ارزیابی میزان پیچیدگی تکلیف با استفاده از تعداد کوشش‌های تمرینی

مهدی روزبهانی*، سیدمحمدکاظم واعظ‌موسوی** ، حسن خلجی***

* دانشجوی دکتری تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

** استاد دانشگاه امام حسین

*** دانشیار دانشگاه اراک

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۸/۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۲/۱۷

چکیده

هدف این مطالعه بررسی کارآمدی تعداد کوشش‌های تمرینی در تعیین میزان پیچیدگی تکالیف است. ۶۰ آزمودنی بنا به نوع تکلیف الف- ب و شیوه ارائه بازخورد(۱۰۰درصدی، حذفی، خودکنترل) به‌شکل تصادفی در شش گروه قرار گرفتند. آزمودنی‌ها در طی دو روز نخست و در هر روز ۱۰۰ مرتبه به تمرین تکالیف مورد نظر پرداختند. آزمون‌های یادداری در روزهای دوم و سوم و آزمون‌های بازاکتساب در روز سوم از ایشان به عمل آمد.با استفاده از آزمون آماری ANOVA مشخص شد که عملکرد آزمودنی‌ها به‌واسطه دسته کوشش‌های تمرینی در هر دو روز بهبود یافت، اما این بهبودی در روز دوم، در تکلیف ب به‌شکل معناداری بهتر از تکلیف الف بود. عملکرد آزمودنی‌ها در آزمون یادداری و بازاکتساب دوم به شکل معناداری بهتر از آزمون یادداری و بازاکتساب نخست بود. در ضمن گروه‌های تمرینی تکلیف ب در آزمون‌های یادداری به‌شکل معناداری بهتر از گروه‌های تمرینی تکلیف الف عمل کردند ($p<0.05$). نتایج نشان می‌دهد تکلیف الف نسبت به تکلیف ب پیچیده‌تر است و میزان بهینه‌ای از کوشش‌های تمرینی لازم است تا تکلیف دشوارتر تشخیص داده شود.

واژگان کلیدی: پیچیدگی تکلیف، کوشش‌های تمرینی، بازخورد، یادداری، بازاکتساب.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

مقدمه

در طی چندین دهۀ گذشته مطالعات در حیطه یادگیری حرکتی به دنبال تشریح و توضیح این بوده است که چگونه متغیرهای گوناگون بر عملکرد و یادگیری مهارت‌های حرکتی اثر می‌گذارند. برای مثال، می‌توان به نحوه انجام تمرین (توده‌ای، پراکنده، ر.ک کارسیا و همکاران[1] (۱)، شیوه فراهم‌سازی بازخورد (زمان‌بندی، نوع و فراوانی، ر.ک چیویاکوفسکی و همکاران[2] (۲)، سازماندهی تمرین (متغیر،ثابت، تداخل زمینه‌ای، ر.ک مگیل و هال[3] (۳)، نوع تمرین (جسمانی، مشاهده‌ای، ذهنی، ر.ک گرانادوس و ولف[4] (۴) و شیوه‌های مختلف هدایت و راهنمایی (زبانی، ابزاری، ر.ک ولف و تولز[5] (۵) اشاره کرد. به طور کلی، بیشتر تکالیفی که در این مطالعات مورد استفاده قرار گرفته‌اند نسبتاً ساده و با کمترین درجات آزادی ممکن بوده‌اند، به شکلی که آزمودنی با انجام تنها چند کوشش تمرینی به سقف عملکردی خود نزدیک می‌شده است. در نتیجه پس از انجام چندین کوشش تمرینی نیازمندی‌های حافظه‌ای، توجهی و ظرفیت‌های پردازشی مورد نیاز این تکالیف به سرعت کاهش می‌یابد. بدیهی است که استفاده از مهارت‌های پایه در مطالعات یادگیری حرکتی دارای مزایایی چند است، برای مثال آن‌ها ساده‌اند، به شکلی عینی قابل اندازه‌گیری‌اند و هزینه‌های مالی پایینی دارند. اما اگر هدف درک یادگیری حرکتی در مهارت‌های کاربردی است(ورزش، موسیقی، صنعت) باید از تکالیف پیچیده بهره ببریم یا دست‌کم از تکالیفی استفاده کنیم که ظرفیت شناختی نوآموز را بیشتر به مبارزه بطلبد (۶).

تعریف پیچیدگی تکلیف تنها براساس مشخصه خاصی از تکلیف یا پیامد آن مشکل است. برای مثال، فرض شده است که تکلیف پیچیده زمان واکنش بیشتری دارد (۷و۸)، زمان حرکتی بیشتری را به خود اختصاص می‌دهد (۹)، پاسخ‌های نادرست و بی‌ثباتی فراوانی دارد (۱۰)، یا درجات آزادی‌اش بیشتر است (۶). هرکدام از ویژگی‌هایی که بدان‌ها اشاره شده در پیچیدگی تکلیف دخیل هستند، اما زمانی که چندین تکلیف را بر اساس آن‌ها مورد بررسی قرار می‌دهیم نتایج چندان رضایت‌بخش نیست. برای مثال، از زمان حرکت[6] برای نشان‌دادن دشواری[7] برخی از مهارت‌های سادۀ هدف‌گیری همانند افزایش مسافت حرکت یا اندازۀ هدف می‌توان بهره برد، اما برای نشان‌دادن تفاوت دشواری مهارت‌های هدف‌گیری با مهارت‌هایی چون، شبیه‌ساز اسکی یا تعادل‌سنج چندان مناسب نیست. از سوی دیگر، افزایش درجات آزادی تکلیف همیشه به معنای پیچیده‌شدن تکلیف نیست. در واقع، ممکن است از پیچیدگی تکلیف بکاهد. همانند انجام حرکات تردستی با توپ با یک دست یا دو دست در حالی که با دو دست درجات آزادی افزوده می‌شود، اما از پیچیدگی حرکت کاسته می‌شود (۶).

