



بررسی اثر تمرینات کم‌خطا و پرخطا بر یادگیری مهارت حرکتی در کودکان: نقش بازپزدازش آگاهانه

The Effect of Errorless and Errorful on Practice Children's Learning of Motor Skills: The Role of Reinvestment

Morteza Homayounnia Firouzjeh
Saeed Nazari Kakvandi
Shahin Ramzani
Meysam Beyk
Farzaneh Barmaki

مرتضی همایون نیا فیروزجاه*
سعید نظری کاکوندی***
شاهین رمضانی***
میسام بیک***
فرزانه برمکی*****

Abstract

The purpose of the present study was to investigate the effects of errorless and errorful practice on children's learning of motor skills: The Role of Reinvestment. The statistical population of the present study consisted of all the male elementary school students in the age range of 7-10 in Mashhad in the academic year of 2017-2018. For this purpose, 48 male students in the city of Mashhad, were selected through an available sample and randomly based on the levels of reinvestment. This study is an applied research and the type of practice protocol in four groups: errorless with high reinvestment tendency, errorful with low reinvestment tendency, errorful with high reinvestment tendency. Retention, transfer, and dual-task tests were conducted after the acquisition phase at 24-hour intervals. To analyze the data in the acquisition, retention, transfer, and dual-task phases, a mixed model variance analysis (ANOVA) 2 (reinvestment levels: high and low) \times 2 (practice protocol: errorless and errorful) and LSD post-hoc test were used, and the data were analyzed using SPSS 24 software. The results of the acquisition test showed that all groups had made progress, but two groups, the errorful with high reinvestment tendency and the errorless with low reinvestment tendency, performed significantly better than the other groups on the retention and transfer tests. The two groups of the defectless with low reinvestment tendency and the defectless with high reinvestment tendency performed significantly better than the other groups under pressure conditions. Therefore, it is recommended that physical educators pay special attention to these psychological variables (reinvestment) when designing exercises and training programs for children's motor skills.

Keywords: Errorless Practices, Errorful Practices, Reinvestment Theory, Implicit Learning, Explicit Learning.

چکیده

هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر تمرینات کم‌خطا و پرخطا بر یادگیری مهارت حرکتی در کودکان و نقش بازپزدازش آگاهانه بود. جامعه آماری پژوهش حاضر را کلیه دانش‌آموزان مقطع ابتدایی پسر در بازه سنی ۷-۱۰ سال شهر مشهد در سال تحصیلی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ تشکیل دادند. بدین منظور، ۴۸ دانش‌آموز به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی براساس سطوح بازپزدازش و نوع پروتکل تمرینی در چهار گروه کم‌خطا با بازپزدازش آگاهانه پایین، کم‌خطا با بازپزدازش آگاهانه بالا، پرخطا با بازپزدازش آگاهانه پایین و پرخطا با بازپزدازش آگاهانه بالا تقسیم شدند. این پژوهش کاربردی است و در پنج مرحله پیش‌آزمون، اکتساب، یادداری، انتقال و تکلیف ثانویه انجام شد. پس از مرحله اکتساب با فاصله ۲۴ ساعت، آزمون‌های یادداری، انتقال و تکلیف ثانویه اجرا شدند. برای تحلیل داده‌ها در مراحل اکتساب، یادداری، انتقال و تکلیف ثانویه از آزمون تحلیل واریانس مرکب ۲ (سطوح بازپزدازش: بالا و پایین) \times ۲ (پروتکل تمرین: کم‌خطا و پرخطا) و آزمون تعقیبی LSD استفاده شد و با استفاده از نرم‌افزار spss24 تحلیل شد. نتایج آزمون اکتساب نشان داد همه گروه‌ها پیشرفت داشته‌اند، اما دو گروه پرخطا با بازپزدازش آگاهانه بالا و کم‌خطا با بازپزدازش آگاهانه پایینی عملکرد بهتری در مهارت پرتابی داشتند. همچنین در آزمون‌های یادداری و انتقال مشخص شد گروه‌های پرخطا با بازپزدازش آگاهانه بالا و کم‌خطا با بازپزدازش آگاهانه پایین به‌طور معناداری عملکرد بهتری از سایر گروه‌ها داشتند؛ بنابراین توصیه می‌شود مربیان، روان‌شناسان و معلمان تربیت‌بدنی هنگام طراحی تمرینات و برنامه‌های آموزشی مهارت‌های حرکتی برای کودکان به این متغیرهای روان‌شناختی (بازپزدازش آگاهانه) توجه ویژه‌ای داشته باشند.

واژه‌های کلیدی: تمرینات کم‌خطا، تمرینات پرخطا، نظریه بازپزدازش آگاهانه، یادگیری پنهان، یادگیری آشکار.

* نویسنده مسئول: استادیار، گروه آموزش تربیت‌بدنی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران

** دکتری، گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

*** کارشناسی ارشد، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

**** دکتری، گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

***** دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

مقدمه

یادگیری حرکتی یکی از مهم‌ترین فرایندها برای زندگی است؛ زیرا ما را از محدودیت‌های فضایی آزاد می‌کند و تعامل پویا با محیط اطراف را برای ما ممکن می‌سازد (مک، یانک و وانگ، ۲۰۲۰). یکی از مهم‌ترین عوامل در یادگیری این است که فراگیرنده بتواند از اطلاعات مفید در جهت پیشرفت و بهبود مهارت استفاده و از اطلاعات نامربوط صرف‌نظر و چشم‌پوشی کند (پلاس، هومر و پاور، ۲۰۱۹). مربیان و معلمان اغلب با مشکل چگونگی انتقال اطلاعات به فراگیران مبتدی مواجه هستند، به‌ویژه اگر این فراگیران کودکان باشند. یکی از چالش‌های مربیان، ایجاد رویکرد مناسب در جهت آموزش و یادگیری مهارت‌های حرکتی است که به بهترین وجه ممکن نیازهای شناختی، حرکتی و مکانیسم‌های زیربنایی مهارت‌ها را برآورده کند (فارو و بوزارد، ۲۰۱۷). ارزیابی این نیازها از زمان شروع برنامهٔ تمرین، به مربیان این اجازه را می‌دهد تا درک بهتری از نیازهای آموزشی کودکان داشته باشند. فرایندهای شناختی پنهان و آشکار نقش مهمی در عملکرد و یادگیری ایفا می‌کنند. تفاوت بین یادگیری مهارت به‌صورت آشکار یا پنهان در میزان وابستگی آن به حافظهٔ کاری و جمع‌آوری دانش اخباری بیان شده است (فارو و بوزارد، ۲۰۱۷). یادگیری حرکتی آشکار به‌وسیلهٔ تعدیل‌سازی فرضیه‌ها در پاسخ به اشتباهات اجرا تا زمان کاهش خطاهای اجرا ادامه دارد. از سوی دیگر یادگیری پنهان با کاهش استفاده از فرایندهای آگاهانه در شناسایی و تصحیح خطا، یادگیری باثباتی از الگوهای حرکتی را ایجاد می‌کند. بر این اساس تمرین باید به‌گونه‌ای طراحی شود که در آن، محیط یادگیری برای به‌حداقل‌رساندن میزان دانش آگاهانه سازمان‌دهی شود. با این حال، روش‌های یادگیری پنهان مستقیماً دانش رویه‌ای را به‌وسیلهٔ کاهش درگیری حافظهٔ کاری ارتقا می‌دهند و انباشت دانش اخباری را به‌حداقل می‌رسانند (مکسول، مستر و اوس، ۲۰۰۳). مسترز (۱۹۹۲) پیشنهاد کرده است که یادگیری مهارت‌های حرکتی می‌تواند به‌طور مستقل از فرایندهای آگاهانه رخ دهد. آن‌ها «یادگیری حرکتی پنهان»^۱ را پیشنهاد کردند که در آن مهارت‌ها با تعداد محدودی از دانش کلامی کسب می‌شوند. یادگیری حرکتی ضمنی ریشه در این مفهوم دارد که دانش در دسترس آگاهانه می‌تواند برای عملکرد حرکتی مضر باشد (پدیده‌ای به نام «بازپردازش آگاهانه»^۲). نظریهٔ بازپردازش آگاهانه نشان می‌دهد در پاسخ به شرایط خاص (برای مثال، فشار روانی) مهارت‌های نسبتاً خودکار می‌توانند با تلاش برای نظارت آگاهانه در کنترل حرکات مختل شوند (مسترز، ۱۹۹۲). ظرفیت ذخیره‌سازی و دستکاری اطلاعات (عملکرد حافظهٔ کاری) تا بزرگسالی به‌طور کامل تکامل و رشد پیدا نمی‌کند؛ بنابراین کودکان هنگام یادگیری مهارت‌ها قادر به پردازش دستورات عمل‌ها به‌صورت آشکار نیستند (کاپیو و پولتون و سید، ۲۰۱۳). تکنیک‌های یادگیری ضمنی برای جلوگیری از مشارکت فرایندهای آشکار تحلیلی-کلامی در اکتساب و یادگیری حرکتی تکامل یافته‌اند (مسترز و مکسول، ۲۰۰۴). روش یادگیری ضمنی سبب ایجاد اجرای باثبات در شرایط استرس‌زا، تکلیف دوگانه و خستگی فیزیولوژیک خواهد

1. implicit motor learning

2. reinvestment

شد (مسترز و مکسول، ۲۰۰۴). یک پروتکل برای یادگیری پنهان استفاده از شیوه یادگیری کم‌خطا است. یادگیری کم‌خطا موجب کاهش بار بر حافظه کاری می‌شود و نیاز به پردازش آگاهانه را به حداقل می‌رساند (آونگ و هوگس، ۲۰۱۸). شواهدی وجود دارد مبنی بر اینکه تمرین کم‌خطا که به صورت پیشرفت تدریجی در دشواری تکلیف رخ می‌دهد، محیط یادگیری ضمنی را فراهم می‌کند که در شرایط استرس‌زا استوار است (کاپیو و همکاران، ۲۰۱۳). با اینکه به‌تازگی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تمرین پرخطا به افزایش اجرا و یادگیری منجر می‌شود (تونر و موران، ۲۰۱۱)، مالهوترا، پولتون و یلسون (۲۰۱۵) دریافتند که سرمایه‌گذاری دانش آشکار در مراحل اولیه تمرین می‌تواند مفید باشد. نظریه بازپردازش تأکید می‌کند که تمایل به کنترل آگاهانه حرکات به‌عنوان عملکردی از تفاوت‌های فردی و زمینه اجرای مهارت و در طیف وسیعی از موقعیت‌های احتمالی امکان‌پذیر است (مسترز و مکسول، ۲۰۰۴). به‌علاوه، نظریه طرحواره نقش خطاها را در یادگیری حرکتی تأیید کرده است (اشمیت و لی، ۲۰۱۸). این نظریه بیان می‌کند که شرایط تمرینی‌ای که در آن یادگیرندگان اشتباهات بیشتری در مرحله اکتساب مرتکب شوند، به ایجاد یک طرح یا قاعده کلی دقیق‌تر و مناسب‌تر نسبت به تمرین قالبی و کم‌خطا کمک خواهد کرد و در نتیجه بازنمایی حافظه کاری در آزمون یادداری و انتقال بهبود می‌یابد (اشمیت و لی، ۲۰۱۸). شرایط تمرینی که چالش و دشواری بیشتری ایجاد کند، به‌طور مثال تمرین پرخطا برای افرادی که از ظرفیت‌های شناختی بیشتری (حافظه کاری) برخوردار باشند، یادگیری عمیق‌تری ایجاد می‌کند (اشمیت و لی، ۲۰۱۸).

