

تأثیر تخمین خطا و تواتر بازخورد آگاهی از نتیجه بر یادگیری

تکالیف حرکتی و شناختی

جعفر محمدی^۱، مریم لطفی^۲، مهدی سهرابی^۳

۱. دانشجوی دکترای دانشگاه فردوسی مشهد*

۲. دانشجوی دکترای دانشگاه ارومیه

۳. دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۱۴

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر تخمین خطا و تواتر بازخورد آگاهی از نتیجه بر یادگیری تکالیف حرکتی و شناختی بوده است. نمونه آماری، ۴۰ دانشجوی دختر با میانگین سنی ۲۵/۷ بودند که به طور تصادفی به ۴ گروه بازخورد ۱۰۰٪، ۲۰٪، تخمین، بازخورد ۱۰۰٪ بدون تخمین و بازخورد ۲۰٪ بدون تخمین تقسیم شدند. ۹۰ کوشش تمرینی و در آزمون یاد داری، ۱۵ کوشش انجام گرفت. تکالیف پژوهش حاضر، شامل تکلیف A با مولفه حرکتی بالا (تولید نیرو با پنجه دست) و تکلیف B با مولفه شناختی بالا (رسم مثلث) بود. به منظور تحلیل نتایج، از تحلیل واریانس با سنجش مکرر، تحلیل واریانس دو طرفه و یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. نتایج پژوهش، تفاوت معناداری بین ۴ گروه آزمایشی در مرحله اکتساب نشان نداد. در آزمون یاد داری در تکلیف A، گروه بازخورد ۱۰۰٪ با تخمین، بهترین اجرا و در تکلیف B در متغیر زاویه، گروه‌های تخمین خطا بهترین عملکرد را داشتند و در متغیر طول، گروه‌های بازخورد ۲۰٪ بهترین اجرا را داشتند. نتیجه کلی این پژوهش را می‌توان بدین صورت بیان کرد که برآورد ذهنی خطا به عنوان یک متغیر مهم در آمادگی برای پاسخ بعدی و همچنین طراحی فرضیه پاسخ، می‌تواند به همراه فراوانی افزایش یافته بازخورد افزوده، موجب آزمون فرضیه پاسخ بیشتر و در نهایت، یادگیری بیشتری گردد؛ اما، در تکالیفی که خود دارای تقویت ذهنی هستند تخمین خطا، تأثیری بر یادگیری ندارد و در این گونه تکالیف، اصل فراوانی کاهش یافته بازخورد، تأیید می‌گردد. همچنین، در تکالیفی که اجرای حرکت نیازمند تخمین اولیه است، استفاده از تخمین خطا مفید می‌باشد.

واژگان کلیدی: تخمین خطا، بازخورد آگاهی از نتیجه، تکالیف حرکتی و شناختی، یادگیری.

مقدمه

نزدیک به یک قرن است که پژوهش‌گران، مطالعاتی را درباره یادگیری مهارت‌های حرکتی انجام می‌دهند. در این میان، بیشترین توجه به اثرات بازخورد آگاهی از نتیجه (KR) بوده است و اعتقاد بر این است که بازخورد، پایانی فراگیر را درباره نتیجه حرکت آگاه می‌کند و به عنوان پایه‌ای برای اصلاح خطا در کوشش‌های بعدی محسوب می‌گردد. هم‌چنین، راهنمای مناسبی برای رسیدن به یک اجرای موثر می‌باشد (۱). با این حال، اگرچه در ادبیات رفتار حرکتی درباره ضرورت مقداری KR برای یادگیری یک پاسخ حرکتی، اتفاق نظر وجود دارد؛ اما، با نگاهی دقیق‌تر می‌توان تناقضاتی را در بین نظریه‌های KR اخیر و اولیه مشاهده کرد. مطابق با دیدگاه پردازش اطلاعات اولیه، نقش KR در یادگیری حرکتی به دو روش تکمیلی است: (۱) یادگیرنده، KR را در جهت آزمودن یک فرضیه درباره اصلاح پاسخ قبلی احتیاج دارد. (۲) هر فرضیه پاسخی که توسط KR آزمون شود، به گسترش حافظه آن پاسخ کمک می‌کند (۲،۳)؛ به عبارت دیگر، آزمودنی پس از انجام یک کوشش، چگونگی موفقیت خود را در رسیدن به هدف ارزیابی می‌کند و با مقایسه برآورد خطای انجام شده با KR دریافت کرده، صحت برآورد یا فرضیه را ارزیابی می‌نماید و در نهایت، این مقایسه منجر به ایجاد یک فرضیه پاسخ یا طرح برای پاسخ بعدی می‌گردد.

بدون هیچ تناقضی با این ایده، آدامز^۱ (۱۹۷۱) بیان نمود زمانی یادگیری رخ می‌دهد که یادگیرنده، از KR بر اساس اطلاعاتی که از پاسخ‌های قبلی جمع‌آوری کرده، جهت بهبود پاسخ بعدی خود استفاده نماید. هم‌چنین، او معتقد بود در صورتی که بازخورد حذف گردد، یادگیرنده فقط آنچه را که از پاسخ قبلی به همراه KR یادگرفته، تقویت می‌نماید؛ در نتیجه، مطابق با این دیدگاه پیش‌بینی می‌شود که تکرار KR ۱۰۰٪، به یادگیری بیشینه منجر خواهد شد (۳).

اما، در دیدگاه پردازش اطلاعات اخیر، پیشنهاد می‌گردد که KR ۱۰۰٪ یا KR با فراوانی بالا، اثرات مخربی بر یادگیری حرکتی دارد؛ زیرا، مقداری از این KR به عنوان راهنمایی برای پاسخ عمل می‌نماید. این موضوع، در واقع اشاره‌ای به فرضیه راهنمایی دارد (۴-۲). مطابق با این فرضیه، زمانی که آزمودنی‌ها در طول مرحله اکتساب، KR با فراوانی بالا دریافت می‌کنند، در استفاده از پردازش‌های بیشتر حافظه‌ای یا جستجوی منابع اطلاعات بیشتر که نقش مهمی در رشد حافظه دارد ناتوان هستند؛ اما، زمانی که KR با فراوانی کمتری ارائه می‌گردد، آزمودنی‌ها در طی کوشش‌های بدون KR تشویق می‌شوند تا پردازش بیشتر را به کار برند (۵،۶). در این باره، برخی از پژوهش‌گران معتقدند که اگرچه

فراوانی نسبی کاهش یافته KR، موجب عملکرد ضعیف‌تری در مرحله اکتساب می‌شود؛ اما در مرحله یادداری، به مراتب نسبت به شرایط ارائه مکرر KR، عملکرد بهتری مشاهده می‌گردد (۸-۶). این نتیجه، به‌ویژه زمانی که شرکت‌کنندگان در زمینه پاسخ ملاک، تجربه اندکی دارند و یا پاسخی که باید آموخته شود خیلی ساده باشد، صحت بیشتری پیدا می‌کند (۵). در این رابطه، چن^۱ و همکاران (۲۰۰۱)، گلیسپی^۲ (۲۰۰۳)، گوداگنولی و کوهل^۳ (۲۰۰۱)، رایس و هرناندز^۴ (۲۰۰۶) و بوتکی و هافمن^۵ (۲۰۰۳) در مطالعات خود دریافتند که گروهی که بازخورد کمتری دریافت کرده بودند، در یادداری عملکرد بهتری داشتند (۱۱-۹، ۵).

کهل و گوداگنولی (۲۰۰۱)، رابطه بین فراوانی بازخورد و برآورد خطا را در یک تکلیف نیرو بررسی کردند. در این پژوهش، آزمودنی‌ها بر اساس برآورد خطا و فراوانی KR، به چهار گروه آزمایشی برآورد خطا با فراوانی KR ۱۰۰٪، ۲۰٪، و عدم برآورد با فراوانی KR ۱۰۰٪ و ۲۰٪ تقسیم شدند. نتایج مرحله یادداری، اثرات متقابل معناداری را بین تشخیص خطا در مرحله اکتساب با فراوانی KR نشان داد. بدین ترتیب، گروهی که در مرحله اکتساب، خطای خود را برآورد می‌کردند و KR ۱۰۰٪ دریافت می‌کردند، بهترین عملکرد را نسبت به سایر گروه‌ها نشان دادند و بدترین عملکرد، مربوط به گروهی بود که بدون برآورد، KR ۱۰۰٪ دریافت می‌کرد (۵). بروچرت^۶ و همکاران (۲۰۰۳)، در پژوهشی با عنوان "تأثیر فراوانی کاهش یافته بازخورد بر افزایش تشخیص خطا" دریافتند بازخورد کمتر، باعث ثبات در اجرا و افزایش قابلیت شناسایی خطا می‌گردد (۱۲). بادتز^۷ و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی، فرآیند شناسایی خطا را در طول یادگیری مشاهده‌ای مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش، تأثیر فراوانی بازخورد آگاهی از نتیجه در طول یادگیری مشاهده‌ای، بر قابلیت شناسایی خطا را بررسی نمودند. در مرحله مشاهده، شرکت‌کنندگان مدلی را که یک تکلیف زمان‌بندی را اجرا می‌کرد و دارای دو سطح مدل اجرایی و مدل خودشان در حال یادگیری بود، مشاهده می‌کردند و درباره اجرای مدل در هر کوشش یا در یکی از دو کوشش، KR دریافت می‌کردند. نتایج نشان داد بازخورد کمتر، باعث ثبات در اجرا و افزایش قابلیت شناسایی خطا در هر دو مدل می‌گردد (۱۳). در مطالعه‌ای دیگر، طاهری و همکاران (۱۳۸۴) تأثیر روش‌های مختلف برآورد خطا و فراوانی کاهش یافته بازخورد افزوده

