد (ظرفیت حافظه کاری پایین)	
انحراف	میانگین	انحراف	میانگین	انحراف	میانگین	انحراف	میانگین
۱/۷۷	۱۳/۵۰	۱/۶۳	۱۴	۱/۱۵	۷/۳۰	۱/۳۵	۷/۵۰

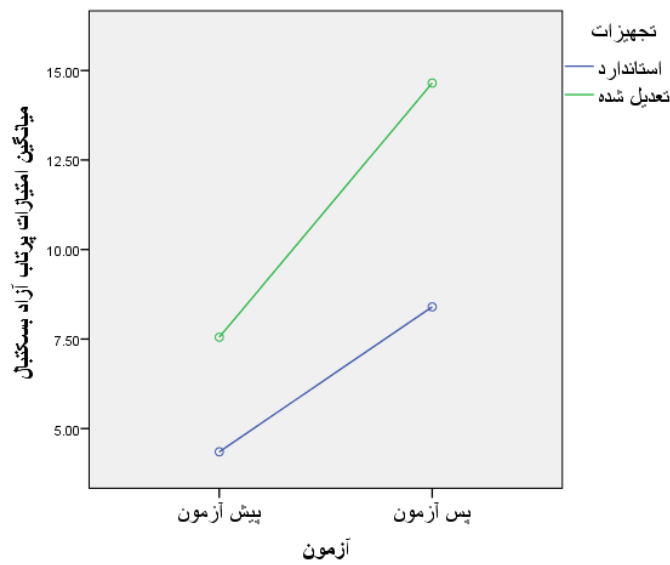
جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد نمره‌های معیار شرکت‌کنندگان در آزمون فراخنای ارقام و کسلر را نشان می‌دهد که پس از آزمون و تبدیل نمره‌های خام به نمره‌های معیار و براساس ظرفیت حافظه کاری به گروه‌های با ظرفیت حافظه کاری بالا و پایین تقسیم شدند.

جدول ۲. تحلیل واریانس سه‌عاملی مرکب ۲×۲×۲ (تجهیزات×حافظه کاری×آزمون) با اندازه‌گیری مکرر در عامل آزمون

منبع	SS	df	MS	F	Sig.	$\eta^2$
آزمون	۶۲۱/۶	۱	۶۲۱/۶	۶۴۷/۷	۰/۰۰۱	۰/۹۴
آزمون×تجهیزات	۴۶/۵	۱	۴۶/۵	۴۸/۴	۰/۰۰۱	۰/۵۷
آزمون×حافظه	۵/۵۱	۱	۵/۵۱	۵/۷	۰/۰۲۲	۰/۱۳
آزمون×تجهیزات×حافظه	۰/۳۱۳	۱	۰/۳۱۳	۰/۳۲۶	۰/۵۷۲	۰/۰۰۹
خطا	۳۴/۵	۳۶	۰/۹۶۰			

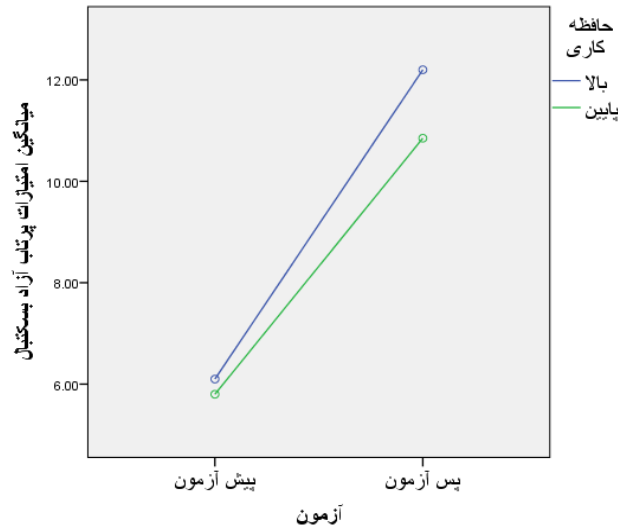
در مرحله اکتساب، نتایج تحلیل واریانس سه‌عاملی مرکب ۲×۲×۲ (تجهیزات×حافظه کاری×آزمون) با اندازه‌گیری مکرر در عامل آزمون در جدول ۲ نشان داد که اثر تعاملی بین حافظه کاری (بالا و پایین) و آزمون (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) بر عملکرد معنادار است ( $\eta^2=0/13$ ,  $F_{(36,13)}=5/74$ ,  $p=0/022$ ). به عبارت دیگر، تفاوت بین عملکرد گروه با حافظه کاری بالا و پایین در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به‌طور معناداری متفاوت است؛ یعنی افراد با حافظه کاری بالا به‌طور معناداری در مرحله اکتساب عملکرد بهتری از گروه با حافظه کاری پایین داشتند (نمودار ۱). همچنین اثر تعاملی بین تجهیزات (استاندارد و تعدیل‌شده) و آزمون (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) بر عملکرد معنادار است ( $\eta^2=0/57$ ,  $p=0/000$ ). به عبارت دیگر، تفاوت بین عملکرد گروه با تجهیزات تعدیل‌شده و استاندارد در