به‌تازگی، برای ارزیابی تمایل اجراکنندگان و به‌ویژه کودکان به بازپردازش آگاهانه، مقیاس بازپردازش ویژه کودکان طراحی شده است. پایایی آزمون-بازآزمون ($r=0/84$) این ابزار روان‌سنجی با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ در جامعه کودکان ۷ تا ۱۳ سال تأیید شد (کال، پروسه و وینتر، ۲۰۱۶). وجود تفاوت‌های فردی و ویژگی‌های منحصربه‌فرد در عوامل روان‌شناختی گاهی به ایجاد تغییرات معناداری در نتایج عملکرد و یادگیری حرکتی منجر می‌شود. اگرچه به‌طور سنتی نقش بازپردازش آگاهانه تنها در مورد تکالیف شناختی بررسی شده، اما نشان داده شده است که بازپردازش آگاهانه در یادگیری مهارت‌های حرکتی نیز تأثیر می‌گذارد (ونگینکن و پروتن، ۲۰۱۷). نقش بازپردازش آگاهانه در مهارت‌های چپ گلف (زو و همکاران، ۲۰۱۱) راه‌رفتن (یوگا و همکاران، ۲۰۲۰)، بسکتبال (سمانوف و زلازو، ۲۰۱۹)، بیس‌بال (زلزو و لونز، ۲۰۱۲)، پرتاب دارت (تی، فونگ و ونگ، ۲۰۱۷) و بیماران پارکینسونی و توان‌بخشی در افراد سکتة مغزی (اورل، مسارز و اورس، ۲۰۰۹) بررسی شده است. راکو، بلاک و فوکس (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی نقش بازپردازش آگاهانه بر عملکرد مهارت‌های شناختی و حرکتی پرداختند. نتایج نشان داد شرکت‌کنندگان با سطوح بالای بازپردازش آگاهانه، کاهش عملکرد را در شرایط تحت فشار در هر دو مهارت حرکتی و شناختی تجربه می‌کنند. مارتین (۲۰۱۴) مطالعه‌ای کیفی با گروهی از بازیکنان مبتدی بیس‌بال انجام داد و به این نتیجه رسید که بازپردازش آگاهانه می‌تواند سبب افت عملکرد افراد شود.

همان‌طور که در بالا توضیح داده شد، در این مطالعات، بیشتر ارتباط بازپردازش آگاهانه و عملکرد حرکتی مورد توجه قرار گرفته است و پژوهش‌های کمی به بررسی نقش آن در یادگیری حرکتی پرداخته‌اند. با توجه

به ماهیت چندبعدی عملکرد ماهرانه و تفاوت‌های فردی، پژوهشگران تأکید کرده‌اند که نیاز به بررسی اجزای روان‌شناختی مانند بازپردازش ویژه حرکت و تصمیم‌گیری ضروری به نظر می‌رسد. اما در حیطه کاربردی، بررسی پیشینه تجربی موضوع بازپردازش در زمینه تکالیف و مهارت‌های حرکتی نشان می‌دهد رسیدن به سطوح بالای عملکرد در برخی از شرایط مانند شرایط تحت فشار، مستلزم برخورداری از سطح خاصی از بازپردازش آگاهانه است (مالهوترا، پولتن و ویلسون، ۲۰۱۵). اورن (۲۰۱۷) گزارش کرد که شرکت‌کنندگان با امتیاز بالاتر بازپردازش آگاهانه، عملکرد پرتاب آزاد بسکتبال ضعیف‌تر و تغییرپذیری حرکتی^۱ بیشتری در مقایسه با افراد با تمایل بازپردازشگری پایین‌تر نشان دادند. در مقابل، دیگر مطالعات آزمایشگاهی هیچ ارتباطی بین نمرات پردازش و عملکرد در تکالیف مختلف، از جمله پرتاب دارت و پرتاب گلف پیدا نکردند (مالهوترا و همکاران، ۲۰۱۵). برخی پژوهش‌ها نشان دادند اکتساب مهارت‌های حرکتی کودکان زمانی مؤثرتر است که دستورالعمل‌ها، بازخوردها و شرایط تمرین فراهم‌شده توسط مربی با تمایل افراد برای کنترل آگاهانه همسو باشد (تی و همکاران، ۲۰۱۷). اخیراً پژوهش‌های عصب‌شناسی از نقش بازپردازش آگاهانه به‌عنوان ابزار ارزیابی مهمی در یادگیری حرکتی پشتیبانی کرده است (گایچیو، کوک و رینگ، ۲۰۱۶). همچنین کاشدان و فارمر (۲۰۱۳) دریافتند که سطوح بازپردازش آگاهانه بین گروه‌هایی با اختلال اضطرابی و افراد عادی تفاوت معنادار دارد. در واقع افراد مبتلا به اختلال اضطرابی بالا، امتیازات بالاتری در مقیاس بازپردازش آگاهانه کسب کردند. در همین زمینه چو و وانگ (۲۰۱۹) به ارزیابی ارتباط بین میزان زمان کنترل قامت هنگام ایستادن روی یک سطح تعادلی با سطوح مختلف دشواری و تمایل به بازپردازش آگاهانه با استفاده از بررسی‌های عصب‌شناختی در نواحی مختلف قشر مغز^۲ (الکتروانسفاگرافی) پرداختند. نتایج نشان داد هنگامی که دشواری تکلیف تعادلی^۳ افزایش یافت، بزرگسالان مسن‌تر به‌طور کلی با افزایش دشواری کارکردی تکلیف ادراک‌شده، کنترل وضعیت قامتی را به‌طور هوشیارانه انجام می‌دهند. براساس نتایج، هم‌زمانی و هم‌پوشانی آلفا T3-FZ را می‌توان به‌عنوان یک اندازه‌گیری کنترل وضعیتی در زمان واقعی در حین ارزیابی تکالیف تعادلی و توان‌بخشی به‌کار برد. نتایج مطالعه مک، یانگ و وانگ (۲۰۲۰) نشان داد بین میزان تمایل بازپردازش آگاهانه و راه‌رفتن با احتیاط ارتباطی وجود ندارد. اما زمانی که از دستورالعمل‌های تمرکز توجه درونی استفاده شد، الگوهای راه‌رفتن محافظه‌کارانه‌تری در سالمندان با تمایل به بازپردازشگری پایین مشاهده شد (مک، یانگ و وانگ، ۲۰۲۰). مکسول، مسترز و اوآنز (۲۰۰۳) شواهدی را فراهم کرد که نشان می‌داد کاهش خطاها به‌ویژه در کودکانی که دارای توانایی‌های حرکتی کمتری هستند، می‌تواند سودمند باشد. در این رابطه، کاپیو و همکاران (۲۰۱۳) عنوان کردند که طراحی پروتکل‌های تمرینی که مشارکت حافظه کاری را به حداقل برساند ممکن است برای کودکان با توانایی حرکتی ضعیف و تمایلات بازپردازشگری پایین‌تر مناسب باشد. مکسول، کاپیو و مسترز (۲۰۱۷) دریافتند که کودکان با توانایی‌های

-
1. kinematic variability
 2. cerebral cortex (electroencephalography)
 3. balance task

بالای حرکتی، از یادگیری آشکار به‌ویژه یادگیری پرخطا بهره بیشتری می‌برند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که پروتکل تمرینی پرخطا موجب تثبیت و ذخیره الگوهای حرکتی مناسبی در حافظه می‌شود. بلمو، گوکه و هاردی (۲۰۱۸) دریافتند در مقایسه با پروتکل تمرین کم‌خطا، اکتساب تکلیف زمان‌بندی متوالی با پروتکل تمرین پرخطا سبب اجرای سریع‌تر و دقیق‌تر، کاهش پردازش آگاهانه و افزایش کارایی پردازش شنیداری^۱ (قدرت آلفای بالا) و یادگیری بهتر توالی حرکتی^۲ می‌شود.

از این‌رو، با توجه به چالش‌ها و مناقشاتی که در مطالعات گذشته درمورد نقش بازپردازش آگاهانه بر عملکرد حرکتی وجود دارد و همچنین در مطالعات گذشته بیشتر نقش بازپردازش آگاهانه بر عملکرد حرکتی بررسی شده و توجه کمتری به دو بعد اصلی یادگیری حرکتی (یادداری و انتقال) شده است، این پژوهش از یک سو بر آن است به بررسی نقش بازپردازش آگاهانه و تأثیرات بالقوه این متغیرهای روان‌شناختی بر میزان یادگیری حرکتی پردازد و از سوی دیگر اثرات تعاملی بین بازپردازش آگاهانه و یادگیری آشکار و پنهان را به‌عنوان یک بعد جدید بررسی کند. کاهش ظرفیت برای گزارش قواعد کلامی و عملکرد بهتر در شرایط تکلیف ثانویه، از باثبات‌ترین شاخص‌ها در جهت نشان‌دادن سهم فرایندهای آشکار و ضمنی است (مسترز، ۱۹۹۲؛ مسترز و مکسول، ۲۰۰۴) و به‌عنوان منعکس‌کننده مشارکت بیشتر فرایندهای ضمنی به یادگیری حرکتی تفسیر شده است. در مطالعه حاضر برای سنجش دقیق‌تر فرایندهای یادگیری حرکتی آشکار و ضمنی، این معیارهای اندازه‌گیری ارزیابی شده‌اند؛ بنابراین، به این سوالات پاسخ داده می‌شود: آیا بازپردازش آگاهانه و پروتکل آشکار و پنهان بر عملکرد و یادگیری یک مهارت پرتابی اثرگذار است؟ در صورت تأثیر مثبت این عوامل، تعامل چه سطوحی از بازپردازش و آرایش‌های تمرینی به یادگیری مطلوب‌تری می‌انجامد.