-
1. Chen
 2. Gillespie
 3. Guadagnoli & Kohl
 4. Rice & Hernandez
 5. Butki & Hoffman
 6. Bruechert
 7. Badets

را بر قابلیت کشف خطا، عملکرد و یادگیری یک تکلیف حرکتی پیچیده بررسی کردند. در این آزمایش، آزمودنی‌ها برحسب روش برآورد خطا (الگو، زمان، ترکیبی) و فراوانی بازخورد افزوده (۲۰٪ و ۱۰۰٪)، به ۷ گروه آزمایشی تقسیم شدند. نتایج این آزمایش نشان داد بین گروه‌های برآورد خطا و گروه‌های بازخورد افزوده، در مورد دقت تخمین خطا در مرحله اکتساب، تفاوت معناداری وجود نداشت. گروه برآورد خطای الگو و ترکیبی در مورد عملکرد زمان حرکت، بهتر از سایر گروه‌ها بودند. در مرحله یادداری، هر سه گروه برآورد خطا در مورد یادگیری الگو و زمان حرکت، نسبت به گروه کنترل بهتر بودند و در نهایت این‌که، گروه‌های برآورد خطای الگو ۱۰۰٪ و برآورد خطای زمان ۱۰۰٪، در مورد زمان حرکت یادگیری بهتری نسبت به سایر گروه‌ها داشتند (۱۴). از طرفی، توکلی جامی (۱۳۸۶) در پژوهشی مشابه، تاثیر فراوانی آگاهی از نتیجه و برآورد خطا را بر یک تکلیف حرکتی پیچیده مورد آزمون قرار دادند. یافته‌های این پژوهش بر خلاف پژوهش کهل و گودانولی (۲۰۰۱)، تنها به برتری گروه برآورد خطا با تواتر بازخورد ۱۰۰٪ اشاره نداشت؛ بلکه، نشان داد صرف نظر از نوع فراوانی آگاهی از نتیجه، تمرین برآورد خطا موجب بهره‌گیری بیشتر از بازخورد حسی درونی می‌شود و بدین ترتیب، یادگیرنده‌ها بهتر قادرند تا پیامد حرکت را حدس بزنند و لذا، در صورت عدم دسترسی به اطلاعات خارجی، کنترل‌گر حرکت باشند. همچنین، یافته‌ها نشان داد که فعالیت ذهنی مرتبط با تکلیف (برآورد خطا) قبل از ارائه بازخورد آگاهی از نتیجه، موجب عملکرد بهتری در دوره اکتساب و یادگیری حاصل از آن می‌گردد (۱۵)؛ اما، روزبهانی (۱۳۸۶) نشان داد وجود یا عدم وجود تخمین خطا، اثری بر یادگیری بازخورد خودکنترلی ندارد. بازخورد خودکنترلی، به شکل نسبی از فرآیند تخمین خطا برخوردار است؛ زیرا، بازخورد غیر خودکنترلی تخمین خطا در امر یادگیری موثر است (۱۶). در ادامه این پژوهش‌ها، عیدی (۱۳۸۷) اثر برآورد خطا و زمان تصمیم‌گیری درخواست بازخورد در شرایط خودکنترل را بر اکتساب، یادداری و انتقال تکلیف تولید نیرو مورد بررسی قرار داد و دریافت، تفاوت معناداری بین گروه‌های آزمایشی در آزمون‌های مختلف دیده نمی‌شود. یافته‌ها حاکی از آن است که در تکالیف ساده‌ای مانند تکلیف تولید نیرو، نیازی به تصمیم‌گیری در مورد زمان دریافت بازخورد توسط یادگیرنده و یا استفاده از برآورد خطا در بازخورد خودکنترل نمی‌باشد (۱۷). عباس‌زاده و همکاران (۱۳۹۰)، در پژوهشی با عنوان "تاثیر روش‌های ارائه بازخورد افزوده (پس از کوشش-های موفق و ناموفق) بر یادگیری و قابلیت شناسایی خطا در تکلیف تولید نیرو" دریافتند در مرحله اکتساب، بین گروه اول (KR پس از کوشش‌های ناموفق) و گروه دوم (KR پس از کوشش‌های موفق) در عملکرد تکلیف تولید نیرو و قابلیت شناسایی خطا، تفاوت معناداری وجود ندارد. با این

حال، در آزمون یادداری، گروه اول عملکرد بهتری در تکلیف تولید نیرو و قابلیت شناسایی خطاهایشان نسبت به گروه دوم و گروه کنترل داشتند (۱۸). با توجه به اینکه تاکید بیشتر پژوهش‌گران در مورد تاثیر برآورد ذهنی خطا و بازخورد آگاهی از نتیجه، با استفاده از تکالیفی با مولفه حرکتی بالا بوده است و از آنجا که فرآیندهای پردازش، تصمیم‌گیری، کنترل حرکتی، نیازهای ادراکی و مکانیسم‌های یادگیری در حرکاتی با سطوح مختلف مولفه شناختی و حرکتی متفاوت است، اهمیت این پژوهش، آشکار کردن تفاوت‌ها و شباهت‌های تکالیفی با سطوح حرکتی متفاوت، تعیین شیوه مطلوب یادگیری مهارت‌ها و کشف متغیرهای موثر بر یادگیری این تکالیف است؛ از این‌رو، در این پژوهش سعی شده است تاثیر تخمین خطا و تواتر بازخورد آگاهی از نتیجه بر یادگیری تکالیف حرکتی و شناختی بررسی شود.

روش پژوهش

این پژوهش، شامل یک طرح ۳ (جلسات تمرین) * ۴ (تعداد گروه) می‌باشد و از نوع نیمه تجربی است. آزمودنی‌های این پژوهش را ۴۰ دانشجوی دختر دانشگاه تهران تشکیل دادند که دامنه سنی آن‌ها بین ۲۷-۲۲ بود و به شیوه نمونه در دسترس انتخاب شده بودند. هیچ‌یک از آن‌ها از اهداف این آزمایش آگاهی نداشته و همه راست دست بودند. برای تشخیص دست برتر از سیاهه بریجز - نیس^۱ استفاده گردید (۱۹). پس از انتخاب آزمودنی‌ها، آن‌ها به صورت تصادفی به ۴ گروه، بر اساس فراوانی بازخورد (۱۰۰٪، ۲۰٪) و وضعیت تخمین خطا (تخمین و بدون تخمین) تقسیم شدند؛ بدین ترتیب، در هر گروه ۱۰ آزمودنی قرار گرفت.

در این پژوهش، از دو تکلیف با سطح حرکتی متفاوت استفاده شد. تکلیفی که در پیوستار، دارای مولفه حرکتی بیشتر بود تکلیف A و تکلیفی که مولفه شناختی بیشتری داشت، تکلیف B نام گرفت. جهت تکلیف A، دینامومتر (نیروسنج دستی) ساخت شرکت لافایت^۲ مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس مطالعات مشابه، مقدار نیروی ملاک، ۱۰ کیلوگرم انتخاب شد (۱۶). مطابق با روش کار تعریف شده برای این دستگاه، آزمودنی باید دسته نیروسنج را در دست خود بگیرد، در این حالت، دست در کنار بدن و به صورت آزاد و راحت قرار می‌گیرد. فاصله دسته بالایی و پایینی نیروسنج، قابل تنظیم است و به تناسب اندازه دست هر فرد تنظیم می‌شود. هر فرد مطابق دستورالعمل، آزمایش شده و به میزانی که از او خواسته می‌شود به نیروسنج نیرو وارد می‌کند.