پیش‌آزمون و پس‌آزمون به‌طور معناداری متفاوت است؛ یعنی در مرحله اکتساب، استفاده از تجهیزات تعدیل‌شده به بهبود معنادار عملکرد نسبت به استفاده از تجهیزات استاندارد منجر شد (نمودار ۲). در نهایت، اثر تعاملی حافظه کاری، تجهیزات و آزمون بر عملکرد معنادار نیست ( $p=0/572$ ،  $\eta^2=0/009$ )، به عبارت دیگر، اثر استفاده از تجهیزات در سطوح حافظه کاری بر عملکرد در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون یکسان است.



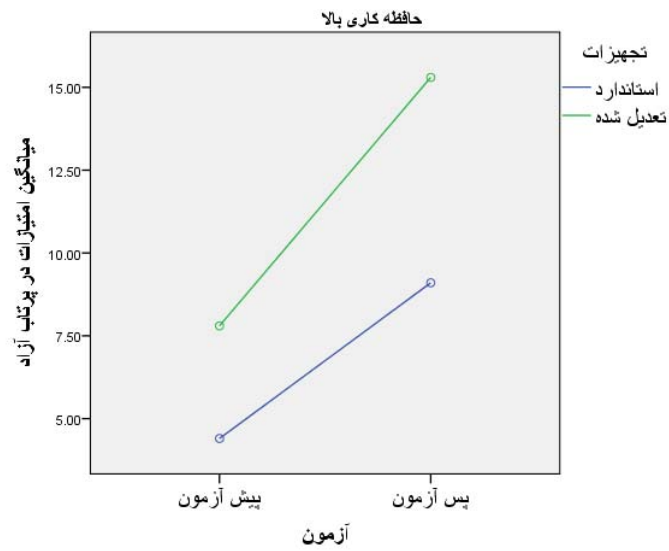
نمودار ۱. عملکرد دو گروه با تجهیزات تعدیل‌شده و استاندارد در پیش‌آزمون و پس‌آزمون



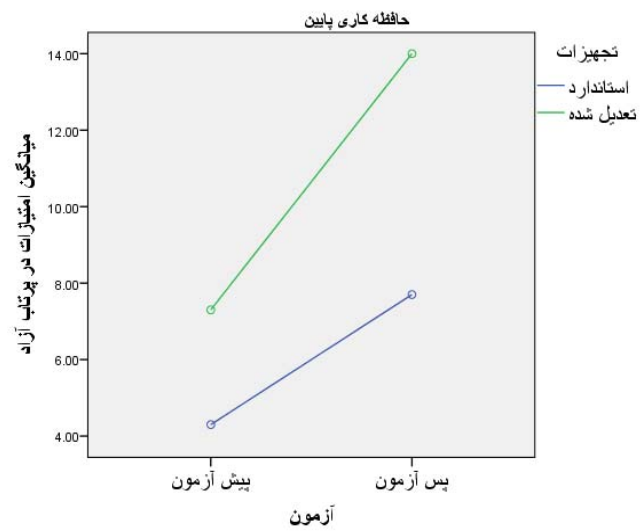


نمودار ۲. نمودار عملکرد دو گروه با حافظه کاری بالا و پایین در پیش آزمون و پس آزمون

نمودار ۱ عملکرد دو گروه با تجهیزات تعدیل شده و استاندارد را در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون نشان می دهد. براساس نتایج در مرحله پیش آزمون تفاوت بین دو گروه کم است، اما در مرحله پس آزمون تفاوت بین دو گروه بیشتر است. با توجه به معناداری تعامل بین این دو عامل نشان دهنده عملکرد بهتر گروه با تجهیزات تعدیل شده نسبت به گروه تجهیزات استاندارد است. نمودار ۲ عملکرد دو گروه با حافظه کاری بالا و پایین را در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون نشان می دهد، همان گونه که مشاهده می کنید، در مرحله پیش آزمون تفاوت بین دو گروه کم است، اما در مرحله پس آزمون تفاوت بین دو گروه بیشتر است. با توجه به معناداری تعامل بین این دو عامل نشان دهنده عملکرد بهتر گروه با حافظه کاری بالا (خط آبی) نسبت به گروه با حافظه کاری پایین (خط سبز) است.