روش

جامعه آماری، نمونه و روش اجرا

جامعه آماری پژوهش حاضر را کلیه دانش‌آموزان مقطع ابتدایی پسر در دامنه سنی ۱۰-۷ شهر مشهد در سال تحصیلی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ با جامعه آماری ۵۵۲،۳۵۴ نفر تشکیل دادند. بدین‌منظور با توجه هدف تحقیق حاضر، شرکت‌کنندگان براساس مجموعه امتیازات مقیاس بازپردازش آگاهانه ویژه حرکت^۳ انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان با مجموعه امتیازات بازپردازشگری پایین ($MSRS-C < 33\%$) و شرکت‌کنندگان با مجموعه امتیازات بازپردازشگری بالا ($MSRS-C > 33\%$) در گروه‌های بالا و پایین اختصاص یافتند (چو و وانگ، ۲۰۱۹). ۴۸ دانش‌آموز به‌صورت انتصاب تصادفی در یکی از چهار گروه کم‌خطا با ظرفیت بازپردازشگری بالا، پرخطا با ظرفیت بازپردازشگری پایین، کم‌خطا با ظرفیت بازپردازشگری پایین یا پرخطا با ظرفیت بازپردازشگری بالا جای گرفتند (۱۲ نفر در هر گروه). حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G^* power براساس

1. auditory processing
2. movement sequence
3. movement specific reinvestment scale

آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر (طرح عاملی درون-بین‌گروهی، سه اندازه‌گیری) در سطح اطمینان ۹۵ درصد، $\alpha = 0.05$ ، توان $= 0.8$ ، تعداد گروه $= 4$ و اندازه اثر $= 0.25$ (لیائو و مسترز، ۲۰۰۱) ۴۸ نفر برآورد شد. معیارهای ورود به پژوهش شامل دید طبیعی یا اصلاح‌شده براساس گزارش والدین و مشاهده پرونده پزشکی موجود در مدرسه، نداشتن سابقه بیماری نورولوژی یا اختلالات عصبی، راست‌دست‌بودن و نداشتن آسیب در اندام فوقانی، قرارگرفتن در دامنه ۳۳ درصد بالا و پایین (براساس محاسبه نقطه برش) از مجموع امتیازات مقیاس بازپدازش آگاهانه در گروه‌های بازپدازشگر بالا و پایین بود. معلولیت جسمی-حرکتی، استفاده از داروهای محرک عصبی و قرارگرفتن در صدک میانی مقیاس بازپدازش آگاهانه به‌عنوان معیارهای خروج در نظر گرفته شدند. فرم رضایت‌نامه توسط والدین شرکت‌کنندگان تکمیل شد. همچنین کودکان به‌صورت علاقه‌مند در این پژوهش شرکت کردند و این اختیار برای آن‌ها وجود داشت که در هر زمان تمایل به ادامه همکاری نداشتند، بدون هیچ پیامدی از پژوهش خارج شوند. تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی و از نظر هدف کاربردی است و از طرح تحقیق پیش‌آزمون و پس‌آزمون، یادداری و انتقال همراه با رویکرد انتساب تصادفی استفاده شده است.

ابزار پژوهش

مقیاس بازپدازش آگاهانه ویژه حرکت^۱ (OMCP)

برای سنجش بازپدازش آگاهانه از مقیاس بازپدازش آگاهانه ویژه حرکت استفاده شد (مسترز، اوش و مکسول، ۲۰۰۵). این مقیاس شامل ۱۰ سؤال و دو خرده‌مقیاس خودتمرکزی آگاهانه حرکتی^۲ و پردازش حرکتی خودآگاه^۳ می‌شود. پایایی آزمون-بازآزمون برای دو عامل به‌ترتیب برابر 0.76 و $r_s = 0.67$ و آلفای کرونباخ به‌منظور سنجش پایایی درونی آن برای دو عامل به‌ترتیب برابر 0.71 و 0.78 بود (مسترز و مکسول، ۲۰۰۴). خرده‌مقیاس خودتمرکزی آگاهانه حرکت شامل پنج سؤال مربوط به کنترل و نظارت آگاهانه اصول مکانیکی (نیرو، نحوه حرکت و...) در حین اجرای حرکت و خرده‌مقیاس خودآگاهی ویژه حرکت نیز شامل پنج سؤال مربوط به میزان درگیری شناختی افراد در ارتباط با حرکت یا همان روش اجرای حرکت است. خودآگاهی منعکس‌کننده میزان تمایل فردی به نگرانی درمورد شیوه اجرای حرکت (سبک و الگوی حرکت) است؛ به‌طوری‌که فرد از ایجاد یک احساس خوب در هنگام اجرای حرکت بیشتر نگران خواهد بود؛ به‌طور مثال «همیشه به اینکه هنگام اجرای حرکت چطور دیده شوم، توجه دارم». شیوه پاسخ‌دهی براساس مقیاس شش‌درجه‌ای لیکرت است که از ۱ (کاملاً موافق) تا ۶ (کاملاً مخالف) درجه‌بندی می‌شود. امتیازات کلی مقیاس از ۱۰ تا ۶۰ و امتیازات هر خرده‌مقیاس به‌طور جداگانه بین ۵ و ۳۰ امتیاز است. در پژوهش سلیمانی‌راد، طهماسبی، جابری‌مقدم و شهبازی (۱۳۹۷) روایی صوری این مقیاس با نظرسنجی از پانزده

1. Open Scale of Motion-Specific Conscious Processing (OMCP)

2. self-consciousness

3. conscious motor processing

متخصص روان‌شناسی و رفتار حرکتی، ۰/۷۶ گزارش شد. ضریب آلفا برای خرده‌آزمون پردازش حرکتی هوشیار ۰/۸، برای خرده‌آزمون خودآگاهی حرکتی ۰/۷۳ و برای مقیاس کل ۰/۷۷ به‌دست آمده است (شوگر و هگمن، ۲۰۱۳). در پژوهش حاضر، نتایج ضریب آلفای کرونیخ برای مقیاس کل بازپردازش و خرده‌مؤلفه‌های فرایندهای آگاهانه حرکت و خودآگاهی ویژه حرکت به‌ترتیب ۰/۸۸، ۰/۷۳ و ۰/۷۲ بود. همچنین روایی صوری این مقیاس ۰/۷۴ گزارش شد.

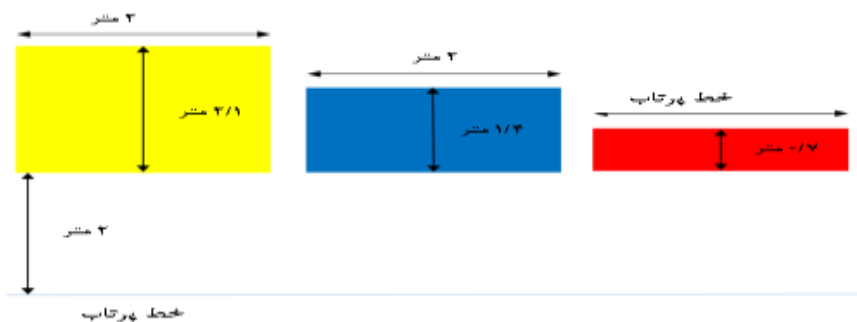
روش اجرا

تکلیف پژوهش حاضر مشابه تکلیف پژوهش جانگلوبود، نیجهورد و استنبرگ (۲۰۱۹) و شامل اجرای مهارت پرتاب از بالای شانه بود (شکل ۱). این طرح تکلیف شامل سه هدف مربع‌شکل با ابعاد کوچک، متوسط و بزرگ است. هدف کوچک با ابعاد ۷۰ × ۲۰۰ سانتی‌متر و با رنگ قرمز، هدف متوسط با ابعاد ۱۴۰ × ۲۰۰ سانتی‌متر به رنگ آبی و هدف بزرگ با ابعاد ۲۱۰ × ۲۰۰ سانتی‌متر با رنگ زرد مشخص شد. سه کیسه لوبیا (۱۵۰ گرم) با رنگ‌های مطابق با رنگ اهداف برای پرتاب استفاده شد. شرکت‌کنندگان طبق دستورالعمل نحوه پرتاب باید با دست برترشان از بالای شانه به‌سمت اهداف منظور شده از فاصله دومتري پرتاب می‌کردند. نحوه امتیازدهی به این صورت بود که به هر کیسه لوبیا که به هدف که روی زمین قرار داشت اصابت می‌کرد یک امتیاز تعلق می‌گرفت و برای پرتاب‌های خارج از هدف امتیاز صفر ثبت شد. ابتدا مهارت پرتاب از بالای شانه، با نمایش ویدیویی و دستورالعمل کلامی به شرکت‌کنندگان نشان داده شد. اجرا در پنج مرحله پیش‌آزمون، اکتساب، یادداری، انتقال و تکلیف ثانویه اندازه‌گیری شد. پیش‌آزمون شامل ۲۰ پرتاب از فاصله دومتري به‌سمت هدف متوسط بود. سپس ۲۴ ساعت بعد در مرحله اکتساب، شرکت‌کنندگان مهارت پرتاب را در سه بلوک ۳۰ کوششی طی سه جلسه تمرین با فاصله ۲۴ ساعت تمرین کردند.

در شرایط تمرینی پرختا، کودکان تمرین را با هدف کوچک‌تر در روز اول شروع کردند و با هدف بزرگ در روز سوم به پایان رساندند و در شرایط تمرینی کم‌ختا ترتیب تمرین اهداف برعکس بود. آزمون یادداری با فاصله ۲۴ ساعت پس از پایان آخرین جلسه اکتساب با انجام ۲۰ کوشش از فاصله دومتري به‌سمت هدف متوسط بدون مداخله تمرینی انجام گرفت. بلافاصله پس از آزمون یادداری، آزمون انتقال از فاصله ۲/۵ متری به‌سمت هدف متوسط انجام شد. پس از آزمون انتقال، آزمون تکلیف ثانویه اجرا شد. یکی از روش‌های شکل‌گیری یادگیری پنهان و تأیید نظریه بازپردازش آگاهانه، استفاده از پروتکل تکلیف ثانویه است (مکسول، مسترز و پولتون، ۲۰۱۶). در این آزمون، کودکان باید همزمان با تکلیف پرتاب به مجموعه‌ای از تن صداهای متفاوت شامل صدای گربه، گوسفند، گاو و زنگ دوچرخه که از یک نرم‌افزار پخش می‌شد گوش فرامی‌دادند و فقط صدای هدف (صدای گربه) را شمارش می‌کردند. در نتیجه، در ارزیابی نهایی، میزان امتیازات حاصل از پرتاب و مقدار اشتباهات در انجام تکلیف ثانویه تحلیل و ارزیابی شد. همچنین یکی از نشانه‌های راه‌اندازی پردازش پنهان، تعداد قواعد کلامی است. هرچقدر قواعد کمتری گزارش شود، یادگیری به‌صورت پنهان صورت گرفته است (مکسول و مسترز، ۲۰۰۳). پروتکل گزارش قواعد کلامی برای اندازه‌گیری میزان دانش

آشکار استفاده شد. در پروتکل گزارش کلامی از شرکت کنندگان خواسته شد که قوانین و قواعدی را که در حین جلسات اکتساب و آزمون از آن استفاده کردند گزارش دهند. یک قاعده به عنوان هر عبارتی شامل حداقل یکی از جنبه‌های زیر تعریف شده است: توجه به حرکت یا موقعیت یک اندام، توجه به حرکت یا موقعیت یک مفصل، سرعت حرکت اندام، زاویه یا جهت مفصل یا ستون فقرات. این قواعد توسط دو ارزیاب شمارش و میانگین امتیازات دو ارزیاب برای ارائه نمرات پروتکل کلامی محاسبه شد. همچنین ارزیابی اعتبار درون ارزیابان با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون درون طبقه‌ای صورت گرفت.

در پروتکل کم خطا، شرکت کنندگان ابتدا با هدف زرد، سپس هدف آبی رنگ، و در نهایت، هدف سوم با قرمز تمرین کردند. برای پروتکل پرخطا، شرکت کنندگان ابتدا با هدف قرمز شروع به تمرین کردند و به هدف بعدی آبی رنگ و هدف سوم زرد رنگ از فاصله ۲ متری از اهداف به صورت ایستاده پرتاب کردند.