[1]- García, et al.
[2]-Chiviacowsky, et al
[3]-Magill &Hall
[4]-Granados & Wulf
[5]-Wulf & Toole
[6]- Movement time
[7]- Difficulty

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

نکته دیگری که باید در مورد پیچیدگی تکلیف در نظر داشت مسئله خبرگی است. در اثر خبره‌شدن نیازهای پردازشی و حافظه‌ای به صورت خودکار کاهش می‌یابد. بنابراین در صورتی که فردی قبلاً تکلیفی را آموخته باشد دیگر آن تکلیف برایش چندان پیچیده نیست. در این وضعیت زمان واکنش وزمان حرکت کاهش می‌یابد و بر کارایی حرکتش افزوده می‌شود در حالی که دیگر از شیوه منجمد کردن درجات آزادی که در مراحل اولیه تمرینی از آن می‌شود حالا خبری نیست. پس می‌توانیم بگوییم که تکلیف شبیه‌ساز اسکی که تمرین بیشتری در مراحل اولیه اکتساب نیاز دارد نسبت به تکالیفی همچون انداختن موانع[1] یا فشردن متوالی صفحه کلید که با انجام حتی کمتر از ۵۰ کوشش تمرینی فرد به سقف عملکردی خودش نزدیک می‌شود پیچیده‌تر است.

اگرچه تعریف واقعی از پیچیدگی تکلیف در دسترس نیست، ولف و شی (۶) تکلیفی را پیچیده می‌نامند که با فرد یک جلسه تمرین در آن ماهر نشود، دارای چندین درجه آزادی باشد و احتمالاً تا حدودی جنبه بوم‌شناختی داشته باشد. تکالیفی ساده شمرده می‌شود که تنها یک درجه آزادی داشته باشد، فرد با یک جلسه تمرین در آن ماهر شود و بسیار ساختگی باشد،اگرچه این تعاریف مفیدند، جامع نیستند(۶ و۱۱).

با توجه به تعاریفی که در بالا به آن‌ها اشاره شد می‌توان گفت که دشواری تکلیف ممکن است از دو حالت حاصل شود که یکی در ارتباط با خود تکلیف یا به عبارت دیگر مختص خود تکلیف است و دومی در ارتباط با شرایط تمرینی، اجرا یا ویژگی‌های فرد اجراکننده یا نوآموز است. گواداگنولی و لی (۱۲) بیان می نمایند که "تا کنون تعاریف عملیاتی متفاوتی در مورد دشواری تکلیف ارائه شده است ولی ما پیشنهاد می‌کنیم که این تعاریف را در دو حیطه متفاوت مورد بررسی قرار دهیم":

الف) دشواری اسمی تکلیف[2] و ب) دشواری عملکردی تکلیف.[3] در واقع، میزان دشواری اسمی تکلیف تنها با ویژگی‌های تکلیف در ارتباط است و به موقعیت‌های اجرا، تمرین یا سطح مهارت مجری ارتباطی ندارد.با توجه به این تعریف، دشواری اسمی تکلیف شامل عوامل ادراکی و حرکتی مورد نیاز تکلیف است. دشواری عملکردی تکلیف به میزان چالشی دارد که تکلیف با توجه به سطح مهارت فرد و شرایطی که طی آن تکلیف باید اجرا شود بر فرد اعمال می‌کند. برای مثال وزش باد ممکن است ضربه گلف‌باز را منحرف کند؛ در این موقعیت وزش باد برای یک دشواری عملکردی در نظر گرفته می‌شود.

با توجه به توضیحاتی که ارائه شد، واضح است که شیوه مؤثر و کارآمدی برای ارزیابی میزان پیچیدگی تکالیفارائه نشده است، اما به نظر می‌رسد که استفاده از تعداد کوشش‌های تمرینی با توجه به کاستی‌های دانش کنونی ما در توانایی تجزیه و تحلیل نیازمندی‌های کامل تکالیف و افرادی که قصد فراگیری تکالیف را دارند راه‌گشا باشد. لذا در این مطالعه توانایی این شیوه را در متمایزسازی میزان دشواری اسمی دو تکلیف با

[1]- Barrier-Knockdown
[2]-Nominal task difficulty
[3]-Functional task difficulty

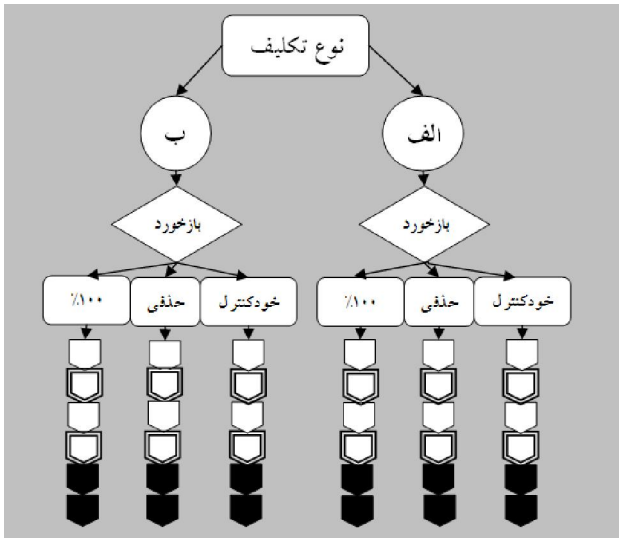
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

ثابت نگاه‌داشتن دشواری‌های عملکردی‌شان ارزیابی قرار می‌کنیم این درحالی‌است که با نگاه اولیه بدین تکالیف نمی‌توان گفت کدام‌یک پیچیده‌ترند.