نمودار ۳. تعامل بین تجهیزات و آزمون در سطح حافظه کاری پایین



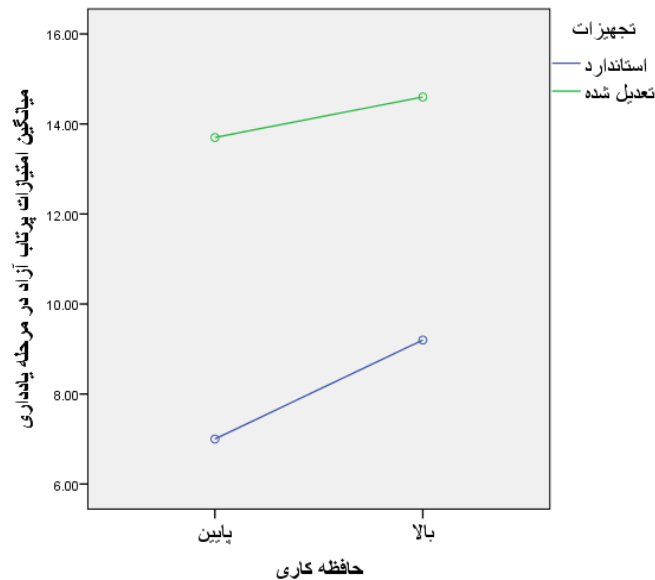
نمودار ۴. تعامل بین تجهیزات و آزمون در سطح حافظه کاری بالا

نمودار ۳ تعامل بین تجهیزات و آزمون را در سطح حافظه کاری پایین و نمودار ۴ تعامل بین تجهیزات و آزمون را سطح حافظه کاری بالا در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون، نشان می‌دهد، نتایج حاکی از این است که اثر استفاده از تجهیزات بر عملکرد از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در حافظه کاری پایین و بالا یکسان است.

جدول ۳. نتایج تحلیل واریانس دوعاملی مرکب تجهیزات و حافظه کاری

منبع	SS	df	MS	F	Sig.	$\eta^2$
حافظه	۲۴/۰۲	۱	۲۴/۰۲	۲۳/۹۵	۰/۰۰۰	۰/۴۰
تجهیزات	۳۶۶/۰۲	۱	۳۶۶/۰۲	۳۶۵/۰۱	۰/۰۰۰	۰/۹۱
تجهیزات×حافظه	۴/۲۲	۱	۴/۲۲	۴/۲۱	۰/۰۴۷	۰/۱۰
خطا	۳۶/۱	۳۶	۱/۰۰۳			

در مرحله یادداری، نتایج تحلیل واریانس دوعاملی مرکب ۲×۲ (تجهیزات×حافظه کاری) در جدول ۲ نشان داد که اثر اصلی حافظه کاری بر عملکرد در مرحله یادداری معنادار است ( $\eta^2=0/40$ ,  $p=0/000$ ). به عبارت دیگر، بدون توجه به متغیر تجهیزات، یادگیری گروه حافظه کاری بالا به طور معناداری از گروه حافظه کاری پایین بیشتر است. همچنین اثر اصلی تجهیزات بر عملکرد در مرحله یادداری معنادار است ( $\eta^2=0/91$ ,  $p=0/000$ ). به عبارت دیگر، استفاده از تجهیزات تعدیل‌شده نسبت به تجهیزات استاندارد به بهبود عملکرد در آزمون یادداری (یادگیری) منجر شد. در نهایت، اثر تعاملی تجهیزات و حافظه کاری بر عملکرد در آزمون یادداری معنادار است ( $\eta^2=0/10$ ). به عبارت دیگر، اثر استفاده از تجهیزات تعدیل‌شده بر یادگیری (عملکرد در آزمون یادداری) در افراد با حافظه کاری بالا و پایین متفاوت است. همان‌گونه که شکل ۳ نشان می‌دهد، به نظر می‌رسد اثر تجهیزات تعدیل‌شده بر عملکرد در آزمون یادداری در افراد با حافظه کاری پایین بیشتر از افراد با حافظه کاری بالاست.



نمودار ۵. نمودار تعامل بین تجهیزات و حافظه بر عملکرد در آزمون یادداری

نمودار ۵ تعامل بین تجهیزات و حافظه را بر عملکرد در آزمون یادداری نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌کنید، عملکرد هنگام استفاده از تجهیزات تعدیل‌شده (خط سبز)، در هر دو گروه افراد دارای حافظه کاری بالا و پایین، از استفاده از تجهیزات استاندارد (خط آبی) بالاتر است و با توجه به اینکه تفاوت بین عملکرد گروه استفاده از تجهیزات تعدیل‌شده و استاندارد در افراد با حافظه کاری پایین بیشتر از افراد با حافظه کاری پایین است، می‌توان گفت که اثر استفاده از تجهیزات تعدیل‌شده در افراد با حافظه کاری پایین بیشتر است.