شکل ۱. شماتیک تکلیف پرتابی

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

پیش فرض توزیع طبیعی داده‌ها و برابری واریانس‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون شاپیروویلک و آزمون لون انجام گرفت و نتایج حاکی از برقراری این پیش فرض‌ها بود ($p > 0/05$ برای همه). همچنین نتایج آزمون کرویت ماچلی نشان داد از پیش فرض برابری واریانس‌ها تخطی نشده است ($p > 0/05$). در پیش آزمون، از تحلیل واریانس (آنوا) یک راهه به منظور بررسی همگنی و همسان سازی گروه‌ها استفاده شد. در مرحله اکتساب، تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری در یک طرح عاملی، ۲ (بازپردازش: بالا و پایین) \times ۲ (گروه: کم خطا و پرخطا) \times ۹ (بلوک) با اندازه‌های تکراری در عامل آخر به کار رفت. در آزمون‌های یادداری، انتقال و تکلیف ثانویه از تحلیل واریانس عاملی، ۲ (بازپردازش: بالا و پایین) \times ۲ (گروه: کم خطا و پرخطا) استفاده شد. محل اختلاف گروه‌ها به کمک آزمون تعقیبی ال.اس.دی (LSD) مشخص شد. محاسبه اندازه اثر هر متغیر مستقل از مجذور اتا (η^2_p) صورت گرفت. همچنین سطح معناداری در تمامی آزمون‌های آماری $p \leq 0/05$ بود. با توجه به اینکه آزمون تعقیبی استفاده سطح آلفا با استفاده از تصحیح بونفرونی تعدیل شد

(۰/۰۰۸ = ۰/۰۵/۶) برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ استفاده کردیم.

یافته‌ها

آماره‌های توصیفی

در توصیف جمعیت شناختی گروه نمونه، میانگین سنی شرکت‌کنندگان در این تحقیق ۹ و انحراف معیار ۱/۶ بود. همچنین میانگین قد شرکت‌کنندگان ۱۲۴ و انحراف معیار ۵/۴ و میانگین وزن ۲۱ و انحراف معیار ۳/۷ بود. جدول ۱ نتایج آماره‌های توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) گروه‌ها در مهارت پرتابی را در مراحل مختلف تمرینی (پیش‌آزمون، پس‌آزمون، یادداری، انتقال و تکلیف ثانویه) نشان می‌دهد.

جدول ۱. آماره‌های توصیفی میانگین و انحراف استاندارد گروه‌های تمرینی در مراحل مختلف

مراحل	گروه	بازپردازش (R)	تعداد (N)	میانگین (M)	انحراف استاندارد (SD)
پیش‌آزمون	پرخطا	بالا	۱۲	۲۴/۱	۲/۴
	کم‌خطا	بالا	۱۲	۲۲/۳	۱/۳
	پرخطا	پایین	۱۲	۲۳/۴	۲/۳
	کم‌خطا	پایین	۱۲	۲۳/۴	۱/۵۹
یادداری	پرخطا	بالا	۱۲	۲۸/۵	۱/۰۰
	کم‌خطا	بالا	۱۲	۲۳/۶۶	۳/۸
	پرخطا	پایین	۱۲	۲۳/۴۱	۱/۲۴
	کم‌خطا	پایین	۱۲	۲۸/۶۶	۳/۱
انتقال	پرخطا	بالا	۱۲	۲۵/۷۵	۱/۱۵
	کم‌خطا	بالا	۱۲	۲۱/۳۳	۲/۵۷
	پرخطا	پایین	۱۲	۲۱/۴۱	۱/۸۷
	کم‌خطا	پایین	۱۲	۲۶/۲۵	۱/۱۲
تکلیف ثانویه	پرخطا	بالا	۱۲	۲۵/۱۶	۱/۵۲
	کم‌خطا	بالا	۱۲	۱۹/۴۶	۱/۷۷
	پرخطا	پایین	۱۲	۲۰/۵	۲/۴
	کم‌خطا	پایین	۱۲	۲۴/۸	۱/۷۶

عملکرد پایه

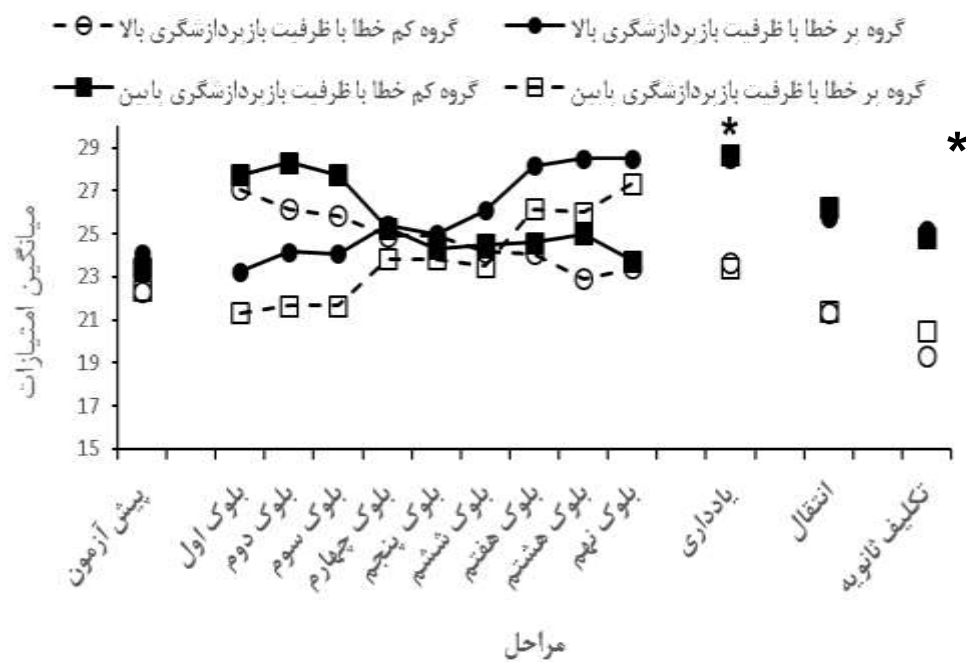
قبل از بررسی نتایج مراحل مختلف آماری، به منظور ارزیابی سطح اولیه عملکرد شرکت‌کنندگان و همگن‌سازی و همسان‌سازی گروه‌ها قبل از شروع مداخله تمرینی، داده‌های مرحله پیش‌آزمون با استفاده از طرح تحلیل واریانس یک‌راهه با هم مقایسه شدند که نتایج آن نشان داد اثر اصلی گروه معنی‌دار نیست ($F(3, 44) = 1/280$ و $P = 0/293$) که در واقع حاکی از برابری واریانس‌ها و نبود تفاوت معنی‌دار در سطوح عملکرد ابتدایی گروه‌ها در پیش‌آزمون است. از این‌رو، دسته‌بندی و گروه‌بندی شرکت‌کنندگان به درستی

انجام شده است.

سطوح بازپردازشگری

ابتدا برای بررسی سطح ابتدایی مقیاس بازپردازش آگاهانه شرکت کنندگان از طریق آزمون‌های آماری، میانگین امتیازات هر شرکت کننده در گروه‌های مختلف ارزیابی شدند. همان‌طور که براساس تقسیم‌بندی ابتدایی انتظار می‌رفت، نتایج تحلیل واریانس آنوا نشان داد تفاوت معناداری در سطوح ابتدایی مقیاس بازپردازش آگاهانه بین گروه‌ها وجود دارد.

($\eta^2_p = 0/918$, $p = 0/001$, $F(1/46) = 14/997$). نتایج آزمون تعقیبی نشان داد گروه‌های کم خطا با بازپردازش پایین و گروه پرخطا با بازپردازش پایین، شاخص بازپردازشگری کمتر از گروه‌های کم خطا با بازپردازش بالا و پرخطا با بازپردازش بالا را کسب کردند (میانگین‌ها به ترتیب: $19/92$, $18/41$, $45/58$ و $44/76$).



* معنی داری در سطوح $\alpha = 0/05$

شکل ۲. میانگین امتیازات گروه‌ها در مراحل مختلف آزمایش

عملکرد

برای بررسی مرحله اکتساب (عملکرد) آزمون تحلیل واریانس مرکب را اجرا کردیم. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، نتایج تحلیل واریانس آنوا نشان می‌دهد اثر اصلی بلوک و تعامل گروه در بلوک معنادار است. اما اثرات تعاملی معنادار نیستند. همچنین به‌منظور بررسی اثر تعاملی بلوک در گروه، از آزمون تعقیبی برای تفکیک اثرات استفاده شد. به‌گونه‌ای که در مقایسه بلوک‌های اولیه با بلوک‌های آخر، این پیشرفت محسوس‌تر بود ($p \leq 0/05$).

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب (اندازه‌های تکراری) در مرحله اکتساب

شاخص	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	ضریب اتا
بلوک	۱۴۱/۸۴	۸/۳۵۲	۲۸/۳۸	۲۰/۶۹	۰/۰۰۱	۰/۳۶۵
گروه	۱۸/۷۵۰	۱/۴۴	۸۱/۰۴	۱/۱۴	۰/۳۷۰	۰/۷۱۲
بازپردازش	۳۶۴/۲	۱/۴۴	۱۵/۸۳	۱/۵۶	۰/۲۰۲	۰/۰۱۳
تعامل گروه در بلوک	۷۸۹/۶۸	۸/۳۵۲	۳۲/۹۰	۵/۵	۰/۰۰۱	۰/۵۵۹
تعامل بازپردازش در گروه	۹۰/۴۹	۸	۱۱/۳۱	۱/۱۱۸	۰/۴۱۲	۰/۰۲۳
تعامل بازپردازش در بلوک در گروه	۲۶۳/۷۶	۶۴	۴/۱۲۱	۰/۶۸۹	۰/۶۹۶	۰/۰۹۸

همان‌طور که نتایج جدول ۳ در آزمون یادداری نشان می‌دهد، اثرات اصلی گروه و بازپردازش و همچنین اثر تعاملی گروه در بازپردازش معنادار است ($p \leq 0/05$). در تفکیک اثر تعاملی، نتایج آزمون تعقیبی (جدول ۶) LSD نشان داد که گروه‌ها در تعامل با سطوح بازپردازش متفاوت عمل کرده‌اند؛ به‌طوری‌که دو گروه کم‌خطا با ظرفیت بازپردازشگري پایین و گروه پرخطا با ظرفیت بازپردازشگري بالا عملکرد بهتری در مهارت پرتاب‌کردن دارند. همچنین نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان داد بین دو گروه کم‌خطا با ظرفیت بازپردازشگري پایین و گروه پرخطا با ظرفیت بازپردازشگري بالا تفاوت معناداری وجود ندارد ($p > 0/05$). با توجه به مقایسه میانگین‌ها، گروه کم‌خطا با ظرفیت بازپردازشگري پایین و گروه پرخطا با ظرفیت بازپردازشگري بالا عملکرد بالاتری در آزمون یادداری دارند (میانگین‌ها: گروه کم‌خطا با ظرفیت بازپردازشگري پایین = ۲۶/۶۶، گروه پرخطا با ظرفیت بازپردازشگري بالا = ۲۸/۵۰). نتایج آزمون تعقیبی LSD در مقایسه زوجی گروه‌ها در مرحله یادداری در جدول ۶ گزارش شده است.