-
1. Briggs & Nebes
 2. Lafayette

جهت تکلیف B، از دستگاه یادگیری چند حسی استفاده شد. از جمله ویژگی‌های این دستگاه، سنجش یادگیری از طریق حواس دیداری، شنیداری و لامسه است و بدین گونه است که هر الگویی را می‌توان در آن لحاظ کرد و برای رسم کردن الگو، از قلم نوری مارک Genius استفاده می‌شود. روایی آن، توسط چندین متخصص مورد تایید قرار گرفته و دارای روایی محتوایی و صوری می‌باشد. در این پژوهش، برای ارزیابی پایایی دستگاه، از تعداد ۶۳ نفر، پایلوت گرفته شد و پایایی، از طریق روش آزمون - آزمون مجدد، مورد بررسی قرار گرفت و ضریب همبستگی درون طبقه‌ای ۰/۸۴ بدست آمد. تکلیف B، مثلی مختلف الاضلاع بود و آزمودنی بعد از دیدن الگوی ملاک، چشمان خود را بسته و مثلث را رسم می‌کند. نحوه نمره‌دهی آن بر اساس مطابقت طول و زاویه خطوط رسم شده با الگو، از ۰ تا ۱۰۰ در نظر گرفته شده است.

مرحله اکتساب در هر دو تکلیف شناختی و حرکتی، شامل ۳ جلسه و هر جلسه شامل ۲ بلوک ۱۵ کوششی بود. بعد از هر بلوک، ۲۰ ثانیه استراحت داده می‌شد. ۲۴ ساعت بعد، آزمون یادداری بدون ارائه بازخورد و بدون تخمین خطای ذهنی با ۱۵ کوشش در هر تکلیف، اجرا گردید. نوع تکالیف، مانند مرحله اکتساب است. در طی مرحله اکتساب، فواصل میان کوششی ۵ ثانیه است و آزمودنی در ۲/۵ ثانیه اول، میزان خطا را در گروه تخمین، تخمین زده و در ۲/۵ ثانیه بعدی، بازخورد را دریافت می‌کند. گروه بدون تخمین، فقط بازخورد را دریافت می‌کند (۵). به آزمودنی‌ها قبل از انجام تکالیف، به طور عملی در مورد نحوه انجام تکلیف شناختی، حرکتی و هدف آن‌ها اطلاعاتی داده می‌شود. برای محاسبه متغیرها، از ریشه مجذور میانگین (خطای کلی) که دقت و ثبات را برآورد می‌کند و خطای متغیر، که تغییرپذیری یا همسانی را می‌سنجد استفاده شد. همچنین، از تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر، تحلیل واریانس یک طرفه و دو طرفه و آزمون تعقیبی توکی استفاده گردید.

$$RMSE = \sqrt{\sum (x_i - t)^2 / n}$$

$$VE = \sqrt{\sum (x_i - M)^2 / n}$$

نتایج

با توجه به سطح معناداری به دست آمده در مرحله پیش آزمون در تکلیف A ($P=0.248$)، در تکلیف B در متغیر طول ($F=1.438$)، در تکلیف B در متغیر زاویه ($F=0.239$) و در متغیر زاویه ($P=0.926$)، اختلاف معناداری میان میانگین گروه‌ها وجود نداشت. همان‌طور که در جداول ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است، نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد در تکلیف A و تکلیف B،

در متغیر طول و زاویه در میزان خطای متغیر و خطای کلی، تفاوتی بین گروه‌ها وجود ندارد؛ به عبارت دیگر، هر چهار گروه در طول مرحله اکتساب پیشرفت داشتند و میزان دقت آزمودنی‌ها افزایش و میزان پراکندگی در هر دو تکلیف، کاهش یافته است.

جدول ۱- نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در مرحله اکتساب گروه‌های تمرینی:
دقت (خطای کلی RMSE) و تغییرپذیری یا ناهمسانی (خطای متغیر VE) در تکلیف A

| منابع خطا | درجه آزادی | RMSE | | VE | |
|----------------------------|------------|---------|--------------|--------|--------------|
| | | F | سطح معناداری | F | سطح معناداری |
| جلسات تمرین (درون گروهی) | ۲/۷۲ | ۲۲۲/۵۶۷ | ۰/۰۰۱ | ۳۳/۹۹۸ | ۰/۰۰۱ |
| گروه تمرینی (بین گروهی) | ۳/۳۶ | ۳/۵۶۷ | ۰/۲۳ | ۲/۱۹۲ | ۰/۱۰۶ |
| مرحله اکتساب * گروه تمرینی | ۶/۷۲ | ۱/۲۸۳ | ۰/۲۹۵ | ۱/۲۵۳ | ۰/۲۹۰ |

جدول ۲- نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در مرحله اکتساب گروه‌های تمرینی:
دقت (خطای کلی RMSE) و تغییرپذیری یا ناهمسانی (خطای متغیر VE) در تکلیف B متغیر زاویه

| منابع خطا | درجه آزادی | RMSE | | VE | |
|----------------------------|------------|--------|--------------|--------|--------------|
| | | F | سطح معناداری | F | سطح معناداری |
| جلسات تمرین (درون گروهی) | ۲/۷۲ | ۱۵/۰۲۹ | ۰/۰۰۱ | ۱۳/۹۴۳ | ۰/۰۰۱ |
| گروه تمرینی (بین گروهی) | ۳/۳۶ | ۱/۸۶۵ | ۰/۱۵۳ | ۱/۴۷۵ | ۰/۲۳۸ |
| مرحله اکتساب * گروه تمرینی | ۶/۷۲ | ۰/۴۳۲ | ۰/۸۵۵ | ۰/۷۵۳ | ۰/۷۵۰ |

جدول ۳- نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در مرحله اکتساب گروه‌های تمرینی:
دقت (خطای کلی RMSE) و تغییرپذیری یا ناهمسانی (خطای متغیر VE) در تکلیف B متغیر طول

| منابع خطا | درجه آزادی | RMSE | | VE | |
|----------------------------|------------|-------|--------------|--------|--------------|
| | | F | سطح معناداری | F | سطح معناداری |
| جلسات تمرین (درون گروهی) | ۲/۷۲ | ۸/۱۱۵ | ۰/۰۰۱ | ۱۷/۹۴۸ | ۰/۰۰۱ |
| گروه تمرینی (بین گروهی) | ۳/۳۶ | ۱/۲۰۵ | ۰/۳۲۲ | ۲/۰۵ | ۰/۱۲۴ |
| مرحله اکتساب * گروه تمرینی | ۶/۷۲ | ۰/۳۶۵ | ۰/۸۹۹ | ۰/۱۱۹ | ۰/۹۹۴ |

هم‌چنین، در جدول ۴ مشاهده می‌شود در تکلیف A در مرحله یادداری، تعامل دو متغیر تخمین خطا و فراوانی بازخورد معنادار است.

جدول ۴- نتایج تحلیل واریانس دو طرفه برای مقایسه گروه‌ها در آزمون یادداری در دقت (خطای کلی RMSE) و تغییرپذیری یا ناهمسانی (خطای متغیر VE) در تکلیف A

| متغیر | شاخص آماری | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | F | P value |
|-------|-----------------------------|--------------|------------|----------------|--------|---------|
| RMSE | تخمین خطا | ۴/۲۷۱ | ۱/۳۶ | ۴/۲۷۱ | ۱۴/۴۰۸ | ۰/۰۰۱ |
| | فراوانی بازخورد | ۰/۱۰۷ | ۱/۳۶ | ۰/۱۰۷ | ۰/۳۶۱ | ۰/۵۵۱ |
| | تخمین خطا * فراوانی بازخورد | ۱۹/۶۴۲ | ۱/۳۶ | ۱۹/۶۴۲ | ۶۶/۲۶۷ | ۰/۰۰۱ |
| VE | تخمین خطا | ۷۳/۱۴۳ | ۱/۳۶ | ۷۳/۱۴۳ | ۸۰/۰۹۶ | ۰/۰۰۱ |
| | فراوانی بازخورد | ۱/۲۳۶ | ۱/۳۶ | ۱/۲۳۶ | ۱/۳۵۳ | ۰/۲۵۲ |
| | تخمین خطا * فراوانی بازخورد | ۶۳/۹۸۴ | ۱/۳۶ | ۶۳/۹۸۴ | ۷۰/۰۶۶ | ۰/۰۰۱ |

جدول ۵ نشان می‌دهد در تکلیف A در مرحله یادداری، بین گروه‌ها تفاوت معناداری وجود دارد ($P_{RMSE}=0.001$, $P_{VE}=0.001$) و با استفاده از آزمون تعقیبی مشخص شد گروه بازخورد ۱۰۰٪ با تخمین، بهترین عملکرد و گروه بازخورد ۱۰۰٪ بدون تخمین، ضعیف‌ترین اجرا را داشتند.