### بحث و نتیجه‌گیری

در مرحله اکتساب، نتایج تحلیل واریانس سه‌عاملی مرکب با اندازه‌گیری مکرر در عامل آزمون نشان داد که تفاوت بین عملکرد گروه تجهیزات تعدیل‌شده و استاندارد در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به‌طور معناداری متفاوت است؛ یعنی در مرحله اکتساب، استفاده از تجهیزات تعدیل‌شده به بهبود معنادار عملکرد نسبت به استفاده از تجهیزات استاندارد منجر شد. همچنین تفاوت بین عملکرد گروه با ظرفیت حافظه کاری بالا و پایین در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به‌طور معناداری متفاوت است؛ یعنی در مرحله

اکتساب، شرکت‌کنندگان با ظرفیت حافظه کاری بالا نسبت به شرکت‌کنندگان با ظرفیت حافظه کاری پایین به‌طور معناداری، عملکرد بهتری داشتند. تحلیل آماری داده‌های حاصل از آزمایش، نشان‌دهنده پیشرفت و روند رو به رشد شرکت‌کنندگان در یادگیری مهارت پرتاب آزاد بسکتبال است. تفاوت در سطوح اندازه‌گیری مهارت پرتاب آزاد بسکتبال و تفاوت معنادار بین عملکرد گروه‌ها در مرحله اکتساب، با قانون توانی اسنودی (۱۹۲۶) همخوانی دارد. براساس این قانون، تمرین اولیه با پیشرفت زیاد مشخص می‌شود. در این پژوهش نیز مهارت شرکت‌کنندگان در پرتاب آزاد بسکتبال پس از شرکت در جلسات تمرین بهبود یافت؛ یعنی شرکت‌کننده در گروه‌های مذکور متحمل تغییر در توانایی یادگیری برای اجرای یک تکلیف خاص در نتیجه تمرین و تجربه شد که سیری پیشرونده داشت و این پیشرفت حالت پایداری را هم نشان داد (۳۷). همچنین مگیل (۱۹۹۸) اظهار می‌کند که مهارت و محیط تمرین وابستگی زیادی به یکدیگر دارند و چنانچه مهارتی در محیط مشابه با شرایط آزمون تمرین شود، اجرا در همان مرحله بهتر خواهد شد. همسو با نتایج تحقیق حاضر، فارو و همکاران (۲۰۰۸) به این نتیجه رسیدند که مهارت و محیط در تعامل با یکدیگر بر یادگیری مهارت تأثیر دارند (۱۴). همچنین نتایج پژوهش حاضر در تضاد با نتایج تحقیق ون‌هاو (۲۰۰۳) است که بیان کرد مهارت و محیط در تعامل با یکدیگر بر یادگیری مؤثر نیستند (۲۹). همچنین براساس مدارک و شواهد کودکان با ظرفیت حافظه کاری بالا نسبت به کودکان با ظرفیت حافظه کاری پایین، در اجرای مهارت اکتساب‌شده، پیشرفت بیشتری را نشان می‌دهند (۵) و کودکان با ظرفیت حافظه بالا، توانایی بیشتری در یادآوری و اجرای مهارت اکتساب‌شده دارند، درحالی‌که کودکان با ظرفیت حافظه کاری پایین احتمالاً آموزش‌های مربوط به مهارت را فراموش می‌کنند و قادر نیستند مهارت را به‌درستی اجرا کنند (۱۶، ۱۲). در واقع، گاترکول و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که محدودیت کودکان با ظرفیت حافظه کاری پایین در یادگیری مهارت حرکتی، ناشی از عدم کارایی شکل‌دهی، نگهداری و در دسترس بودن فاکتورهای اکتساب‌شده در حافظه کاری آنهاست (۱۶).

نتایج نشان داد که در مرحله اکتساب و یادداری، کودکان که از تجهیزات تعدیل‌شده استفاده کردند، نسبت به شرکت‌کنندگانی که از تجهیزات استاندارد استفاده کردند، عملکرد بهتری داشتند. نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات فاروید و رید (۲۰۱۰)، آریاز و همکاران (۲۰۱۲)، جوزل (۲۰۱۳)، بازارد (۲۰۱۴) و تیمرمن و همکاران (۲۰۱۴) همخوانی دارد. از جنبه نظری، تعدیل تجهیزات مزایای بالقوه‌ای برای یادگیری و اکتساب مهارت حرکتی کودکان دارد. برای مثال، با تغییر قیود تکلیف مانند

تعدیل تجهیزات، اجرای مهارت با سهولت بیشتری انجام می‌گیرد و احتمالاً موجب تمرکز یادگیرنده بر روی متغیرهای کلیدی ادراکی می‌شود که در نهایت توسعه هماهنگی و کنترل الگوی حرکتی را تسهیل می‌کند (۱۰). طرفداران رویکرد قیود کنترل‌شده اظهار می‌کنند که تعدیل تکلیف به کودکان اجازه می‌دهد تا راه‌حل‌های جدید را به وسیله کاوش در محیط تمرین جست‌وجو کرده و از این طریق فرایند ناخودآگاه یادگیری را تسهیل کنند (۴۷). با ساده کردن مهارت، کودکان ممکن است بیشتر به انجام مهارت با استفاده از پردازش ناخودآگاه تمایل نشان دهند. در مقابل، استفاده از تجهیزات که سبب افزایش سختی مهارت می‌شود (یک توپ بسکتبال سنگین)، ممکن است تمایل به استفاده از فرایندهای آگاهانه بیشتر شود (۶).