یادداری

جدول ۳. نتایج تحلیل واریانس دوطرفه در مرحله یادداری

شاخص	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	ضریب اتا
گروه	۱۴۶/۲۵	۱/۴۴	۴۵/۴۱	۲۳/۵۴	۰/۰۰۱	۰/۹۲۰
بازپردازش	۹۱/۱۴	۱/۴۴	۳/۹۶۳	۴/۳۲	۰/۰۰۳	۰/۸۸۴
گروه در بازپردازش	۳۷/۹۵	۱/۴۴	۴/۷۴۴	۵/۱۷	۰/۰۰۵	۰/۷۶۱

با توجه به جدول ۳، نتایج آزمون تعقیبی LSD (جدول ۶) مشخص کرد دو گروه کم خطا با ظرفیت بازپردازشگری پایین و گروه پرخطا با ظرفیت بازپردازشگری بالا عملکرد بهتری در شرایط انتقال و تکلیف ثانویه دارند. این مطلب بیانگر آن است که این دو گروه توانسته‌اند یادگیری خود را به شرایط جدید انتقال دهند. نتایج این مقایسه در شکل ۱ نشان داده شده است.

انتقال و تکلیف ثانویه

جدول ۴. نتایج تحلیل واریانس دوطرفه در مرحله انتقال

شاخص	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	ضریب اتا
گروه	۷۹/۶۳	۱/۴۴	۳۹/۸۱	۲۲/۱۲۶	۰/۰۰۱	۰/۷۴۲
بازپردازش	۷۷/۶۶	۱/۴۴	۴/۰۸	۲/۳۶	۰/۰۴۴	۰/۷۳۷
گروه در بازپردازش	۳۲/۴۱	۱/۴۴	۳/۶	۲/۰۸	۰/۰۰۶	۰/۵۳۹

براساس نتایج آزمون تعقیبی برای اثر تعاملی، گروه کم خطا با ظرفیت بازپردازشگری پایین و پرخطا با ظرفیت بازپردازشگری بالا تفاوت معناداری با سایر گروه‌ها دارند ($P \leq 0.05$). بررسی اثر تعاملی نتایج آزمون تعقیبی LSD (جدول ۶) نیز مشخص کرد که گروه کم خطا با ظرفیت بازپردازشگری پایین و پرخطا با ظرفیت بازپردازشگری بالا امتیازات بالاتری از دو گروه دیگر کسب کردند (میانگین‌ها: گروه کم خطا با ظرفیت بازپردازشگری پایین = ۲۴/۷۵، پرخطا با ظرفیت بازپردازشگری بالا = ۲۵/۱۶).

جدول ۵. نتایج تحلیل واریانس دوطرفه در مرحله تکلیف ثانویه

شاخص	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	ضریب اتا
گروه	۱۳۶/۲۵	۱/۴۴	۴۵/۴۱	۴۹/۵۴	۰/۰۰۱	۰/۹۲۰
بازپردازش	۷۱/۱۲	۱/۴۴	۳/۷	۰/۷۹۴	۰/۶۸۸	۰/۰۱۹
گروه در بازپردازش	۱۹۲/۹۵	۱/۴۴	۱۹/۲۹	۴/۰۵	۰/۰۰۶	۰/۷۶۱

میانگین امتیازات گروه‌ها در پنج مرحله پیش‌آزمون، اکتساب، یادداری، انتقال و تکلیف ثانویه در شکل ۱ نمایش داده شده است. نتایج آزمون تعقیبی LSD در مقایسه زوجی گروه‌ها در مرحله انتقال و تکلیف ثانویه نیز در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶. نتایج آزمون تعقیبی LSD برای مقایسه زوجی گروه‌ها در مراحل یادداری، انتقال و تکلیف ثانویه

مرحله	گروه‌ها	کم خطا طرفیت بالا	پر خطا طرفیت بالا	پر خطا طرفیت پایین	کم خطا طرفیت پایین
یادداری	کم خطا طرفیت بالا	*۰/۰۰۱	۰/۳۱۴	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	پر خطا طرفیت بالا	*۰/۰۰۱	۰/۰۰۱		۰/۸۲۲
	پر خطا طرفیت پایین	۰/۳۱۴	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	کم خطا طرفیت پایین	*۰/۰۰۱	۰/۸۲۲	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
انتقال	کم خطا طرفیت بالا	*۰/۰۰۱	۰/۷۳۳	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	پر خطا طرفیت بالا	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱		۰/۳۶۵
	پر خطا طرفیت پایین	۰/۷۳۳	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	کم خطا طرفیت پایین	*۰/۰۰۱	۰/۳۶۵	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
تکلیف ثانویه	کم خطا طرفیت بالا	*۰/۰۰۱	۰/۱۴۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	پر خطا طرفیت بالا	*۰/۰۰۱	۰/۳۶۵		۰/۵۹۵
	پر خطا طرفیت پایین	۰/۱۴۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	کم خطا طرفیت پایین	*۰/۰۰۱	۰/۵۹۵	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱

* معنی‌داری در سطوح $\alpha=0/05$

گزارش کلامی

ضریب همبستگی درون طبقه‌ای برای متغیر دانش و قواعد کلامی نشان داد همبستگی زیادی بین نمرات داده‌شده توسط دو ارزیاب وجود دارد ($ICC = 0/92, P \leq 0/001$). در جدول ۷ نتایج آنوا نشان داده شده است. مطابق جدول، گروه کم خطا با ظرفیت بازپردازشگری پایین از تعداد قواعد و قوانین کمتری از سایر گروه‌ها استفاده کرده و عملکرد بهتری از گروه‌های دیگر داشته است (میانگین = $1/2$ ، انحراف معیار = $\pm 0/3$)

جدول ۷. نتایج تحلیل واریانس دوطرفه (تک‌متغیره) در قواعد و گزارش کلامی

شاخص	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	ضریب اتا
گروه	۳۰/۸۵	۱/۴۴	۱۵/۴۰۳	۳/۷	۰/۰۰۱	۰/۷۹۴
بازپردازش	۳۸/۵۴	۱/۴۴	۱/۹۲	۳/۸۵۵	۰/۰۰۴	۰/۸۲۸
گروه در بازپردازش	۱۹۲/۹۵	۱/۴۴	۴/۰۵۴	۸/۱۵	۰/۰۰۱	۰/۸۳۶

بحث و نتیجه گیری

هدف مطالعه حاضر، بررسی نقش بازپردازش آگاهانه و تمرینات کم خطا و پرخطا در یادگیری مهارت پرتاب کردن در کودکان بود. نتایج این تحقیق با یافته‌های بوسزارد، فارو و زو (۲۰۱۳) و لیبورد، داسیلوا و کینارد (۲۰۱۴) همسو است. به نظر می‌رسد در میان کودکان، هردو شیوه تمرین کم خطا و پرخطا در صورت برخوردار از ظرفیت‌های شناختی مناسب مفید واقع شود. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد افراد با ظرفیت بازپردازش پایین از پروتکل تمرینی کم خطا که نیاز کمتری به حافظه کاری دارد بهره می‌گیرند و افراد با بازپردازش بالا به دلیل برخوردار از توانایی فراوان در حفظ تمایزات، میزان چالش‌پذیری و ظرفیت فعال پردازشی شناختی، از روش تمرین پرخطا حداکثر بهره را می‌برند. مکسول، مسترز و پولتون (۲۰۰۶) به این نتیجه رسیدند که گروه‌های کم خطا با بازپردازشگری پایین و پرخطا با بازپردازشگری بالا عملکرد بهتری از سایر گروه‌ها در آزمون‌های یادداری و انتقال دارند (مکسول، مسترز و پولتون، ۲۰۰۶).

در تأیید یافته‌های این پژوهش، می‌توان به مطالعه اخیر تی، فانگ و وانگ (۲۰۱۷) اشاره کرد. آن‌ها در یادگیری تکلیف پرتاب دارت دریافتند که تمایل به کنترل آگاهانه، اثر تعدیل‌کننده‌ای در استفاده از دستورالعمل توجه درونی و بیرونی دارد؛ به طوری که کودکان با بازپردازش بالا، از دستورالعمل‌های آگاهانه مانند توجه درونی سود بردند و کودکان با بازپردازش پایین از توجه بیرونی بیشترین بهره را بردند (تی، فانگ و وانگ، ۲۰۱۷). همچنین از می و گسیکین (۲۰۲۰) به این نتیجه رسیدند که در یادگیری مهارت پرتاب دارت، یادگیری ضمنی به شیوه یادگیری کم خطا برای فرد مؤثرتر است؛ زیرا یادگیری کم خطا می‌تواند خطاها و نیازهای شناختی را در هنگام اجرای تکلیف کاهش دهد و در نتیجه سبب ایجاد محیط پایدار و الگوهای باثبات حرکتی می‌شود. یافته‌های مراحل یادداری و انتقال مطالعه حاضر نشان می‌دهد اکتساب مهارت‌های حرکتی کودکان، زمانی بهینه خواهد بود که دستورالعمل‌های تمرکز توجه با تمایلات شخصیتی آن‌ها سازگار باشد. همسو با یافته‌های این پژوهش، برخی پژوهشگران (وانگ، ۲۰۱۶؛ ون دویجین و کروکت، ۲۰۲۰) معتقدند تمایل به کنترل آگاهانه ممکن است از تعداد قواعد و دانشی که افراد در حین یادگیری یک مهارت حرکتی استفاده می‌کنند، منعکس شود (تونر و موران، ۲۰۱۱). تصور می‌شود کودکانی که تمایل به بازپردازش بالایی دارند، در یادگیری تکالیف از قوانین آشکار بیشتری استفاده کنند و کودکان با تمایل بازپردازش کمتر، از دستورالعمل‌هایی با چالش‌پذیری شناختی کمتر (برای مثال، یادگیری کم خطا) بیشتر بهره ببرند.