روش‌شناسی

آزمودنی‌ها

۶۰ نفر از افرادی که داوطلبانه قصد شرکت در این مطالعه را داشتند پس ارزیابی‌های سلامت جسمانی و حرکتی انتخاب شدند، لذا در این مطالعه از نمونه دردسترس استفاده شده است. دامنه سنی این افراد بین ۲۰ تا ۲۸ بوده و میانگین سنی‌شان برابر با ۲۴/۶ بود. ایشان به صورت تصادفی در شش گروه تمرینی جایگزین شدند. این شش گروه تمرینی بر اساس نوع تکلیف (الف–ب) و شیوه ارائه بازخورد(۱۰۰درصدی- حذفی – خودکنترل) شکل پذیرفتند (شکل۱).



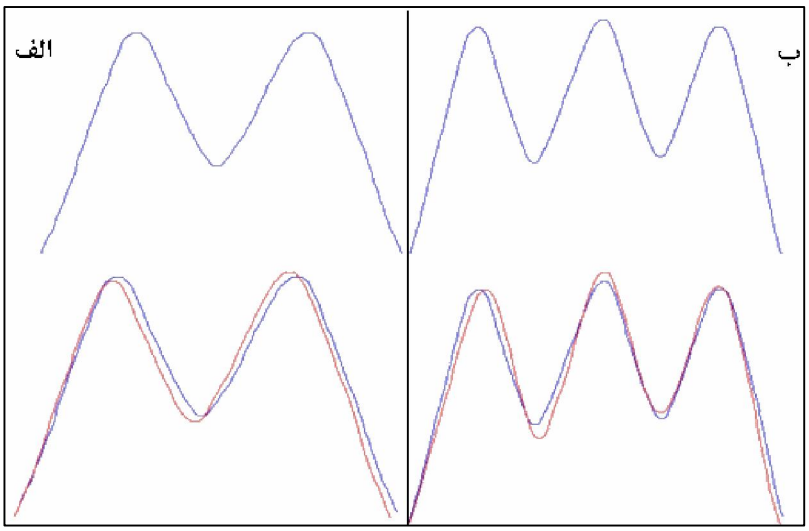
شکل ۱. طرح تحقیق این مطالعه

اکتساب یادداری بازاکتساب

تکلیف و دستورالعمل‌های مرتبط با اجرای آن

در این مطالعه تکالیف مورد نظر شامل حرکات هماهنگ دست بود که آزمودنی‌ها با دردست‌گرفتن کنترل دسته یک اهرم که قابلیت حرکت دورانی(در صفحه افقی) در جهت و خلاف جهت عقربه ساعت را داشت انجام می‌دادند. این اهرم به پتانسیومتر خطی اتصال می‌یافت که با حرکتش موجب چرخش آن می‌شد، پتانسیل ایجادشده در این پتانسیومتر به یک کیت آنالوگ/ دیجیتال انتقال می‌یافت و سپس اطلاعات ارسالی به کامپیوتر منتقل می‌شد. شیوه کار بدین صورت بود که در ابتدا الگویی فضایی- زمانی روی صفحه مانیتور کامپیوتر شکل می‌بست این الگو به مدت چهار ثانیه به نمایش درمی‌آمد و سپس واژه "آماده" نشان داده می‌شد یک ثانیه بعد واژه "رو" نمایش داده می‌شد. پس از نمایش این واژه فرد شش‌ثانیه فرصت داشت تا الگوی فضایی- زمانی ارائه‌شده را با استفاده از اهرم شبیه‌سازی کند سپس واژه "بازخورد" نمایش داده می‌شد پس از نمایش این واژه که سه ثانیه به طول می‌انجامید، الگویی که آزمودنی(قرمز رنگ)ترسیم کرده است، روی الگوی هدف (آبی‌رنگ) قرار می‌گرفت تا آزمودنی بتواند اطلاعات لازم را جهت اصلاح الگوی حرکتی خود به دست آورد. زمان این مرحله پنج ثانیه بود. در ضمن، در صورتی که قرار بود آزمودنی در کوششی بازخورد دریافت نکند بعد از نمایش واژه"بازخورد"، تنها الگویی که آزمودنی ترسیم کرده بود نمایش داده می‌شد و خبری از تطبیق دادن الگوها نبود. تکلیف الف در این مطالعه شامل انجام دو حرکت

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]



شکل ۲. تکالیف الف و ب. رنگ آبی نشان‌دهنده الگوی هدف و رنگ قرمز نشان‌دهنده الگوی آزمودنی‌ها در آخرین کوشش‌های تمرینی دو آزمودنی متفاوت است.

دورانی در جهت خلاف عقربه‌های ساعت و دو حرکت دورانی در جهت عقربه‌های ساعت بود تا بدین وسیله شکل ۲-الف ترسیم شود. در ضمن این تکلیف بایست در سه ثانیه به انجام می‌رسید تا الگوی زمانی‌اش حفظ می‌شد. در مورد تکلیف ب انجام سه حرکت در جهت خلاف عقربه‌های ساعت و سه حرکت در جهت عقربه‌های ساعت لازم بود تا شکل ۲- ب رسم شود. این تکلیف نیز بایست در سه ثانیه به انجام می‌رسید تا الگوی زمانی‌اش حفظ شود.