جدول ۵- نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه برای مقایسه گروه‌ها در آزمون یادداری در دقت (خطای کلی RMSE) و تغییرپذیری یا ناهمسانی (خطای متغیر VE) در تکلیف A

| متغیر | شاخص آماری | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | F | P value |
|-------|------------|--------------|------------|----------------|--------|---------|
| RMSE | بین گروهی | ۱۳۸/۳۶۲ | ۳ | ۴۶/۱۲۱ | ۵۰/۵۰۵ | ۰/۰۰۱ |
| | درون گروهی | ۳۲/۸۷۵ | ۳۶ | ۰/۹۱۳ | | |
| VE | بین گروهی | ۲۴/۰۲۰ | ۳ | ۸/۰۰۷ | ۲۷/۰۱۲ | ۰/۰۰۱ |
| | درون گروهی | ۱۰/۶۷۱ | ۳۶ | ۰/۲۸۹ | | |

با توجه به جدول ۶، در تکلیف B در مرحله یادداری، تعامل دو متغیر تخمین خطا و فراوانی بازخورد، معنادار نبود؛ اما، در متغیر زاویه اثر اصلی، تخمین معنادار بود ($P_{RMSE}=0.001$ ، $P_{VE}=0.002$) و با استفاده از مقدار میانگین‌ها و اشکال ۳ و ۴ نشان داده شد صرف نظر از فراوانی بازخورد، گروه‌هایی که تخمین خطا داشتند عملکرد بهتری دارند.

جدول ۶- تحلیل واریانس دو طرفه برای مقایسه گروه‌ها در آزمون یادداری در دقت (خطای کلی RMSE) و تغییرپذیری یا ناهمسانی (خطای متغیر VE) در تکلیف B متغیر زاویه

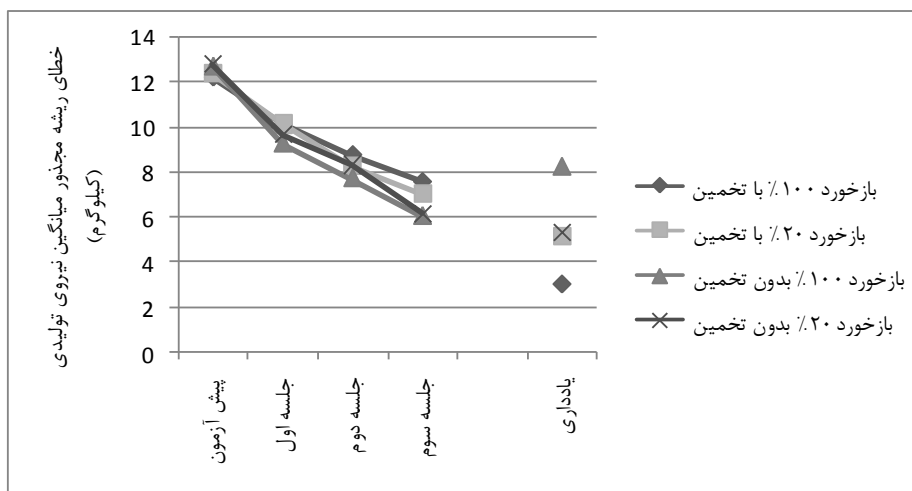
| متغیر | شاخص آماری | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | F | P value |
|-------|-----------------------------|--------------|------------|----------------|--------|---------|
| RMSE | تخمین خطا | ۵۲۰/۳۶۴ | ۱/۳۶ | ۵۲۰/۳۶۴ | ۲۳/۴۰۳ | ۰/۰۰۱ |
| | فراوانی بازخورد | ۲/۸۵۷ | ۱/۳۶ | ۲/۸۵۷ | ۰/۱۲۸ | ۰/۷۲۲ |
| | تخمین خطا * فراوانی بازخورد | ۶۹/۱۹۵ | ۱/۳۶ | ۶۹/۱۹۵ | ۳/۱۱۲ | ۰/۰۸۶ |
| VE | تخمین خطا | ۸۳/۰۵۹ | ۱/۳۶ | ۸۳/۰۵۹ | ۱۰/۷۶۵ | ۰/۰۰۲ |
| | فراوانی بازخورد | ۰/۰۱۱ | ۱/۳۶ | ۰/۰۱۱ | ۰/۰۰۱ | ۰/۹۷۰ |
| | تخمین خطا * فراوانی بازخورد | ۰/۵۹۰ | ۱/۳۶ | ۰/۵۹۰ | ۰/۰۷۷ | ۰/۷۸۴ |

در متغیر طول نیز در مرحله یادداری، تعامل دو متغیر تخمین خطا و فراوانی بازخورد معنادار نبود. در متغیر طول اثر اصلی، بازخورد معنادار بود ($P_{RMSE}=0.001$ ، $P_{VE}=0.001$). با استفاده از مقدار میانگین‌ها و اشکال ۵ و ۶، نشان داده شد صرف نظر از تخمین خطا، گروه‌هایی که بازخورد ۲۰٪ دریافت کردند عملکرد بهتری داشتند و گروه‌های بازخورد ۱۰٪، ضعیف‌ترین اجرا را داشتند (جدول ۷).

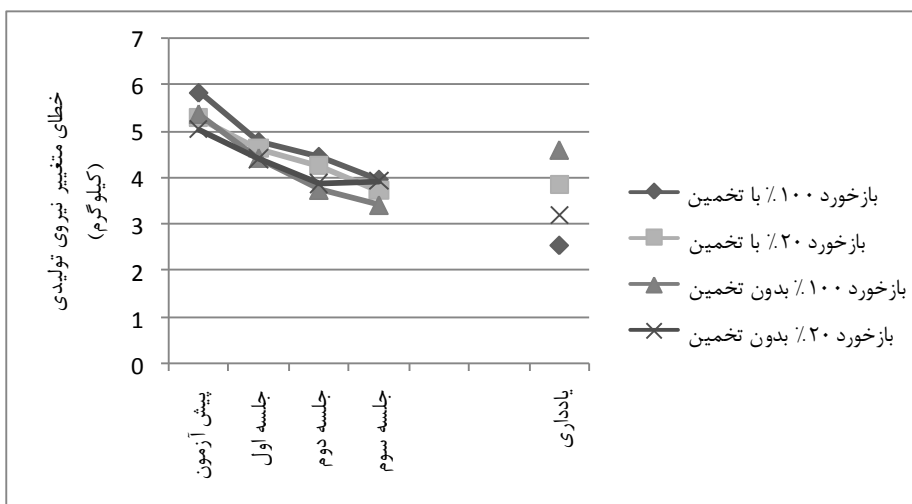
جدول ۷- تحلیل واریانس دو طرفه برای مقایسه گروه‌ها در آزمون یادداری در دقت (خطای کلی RMSE) و تغییرپذیری یا ناهمسانی (خطای متغیر VE) در تکلیف B متغیر طول

| متغیر | شاخص آماری | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | F | P value |
|-------|-----------------------------|-----------------|---------------|-------------------|--------|------------|
| RMSE | تخمین خطا | ۰/۴۳۱ | ۱/۳۶ | ۰/۴۳۱ | ۰/۲۸ | ۰/۸۶۷ |
| | فراوانی بازخورد | ۲۳۷/۹۰۰ | ۱/۳۶ | ۲۳۷/۹۰۰ | ۱۵/۶۰۶ | ۰/۰۰۱ |
| | تخمین خطا * فراوانی بازخورد | ۲/۱۱۱ | ۱/۳۶ | ۲/۱۱۱ | ۰/۱۳۹ | ۰/۷۱۲ |
| VE | تخمین خطا | ۰/۱۵۱ | ۱/۳۶ | ۰/۱۵۱ | ۰/۵۴ | ۰/۸۱۸ |
| | فراوانی بازخورد | ۴۸/۷۰۸ | ۱/۳۶ | ۴۸/۷۰۸ | ۱۷/۳۲۳ | ۰/۰۰۱ |
| | تخمین خطا * فراوانی بازخورد | ۰/۵۹۰ | ۱/۳۶ | ۰/۵۹۰ | ۰/۰۷۷ | ۰/۷۸۴ |