بر اساس دیدگاه نقطه چالش موقعیت تمرینی، دشواری تکلیف و سطح مهارت آزمودنی می‌تواند بر ایجاد نقطه بهینه چالش اثرگذار باشد (دنمان و کال، ۲۰۱۸). با توجه به دیدگاه نقطه چالش، تفاسیر دشواری اسمی تکلیف و سطح مهارت آزمودنی می‌تواند در موقعیت‌های خاصی تمرینی، سطوحی از دشواری عملکردی را به وجود آورد که تعیین‌کننده مقدار اطلاعات برای یادگیری حرکتی قابل دسترس است. با توجه به این دیدگاه، ویژگی‌های روان‌شناختی یادگیرنده می‌تواند بر پاسخگویی به موقعیت‌های تمرینی تأثیر بگذارد (مونت و پیرس، ۲۰۰۸). همسو با دیدگاه نقطه چالش، نتایج پژوهش حاضر نشان داد افراد با بازپردازش بالا به دلیل

سطح چالش‌پذیری بالا از محیطی که نیازهای شناختی بیشتری را بر فرد تحمیل می‌کند، استفاده بیشتری می‌برند. این در حالی است که افراد با بازپردازش پایین به دلیل سطوح پایین پردازشی و همچنین ظرفیت پایین در فرایند تصمیم‌گیری و حل مسئله، از یادگیری پنهان (کم‌خطا) بیشتر بهره می‌برند. یادگیری کم‌خطا به دلیل ایجاد محدودیت در ایجاد خطاها و کاهش نیاز به آزمون فرضیه و درگیری کمتر حافظه کاری موجب ایجاد یک ساختار دانش رویه‌ای می‌شود که در بلندمدت دارای ثبات بیشتری است (لیائو و مسترز، ۲۰۰۱). توضیح دیگر در برتری گروه کم‌خطا در مراحل یادداری و انتقال براساس ادعای مسترز و اواس (۲۰۰۵) است. آن‌ها عنوان کردند که بین آخرین هدف تمرینی در بلوک آخر گروه کم‌خطا و اهداف آزمون‌های یادداری و انتقال، مشابهت ساختاری و ابعادی وجود دارد. عملکرد گروه کم‌خطا را می‌توان براساس نظریه‌های بازپردازش آگاهانه مسترز و مکسول (۲۰۰۴) و نظریه یادگیری بهینه^۱ (بهینه‌سازی عملکرد از طریق انگیزش درونی و توجه) ولف (۲۰۱۳) تفسیر کرد. طبق نظریه یادگیری بهینه ولف (۲۰۱۳)، بدون توجه به تأثیرات انگیزش درونی و توجه بر رفتار، یادگیری حرکتی اتفاق نمی‌افتد. رفتارهایی که ادراکات موفقیت را بهبود می‌بخشند، سبب افزایش انگیزه برای تکرار رفتارها و اعمال مطلوب در آینده می‌شوند. محیط تمرینی که خطاها را کاهش دهد، خودکارآمدی، خودمختاری و انتظارات عملکرد (امیدواری) را افزایش می‌دهد و در نتیجه سبب تسهیل یادگیری از طریق فرایند پردازشی یا از طریق مکانیسم‌های انگیزشی دوپامینرژیک و تقویت جفت‌شدن ادراک و عمل برای تثبیت حافظه و توسعه مسیر عصبی می‌شود. به‌طور کلی به نظر می‌رسد دستکاری‌هایی که امید یادگیرندگان را برای عملکرد موفقیت‌آمیز افزایش دهد، برای تسهیل فرایند یادگیری مفیدتر است و نظریه بازپردازش آگاهانه، از رویکردهای ضمنی یادگیری حمایت می‌کند. این نظریه پیشنهاد می‌کند که نگرانی‌ها در مورد اجرای مؤثر می‌تواند سبب شود برخی از اجراکنندگان، آگاهانه دانش و قوانین را برای اجرای مهارت به‌طور نادرست استفاده کنند که به‌موجب آن دانش فنی (دانش خبری) مهارت را از حافظه بلندمدت رویه‌ای به یاد می‌آورد و بعد بازپردازش می‌کند که می‌تواند عملکرد را مختل کند (لاواک و ریسکول، ۲۰۱۷). برخی مطالعات نشان داده‌اند که یادگیری کم‌خطا عملکرد حرکتی پایدارتر و باثبات‌تری را در کودکان ایجاد می‌کند (مکسول و کاپیو، ۲۰۱۷). یافته‌های مطالعه حاضر تعامل یادگیری کم‌خطا و پرخفا را با میزان تمایل بازپردازش تأیید کرد.

توضیح دیگر در توضیح یافته‌های به‌دست‌آمده از مرحله یادداری تحقیق حاضر، همسو با یافته‌های مطالعه بوسزارد و همکاران (۲۰۱۷) است. آن‌ها دریافته‌اند که گروه با ظرفیت حافظه کاری بالا بهبود مداومی از پیش‌آزمون به پس‌آزمون و در آزمون یادداری نشان می‌دهند؛ درحالی‌که اثر معکوسی در گروه با ظرفیت حافظه کاری پایین رخ می‌دهد. این بدان معنی است که دستورالعمل آشکار، تأثیر منفی بر یادگیری کودکان با ظرفیت حافظه کاری پایین دارد؛ درحالی‌که سبب افزایش میزان یادگیری افراد با ظرفیت حافظه کاری بالا می‌شود. این یافته نشان می‌دهد یادگیری ضمنی ممکن است اثر کنترل آگاهانه بر کینماتیک حرکات مانند

1. optimal theory of motor learning

منجمد کردن درجات آزادی را تعدیل کند. بخشی از یافته‌های پژوهش حاضر در آزمون یادداری و انتقال با مطالعه ون دیوجین، راکت و مسترز (۲۰۲۰) همسو است. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که کودکان با تمایل بازپردازشگری بالا که از شیوه‌های آرایش ضمنی (مانند یادگیری قیاسی) استفاده می‌کنند، عملکرد ضعیف‌تری در یادگیری تکلیف چپ فوتبال نسبت به گروه با تمایل بازپردازشگری پایین دارند (ون دیوجین، راکت و مسترز، ۲۰۲۰). براساس فرضیه حسی-حرکتی^۱ (هرناندز و لی، ۲۰۰۷)، یادگیری در اوایل کودکی به پردازش حسی-حرکتی وابسته است. با توجه به این فرضیه، کودکان عمدتاً به راهبردهای یادگیری حرکتی ضمنی تکیه می‌کنند؛ درحالی‌که یادگیری در دوره‌های رشدی بعد از کودکی بر فرایندهای شناختی (صریح) وابسته است (کاپیو و همکاران، ۲۰۱۳). از سوی دیگر، کودکان با تمایل بالا برای کنترل آگاهانه حرکتشان ممکن است به دلیل داشتن ظرفیت پردازش شناختی کنترل‌شده بالا، اطلاعاتی را که به‌طور آشکار ارائه شده آسان‌تر درک و پردازش کنند. برای این کودکان، احتمالاً مقادیر بالاتری از اطلاعات آشکار در زمان برنامه‌ریزی و اجرای حرکتی، ممکن است کمک‌کننده یا حتی تسهیل‌کننده باشد. البته ذکر این نکته ضروری به‌نظر می‌رسد که ظرفیت حافظه کاری و محدودیت‌های آن ممکن است عاملی اساسی باشد که مکانیسم‌های یادگیری کم خطا و پرخطا براساس آن پایه‌ریزی شده باشد (بوسزارد و همکاران، ۲۰۱۷).

بیشتر تحقیقاتی که تا امروز به بررسی اثر پروتکل‌های ضمنی و آشکار در شرایط تحت بار شناختی تکلیف ثانویه پرداخته‌اند، به برتری پروتکل‌های ضمنی اذعان داشته‌اند (مسترز، ۱۹۹۲؛ ون دیوجین، راکت و مسترز، ۲۰۲۰؛ ال کیشاوی، خلف و مسترز و وینینگ، ۲۰۲۱). با وجود این، در مطالعه حاضر نتایج جالب‌توجهی به‌دست آمد. نتایج شرایط تکلیف ثانویه نشان داد دو گروه کم خطا با بازپردازشگر پایین و پرخطا با ظرفیت بازپردازشگری بالا عملکرد بهتری از سایر گروه‌های تمرینی دارند. بخشی از یافته‌های این تحقیق در حمایت از گروه کم خطا با یافته‌های قبلی کاپیو و همکاران (۲۰۱۳) و آنگ و هوگس (۲۰۱۸) همسو است. نتایج در گروه کم خطا براساس دیدگاه یادگیری ضمنی و نظریه بازپردازش آگاهانه و نیز نظریه‌های آشکار قابل‌تبیین است. از نظر یادگیری ضمنی، فرایندهای دانش آشکار برای دستیابی به دانش اخباری به حافظه کاری وابسته هستند؛ به‌طوری‌که سیستم حرکتی قادر به کنترل حرکت به‌صورت آنلاین است. بازپردازش آگاهانه فرایندی روان‌شناختی است که در آن، افراد تلاش می‌کنند با استفاده از منابع حافظه کاری، به‌طور صریح با دستکاری دانش اخباری موجود، آن را به‌کار گیرند که موجب اختلال در خودکاربودن^۲ عملکرد می‌شود (اسپارک، کاواسونا، مسترز و رینگ، ۲۰۲۱). مک، یانگ و وانگ (۲۰۲۰) اظهار داشتند که وقتی افراد در شرایط فشار قرار می‌گیرند، تلاش‌های شناختی را دوباره سرمایه‌گذاری می‌کنند تا به‌طور آگاهانه مکانیک حرکات را کنترل کنند و درجات آزادی عصبی-عضلانی را به‌طور غیرارادی منجمد خواهند کرد که سبب به‌کارگیری نامطلوب واحدهای حرکتی و اختلال در خودکارسازی حرکت می‌شود. به‌علاوه، این باور وجود دارد که دانش آشکار مرتبط با انجام تکلیف ممکن است با اجرای تکلیف تداخل پیدا کند. این جریان از طریق

1. sensori motor hypothesis

2. deautomatization

رقابت در منابع شناختی در دسترسی برای اجرای مهارت یا از طریق برگشت فرایندهای خودکار به سطوح آگاهانه صورت می‌گیرد. مسترز، اواس و مکسول (۲۰۰۵) معتقدند اضطراب یا استرس محیطی می‌تواند منابع شناختی و ظرفیت حافظه کاری در دسترس را کاهش دهد و این کاهش توجه سبب کاهش توانایی فراگیران برای به دست آوردن مهارت‌های حرکتی و کاهش توانایی برای انجام بهینه می‌شود.