طرح تجربی انجام تحقیق

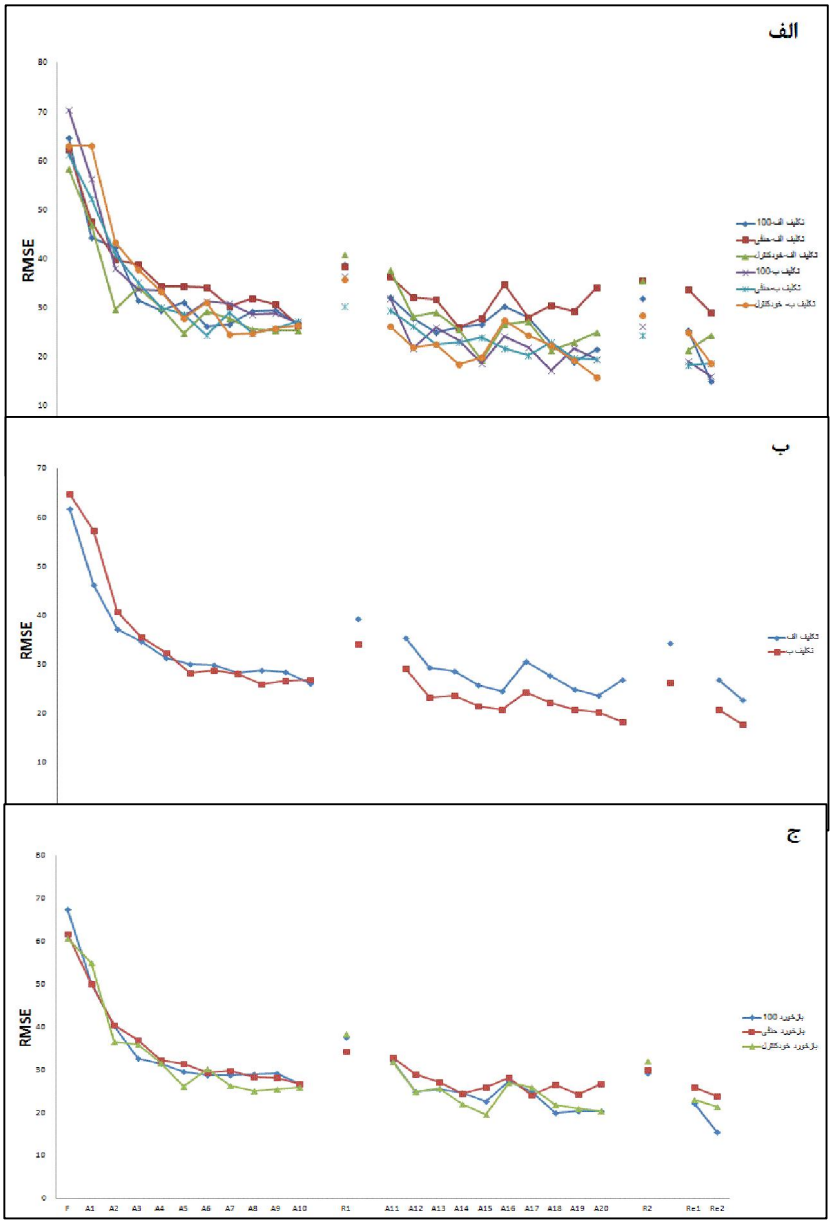
این مطالعه طی سه روز انجام شد. در روز نخست، آزمودنی‌ها جهت آشنایی با نحوه کارکرد نرم‌افزار و سخت‌افزار (اهرم) الگویی را که برای ترسیمش تنها یک حرکت در جهت و یک حرکت برخلاف عقربه‌های ساعت را لازم داشت، ۱۰ بار تمرین کردند. سپس طی دو دسته کوشش ۵۰ تایی، که مابین آن‌ها سه دقیقه استراحت داشتند، به ترسیم الگوی هدف درخواستی پرداختند (اکتساب روز اول). در روز دوم ابتدا از آزمودنی‌ها خواسته شد تا طی ۱۰ کوشش فاقد بازخورد الگوی هدفی را که در روز گذشته تمرین کرده بودند ترسیم کنند (یادداری اول) تا بدین وسیله میزان یادآوری حافظه حرکتی ایشان سنجیده شود. سپس آزمودنی‌ها طی دو دسته کوشش ۵۰ تایی دیگر، که مابین آن‌ها سه دقیقه استراحت داشتند، به تمرین الگوی هدف پرداختند (اکتساب روز دوم). در روز سوم از آزمودنی‌ها خواسته شد تا در سه دسته کوشش ۱۰ تایی الگوی هدف را ترسیم کنند که در دسته کوشش نخست هیچ‌گونه بازخوردی به آن‌ها ارائه نمی‌شد (یادداری دوم) و در دو دسته کوشش بعدی به تمامی کوشش‌ها بازخورد ارائه داده می‌شد (بازاکتساب اول و دوم) تا بدینوسیله میزان قابلیت پاسخ‌دهی ایشان به انجام تمرینات بیشتر اندازه‌گیری شود و در ضمن مشخص شود که به چه میزان آزمودنی‌ها آموخته‌اند از دردسترس‌بودن بازخورد بهره‌برداری کنند. برای درک بهتر طرح تجربی این مطالعه به شکل ۱ رجوع شود.گروه‌های بازخوردی ۱۰۰ درصدی در تمامی کوشش‌های تمرینی‌اشان بازخورد را در اختیار داشتند. در ۵۰ کوشش اول، به تمامی کوشش‌های گروه‌های بازخوردی اول، در ۵۰ کوشش دوم به ۷۵ درصد کوشش‌هایشان، در ۵۰ کوشش سوم به ۵۰ درصد کوشش‌هایشان، و در ۵۰ کوشش پایانی تنها به ۲۵ درصد کوشش‌هایشان بازخورد داده شد. گروه‌های بازخوردی خودکنترل،

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

خودشان در مورد دریافت یا عدم دریافت بازخورد قدرت تصمیم‌گیری داشتند. بدین‌صورت که اگر قصد دریافت بازخورد داشتند بعد از ترسیم الگوی مورد نظر و نمایان شدن واژه "بازخورد" با کلیک روی این واژه بازخورد دریافت می‌کردند و درصورت کلیک‌نکردن بازخوردی به آن‌ها داده نمی‌شد.