در مرحله یادداری، نتایج تحلیل واریانس دوعاملی مرکب تجهیزات و حافظه کاری نشان داد که اثر ظرفیت حافظه کاری بر عملکرد در مرحله یادداری معنادار است. همچنین اثر تجهیزات بر عملکرد در مرحله یادداری معنادار است. به عبارت دیگر، اثر استفاده از تجهیزات تعدیل‌شده بر یادگیری (عملکرد در آزمون یادداری) در افراد با حافظه کاری بالا و پایین متفاوت است. به نظر می‌رسد اثر تجهیزات تعدیل‌شده بر عملکرد در آزمون یادداری در افراد با ظرفیت حافظه کاری پایین بیشتر از افراد با ظرفیت حافظه کاری بالاست.

از دیگر نتایج پژوهش این بود که در مرحله یادداری، عملکرد حرکتی کودکان با ظرفیت حافظه کاری پایین با استفاده از تجهیزات اصلاح‌شده از کودکان با ظرفیت حافظه کاری بالا بهتر بود. براساس نتایج مطالعات (۷،۹) به نظر می‌رسد که کم کردن خطا در طول تمرین یک شیوه ناخودآگاه از یادگیری را تسهیل می‌کند، و این به‌ویژه برای کودکان با عملکرد حافظه کاری نابالغ مفید است.

براساس بررسی رشد شناختی کودکان، به نظر می‌رسد کودکانی که حافظه کاری نابالغ دارند، به احتمال بیشتری مهارت‌های حرکتی را از طریق فرایندهای ناخودآگاه یاد می‌گیرند. بنابراین منطقی است که در صورت به‌کارگیری اصول یادگیری حرکتی ضمنی، یادگیری مهارت حرکتی کودکان افزایش خواهد یافت (۷). یادگیری حرکتی ضمنی به کسب یک مهارت با حداقل یا هیچ‌گونه دخالت حافظه کاری و سپس، حداقل افزایش دانش اخباری مربوط به تکلیف اشاره می‌کند (۳۵). مزیت اصلی یادگیری به‌طور ضمنی، به‌عنوان مخالف یادگیری به‌طور صریح، این است که عملکرد تحت فشار روانی (۲۹، ۳۸) و خستگی فیزیولوژیکی (۴۳) پایدار باقی می‌ماند. علاوه بر این، عملکرد، در زمان نیاز به توجه همزمان یک تکلیف ثانویه شناختی، کاهش نمی‌یابد (۲۷، ۳۴). این مزیت با استدلال تکاملی که فرایندهای

یادگیری ضمنی نسبت به فرایندهای یادگیری صریح ژنتیکی‌اند، همخوانی دارد (۴۴،۴۵)، بنابراین، مهارت کسب‌شده به‌طور ضمنی بیشتر باقی می‌ماند و تحت تأثیر عواملی مانند سن، هوش، زمان و حالات نیازهای شناختی قرار نمی‌گیرند. برای درک بهتر اینکه چگونه کودکان ممکن است از روش تمرین یادگیری حرکتی ضمنی بهره‌مند شوند، به پژوهشی که روی سالمندان (بالای ۶۰ سال)، که در مقایسه با بزرگسالان جوان دارای عملکرد شناختی ضعیف هستند (مانند کودکان)، اشاره می‌کنیم. در واقع، مطالعات نشان می‌دهد که اکتساب ضمنی مهارت، مؤثرتر از کسب مهارت به‌طور صریح برای سالمندان است (۹،۲۳). برای مثال، سالمندان با بزرگسالان در اکتساب تکلیف ضربه گلف مقایسه شدند (۹). به‌منظور بیان تفاوت‌های یادگیری ضمنی-صریح و روشن، از الگوی یادگیری با خطای کمتر استفاده شد. تمرین حذف به تمرین با حداقل خطا اشاره می‌کند، که در طول تمرین موجب کاهش نیازهای شناختی می‌شود، در نتیجه ذخایر دانش اخباری به حداقل می‌رسد (۴۳، ۴۰، ۳۶). چاول و همکاران (۲۰۱۲)، دو گروه، تمرین با خطای کم (که ابتدا ضربه را از فاصله نزدیک به حفره شروع کردند و سپس به تدریج فاصله نسبت به حفره بیشتر شد) و گروه تمرین با خطای زیاد (که ابتدا ضربه را از فاصله دور تر نسبت به حفره شروع کردند و سپس به تدریج فاصله نسبت به حفره کمتر شد) را مورد مطالعه قرار دادند (۹). نتایج نشان داد که برای گروه تمرین با خطای کمتر، بزرگسالان و سالمندان در سراسر تمرین و همچنین در طول یک آزمون تکلیف دوگانه که در پی تمرین به‌عمل آمد، عملکرد مشابه داشتند. در گروه تمرین با خطای بیشتر، بزرگسالان عملکرد بهتری نسبت به افراد مسن در طول تمرین و در طول آزمون تکلیف دوگانه داشتند. این نتایج حاکی است که یادگیری ضمنی مستقل از سن و ضعف شناختی است، درحالی‌که یادگیری صریح به عملکرد حافظه کاری وابسته است. بنابراین، اگر عملکرد حافظه کاری سالمندان را با کودکان خردسال همسان فرض کنیم، به‌نظر می‌رسد که عملکرد حافظه کاری در کودکان خردسال ممکن است مانع توانایی یادگیری مهارت‌های حرکتی آگاهانه از طریق فرایندهای آشکار شود (۴۹). همچنین، الگوی تمرین با خطای کمتر در کودکان نه سال استفاده شده است (۶). کودکان پرتاب را با استفاده از یک رویکرد تمرین با خطای کمتر (در ابتدا نشانه‌روی در یک هدف بزرگ، سپس به‌تدریج کاهش اندازه هدف) یا رویکرد تمرین با خطای بیشتر (در ابتدا نشانه‌روی در یک هدف کوچک، سپس به‌تدریج افزایش اندازه هدف) یاد گرفتند. کودکانی که با خطاهای کمتر به الگوی برتر رسیدند و پرتاب را پس از سه جلسه تمرین با دقت انجام دادند، با کودکانی که با اشتباهات زیاد الگوهای برتر را یاد گرفتند، مقایسه شدند. در گروه تمرین با خطای کمتر