تصور می‌شود فرایند پردازش آگاهانه و پردازش گام‌به‌گام حرکت از منابع حافظه کاری استفاده کنند (سانلی و لی، ۲۰۱۴)؛ به گونه‌ای که می‌توانند عملکرد حرکتی را کند و فرصت را برای ایجاد خطاهای حرکت را افزایش دهند (کاپیو و پولتون، ۲۰۱۳، مسترز و مکسول، ۲۰۰۳). نظریه پردازش آگاهانه پیشنهاد می‌کند که تمایل به کنترل آگاهانه حرکات (به‌عنوان، سرمایه‌گذاری مجدد) عملکردی از سه عامل شخصیت، موقعیت و محیط است و بنابراین از یک شخص به شخص دیگر و از یک وضعیت به وضعیت دیگر متفاوت است. در این راستا، فارو و بوزارد (۲۰۱۷) این نتایج را با مداخله روی جامعه سالمندانی که سابقه افتادن نداشتند تأیید کردند. آن‌ها نشان دادند افرادی که تمایل به بازپردازش آگاهانه بالایی دارند، آگاهی از حرکات اندامشان را افزایش می‌دهند و آگاهی آن‌ها نسبت به محیط بیرونی در حین پیاده‌روی، در مقایسه با افراد مسن با تمایل کمتر به بازپردازش حرکت کاهش می‌یابد (یوگا و همکاران، ۲۰۲۰). مسترز، اواس و مکسول (۲۰۰۵؛ ۲۰۱۲) معتقدند افرادی که در شرایط بازپردازش قرار می‌گیرند، به حافظه کاری متکی‌تر هستند و از منابع حافظه کاری بیشتری برای انجام تکلیف ثانویه استفاده می‌کنند که سبب افت عملکرد دو تکلیف می‌شود. کنترل آگاهانه اجرای حرکت سبب می‌شود حرکت به مرحله شناختی اولیه یادگیری مهارت که با ناسازگاری، بی‌ثباتی و عدم دقت در اجرای مهارت همراه می‌شود منتقل شود. افراد با میزان تمایل بالا به بازپردازش به شدت به حافظه کاری متکی هستند؛ بنابراین احتمال دارد که ناکامی در عملکرد را در پاسخ به یک تکلیف ثانویه بیشتر از دیگر بازپردازشگران تجربه کنند. همچنین برخی محققان دریافته‌اند افرادی که تمایل به بازپردازش بالایی دارند، زمانی که در محیط تمرینی با خطا و آزمون فرضیه زیادی تمرین می‌کنند، از تغییرپذیری حرکتشان کاسته می‌شود و شاخص‌های کینماتیک حرکتشان بیشتر محدود می‌شود (مالهوترا و همکاران، ۲۰۱۵). این امر ممکن است به دلیل دانش کلامی یا کنترل کلامی بیشتر حرکات و انسجام زیاد در مناطق تحلیلی کلامی قشر مغز باشد. روش‌های یادگیری ضمنی نقش فعال حافظه کاری را به حداقل می‌رساند و از این طریق، فراگیران از فرایندهای تحلیلی کلامی در هنگام یادگیری جلوگیری می‌کنند. گالیکچیو، کوک و رینگ (۲۰۱۶) در یک مطالعه در تکلیف گلف به این نتیجه رسیدند که شرکت‌کنندگانی که امتیازات بالایی در مقیاس بازپردازش کسب می‌کنند ارتباطات زیادی را در نقاط T3-FZ قدامی مرکزی و گیجگاهی چپ به دلیل درگیری کلامی شناختی دارند؛ درحالی‌که شرکت‌کنندگان با امتیازات پایین‌تر، در مقیاس بازپردازش آگاهانه، کارایی عصب‌شناختی بیشتری دارند. انسجام کمتر بین مناطق کلامی و شناختی نشان‌دهنده کارایی پردازش بیشتر و نداشتن وابستگی به اطلاعات و نشانه‌های آشکار است. در این راستا، ویکرز (۲۰۲۱) دریافت که افراد با تمایل بالا به بازپردازشگری، افزایش ارتباطات بین نقاط مختلف را به‌خصوص در بین مناطق مغزی شناختی و حرکتی بروز می‌دهند (ویکرز، ۲۰۲۱)؛ درحالی‌که دیگران با سطوح

پایین‌تر بازپردازشگری، دارای کارایی و یکنواختی بیشتری در سطوح قشری هستند. این کارایی عصب‌شناختی را می‌توان با استفاده از اصطلاح کاهش تلاش، هشیاری یا اقتصاد تلاش نیز توصیف کرد. بخشی از یافته‌ها در گروه پرخطا برخلاف پیش‌بینی‌های نظریهٔ بازپردازش آگاهانه است. مطابق این نظریه، یادگیرندگان گروه یادگیری آشکار در شرایط تکلیف ثانویه دچار فرایند بازپردازش آگاهانه و تخریب مهارت می‌شوند؛ درحالی‌که یادگیرندگان ضمنی در شرایط تکلیف ثانویه مقاوم و با ثبات هستند. از سوی دیگر دو توضیح احتمالی در حمایت از گروه پرخطا با تمایل بازپردازشگری بالا برای کاهش نیافتن عملکرد ناشی از فشار به شرح زیر است. اول، این امکان وجود دارد که شرکت‌کنندگان در گروه پرخطا هنوز به دانش اخباری برای انجام مهارت پرتابی تکیه کنند و بنابراین به سطحی از عملکرد خودکار نرسیده‌اند که زمینه‌ای برای برگشت به یک الگوی کمتر کارآمد از اجرای حرکت فراهم شود. عامل دوم ماهیت تکلیف است. از آنجا که تکلیف پرتابی شرکت‌کنندگان به نشانه‌های خارجی نیاز دارد، احتمالاً یک کانون توجه بیرونی را تحریک کرده باشد که با آزادکردن سیستم کنترل حرکتی از محدودیت‌های داخلی ایجادشده (یعنی تمرکز داخلی) به یادگیری و عملکرد تحت فشار کمک می‌کند (وولف، ۲۰۱۳).

به‌طور کلی یکی از روش‌های اندازه‌گیری میزان یادگیری آشکار، سنجش میزان دانش آشکار مرتبط با تکلیف یا مهارت در حال یادگیری است. نتایج گزارش کلامی در پژوهش حاضر نشان داد گروه کم خطا با ظرفیت بازپردازشگری پایین، قوانین و قواعد کمتری در ارتباط با مهارت را گزارش می‌کنند. یکی از متغیرهای بررسی نتایج یادگیری ضمنی و آشکار، گزارش قواعد کلامی است (مکسول و مسترز، ۲۰۰۳). نتایج شمارش قواعد کلامی مشخص کرد که گروه کم خطا با ظرفیت حافظهٔ کاری پایین، از قوانین کمتری در مراحل مختلف آزمون استفاده کرده‌اند. برخی از محققان معتقدند یادگیری پنهان زمانی رخ می‌دهد که افراد برای اجرای یک مهارت یا حرکت از دستورالعمل‌ها و قواعد استفاده نمی‌کنند. مسترز و همکاران (۲۰۰۴؛ ۲۰۰۵) پیشنهاد کردند که اضافه‌بار دستورالعمل کلامی برای یادگیرندگان به شیوهٔ آشکار (پرخطا) سبب می‌شود آن‌ها برای کسب دانش کلامی و قواعد مربوطه تلاش‌های زیادی انجام دهند که ممکن است با توالی فرمان حرکتی برای کنترل حرکت در شرایط مختلف تداخل ایجاد کند. در نتیجه، کنترل حرکات به‌صورت آگاهانه محدود می‌شوند که از ویژگی این نوع حرکات می‌توان به استفادهٔ بیشتر از دانش کلامی، حافظهٔ کاری و راهبردهای کنترل‌شده اشاره کرد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند این نوع کنترل آگاهانه مهارت‌های ادراکی-حرکتی در شرایط استرس‌زا از قبیل شرایط اضطراب‌آور مسابقه مختل می‌شوند (مسترز، ۱۹۹۲). نتایج پژوهش حاضر در گزارش کلامی با تحقیقات، بلومو، کوک و هاردی (۲۰۱۸)، دنمان و کال (۲۰۱۸) مطابقت دارد که استفاده از تکنیک‌های یادگیری ضمنی، از اکتساب کلامی مهارت در طول تمرین جلوگیری می‌کند. مطابق نتایج این پژوهش‌ها، ایجاد آگاهی زیاد از حرکت در طول تمرین برای یادگیرنده مناسب نیست. فرایندهای یادگیری به‌طور ذاتی برای یادگیرندگان به روش پنهان صورت می‌گیرد و بنابراین موجب ایجاد این حس در فراگیران می‌شود که نیازی به آگاهی زیاد از قواعد و اعمالشان وجود ندارد. ارزیابی تأثیر یادگیری کم خطا و پرخطا در یادگیری حرکتی پیشینهٔ قوی و غنی دارد، اما از آنجا که نظریهٔ

یادگیری ضمنی و بازپردازش آگاهانه، پشتوانه‌ای نظری در تأیید پروتکل‌های یادگیری است، تحقیقات اندکی نقش مستقیم و تعدیل‌گر ظرفیت بازپردازش آگاهانه را به‌عنوان یک متغیر مهم بررسی کرده‌اند. با توجه به روابط عملی بین این متغیرها، چنین پژوهشی پایه و اساس پژوهش‌های بیشتر است. به‌طورکلی نتایج پژوهش حاضر پیشنهاد می‌کند صرف‌نظر از گرایش‌های بازپردازشگری، هم پروتکل یادگیری کم‌خطا و هم پرخطا، یادگیری مهارت پرتابی را افزایش می‌دهند. به‌نظر می‌رسد یادگیری پرخطا مشارکت فرایندهایی آشکار را تقویت می‌کند و یادگیری کم‌خطا به احتمال زیاد، یادگیری حرکتی ضمنی را در کودکان تسهیل می‌کند. به‌نظر می‌رسد تمایل به بازپردازش آگاهانه و تأثیر این فرایند بسته به میزان دانش اخباری مربوط به تکلیف و شیوه یادگیری توسط اجراکنندگان متفاوت است.

این یافته‌ها شواهد تجربی بیشتری را فراهم می‌آورد مبنی بر اینکه در تعامل و پاسخ به شیوه‌های آرایش تمرین، تفاوت‌های فردی نقش مهمی را ایفا می‌کند. کودکان، در ویژگی‌های روان‌شناختی (تمایل به بازپردازشگری) و ظرفیت‌های پردازشی (نقطه چالش بالا) احتمالاً عملکرد متفاوتی را تحت شرایط تمرین آشکار و پنهان تجربه کنند و این احتمال وجود دارد که برخی از کودکان از مداخله آموزش حرکات ضمنی برای تغییر راهکارهای خود برای اجرای حرکات و یادگیری مهارت‌های حرکتی بیشتر استفاده کنند؛ درحالی‌که دیگران ممکن است از شیوه‌های آشکار، حداکثر بهره را ببرند. بر این اساس، میزان تمایل کودکان به بازپردازش، نقش مهمی در یادگیری مهارت‌های حرکتی پایه و بنیادی دارد. پیشنهاد می‌شود رویکردهای یادگیری حرکتی تا حدی مبتنی بر تفاوت متغیرهای روان‌شناختی برای یادگیری مهارت‌های حرکتی باشند تا از این طریق به نتایج بهتری منجر شوند؛ بنابراین توصیه می‌شود مربیان و معلمان تربیت‌بدنی هنگام طراحی تمرینات و برنامه‌های آموزشی مهارت‌های حرکتی در کودکان، به این متغیرهای روان‌شناختی توجه ویژه‌ای داشته باشند.

با وجود یافته‌های مهم و جدید، محدودیت‌های متعددی وجود دارند که باید در هنگام تفسیر شواهد در نظر گرفته شوند. از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان فاصله زمانی کم بین آخرین جلسه تمرین و آزمون یادداری اشاره کرد. در مطالعه حاضر مدت آزمون یادداری ۲۴ ساعت در نظر گرفته شد، پیشنهاد می‌شود برای رفع اثرات موقتی اجرا مانند بی‌حوصلگی یا خستگی، این زمان افزایش یابد. همچنین در مطالعه حاضر، فرایندهای مربوط به یادگیری بر قواعدی که به‌صورت گزارش کلامی توسط شرکت‌کنندگان ارائه می‌شود، متکی است. برای غلبه بر محدودیت‌های شاخص خودگزارش‌دهی کلامی مربوط به دانش اخباری، در تحقیقات آینده پیشنهاد می‌شود برای بهبود دقت اندازه‌گیری دانش اخباری (اعلانی) در طول عملکرد، محققان از تکنیک‌های اندازه‌گیری آنلاین مانند ثبت فعالیت الکترومایوگرافی عضلات دست و همچنین ابزار ثبت الکتریکی مغز (الکتروانسفاگرافی، EEG) برای اندازه‌گیری فعال‌سازی عصبی در مناطق تحلیلی-کلامی مغز و دیداری فضایی و قدرت و توان امواج مغزی استفاده شود تا ارتباطات عملکردی و پیوستگی بین این مناطق و مناطق برنامه‌ریزی حرکتی و میزان همبستگی با فرایندهای پردازش آگاهانه مشخص شود. در مطالعه پیش‌رو، معیاری از اضطراب یا فشار درک‌شده وجود ندارد؛ بنابراین در مطالعات آینده می‌توان از

مقیاس درک فشار و پرسشنامه اضطراب استفاده کرد؛ زیرا بدون فشار، بازپزدازش آگاهانه رخ نخواهد داد که ممکن است برخی از نتایج مطالعه حاضر را بهتر توضیح دهد. با توجه به نتایج تحقیق حاضر پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده نقش متغیرهای شناختی مانند ظرفیت حافظه کاری و کارکردهای اجرایی نظیر فراخانی توجه، سبک‌های توجهی، سازمان‌دهی، برنامه‌ریزی و بازداری، سبک شناختی و تکانشگری (بالا و پایین) را بررسی کنند. به‌نظ می‌رسد استفاده از اندازه‌گیری‌های عینی‌تر در پژوهش‌های بعدی، ابزاری مانند سیستم آنالیز حرکت و EEG و بازنمایی ذهنی می‌تواند دقت و اعتبار و روایی درونی و بیرونی تحقیق را افزایش دهد. همچنین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده، تعامل بازپزدازش آگاهانه با دیگر پروتکل‌های یادگیری پنهان از قبیل یادگیری قیاسی و یادگیری کاهش بازخورد بررسی شود.