پردازش داده‌ها

برای سنجش میزان دقت عملکرد آزمودنی‌ها از خطای RMSE استفاده شد که درواقع تفاوت بین الگوی هدف با الگوی ترسیم‌شده توسط آزمودنی است. میزان خطای RMSE در هر کوشش محاسبه شد و میانگین هر ۱۰ کوشش جهت تحلیل آماری مورد استفاده قرار گرفت. برای تحلیل آماری مرحله اکتساب در روز اول با توجه به طرح، تکلیف الف- ب × بازخورد ۱۰۰-حذفی- خودکنترل × دسته کوشش-های ۱ تا ۱۰، و در روز دوم با توجه به طرح، تکلیف الف- ب × بازخورد ۱۰۰- حذفی-خودکنترل × دسته کوشش‌های ۱۱ تا ۲۰، از آزمون آماری ANOVA با اندازه‌گیری مکرر استفاده گردید. جهت تحلیل آماری مراحل یادداری و باز اکتساب با طرح‌های تکلیف الف- ب × بازخورد ۱۰۰-حذفی-خودکنترل × یادداری روز دوم - روز سوم و تکلیف الف- ب × بازخورد۱۰۰-حذفی-خودکنترل × بازاکتساب۱- ۲، نیز از آزمون آماری ANOVA با



شکل۳. عملکرد تمامی گروه‌های تمرینی(الف)، عملکرد گروه‌های تمرینی بر اساس نوع تکلیف(ب)، عملکرد گروه‌های تمرینی بر اساس شیوه‌های ارائه بازخورد(ج).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

اندازه‌گیری مکرر استفاده گردید. در ضمن، از نرم‌افزار آماری SPSS ویرایش ۱۹ جهت انجام تحلیل‌های آماری استفاده شد و معناداری برابر با $p\leq0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مراحل اکتساب

اثر دسته کوشش‌های تمرینی مرحله اکتساب در روز اول معنادار بود (p=.000) در حالی که اثر نوع تکلیف (p=.64) و شیوه‌های ارائه بازخورد (p=.82) معنادار نبود. این امر نشان می‌دهد گروه‌های مختلف تمرینی فارغ از نوع تکلیف و شیوه‌های دریافت بازخورد به شکل مشابهی از دسته کوشش‌های تمرینی در روز اول بهره برده‌اند و توانسته‌اند بر دقت عملکرد خویش بیفزایند. در مرحله اکتساب در روز دوم اثر دسته کوشش‌های تمرینی (p=.000) و نوع تکلیف معنادار بود (p=.033)؛ در حالی که اثر شیوه‌های ارائه بازخورد (p=.48) معنادار نبود. این امر نشان می‌دهد تمامی گروه‌های تمرینی توانسته‌اند به‌واسطه کوشش‌های تمرینی بر دقت عملکردشان بیفزایند، به شکلی که این بهبودی در عملکرد گروه‌های تمرینی تکلیف ب به شکل معناداری بهتر از گروه‌های تمرینی تکلیف الف بوده است.

مراحل یادداری

بین آزمون یادداری اول (R1) و آزمون یادداری دوم (R2) تفاوت معناداری مشاهده شد (p=.004) که نشان می‌دهد دسته کوشش‌های تمرینی در روز دوم سبب افزایش دقت عملکرد تمامی گروه‌های تمرینی در آزمون یادداری روز سوم شده است. اثر اصلی نوع تکلیف نیز معنادار بود (p=.015) (جدول ۱). این بدان معناست گروه‌های تمرینی تکلیف ب نسبت به گروه‌های تمرینی تکلیف الف به شکل معناداری از یادگیری بهتری برخوردار بوده‌اند. در ضمن شیوه‌های ارائه بازخورد اثر معناداری بر یادگیری گروه‌های تمرینی نداشت(p=.65) (شکل ۳ نمودارهای ب و ج). به‌علاوه هیچ‌گونه اثر تعاملی معناداری در آزمون‌های یادداری مشاهده نشد.

مراحل باز اکتساب

بین دو دسته کوشش ده‌تایی بازاکتساب (Re1,Re2) تفاوت معناداری مشاهده شد (p=.029) که نشان می‌دهد عملکرد گروه‌های تمرینی در Re2 به شکل معناداری بهتر از Re1 بوده است. اثر اصلی نوع تکلیف (p=.06) (جدول ۱) و شیوه‌های مختلف ارائه بازخورد (p=.22)، معنادار نبودند (شکل ۳ نمودارهای ب و ج). به‌علاوه هیچ گونه اثر تعاملی معناداری مشاهده نشد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد(در داخل پرانتز) خطای RMSE را در مراحل مختلف آزمون های یادداری و بازاکتساب نشان