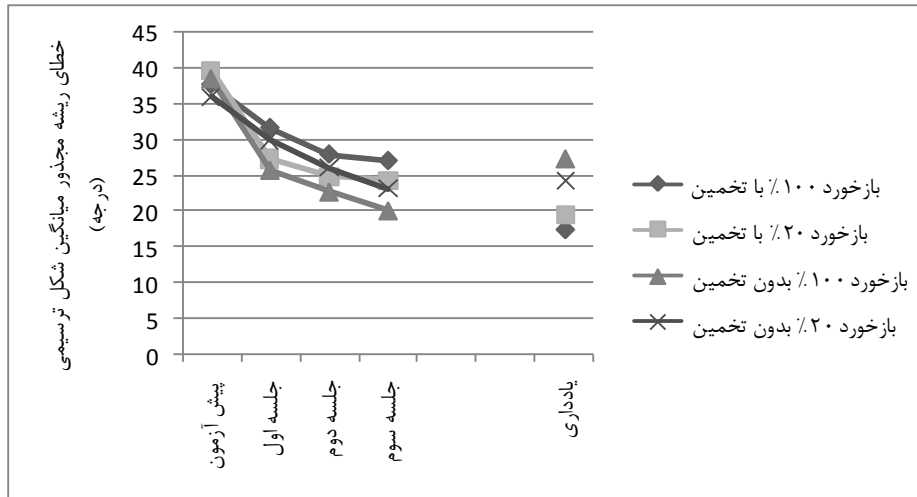
قابل ذکر است همان‌طور که در اشکال ۱، ۲، ۳ و ۴ ملاحظه می‌شود، منحنی پیشرفت گروهی که بازخورد ۱۰۰٪ بدون تخمین دریافت کرده است، در مراحل تمرین، دارای شیب بیشتری نسبت به گروه‌های دیگر است و این گروه، ظاهراً امتیازات خود را بیشتر از گروه‌های دیگر بهبود داده است؛ اما، در آزمون یادداری بر عکس این حالت اتفاق افتاده است؛ به طوری که، این گروه عملکرد ضعیف‌تری نسبت به سایر گروه‌ها داشته است. میزان تغییرات، در چهار گروه مقایسه گردید و همانگونه که قبلاً نیز اشاره شد، مشخص گردید در تکلیف A، گروه بازخورد ۱۰۰٪ بدون تخمین، در مرحله اکتساب و گروه بازخورد ۱۰۰٪ با تخمین، در مرحله یادداری، عملکرد بهتری داشته‌اند و در تکلیف B در متغیر زاویه، صرف نظر از فراوانی بازخورد، گروه‌هایی که تخمین خطا داشتند عملکرد بهتری داشتند و گروه‌های بدون تخمین، ضعیف‌ترین اجرا را داشتند. در متغیر طول نیز صرف نظر از تخمین خطا، گروه‌هایی که بازخورد ۲۰٪ دریافت کردند عملکرد بهتری داشتند و گروه‌های بازخورد ۱۰۰٪، ضعیف‌ترین اجرا را داشتند.



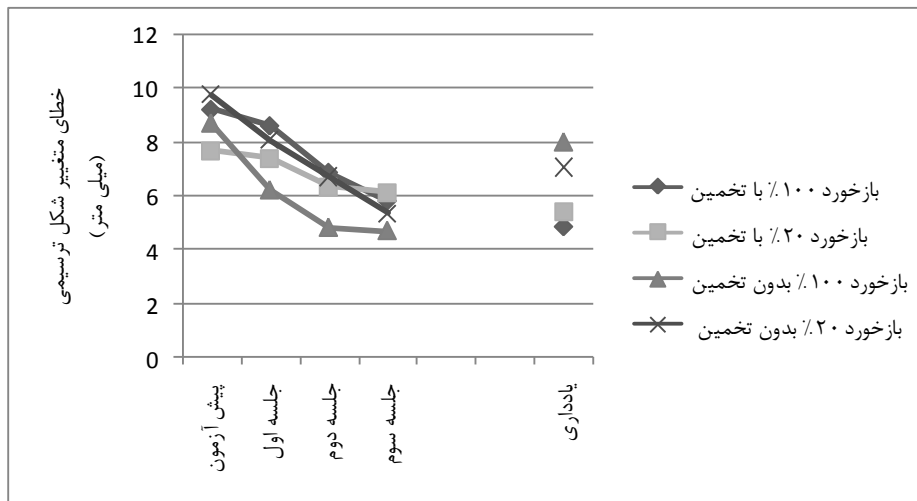
شکل ۱- نمایش چگونگی عملکرد و پیشرفت گروه‌های تمرینی در تکلیف A در شاخص RMSE



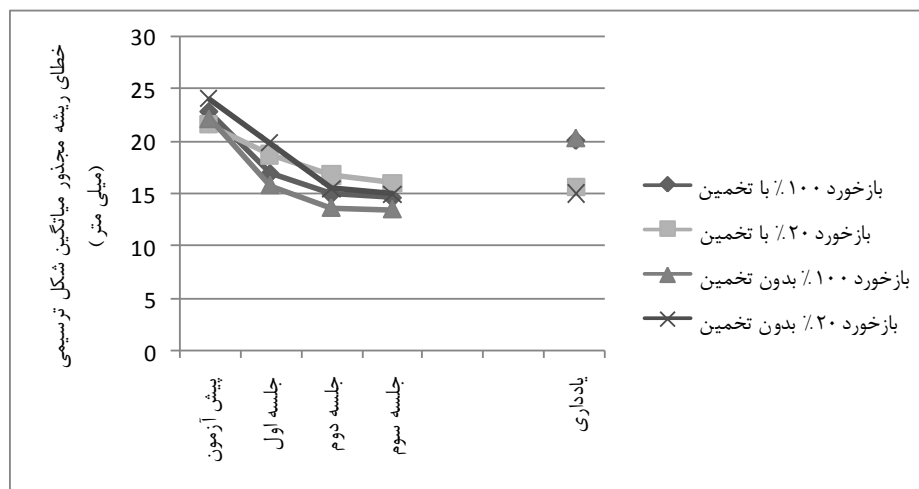
شکل ۲- نمایش چگونگی عملکرد و پیشرفت گروه‌های تمرینی در تکلیف A در شاخص VE



شکل ۳- نمایش چگونگی عملکرد و پیشرفت گروه‌های تمرینی در تکلیف B در متغیر زاویه در شاخص RMSE

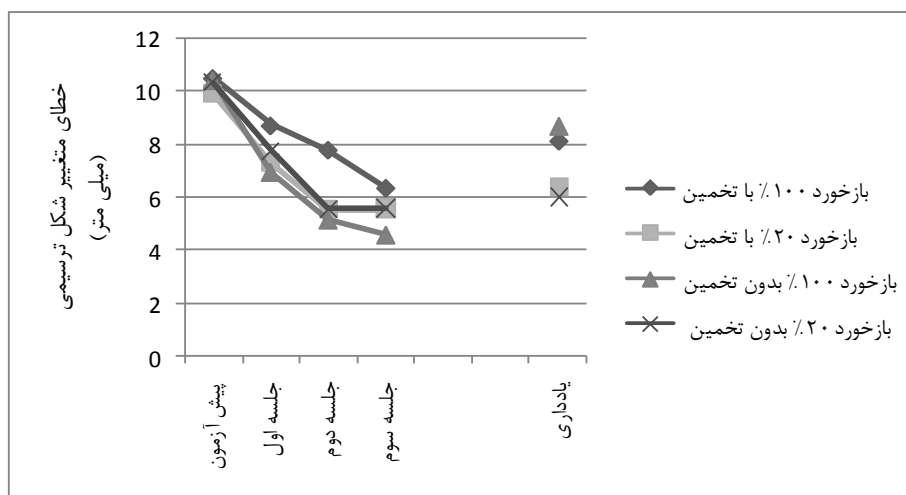


شکل ۴- نمایش چگونگی عملکرد و پیشرفت گروه‌های تمرینی در تکلیف B در متغیر زاویه در شاخص VE



شکل ۵- نمایش چگونگی عملکرد و پیشرفت گروه‌های تمرینی در تکلیف B در متغیر طول در شاخص RMSE

همان‌طور که در نمودارها نشان داده شده است آزمودنی‌ها در متغیر زاویه شاخص RMSE، خطای بیشتری داشتند یا به عبارت دیگر، افراد در جهت‌یابی زاویه دچار ضعف بودند و ادراک آن‌ها در متغیر طول، بهتر بوده است.



شکل ۶- نمایش چگونگی عملکرد و پیشرفت گروه‌های تمرینی در تکلیف B در متغیر طول در شاخص VE

بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، نتایج به دست آمده از مرحله اکتساب نشان داد بین گروه‌های آزمایشی، تفاوت معناداری وجود ندارد؛ به عبارت دیگر، خطای متغیر و کلی تولیدی در چهار گروه آزمایشی، به شکل مشابهی کاهش یافته است. یک تعبیر در این مورد این است که تخمین خطا در مرحله اکتساب، آزمودنی‌ها را وادار می‌کند تا نسبت به مواقع دیگر (که خطا را تخمین نمی‌زنند)، از بازخورد درونی ناشی از حرکت، به نحو موثری استفاده نمایند و به همین خاطر، قابلیت تشخیص خطا در آن‌ها به وجود می‌آید؛ اما، به دلیل ویژگی هدایتی قوی KR، این قابلیت فایده خاصی در مرحله اکتساب ندارد (۲).