کاهش در عملکرد آنها مشاهده نشد، زمانی که به‌طور همزمان از آنها خواسته شد تا یک تکلیف ثانویه شمارش را انجام دهند، درحالی که در گروه تمرین با خطای بیشتر کاهش عملکرد مشاهده شد. به‌طور خلاصه، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ساده کردن تکلیف از طریق استفاده از تجهیزات اصلاح‌شده روش قابل اعتمادی است که دخالت حافظه کاری را در خلال یادگیری کاهش می‌دهد. اهمیت کاهش دخالت حافظه کاری به‌ویژه برای کودکان فوق‌العاده است (۷)، چراکه ظرفیت حافظه کاری در دوران کودکی در حال بهبود است (۱۶). علاوه بر این، یادگیری مهارت‌های حرکتی بدون اتکا به حافظه کاری (مانند یادگیری حرکتی ضمنی) منافع بلندمدتی برای عملکرد مهارت دارد (۲۸، ۲۲). به‌طور کلی، یافته‌های این مطالعه کاربردهای عملی مهمی را برای مربیان ورزشی، معلمان تربیت بدنی و خانواده‌ها با رویکرد توجه به توسعه یادگیری حرکتی کودکان ارائه می‌دهد؛ به‌ویژه برای مربیان و معلمان که در مقطع ابتدایی مشغول به‌کارند. با توجه به نتایج و با به‌کارگیری تجهیزات اصلاح‌شده می‌توان در حوزه یادگیری حرکتی کودکان تغییرات اساسی به‌وجود آورد. اگرچه با توجه به اظهارات فارو و رید (۲۰۱۰) در حال حاضر در مورد برخی توصیه‌ها برای اصلاح عملی تجهیزات و بازی‌ها که به پرورش عشق به بازی و تسریع کسب مهارت کمک کند، چالش وجود دارد. از این‌رو توصیه می‌شود تحقیقات بیشتری در زمینه به‌کارگیری تجهیزات اصلاح شده صورت بگیرد تا معلمان و مربیان رشته‌های مختلف ورزشی با اطمینان بیشتری از این رویکرد استفاده کنند (۱۴).

### منابع و مأخذ

1. Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). "Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable?" *Child development*, 77(6), 1698-1716 .
2. Arias, J. L. (2012). "Influence of ball weight on shot accuracy and efficacy among 9-11-year-old male basketball players". *Kinesiology*, 44(1)
3. Arias, J. L., Argudo Iturriaga, F. M., & Alonso, J. I. (2011). "Effect of two different forms of three-point line on game actions on girls' mini-basketball". *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation* .
4. Berry, D. C., & Broadbent, D. E. (1988). "Interactive tasks and the implicit-explicit distinction". *British journal of Psychology*, 79(2), 251-272 .