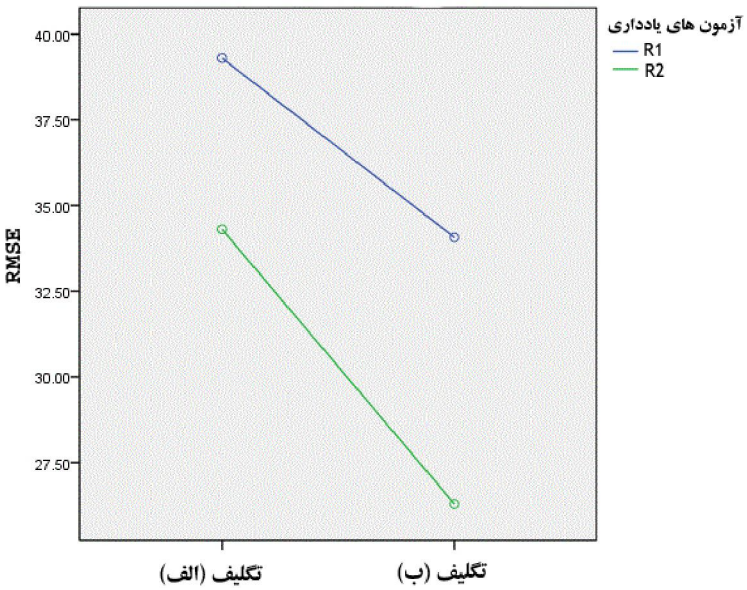
متغیرها	تکلیف (الف)				تکلیف(ب)				
	بازخورد ۱۰۰درصدی	بازخورد حذفی	بازخورد خودکنترل	P^1	بازخورد ۱۰۰درصدی	بازخورد حذفی	بازخورد خودکنترل	P^2	P^3
یادداری									
اول(R1)	۳۸,۷۷(۱۲,۵)	۳۸,۲۷(۱۷,۲۵)	۴۰,۸۵(۱۳,۶۰)	۰,۰۷۵	۳۶,۲۳(۱۵,۳۵)	۳۰,۲۲(۱۴,۶۲)	۳۵,۷۵(۸,۷۶)	۰,۰۱۳	۰,۰۱۵
دوم(R2)	۳۱,۸۷(۱۱,۷۷)	۳۵,۵۰(۱۸,۲۵)	۳۵,۵۴(۸,۸۱)		۲۶,۱۹(۱۱,۴۵)	۲۴,۳۴(۱۲,۰۷)	۲۸,۳۱(۱۰,۱۵)		
بازاکتساب									
اول(Re1)	۲۵,۴۰(۱۰,۶۲)	۳۳,۶۳(۱۵,۱۳)	۲۱,۱۸(۱۲,۱۴)	۰,۶۲	۱۹,۰۵(۷,۸۲)	۱۸,۲۶(۱۲,۶۳)	۲۴,۸۴(۹,۶۱)	۰,۱۶۶	۰,۰۶
دوم(Re2)	۱۴,۹۴(۱۰,۴۵)	۲۹,۰۵(۱۷,۳۳)	۲۴,۲۱(۱۳,۶۵)		۱۵,۸۹(۸,۷۵)	۱۸,۶۴(۱۲,۱۶)	۱۸,۵۴(۱۱,۳۴)		

میدهد.

P^1=مقدار معناداری را در تکلیف الف بنابر تفاوت‌های آزمون‌های یادداری(R1وR2) و بازاکتساب(Re1وRe2) نشان می‌دهد.P^2= مقدار معناداری را در تکلیف ب بنابر تفاوت‌های آزمون‌های یادداری (R1 وR2) و بازاکتساب (Re1وRe2) نشان می‌دهد.P^3=مقدار معناداری را بنابر تفاوت‌های بین تکلیف الف و ب در آزمون‌های یادداری (R1 وR2) و بازاکتساب (Re1 وRe2).

بحث و نتیجه‌گیری

بنابر آنچه در مقدمه بدان اشاره شد، به نظر می‌رسد، تعیین میزان پیچیدگی تکالیف تعیین دشواری آن‌ها مسئله چالش انگیزی است. محققان از شیوه‌هایی چون مدت زمان لازم برای انجام تکالیف، درجات آزادی، مسافت لازم برای انجام تکالیف و اندازه‌گیری زمان واکنش استفاده کرده‌اند. این شیوه‌ها مفیدند ولی در عمل با مشکل مواجه می‌شوند (۶). در این مطالعه از کوشش‌های تمرینی جهت تعیین میزان پیچیدگی دو تکلیف استفاده شد تا میزان کارآمدی این شیوه سنجیده شود، برای این منظور از دو تکلیف



شکل ۴. میزان خطای RMSE در اولین و دومین آزمون یادداری ، بنا به تفکیک نوع تکلیف(الف و ب).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

نسبتاً مشابه استفاده شد. از آنجا که آزمودنی‌ها هیچ تجربه‌ای دربارهٔ این تکالیف نداشته‌اند و از سوی دیگر پروتکل‌های تمرینی ایشان در هر دو تکلیف کاملاً مشابه بوده است، دشواری عملکردی هر دو تکلیف مشابه است. هردو تکلیف باید در سه ثانیه به انجام می‌رسید و نیازمند هماهنگی فضایی- زمانی بود، تکلیف الف نیازمند انجام چهار حرکت بود، در حالی که تکلیف ب نیازمند انجام شش حرکت بود. درجات آزادی تکلیف ب بیشتر از تکلیف الف است، چرا که تعداد حرکاتش بیشتر است، آزمودنی برای انجام تکلیف الف از لحاظ زمانی تحت فشار کمتری است، چرا که باید چهار حرکت را در سه ثانیه انجام دهد، در حالی که در تکلیف ب شش حرکت را باید در سه ثانیه به پایان برساند، با این تفاسیر به نظر می‌رسد که تکلیف ب پیچیده‌تر از تکلیف الف باشد. اما از آنجا که باید در تکلیف الف، چهار حرکت و در تکلیف ب شش حرکت در سه ثانیه به انجام برسد تکلیف الف باید با سرعت آهسته‌تری نسبت به تکلیف بانجام شود. به سبب این که حفظ زمان‌بندی صحیح این تکالیف در کاهش خطایشان حیاتی است، تکلیفی که حفظ زمان‌بندی‌اش ساده‌تر باشد با خطای کمتری همراه است (۱۳). در واقع، حرکت آهسته‌تر به معنای خطای زمان‌بندی بیشتر است (یکی از استثنائات قانون فیتز) که حاصل آن کسب خطای بیشتر در تکلیفالف در مقایسه با تکلیف (ب) است. چراکه نسبت زمان به تعداد حرکات در تکلیف الف برابر با ۷۵/. است، در حالی که این مقدار برای تکلیف ب برابر با ۰/۵ است، که خود نشانه ثبات زمانی بیشتر تکلیف ب نسبت به الف است، که جنبه‌ای از پیچیدگی تکلیف الف را نمایان می‌سازد.