از جمله یافته‌هایی که در مرحله یادداری مشاهده شد این است که، گروه تخمین خطا با فراوانی بازخورد ۱۰٪ در تکلیف A، به طور معنا داری نسبت به گروه‌های دیگر، خطای کمتری در عملکرد نشان دادند. نتایج به دست آمده با دیدگاه‌های نظری درباره نقش برآورد ذهنی خطا در فاصله تاخیر KR، هم‌خوانی دارد. مطابق با فرضیه پاسخ، نحوه درگیری فرد قبل از دریافت KR و چگونگی استفاده از آن، نمی‌توانند از هم مستقل باشند (۵). در این مورد، بسیاری از پژوهش‌گران معتقدند که یادگیری حرکتی، یک کارکرد افزایشی آزمون فرضیه پاسخ است؛ به طوری که، پاسخ ساده اجرا که با برآورد ذهنی خطا جفت می‌شوند ممکن است در فرضیه پاسخ، توسط ارایه KR مورد آزمون قرار گیرند. در مطالعه حاضر، برآورد ذهنی خطا با بازخورد ۱۰٪، دارای حداکثر قدرت برای آزمون فرضیه پاسخ می‌باشد؛ زیرا، بیشترین آزمون فرضیه پاسخ را ساخته است. نتایج به دست آمده در مرحله یادداری در تکلیف A، با کهل و گوداگنولی (۲۰۰۱)، طاهری (۱۳۸۴) و توکلی جامی (۱۳۸۶) مبنی بر تاثیر برآورد ذهنی خطا در فاصله تاخیر KR در دوره اکتساب بر عملکرد دوره یادداری، هم‌خوانی دارد (۵، ۱۴، ۱۵). همچنین، برآورد ذهنی خطا در طی اکتساب مهارت‌های حرکتی، یادداری تکلیف را افزایش داده و به نظر می‌رسد که آن‌ها، قابلیت کشف خطای خود را به مقدار زیادی افزایش داده‌اند. این قابلیت، آن‌ها را قادر می‌سازد تا هم شکل و هم نتیجه حرکت خود را برآورد نمایند؛ بنابراین، در نبود KR به طور کارآمدتری می‌توانند عملکرد خود را حفظ نمایند (۲۰)؛ به عبارت دیگر، فعالیت‌های برآورد ذهنی خطا در فاصله تاخیر KR، بیشتر می‌تواند یادگیرنده را به سوی

ویژگی‌های حرکت هدایت نمایند (۲۱)؛ در نتیجه، می‌توان بیان نمود که معطوف شدن بر ویژگی‌های حرکت قبل از فراهم شدن KR، منجر به استفاده بهتر از بازخورد افزوده و بهبود مهارت و قابلیت کشف خطا می‌گردد. در این روش، آزمودنی‌ها یاد می‌گیرند که بین خطاها و بازخورد فراهم شده، ارتباط برقرار کنند و تلاش‌هایی که در مورد اصلاح خطاهای خود انجام می‌دهند به طور موثری بر روی پاسخ‌های بعدی مشاهده می‌گردد. همچنین، وادار کردن آزمودنی به برآورد از نتیجه کار خود در مقایسه با خودداری از این عمل از طریق ارائه بازخورد، بهتر می‌تواند قابلیت تشخیص خطا را توسعه بخشد. در نظریه حلقه بسته آدامز و طرحواره اشمیت^۱ نیز، جایگاه خاصی برای ارائه KR پس از انجام تخمین ذهنی یادگیرنده از عملکرد خود در نظر گرفته شده است. نقطه‌نظر دیگری که می‌توان در این رابطه عنوان کرد، نقش KR در برنامه‌ریزی پاسخ می‌باشد که از طریق برآورد ذهنی در نتیجه کار یا میزان خطا می‌تواند تسهیل گردد (۲).

از سوی دیگر، نتایج این پژوهش با نتایج مطالعات روزبهانی (۱۳۸۶) و عیدی (۱۳۸۷) که تکلیف تولید نیرو را به کار برده بودند همخوانی ندارد (۱۶،۱۷). روزبهانی، در پژوهش خود به بررسی اثر تعاملی سطوح تخمین خطا و بازخورد خودکنترل بر عملکرد و یادگیری تکلیف تولید نیرو پرداخت. در این پژوهش، ۲ گروه بازخورد خودکنترل با برآورد خطا و بدون برآورد خطا و ۲ گروه جفت‌شده با آن‌ها مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج پژوهش او نشان داد سطوح تخمین خطا، روی یادگیری بازخورد خودکنترل اثری ندارد (۱۶). همچنین، عیدی (۱۳۸۷) دریافت، در ۴ گروه: (۱) خودکنترل بعد (۲) خودکنترل بعد و برآورد خطا (۳) خودکنترل قبل (۴) خودکنترل قبل و برآورد خطا، سطوح تخمین خطا روی یادگیری بازخورد خودکنترل، اثری ندارد. شاید بتوان علت این عدم همخوانی را اینگونه بیان کرد که بازخورد خودکنترلی، به شکل نسبی از فرآیند تخمین خطا سود می‌برد و اینکه، به منظور تقویت موثرتر قابلیت تشخیص خطا بهتر است از بازخورد غیر خودکنترلی به همراه تخمین خطا استفاده شود. همچنین، ممکن است مغایرت پژوهش حاضر با پژوهش ذکر شده به دلیل تفاوت در تواتر ارائه بازخورد باشد. در پژوهش روزبهانی (۱۳۸۶) از تواتر ۳۰٪ استفاده شده بود.

اما در تکلیف B در متغیر زاویه، صرف نظر از فراوانی بازخورد، گروه‌هایی که تخمین خطا داشتند عملکرد بهتری داشتند و گروه‌های بدون تخمین، ضعیف‌ترین اجرا را داشتند و در مورد فراوانی بازخورد، اثر معناداری مشاهده نشد؛ به عبارتی دیگر، بین گروه‌های بازخورد ۲۰٪ با تخمین و بدون تخمین خطا و دو گروه بازخورد ۱۰۰٪ با تخمین و بدون تخمین، تفاوت معناداری مشاهده نشد؛ اما، میان تخمین خطا تفاوت معناداری وجود داشت. این نتیجه را شاید بتوان این‌گونه توجیه کرد که یکی از ویژگی‌های رسم کردن زاویه این است که فرد، در ابتدا باید میزان انحراف زاویه را تخمین بزند به این دلیل که در رسم زاویه، همان حرکت اولیه دارای اهمیت است و روند رسم خط در ادامه مسیر مهم نیست؛ بنابراین، در این بخش از مهارت، تخمین خطا از اهمیت بیشتری برخوردار بوده است و گروهی که از فرآیند تخمین خطا استفاده کرده‌اند دارای برتری هستند. در این رابطه می‌توان گفت فرد در ابتدای حرکت، نیازمند این است که از برنامه سازماندهی شده استفاده کند و در نتیجه، باید ابتدا از تخمین استفاده نماید؛ ولی، در متغیر طول که در ادامه به آن خواهیم پرداخت، به علت اینکه فرد نیازمند این نیست که از همان ابتدا میزان طول خط را تخمین بزند و در طی مرحله رسم کردن می‌تواند تغییراتی را اعمال نماید، بازخورد پایانی مهم است.

در تکلیف B در متغیر طول نیز صرف نظر از تخمین خطا، گروه‌هایی که بازخورد ۲۰٪ دریافت کردند عملکرد بهتری داشتند و گروه‌های بازخورد ۱۰۰٪، ضعیف‌ترین اجرا را داشتند. در متغیر طول در مرحله یادداری صرف نظر از تخمین خطا، گروه بازخورد ۲۰٪، بهترین عملکرد و گروه بازخورد ۱۰۰٪، ضعیف‌ترین اجرا را داشتند و در مورد تخمین خطا، اثر معناداری مشاهده نشد؛ به عبارتی دیگر، بین گروه‌های بازخورد ۱۰۰٪ بدون تخمین و ۲۰٪ بدون تخمین خطا و دو گروه بازخورد ۱۰۰٪ با تخمین و ۲۰٪ با تخمین، تفاوت معناداری مشاهده نشد؛ اما، بین فراوانی‌های بازخورد، تفاوت معناداری وجود داشت. در حقیقت، فرد در طی مرحله رسم خط، قادر به اعمال تغییرات می‌باشد که در حقیقت، در صورت وجود خطا در اجرای برنامه، فرد قادر است با اعمال تغییراتی که نیاز به طی کردن کامل مراحل پردازش ندارد اصلاحاتی را انجام دهد؛ در نتیجه، در تکلیفی که قابلیت کشف خطا وجود دارد، تخمین خطا بعد از اجرای حرکت کارآیی ندارد. هم‌چنین، مطابق با پژوهش انجام شده توسط ولف و شی^۱