منابع

سلیمانی‌راد، م.، طهماسبی بروجنی، ش.، جابری‌مقدم، ع. آ.، شهبازی، م. (۱۳۹۷). تأثیر فشار نظارت بر تصمیم‌گیری و ارتباط آن با بازپزدازش ویژه تصمیم در ورزشکاران ماهر تنیس روی میز. *مطالعات روان‌شناسی ورزشی*. ۷(۲۶)، ۱۸-۱.

References

- Azmi, A. M. N., Gesikin, J., & Larry, B. A. (2020). Errorless and errorful learning: the effect on the discrete throwing task. *Turkish Journal of Kinesiology*, 6(4), 157-163.
- Bellomo, E., Cooke, A., & Hardy, J. (2018). Chunking, conscious processing, and EEG during sequence acquisition and performance pressure: A comprehensive test of reinvestment theory. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 40(3), 135-145.
- Buszard, T., Farrow, D., Verswijveren, S. J., Reid, M., Williams, J., Polman, R., ... & Masters, R. S. (2017). Working memory capacity limits motor learning when implementing multiple instructions. *Frontiers in psychology*, 8, 1350.
- Capio, C.M., Poolton J. M., Sit, C. H. P., Eguia, K. F., & Masters, R. S. W. (2013). Reduction of errors during practice facilitates fundamental movement skill learning in children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 57(4), 295-305.
- Chu, C. K. H., & Wong, T. W. L. (2019). *Conscious postural control during standing on compliant surface by older adults*. *Journal of motor behavior*, 51(3), 342-50.
- Denneman, R. P. M., Kal, E. C., Houdijk, H., & van der Kamp, J. (2018). Over-focused? The relation between patients' inclination for conscious control and single-and dual-task motor performance after stroke. *Gait & Posture*. 1(62), 206-213.
- El-Kishawi, M., Khalaf, K., Masters, R., & Winning, T. (2021). Effect of errorless learning on the acquisition of fine motor skills in pre-clinical endodontics. *Australian Endodontic Journal*, 47(1), 43-53.
- Farrow, D., & Buszard, T. (2017). Exploring the applicability of the contextual interference effect in sports practice. *Progress in Brain Research*, 41(5), 69-83.

- Gallicchio G, Cooke A, & Ring C. (2016). Lower left temporal-frontal connectivity characterizes expert and accurate performance: High-alpha T7-Fz connectivity as a marker of conscious processing during movement. *Sport Exerc Perform Psychol*, 5(1), 14-18.
- Hernandez, A. E., & Li, P. (2007). Age of acquisition: Its neural and computational mechanisms. *Psychological Bulletin*, 133(4), 638-642.
- Jongbloed-Pereboom, M., Nijhuis-van der Sanden, M., & Steenbergen, B. (2019). Explicit and implicit motor sequence learning in children and adults: The role of age and visual working memory. *Human Movement Science*, 64(1), 1-11.
- Kal, E., Prosée, R., Winters, M., & Van Der Kamp, J. (2018). Does implicit motor learning lead to greater automatization of motor skills compared to explicit motor learning? A systematic review. *PloS One*, 13(9), e0203591.
- Kashdan, T. B., Farmer, A. S., Adams, L. M., Ferssizidis, P., McKnight, P. E., & Nezlek, J. B. (2013). Distinguishing healthy adults from people with social anxiety disorder: evidence for the value of experiential avoidance and positive emotions in everyday social interactions. *Journal of Abnormal Psychology*, 122(3), 645.
- Laborde, S., Dosseville, F., & Kinrade, N. P. (2014). Decision-specific reinvestment scale: An exploration of its construct validity, and association with stress and coping appraisals. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(3), 238-246.
- Lee, T. D., Wulf, G., & Schmidt, R. A. (1992). Contextual interference in motor learning: Dissociated effects due to the nature of task variations. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 44(4), 627-644.
- Levac, D., Driscoll, K., Galvez, J., Mercado, K., & O'Neil, L. (2017). Optimal practice conditions enhance the benefits of gradually increasing error opportunities on retention of a stepping sequence task. *Human Movement Science*, 56(4), 129-138.
- Liao, C. M., & Masters, R. S. (2001). Analogy learning: A means to implicit motor learning. *Journal of Sports Sciences*, 19(5), 307-319.
- Mak, T. C., Young, W. R., & Wong, T. W. (2020). The role of reinvestment in conservative gait in older adults. *Experimental Gerontology*, 133(1), 110855-110860.
- Malhotra, N., Poolton, J. M., Wilson, M. R., Omuro, S., & Masters, R. S. (2015). Dimensions of movement specific reinvestment in practice of a golf putting task. *Psychology of Sport and Exercise*, 18(4), 1-8.
- Martin, M. (2014). Moving on the spectrum: Dance/movement therapy as a potential early intervention tool for children with Autism Spectrum Disorders. *The Arts in Psychotherapy*, 41(5), 545-553.
- 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.
- Masters, R. S. W., Eves, F. F., & Maxwell, J. P. (2005). Development of a movement specific reinvestment scale. In International Society of Sport Psychology (ISSP) World Congress. International Society of Sport Psychology (ISSP). Sydney (Australia), 17 march.
- Masters, R. S., & Maxwell, J. P. (2004). Implicit motor learning, reinvestment and

- movement disruption: What you don't know won't hurt you. In *Skill acquisition in sport* (pp. 231-252). New York. Routledge.
- Maxwell, J. P., Capio, C. M., & Masters, R. S. (2017). Interaction between motor ability and skill learning in children: Application of implicit and explicit approaches. *European Journal of Sport Science*, 17(4), 407-416.
- Maxwell, J. P., Masters, R. S. W., & Eves, F. F. (2003). The role of working memory in motor learning and performance. *Consciousness and Cognition*, 12(3), 376-402.
- Maxwell, J. P., Masters, R. S. W., & Poolton, J. M. (2006). Performance breakdown in sport: The roles of reinvestment and verbal knowledge. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 77(2), 271-276.
- Mount, J., Pierce, S. R., Parker, J., DiEgidio, R., Woessner, R., & Spiegel, L. (2007). Trial and error versus errorless learning of functional skills in patients with acute stroke. *NeuroRehabilitation*, 22(2), 123-132.
- Ong, N. T., & Hodges, N. J. (2018). Balancing our perceptions of the efficacy of success-based feedback manipulations on motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 50(6), 614-630.
- Orn, A. (2017). *Effects of pressure and free throw routine on basketball kinematics and sport performance*. Ph. D. Dissertation. Faculty psychology, Arizona State University, USA.
- Orrell, A. J., Masters, R. S. W., & Eves, F. F. (2009). Reinvestment and movement disruption following stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 23(2), 177-83.
- Plass, J. L., Homer, B. D., Pawar, S., Brenner, C., & MacNamara, A. P. (2019). The effect of adaptive difficulty adjustment on the effectiveness of a game to develop executive function skills for learners of different ages. *Cognitive Development*, 49, 56-67.
- Raccach, O., Block, N., & Fox, K. C. (2021). Does the prefrontal cortex play an essential role in consciousness? Insights from intracranial electrical stimulation of the human brain. *Journal of Neuroscience*, 41(10), 2076-2087.
- Sanli, E. A., & Lee, T. D. (2014). What roles do errors serve in motor skill learning? An examination of two theoretical predictions. *Journal of Motor Behavior*, 46(5), 329-337.
- Schmidt, R. A., Lee, T. D., Winstein, C., Wulf, G., & Zelaznik, H. N. (2018). *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. Human kinetics.
- Schücker, L., Hagemann, N., & Strauss, B. (2013). Analogy vs. technical learning in a golf putting task: An analysis of performance outcomes and attentional processes under pressure. *Human Movement*, 14, 175-184.
- Semenov, A. D., & Zelazo, P. D. (2019). Mindful family routines and the cultivation of executive function skills in childhood. *Human Development*, 63(2), 112-131.
- Sparks, K. V., Kavussanu, M., Masters, R. S., & Ring, C. (2021). Conscious processing and rowing: a field study. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2(2), 1-17.
- Toner, J., & Moran, A. (2011). The effects of conscious processing on golf putting proficiency and kinematics. *Journal of Sports Sciences*, 29(7), 673-683.
- Tse, A. C., Fong, S. S., Wong, T. W., & Masters, R. (2017). Analogy motor learning

- by young children: a study of rope skipping. *European Journal of Sport Science*, 17(2), 152-159.
- Uiga, L., Poolton, J. M., Capiro, C. M., Wilson, M. R., Ryu, D., & Masters, R. S. (2020). The role of conscious processing of movements during balance by young and older adults. *Human Movement Science*, 70(2), 102566-102569.
- van Duijn, T., Crocket, H., & Masters, R. S. (2020). The role of instruction preference in analogy learning: Brain activity and motor performance. *Psychology of Sport and Exercise*, 47(3), 101615-101619.
- van Ginneken, W. F., Poolton, J. M., Masters, R. S., Capiro, C. M., Kal, E. C., & van der Kamp, J. (2017). Comparing the effects of conscious monitoring and conscious control on motor performance. *Psychology of Sport and Exercise*, 30(5), 145-152.
- Vickers, J. N. (2021). Quiet eye studies in sport within the motor accuracy and motor error paradigms. *Brazilian Journal of Motor Behavior*, 15(5), 372-390.
- Wulf, G. (2013). Attentional focus and motor learning: a review of 15 years. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 6(1), 77-104.
- Zelazo, P. D., & Lyons, K. E. (2012). The potential benefits of mindfulness training in early childhood: A developmental social cognitive neuroscience perspective. *Child Development Perspectives*, 6(2), 154-160.
- Zhu, F. F., Poolton, J. M., Wilson, M. R., Hu, Y., Maxwell, J. P., & Masters, R. S. (2011). Implicit motor learning promotes neural efficiency during laparoscopy. *Surgical Endoscopy*, 25(9), 2950-2955.