با توجه به مباحث ایرادشده، بیان اینکه کدام تکلیف دشوارتر یا پیچیده‌تر است کار چندان آسانی نیست. همان‌گونه که در شکل۳ ب ملاحظه می‌کنید و در بخش نتایج نیز بیان شد، تفاوتی بین دو تکلیف در کوشش‌های تمرینی روز اول مشاهده نمی‌شود، اما در روز دوم این تفاوت معنادار است. نبود تفاوت در کوشش‌های تمرینی روز اول و وجود آن در روز دوم بیان می‌دارد که این دو تکلیف به اندازه‌ای از لحاظ پیچیدگی با هم مشابه‌اند که حتی با انجام ۱۰۰ کوشش تمرینی تشخیص اینکه کدام‌یک دشوارترند امکان‌پذیر نیست، لذا در کوشش‌های تمرینی روز دوم این امر امکان‌پذیر می‌شود. بنابراین سطح بهینه‌ای از کوشش‌های تمرینی لازم است تا بتوان تکلیف دشوارتر را تشخیص داد.

نتایج آزمون‌های یادداری نشان می‌دهد که بین R1 و R2 تفاوت معناداری وجود دارد؛ ۱۰۰ کوشش تمرینی که در روز دوم صورت پذیرفته است نیز بر یادگیری این تکالیف مؤثر بوده است. اثر اصلی نوع تکلیف در آزمون‌های یادداری معنادار است که در واقع نشان می‌دهد یادگیری بیشتری در تکلیف ب روی داده است (شکل۳ ب و شکل۴). با نگاهی به جدول ۱ می‌توان تفاوت آزمون‌های یادداری را بنا به تفکیک تکالیف نیز مشاهده کرد که اطلاعات دقیق‌تری از تفاوت‌های یادگیری آنان را در اختیار ما قرار می‌دهد. در تکلیف الف بین آزمون‌های R1 و R2 تفاوت معناداری مشاهده نمی‌شود (P=.075) در حالی که این تفاوت در مورد تکلیف ب معنادار است (p=.015). این نتایج نشان می‌دهد آزمودنی‌های تکلیف ب به‌واسطه ۱۰۰ کوشش تمرینی که در روز دوم انجام داده‌اند توانسته‌اند بر یادگیری‌شان به شکل معناداری بیفزایند، این در حالی که

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

این مسئله در مورد تکلیف الف صادق نیست.این امر نشان می‌دهد این تکلیف دشوارتر است و نیازمند کوشش‌های تمرینی بیشتری در روز دوم بوده است تا یادگیری معناداری راکسب کند. به نظر می‌رسد آنچه سبب دشوارترشدن تکلیف الف شده دشواری حفظ الگوی زمان‌بندی این تکلیف نسبت به تکلیف ب است، چراکه حفظ زمان‌بندی الگوهای حرکت آهسته‌تر مشکل‌تر است (۱۳).با توجه به مبحث نتایج و شکل ۳ (ج) بین شیوه‌های ارائه بازخورد در آزمون‌های یادداری تفاوت معناداری وجود ندارد چون این تکالیف نیازمند هماهنگی‌های فضایی- زمانی (بعد فضا و بعد زمان) است، می‌توان انتظار داشت که تفاوت معناداری بین شیوه‌های ارائه بازخورد وجود نداشته باشد چرا که این تکالیف به اندازه‌ای چالش‌برانگیز هستند که می‌توانند مزیت‌های بازخوردهای حذفی و خودکنترل را متأثر سازند. به نظر می‌رسد تکالیفی که نیازمند هماهنگی در بیش از یک بعد هستند، تکالیف ساده‌ای نباشند. این مسئله حتی در مورد تداخل زمینه‌ای نیز در تکالیفی که نیازمند هماهنگی در دو بعد زمانی و اعمال نیرو به صورت هم‌زمان بوده‌اند قابل مشاهده است؛ به شکلی که مزیت‌های تمرینی تصادفی در این تکالیف مشاهده نشده و در ضمن شیوه تمرینی مسدود یادگیری بهتری را با این تکالیف به همراه داشته است(۱۴و۱۵). این در حالی‌است که ولف و شی (۶) در یک بازنگری بیان می‌کنند که نتایج به دست آمده از تکالیف ساده به تکالیف پیچیده قابل تعمیم نیستند. با این حال، نتایج به‌دست‌آمده از گروه‌های مختلف بازخوردی با نتایج مطالعه سالیوان، کانتک و برونتر[1](۱۶) همسو است.

نتایج مراحل بازاکتساب نشان داد که بین Re1 و Re2 تفاوت معناداری وجود دارد؛ بنابراین، به طور کلی می‌توان گفت گروه‌های تمرینی در Re2 عملکرد بهتری داشته‌اند و بهتر توانسته‌اند از در دسترس بودن بازخورد سود ببرند. اگرچه اثر اصلی نوع تکلیف در آزمون‌های بازاکتساب معنادار نیست($p=.06$). می‌توان تفاوت نسبتاً زیادی را در این مراحل به تفکیک نوع تکلیف در شکل ۲(ب) مشاهده کرد. با نگاهی به جدول ۱ می‌توان اطلاعات دقیق‌تری دربارهٔ آزمون‌های Re1 وRe2 بنابر تفکیک تکالیف به دست آورد. مقدار معناداری این آزمون‌ها در تکلیف (الف) برابر با $p=.062$ است، در حالی که این مقدار در تکلیف ب $p=.166$ است. اگرچه این مقادیر به تفاوت‌های معناداری اشاره نمی‌کند، اما نکته جالبی را نشان می‌دهد. در واقع میزان بهره‌برداری تکلیف الف از آزمون بازاکتساب دوم (Re2) بیشتر از تکلیف ب است به‌عبارت دیگر، تکلیف الف جهت بهبود در عملکردش نسبت به تکلیف ب بیشتر به بازخورد وابسته است.در ضمن میزان بهره‌برداری از Re2 در گروه بازخوردی ۱۰۰ درصدی بیشتر از دو گروه بازخوردی دیگر است (شکل ۳ ج و جدول ۱) که نشان می‌دهد این گروه بازخوردی بهتر می‌تواند از حضور بازخورد استفاده کند. این امر دلیلی بر دشواربودن هر دو تکلیف است چرا که اگر این تکالیف برای آزمودنی‌ها ساده بودند، گروه‌های بازخوردی حذفی و خودکنترل باید به سبب فشارهای شناختی بیشتری که در مراحل اکتساب بر آزمودنی‌های خویش وارد می‌آورند سبب ارتقای یادگیری این تکالیف در مراحل یادداری و باز اکتساب می‌شدند.