1. wulf & Shea

(۲۰۰۵) و مبانی نظری یادگیری حرکتی، بررسی‌ها به شکلی قوی بر این نکته تاکید دارند که بازخورد آگاهی از نتیجه، نقش مهمی در اکتساب یک مهارت حرکتی ایفا می‌کند (۵)؛ اما، اگر KR به طور مداوم ارائه شود، یادگیرنده به شدت به ویژگی راهنمایی آن وابسته می‌شود. این حالت، اجرا را در طول تمرین بهبود می‌بخشد؛ اما، همان‌طور که آزمون‌های یادداری و انتقال بدون KR نشان می‌دهند، به احتمال زیاد یادگیری را مختل می‌کند. به نظر می‌رسد که ارائه کمتر KR، یادگیری را به میزان قابل توجهی بهبود می‌بخشد (۲). نتایج این پژوهش تا حدود زیادی با یافته‌های چن و همکاران (۲۰۰۱)، گلیسپی (۲۰۰۳)، گوداگنولی و کوهل (۲۰۰۱)، رایس و هرناندز (۲۰۰۶) و بوتکی و هافمن (۲۰۰۳) همسان است (۵،۹،۱۰،۱۱،۲۲). نتایج این مطالعات، بیانگر این موضوع است که هرچه تناوب بازخوردها کمتر باشد، برای یادگیری مهارت حرکتی مفیدتر خواهد بود. یک تفسیر برای این نتایج این است که هر چه بازخورد در هنگام تمرین کمتر باشد، فرد سعی می‌کند که تمرکز خود را بیشتر کرده و برای ارتقا عملکرد خود، به ساز و کارهای درونی پای‌بند باشد. این روند، باعث می‌شود که کارایی یادگیرنده در فرآیند کدگشایی، افزایش یابد و عملکرد وی در مرحله یادگیری بهتر شود (۲۳). نتایج این بخش با پژوهش روزبھانی (۱۳۸۹) همخوان است (۱۶). هم‌چنین، این نتایج با نتایج مطالعات بروچرت، لای و شیئا^۱ (۲۰۰۳) و بادتز و همکاران (۲۰۰۶) از نظر میزان تواتر بازخورد دریافتی، همخوانی دارد (۱۲،۱۳)؛ اما، با پژوهش‌های گوداگنولی و کهل (۲۰۰۱)، شفیع زاده، بهرام و فرخی (۱۳۸۳)، طاهری (۱۳۸۴) و توکلی جامی (۱۳۸۶) همخوانی ندارد (۵،۱۴،۱۵،۲۴). آن‌ها نتیجه گرفتند انجام برآورد خطا در بازخورد ۱۰٪، موجب افزایش آزمون فرضیه پاسخ می‌شود. در تواتر بازخوردی مشابه و بدون برآورد خطا، فرد گرچه به طور موقت آزمون فرضیه پاسخ را انجام می‌دهد؛ اما، این کار به طور عمیق صورت نمی‌گیرد. در دو گروه بازخورد ۲۰٪ نیز که نتایج مشابهی داشتند، به یک میزان از آزمون فرضیه پاسخ بهره برده‌اند؛ به این صورت که، احتمالاً تواتر نسبی پایین KR در گروه بدون برآورد خطا، آن‌ها را بیشتر به آزمون فرضیه پاسخ تشویق نموده است. براساس فرضیه پاسخ، پژوهش‌گران معتقدند زمانی که فرد حرکت خود را انجام می‌دهد، در صورتی که به طور فعال درگیر فرآیند پردازش برای تشخیص خطای خود شود (برآورد خطا)، هرچه KR بیشتری

دریافت کند، یادگیری بیشتری خواهد داشت؛ زیرا طبق این فرضیه، عمل مقایسه کردن یا به عبارتی آزمون فرضیه بیشتری انجام می‌شود و این عمل، به طرح پاسخ بعدی کمک می‌کند (۵). احتمالاً دلیل اینکه ارائه بازخورد با تواتر کمتر به قابلیت شناسایی خطای بهتری منجر می‌شود این باشد که تخمین خطا، یادگیرنده را تشویق می‌کند که به بازخورد درونی توجه کرده و آن را با بازخورد بیرونی مقایسه کند. در صورت ارائه بازخورد به صورت متواتر، دیگر فعالیت‌های پردازشی مربوط به اطلاعات مهم، مسدود می‌شود. به ویژه فعالیت‌هایی که با توانایی آزمودنی‌ها در کشف و تصحیح خطاها بر مبنای اطلاعات درونی مرتبط است (۱۲). با توجه به این مطلب، ممکن است معنادار نبودن اثر برآورد خطا در تکلیف B متغیر طول، به این دلیل باشد که در پژوهش حاضر در متغیر طول، چون افراد در زمان اجرا می‌توانستند حالت مقایسه‌ای را داشته باشند یا به عبارت دیگر، در تخمین میزان طول خط، از زمان بندی درونی خود استفاده می‌نمودند، ردیابی می‌تواند دقیق‌تر و آهسته‌تر باشد. هم‌چنین، مقایسه بین مدل و مسیر امکان‌پذیر است (۲۵)؛ اما، در مطالعات ذکر شده بیشتر از تکلیف حرکتی تولید نیرو استفاده شده بود که در این تکالیف، فرد در زمان اجرا قادر به ایجاد حالت مقایسه‌ای نیست و قبل از اجرای حرکت، میزان فشار اعمال شده را تعیین می‌کند. زمانی که فرد در طول فرآیند اجرا قادر به اصلاح حرکت خود باشد، فرآیند شناسایی خطا متغیری است که بر یادگیری تأثیری ندارد؛ در این صورت، نقش تواتر بازخورد برجسته‌تر می‌گردد.

در رابطه با اختلاف نتایج در تکلیف حرکتی و شناختی، می‌توان به موضوع درجات آزادی اشاره کرد. مسئله درجات آزادی بیان می‌کند که در هر یک از سطوح تجزیه و تحلیل (عصبی، عضلانی و مکانیکی) برای تولید حرکات، اجزای شرکت کننده در اجرا برای حل یک تکلیف حرکتی، بیش از حد لازمند (۲۶). فرد در اجرای تکلیف حرکتی، از درجات آزادی بیشتری استفاده می‌کند (هماهنگ کردن نیروی چهار انگشت در تقابل با شست برای اعمال فشار)؛ بنابراین، فرد در اجرای تکلیف حرکتی با مکانیزم‌های کنترلی بیشتری روبرو است و تکلیف، پیچیده‌تر است و فرد نیاز دارد که هم از فواید بازخورد استفاده کرده و هم از اثرات سودمند تخمین خطا. هم‌چنین، گواداگنولی و لی^۱ (۲۰۰۴) در نظریه‌ی خود پیشنهاد کرده‌اند که پردازش شناختی در طول تمرین، بستگی به میزان چالش‌پذیری

1. Guadagnoli & Lee

دوره تمرینی دارد. ماهیت تکلیف، موقعیت تمرینی و سطح تجربه یادگیرنده، با هم تعامل می‌کنند تا میزان چالش موجود در کوشش‌های تمرینی تعیین شود (۲۷). به طوری که در تکلیف تولید نیرو به علت نوسانات اینرسی، نیاز است که نیروی گرفتن تعدیل شود. به همین دلیل، منحصر نمی‌شود بر بازخورد حسی برای حل این مشکل تکیه کرد؛ بنابراین، سیستم حرکتی باید این تغییرات را پیش‌بینی کرده و بر اساس آن‌ها نیروی گرفتن را تعدیل کند؛ به عبارت دیگر، اعمال نیرو نیازمند زمان‌بندی حرکتی جهت جبران یا تعدیل نوسانات قابل پیش‌بینی است (۲۸).

به طور کلی، می‌توان بیان نمود که ماهیت خود پاسخ تمرین شده (به علاوه ارتباط آن با پاسخ‌های دیگر)، روش مورد استفاده قرار گرفتن KR در یادگیری حرکتی را تحت تاثیر قرار می‌دهد و در صورتی که فرضیه پاسخی، از پاسخ استخراج گردد، آزمودنی‌ها می‌توانند از KR جهت آزمون این فرضیه‌ها استفاده نمایند. افزایش آزمون فرضیه پاسخ می‌تواند برای یادگیری حرکتی مفید باشد (۳)؛ برعکس، اگر فرضیه پاسخ، از پاسخی بیرون نیاید، KR کمتر نقش آزمون فرضیه اش را بازی می‌کند و پیش‌بینی می‌گردد که ممکن است KR، یادگیری حرکتی را خراب کند؛ بنابراین، چگونگی تشویق یادگیرنده قبل از دریافت بازخورد افزوده و این‌که چگونه او واقعا از بازخورد افزوده استفاده می‌کند از هم مستقل نمی‌باشند و تنها تمریناتی می‌توانند مفید باشند که ابتدا از آن‌ها فرضیه پاسخ، استخراج و سپس، با بازخورد افزوده مورد آزمون قرار گیرند. هم‌چنین، قابل ذکر است که برآورد خطا زمانی در یادگیری موثر است که امکان تقویت ذهنی (درگیری خودکار در فرآیند پردازش) در تکلیف وجود نداشته باشد؛ به عبارت دیگر، فرد قادر نباشد در هنگام اجرای عمل (شناختی یا حرکتی)، خطا را شناسایی کند؛ زیرا اگر در طی اجرای عمل، این موضوع امکان‌پذیر باشد قابلیت شناسایی خطا پس از اتمام حرکت، کاربردی نخواهد داشت (۲).