5. Buszard, T., Farrow, D., Reid, M., & Masters, R. S. (2014). "Scaling sporting equipment for children promotes implicit processes during performance". *Consciousness and cognition*, 30, 247-255 .
6. Capio, C., Poolton, J., Sit, C., Holmstrom, M., & Masters, R. (2013). "Reducing errors benefits the field-based learning of a fundamental movement skill in children". *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(2), 181-188 .
7. Capio, C. M., Sit, C. H., Abernethy, B., & Masters, R. S. (2012). "The possible benefits of reduced errors in the motor skills acquisition of children". *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 4(1), 1 .
8. Chase, M. A., Ewing, M. E., Lirgg, C. D., & George, T. R. (1994). "The effects of equipment modification on children's self-i and basketball shooting performance". *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65(2), 159-168 .
9. Chauvel, G., Maquestiaux, F., Hartley, A. A., Joubert, S., Didierjean, A., & Masters, R. S. (2012). "Age effects shrink when motor learning is predominantly supported by nondeclarative, automatic memory processes: Evidence from golf putting". *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(1), 25-38 .
10. Davids, K. W., Button, C., & Bennett, S. J. (2008). "Dynamics of skill acquisition: A constraints-led approach". *Human Kinetics*.
11. Elliott, B. (1981). "Tennis racquet selection: A factor in early skill development". *Australian Journal of Sport Sciences*, 1(1), 23-25 .
12. Engle, R. W., Carullo, J. J., & Collins, K. W. (1991). "Individual differences in working memory for comprehension and following directions". *The Journal of Educational Research*, 84(5), 253-262 .
13. Evans, J. (1980). "Objectivity and game modification: The next step. *Australian Journal for Health*", *Physical Education, and Recreation*, 89, 13-17 .
14. Farrow, D., Pyne, D., & Gabbett, T. (2008). "Skill and physiological demands of open and closed training drills in Australian football". *International Journal of Sports Science & Coaching*, 3(4), 489-499 .
15. Farrow, D., & Reid, M. (2010). "The effect of equipment scaling on the skill acquisition of beginning tennis players". *Journal of Sports Sciences*, 28(7), 723-732 .

16. Gathercole, S. E., Durling, E., Evans, M., Jeffcock, S., & Stone, S. (2008). "Working memory abilities and children's performance in laboratory analogues of classroom activities". *Applied Cognitive Psychology*, 22(8), 1019-1037.
17. Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). "The structure of working memory from 4 to 15 years of age". *Developmental psychology*, 40(2), 177 .
18. Grawer, R., & Rains, S. T. (1997). "Youth basketball skills and drills:" Coaches Choice Books.
19. Groth-Marnat G. (2005). "Handbook of psychological assessment". Translated By sharifi P, Nikkoo H. Tehran: Sokhan Published. (Persian)
20. Hammond, J., & Smith, C. (2006). "Low compression tennis balls and skill development". *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, 575-581 .
21. Hanlon, T. W. (2006). "Absolute beginner's guide to coaching youth basketball: "Que Pub.
22. Hardy, L., Mullen, R., & Jones, G. (1996). "Knowledge and conscious control of motor actions under stress". *British Journal of Psychology*, 87(4), 621-636 .
23. Howard, D. V., & Howard, J. H. (2001). "When it does hurt to try: Adult age differences in the effects of instructions on implicit pattern learning". *Psychonomic bulletin & review*, 8(4), 798-805 .
24. Isaacs, L., & Karpman, M. (1981). "Factors effecting children's basketball shooting performance: A log-linear analysis". *Carnegie School of Physical Education and Human Movement*, 1, 29-32 .
25. Kane, M. J., Brown, L. H., McVay, J. C., Silvia, P. J., Myin-Germeys, I., & Kwapil, T. R. (2007). "For whom the mind wanders, and when an experience-sampling study of working memory and executive control in daily life". *Psychological science*, 18(7), 614-621 .
26. Kirk†, D. (2004). "Framing quality physical education: the elite sport model or Sport Education?" *Physical Education & Sport Pedagogy*, 9(2), 185-195 .
27. Lam, W., Maxwell, J., & Masters, R. (2009). "Analogy versus explicit learning of a modified basketball shooting task: Performance and kinematic outcomes." *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 179-191 .

28. Liao, C-.M., & Masters, R. S. (2001). "Analogy learning: A means to implicit motor learning". *Journal of sports sciences*, 19(5), 307-319 .
29. Liu, W. (2003). "Field dependence-independence and sports with a preponderance of closed or open skill". *Journal of Sport Behavior*, 26(3), 285 .
30. López, M. I. P. (2005). "Incidencia del cambio de un conjunto de reglas de juego sobre algunas de las variables que determinan el proceso de formación de los jugadores de minibasket (9-11 años)": Editorial de la Universidad de Granada.
31. Luciana, M., Conklin, H. M., Hooper, C. J., & Yarger, R. S. (2005). "The development of nonverbal working memory and executive control processes in adolescents". *Child development*, 76(3), 697-712 .
32. Masters, R., Poolton, J., & Maxwell, J. (2008). "Stable implicit motor processes despite aerobic locomotor fatigue". *Consciousness and Cognition*, 17(1), 335-338 .
33. Masters, R. S. (1992). "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*, 83(3), 343-358 .
34. Masters, R. S., MacMahon, K., & Pall, H. S. (2004). "Implicit Motor Learning in Parkinson's Disease". *Rehabilitation Psychology*, 49(1), 79 .
35. Masters, R. S., & Poolton, J. M. (2012). "Advances in implicit motor learning". *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice*, 59 .
36. Maxwell, J., Masters, R., Kerr, E., & Weedon, E. (2001). "The implicit benefit of learning without errors". *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 54(4), 1049-1068.
37. Movahedi, A., Sheikh, M., Bagherzadeh, F., Hemayattalab, R., & Ashayeri, H. (2007). "A practice-specificity-based model of arousal for achieving peak performance". *Journal of motor behavior*, 39(6), 457-462 .
38. Mullen, R., Hardy, L., & Oldham, A.(2007)" Implicit and explicit control of motor actions: revisiting some early evidence". *British Journal of Psychology*, 98(1), 141-156 .
39. Orlick, T., & Botterill, C. (1975). "Every kid can win: Taylor Trade Publications".
40. Orrell, A. J., Eves, F. F., & Masters ,R. S. (2006). "Motor learning of a dynamic balancing task after stroke: implicit implications for stroke rehabilitation". *Physical Therapy*, 86(3), 369-380 .