[1]-Sullivan, Kantak, & Burtner

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

نتایج این مطالعه را می‌توان بدین شکل خلاصه کرد: نخست اینکه شیوه تعداد کوشش‌های تمرینی برای سنجش میزان دشواری تکالیف راه‌گشاست، چراکه مشخص شد تکلیف الف از تکلیف ب است. دوم اینکه مقدار بهینه‌ای از کوشش‌های تمرینی لازم است تا تکلیف دشوارتر مشخص شود. در این مطالعه این مقدار بیش از ۱۰۰ کوشش تمرینی بود. در نهایت اینکه نمی‌توان براساس خصوصیات ظاهری تکالیف مشخص کرد که کدام‌یک از تکالیف دشوارترند. در پایان ذکر این نکته خالی از لطف نیست که با انجام برخی تغییرات در میزان دشواری عملکردی ممکن است نتایج تغییر یابد. برای مثال ممکن است نتایج این تحقیق در مورد کودکان صادق نباشد یا حتی برعکس باشد و تکلیفی که به شکل نسبی برای بزرگسالان دشوارتر است ممکن در کودکان به شکل نسبی ساده‌تر باشد.

منابع

1- García JA, Moreno FJ, Reina R, Menayo R, Fuentes JP.(2008) Analysis of effects of distribution of practice in learning and retention of a continuous and a discrete skill presented on a computer .Percept Mot Skills,107(1):261-72.

2- Chiviacowsky, S., Wulf, G., Wally, R., & Borges, T. (2009). KR after good trials enhances learning in olderadults. Research Quarterly for Exercise and Sport, 80, 663-668.

3- Magill, R. A., & Hall, K. G. (1990). A review of the contextual interference effect in motorskillacquisition. Human Movement Science, 9, 241-289.

4- Granados, C., & Wulf, G. (2007). Enhancing motor learning through dyad practice: Contributions ofobservation and dialogue. Research Quarterly for Exercise and Sport, 78, 197-203.

5- Wulf, G., & Toole, T. (1999). Physical assistance devices in complex motor skill learning: Benefits of aself-controlled practice schedule. Research Quarterly for Exercise and Sport, 70, 265-272.

6- Wulf G, Shea CH (2002) Principles derived from the study of simple skills do notgeneralize to complex skill learning. Psychol Bull Rev 9:185–211.

7- Henry, F. M. & Rogers, D. E. (1964). Increased response latency for complicatedmovementsand the “memory drum” theory of neuromotor reaction. Research Quarterly,31, 448-58.

8- Klapp, S. (1995). Motor response programming during simple and choice reactiontime:The roleof practice. Journal of Experimental Psychology: Human Perception &Performance, 21,1015-27.

9- Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controllingtheamplitude of movement. Journal of Experimental Psychology, 47, 381-91.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

10- Schmidt, R. A., Zelanik, H., Hawkins, B., Frank, J. S., & Quinn, J. T. (1979). Motoroutputvariability: A theory for the accuracy of rapid motor acts. Psychological Review,86,415-51.

11- Voelcker-Rehage, C. (2008). Motor skill learning in older adults – a review of studies on agerelated differences. European Review of Aging and Physical Activity. 5, 5-16.

12- Guadagnoli MA, Lee TD.(2004). Challenge point: a framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. J Mot Behav;36:212–224.

13- Newell*, K.M.,.* Carlton *L.G,.* Carlton *M.J, and.* Halbert *J.A, (*1980*).* Velocity *as a factor in movement timing accuracy. Journal of Motor Behavior 12, 47-56.*

14- Whitacre, C. A., & Shea, C. H. (2000). The performance and learningof generalized motor programs: Relative (GMP) and absolute (parameter)errors. Journal of Motor Behavior, 32, 163-175.

15- Lai, Q., Shea, C. H., Wulf, G., & Wright, D. L. (2000). Optimizinggeneralized motor programs and parameter learning. ResearchQuarterlyfor Exercise & Sport, 71, 10-24.

16- Sullivan KJ, Kantak SS, Burtner PA. (2008). Motor learning in children: feedbackeffects on skill acquisition.Physical Therapey.88(6):720-32.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

Evaluation of task complexity with using the number of practice trails

Roozbahani M., Ph.D. Student, Islamic Azad University, Science and Research Branch
Vaez Mosavi S. M. K., (Ph.D.) Imam Hossein University
Khalaji H., (Ph.D.) Arak University

Abstract
The purpose of this study was to explore the effectiveness of the number of practice trials in determining the degree of task complexity. Sixty subjects according to the types of tasks (A-B) and receiving feedback (100%, omitted, self-control) were randomly divided into six groups.All of the subjects practiced 100 trials tasks in each day on first two days. Retention tests were performed during the second and third day and reacquisition tests were performed on the third day. Using ANOVA with repeated measures showed found that,all of the subjects improved across practice trials on both days but this improvement in B task was significantly better than A task on the second day. Subjects were significantly better in the second retention and reacquisition tests compare with first one's, in addition subjects that practiced B task were better than those that practiced A task in the second retention test ($p<0.05$). Results indicate that A task was more complex than B task, and the optimal practice trials is required to understanding which task is complex.
Keywords: Task complexity, Practice trials, Feedback, Retention, Reacquisition.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]