منابع

- 1) Park J H, Shea C H, Wright D L. Reduced – Frequency concurrent & terminal feedback: a test of the Guidance Hypothesis. *J Motor Behav.* 2000; 32(3): 287-96.
- 2) Schmidt R A, Lee T D. *Motor control and learning: A behavioral emphasis, Human Kinetics.* 2011; United State.

- 3) Schmidt R A. Schema theory of discrete motor skill learning. *Psychol Rev.* 1975; 82: 225-60.
 - 4) Salmoni A W, Schmidt R A, Walter C B. Knowledge of result & motor learning: A review & critical appraisal. *Psychology bulletin.* 1984; 95: 355-86.
 - 5) Guadagnoli M A, Kohl R M. Knowledge of results for motor learning: Relationship between error estimation and knowledge of results frequency. *J Motor Behav.* 2001; 33: 217-24.
 - 6) Wulf G, Lee T D. Contextual interference in movement of the same class: Differential effects on program & parameter learning. *J Motor Behav.* 1993; 25: 254-63.
 - 7) Schmidt R A, Lee T D. *Motor control & learning: behavioral emphasis*, Champaign, IL. Human kinetics. 1999.
 - 8) Wulf G, Schmidt R A. Feedback induced variability & the learning of generalized motor programs. *J Motor Behav.* 1994; 26: 348-61.
 - 9) Butki B D, Hoffman S J. Effects of reducing frequency of intrinsic knowledge of results on the learning of a motor skill. *Percept Motor Skill.* 2003; 97(2):569-80.
 - 10) Chen D D, Kaufman D, Chung M W. Emergent patterns of feedback strategies in performing a closed motor skill. *Percept Motor Skill.* 2001; 93(1): 197-204.
 - 11) Gillespie M. Summary versus every-trial knowledge of results for individuals with intellectual disabilities. *APAQ.* 2003; 20: 46-56.
 - 12) Bruechert L, Lai Q, Shea C H. Reduced knowledge of results frequency enhances error detection. *Res Q Exercise Sport.* 2003; 74:467-72.
 - 13) Badets A, Blandin Y, Wright D L, Shea C H, Charles H. Error detection processes during observational learning. *Res Q Exercise Sport.* 2006; 72(2): 177-84.
- ۱۴) طاهری حمیدرضا، بهرام عباس، فرخی احمد، شفیع‌زاده محسن. تاثیر روش‌های مختلف بر آورد خطا و فراوانی کاهش یافته بازخورد افزوده بر قابلیت تشخیص خطا، عملکرد و یادگیری یک تکلیف حرکتی پیچیده. علوم حرکتی و ورزش. ۱۳۸۴؛ (۶): ۱۳۸-۷۲.
- ۱۵) توکلی جامی محسن، نمازی‌زاده مهدی. تاثیر فراوانی آگاهی از نتیجه و بر آورد خطا بر اکتساب و یادداری یک تکلیف حرکتی پیچیده. ششمین همایش بین المللی تربیت بدنی و علوم ورزشی. ۱۳۸۶؛ دانشگاه کیش.
- ۱۶) روزبهانی مهدی، وصالی ناصر مجید، شفیع‌زاده محسن. اثر فراوانی بازخورد خود کنترلی بر اکتساب، یادداری و انتقال یک تکلیف ساده تولید نیرو. علوم حرکتی و ورزش. ۱۳۸۹؛ (۱۵): ۵۱-۱۴۰.
- ۱۷) عیدی ابرغانی لیلا، بهرام عباس، شجاعی معصومه. اثر بر آورد خطا و زمان تصمیم‌گیری درخواست بازخورد در شرایط خود کنترل بر اکتساب، یادداری و انتقال تکلیف تولید نیرو، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت معلم تهران: دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی؛ ۱۳۸۷.
- ۱۸) عباس‌زاده علی، طاهری حمیدرضا، حیرانی علی، یوسفی بهرام. تاثیر روش‌های ارائه بازخورد افزوده (پس از کوشش‌های موفق و ناموفق) بر یادگیری و قابلیت شناسایی خطا در تکلیف تولید نیرو. دوفصلنامه پژوهش در مدیریت ورزشی و رفتار حرکتی. ۱۳۹۱؛ (۱۹)۳: ۹۹-۱۱۰.

- 19) Briggs G, Nebes R D. Patterns of hand preference in a student population. *Cortex*. 1975; 11: 230-8.
- 20) Liu J, Wrisberg C A. The Effect of KR Delay & the Subjective Estimation of Movement Form on the Acquisition & Retention of a Motor Skill. *Res Q Exercise Sport*. 1997; 68(2): 145-51.
- ۲۱) مگیل ریچارد ای. یادگیری حرکتی مفاهیم و کاربردها. مترجمان: واعظ موسوی محمد کاظم، شجاعی معصومه. چاپ سوم. تهران: انتشارات حنا، ۱۳۸۶. ص ۴-۲۷۳.
- 22) Rice M S, Hernandez H G. Frequency of knowledge of results and motor learning in persons with developmental delay. *Occup Ther J Res*. 2006; 13(1): 35-48.
- 23) Sabari J S, Kane L, Flanagan S R, Steinberg A. Constraint-induced motor relearning after stroke: A naturalistic case report. *Arch Phys Med Rehab*. 2001; 82(4): 524-8.
- ۲۴) شفیع‌زاده محسن، بهرام عباس، فرخی احمد. تأثیر نوع بازخورد توجهی بر قابلیت تشخیص خطا و یادگیری تکلیف هماهنگی دو دستی، رساله دکتری. دانشگاه تربیت معلم تهران: دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی؛ ۱۳۸۳.
- 25) Ogawaa K, Inui T. The role of the posterior parietal cortex in drawing by copying. *Neuropsychologia*. 2009; 47: 1013-22.
- 26) Latash M L, Scholz J P, Schoner G. Toward a new theory of motor synergies. *Motor Control*. 2007; 11: 276-308.
- 27) Guadagnoli M A, Lee T D. Challenge point: A Framework for Conceptualizing the Effects of Various Practice Conditions in Motor Learning. *J Motor Behav*. 2004; 36(2): 212-24.
- 28) Nowak D A, Glasauer S, Hermsdörfer J. How predictive is grip force control in the complete absence of somatosensory feedback?. *J Brain Sci*. 2004; 127: 182-92.

ارجاع دهی به روش ونکوور:

محمدی جعفر، لطفی مریم، سهرابی مهدی. تأثیر تخمین خطا و تواتر بازخورد آگاهی از نتیجه بر یادگیری تکالیف حرکتی و شناختی. رفتار حرکتی. پاییز ۱۳۹۳؛ ۶(۱۷): ۴۰-۱۱۹.

The effect of error estimation and frequency of feedback in learning motor and cognitive tasks

J. Mohamadi¹, M. Lotfi², M. Sohrabi³

1. PhD student at Ferdowsi University of Mashhad*
2. PhD student at Urmia University
3. Associate Professor at Ferdowsi University of Mashhad

Received date: 2013/08/05

Accepted date: 2014/05/11

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of error estimation and frequency of feedback in learning tasks with two different motor levels. Participants was 40 university students (mean age= 25.7) that was not familiar with the tasks before. They were divided to 4 groups: 100% KR and 20% KR with error estimation and 100% KR and 20% KR without error estimation. Participants performed 90 trials (15×6) in acquisition and performed 15 trials in retention phase. The tasks included task A with high motor component (force-production with hand) and task B with high cognitive component (drawing triangle). Data was analyzed with ANOVA with repeated measures and ANOVA and LSD test. the results showed that all groups have progressed during training. In retention phase results show that in task a 100% KR with error estimation group had better performance and in and task B in length variable 20% KR without error estimation group had better performance. According to the results of this study, error estimate is one important variable in preparing the subject for future response and designing response hypothesis as well as increased frequency of augmented feedback (100%) can test the more response hypothesis and lead to future learning. But in tasks that including mind reinforcement, error estimate not affected in learning and in same tasks confirm rule regarding feedback reduced frequency of augmented feedback.

Keywords: Error estimation, Knowledge of result feedback, Motor and cognitive tasks, Learning.

* Corresponding Author

Email: ja_mohamadi93@yahoo.com