- 
41. Palao, J. M., Ortega, E., & Olmedilla, A. (2004). "Technical and tactical preferences among basketball players in formative years. Paper presented at the Iberian Congress on Basketball Research"
  42. Piñar, M. I., Cárdenas, D., Conde, J., Alarcón, F., & Torre, E. (2007). " Satisfaction in mini-basketball players. Paper presented at the Iberian Congress on Basketball Research".
  43. Poolton, J., Masters, R., & Maxwell, J. (2007). " Passing thoughts on the evolutionary stability of implicit motor behaviour: Performance retention under physiological fatigue". *Consciousness and Cognition*, 16(2), 456-468 .
  44. Reber, A. S. (1992a). " The cognitive unconscious: An evolutionary perspective". *Consciousness and cognition*, 1(2), 93-133 .
  45. Reber, A. S. (1992b). "An evolutionary context for the cognitive unconscious". *Philosophical Psychology*, 5(1), 33-51 .
  46. Regimbal, C., Deller, J., & Plimpton, C. (1992). " Basketball size as related to children's preference, rated skill, and scoring". *Perceptual and Motor Skills*, 75(3), 867-872 .
  47. Renshaw, I., Davids, K., & Savelsbergh, G. J. (2010). "Motor learning in practice": A constraints-led approach: Routledge.
  48. Satern, M., Messier, S., & KELLERMCNULTY, S. (1989). "The effect of ball size and basket height on the mechanics of the basketball free throw". *Journal of Human Movement Studies*, 16(3), 123-137 .
  49. Steenbergen, B., van der Kamp, J., Verneau, M., Jongbloed-Pereboom, M., & Masters, R. S. (2010). " Implicit and explicit learning: applications from basic research to sports for individuals with impaired movement dynamics". *Disability and rehabilitation*, 32(18), 1509-1516 .
  50. Thomason, M. E., Race, E., Burrows, B , Whitfield-Gabrieli, S., Glover, G. H., & Gabrieli, J. D. (2009). "Development of spatial and verbal working memory capacity in the human brain". *Journal of cognitive neuroscience*, 21(2), 316-332 .
  51. Timmerman, E., De Water, J., Kachel, K., Reid, M., Farrow ,D., & Savelsbergh, G. (2015). " The effect of equipment scaling on children's sport performance:" the case for tennis. *Journal of sports sciences*, 33(10), 1093-1100 .

## The Effect of Equipment Modification on Acquisition and Retention of Motor Skill in 9-10-Year-Old Children with an Emphasis on Working Memory Capacity

Mohsen Afrouzeh<sup>1</sup> - Mehdi Sohrabi<sup>2\*</sup> - Ali Reza Saberi Kakhki<sup>3</sup> - Sobhan Sobhani<sup>4</sup>

1. PhD Student of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, International Campus, Mashhad, Iran 2. Professor, Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran 3. Associate Professor, Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran 4. Assistant Professor, Department of Physiotherapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

(Received:2016/8/28;Accepted:2017/2/26)

### Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of equipment modification on acquisition and retention of basketball free throw skill in children aged between 9 and 10 with an emphasis on working memory capacity. 40 male students were randomly selected and divided into 4 groups of modified and standard equipment with high and low working memory capacity based on the Memory for Digit Span assessment by Wechsler. Mini-basketball rules were used as a reference. The acquisition phase included 10 sessions, 4 blocks each session and 15 attempts each block. Free throw basketball test (AAHPERD) was conducted as the pretest and acquisition and retention tests were conducted after a week. In the acquisition phase, 2x2x2 multivariate analysis of variance (equipment×working memory×test) with repeated measures showed that interactive effect between working memory (high and low) and test (pretest and posttest) on performance was significant. Also, interactive effect between equipment (standard and modified) and test (pretest and posttest) on performance was significant while the interactive effect of working memory, equipment and test on performance was not significant. In retention phase, 2x2 multivariate analysis of variance (equipment×working memory) showed that the main and interactive effect of working memory and equipment on performance was significant. The results showed that the effect of equipment employment in working memory levels on performance was similar in both pretest and posttest and also it seems that the effect of the modified equipment on performance in retention test was better in children with low working memory than children with high working memory.

### Keywords:

acquisition and retention, modification of equipment, motor skill, working memory capacity.

\* Corresponding Author: E-mail: sohrabi@ferdowsi.um.ac.ir; Tel: +989155035459