

دریافت: ۹۵/۰۵/۱۹

پذیرش: ۹۶/۰۸/۱۳

صص: ۱۷۷-۱۹۸

تأثیر تعداد محرک- پاسخ و فواصل محرک‌ها در زمان واکنش دوگانه بر دوره بی‌پاسخی روانشناختی

محمد رحیمی‌نیا^۱، محمدرضا دوستان^{۲*}، سیده ناهید شتاب‌بوشهری^۳.

چکیده

مقدمه و هدف: یکی از عوامل مؤثر بر زمان واکنش دوره بی‌پاسخی روانشناختی است، که دو محرک بافاصله‌ی بسیار کوتاهی نسبت به هم ارائه می‌شوند، به علت کاهش فاصله ارائه بین دو محرک، زمان پاسخ به محرک دوم افزایش می‌یابد. هدف این پژوهش تأثیر تعداد محرک-پاسخ و فاصله بین دو محرک بر دوره بی‌پاسخی روانشناختی است.

روش‌شناسی: تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح درون‌گروهی بود و از نظر هدف در حوزه‌ی پژوهش‌های بنیادی-کاربردی است. بدین منظور تعداد ۱۵ نفر از دانشجویان پسر ورزشکار دانشگاه شهید چمران اهواز با میانگین سنی ۲۰ تا ۲۵ سال به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس هدفمند انتخاب شدند. از تمامی شرکت‌کنندگان آزمون تکلیف دوگانه تعداد محرک-پاسخ با استفاده از دستگاه دوره بی‌پاسخی روانشناختی گرفته شد. این آزمون شامل چهار تعداد محرک-پاسخ مختلف (یک، دو، چهار و هشت) برای محرک اول و دوم و چهار فاصله‌ی زمانی (۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ هزارم ثانیه) بین دو محرک بود. علاوه بر این داده‌ها با استفاده از آزمون‌های آماری تحلیل واریانس یک‌راهه‌ی ۴×۴ (تعداد محرک-پاسخ × فواصل زمانی) با اندازه‌گیری مکرر همراه با آزمون پیگردی بنفرونی استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تعداد محرک-پاسخ ($F_{۴۲,۳} = ۹/۲۱۲$ ، $P = ۰/۰۰۰۱$)، فاصله زمانی بین دو محرک ($F_{۴۲,۳} = ۲۲/۰۱۶$ ، $P = ۰/۰۰۰۱$) و اثر تعاملی تعداد محرک-پاسخ در فواصل زمانی ($P = ۰/۰۰۰۱$)، $F_{۱۲۶,۹} = ۳/۴۸۶$ معنادار می‌باشد.

^۱ کارشناسی ارشد رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

^۲ استادیار گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. (نوسنده مسئول). mrdoostan@gmail.com

^۳ دانشیار گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که با افزایش فاصله‌ی زمانی بین دو محرک دوره بی‌پاسخی روانشناختی کاهش می‌یابد و در تعداد محرک-پاسخ‌های بالاتر آزمودنی‌ها دارای دوره بی‌پاسخی روانشناختی طولانی‌تری می‌باشند.

واژه‌های کلیدی:

تعداد محرک-پاسخ، قانون هیک، دوره بی‌پاسخی روانشناختی، تکلیف دوگانه، فاصله زمانی بین دو محرک

مقدمه

ورزشکاران رشته‌های مختلف در پی یادگیری مهارت‌های حرکتی به دقت پاسخ و عملکرد بهتری دست می‌یابند (۱). یکی از ویژگی‌هایی که بهبود می‌یابد سرعت واکنش است که عامل اثرگذاری در بسیاری از رشته‌های ورزشی می‌باشد. موفقیت در بسیاری از حرکات سریع، به نوع ورزش و پاسخ به محرک‌ها بستگی دارد (۲). زمان واکنش^۱ به فاصله زمانی بین ارائه محرک تا شروع پاسخ گفته می‌شود که خود حرکت را در بر نمی‌گیرد (۳) و یک معیار برای سرعت تصمیم‌گیری در ورزشکاران است. در بسیاری از رشته‌های ورزشی کسانی که سرعت واکنش بهتری دارند موفق‌تر از سایرین هستند (۴).

در برخی رشته‌ها نظیر تنیس، تکواندو و فوتبال، بازیکنان با چالش افزایش تعداد محرک‌ها مواجه هستند؛ به‌طور مثال، بازیکن زننده سرویس تنیس، با زدن ضربه به نقاط مختلف زمین حریف، شناسایی محرک و انتخاب پاسخ را برای دریافت کننده توپ دشوارتر کرده و در زمان پاسخ‌دهی او تأخیر ایجاد می‌کند که این تأخیر، افزایش احتمال خطای حریف را در پی دارد. بنابراین یکی از مهمترین عواملی که بر زمان واکنش تأثیر می‌گذارد، تعداد محرک و پاسخ است (۵)؛ تأخیر در پاسخ بر اثر تعداد محرک-پاسخ به قانون هیک^۲ معروف است که بیان می‌کند که هرچه تعداد محرک-پاسخ افزایش یابد زمان واکنش نیز به‌طور لگاریتمی افزایش می‌یابد (۶)؛ قانون هیک بر پایه از بین رفتن عدم قطعیت اطلاعات محرک-پاسخ بناشده است که به مرحله انتخاب پاسخ تأثیر می‌گذارد (۷).

بحث مربوط به قانون هیک در نوع زمان واکنش در ورزش قابل بررسی می‌باشد؛ زیرا فرد با محرک‌های زیادی روبه‌رو می‌شود. گوتیرز و همکاران^۳ (۲۰۱۷) بیان می‌کنند زمان واکنش در شرایط تکلیف دوگانه را می‌توان با

¹. Reaction time

². Hick's Law

³. Gutiérrez-Davila et al

محاسبه زمان واکنش انتخابی اندازه‌گیری نمود که زمان پاسخ به دو محرک است که نیاز به دو پاسخ متفاوت دارد. قانون هیک می‌گوید زمان واکنش انتخابی، هنگامی که تعداد واکنش‌های تحریک‌کننده گزینه‌ها دو برابر می‌شود، به صورت لگاریتمی افزایش می‌یابد (۸). ویلیام نیز پیشتر بیان کرده است که با افزایش تعداد محرک- پاسخ، زمان پاسخ به محرک دوم، طولانی‌تر از زمان پیش‌بینی شده است (۹). دربارهٔ محدودیت در اجرای تکالیف هم‌زمان اتفاق نظر وجود دارد، ولی هنوز دلیل محکمی مبنی بر پاسخ به اینکه چرا انجام بیش از یک عمل، در یک موقعیت ساده است، اما انجام همزمان همان اعمال، در موقعیتی دیگر مشکل است، بیان نشده است (۱۰).

مبحث دوره بی‌پاسخی روانشناختی^۱ درصدد پاسخ‌گویی به این ابهام است؛ هنگامی که دو محرک بافاصله‌ی بسیار کوتاهی نسبت به هم ارائه می‌شوند، به علت کاهش فاصله ارائه بین دو محرک، زمان پاسخ به محرک دوم افزایش می‌یابد (۱۱). زیلبرگ^۲ و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که نزدیکی دو محرک- پاسخ به هم باعث تکلیف دوگانه می‌شود، زیرا در هنگام انجام پاسخ به محرک اول، فرد مجبور به پردازش محرک دوم می‌شود و باتوجه به ساختار موازی که مغز انسان دارد به‌طور اساسی در صورت نیاز به انجام تکلیف دوگانه در یک زمان محدود است (۱۲)؛ بنابراین موجب دشواری فرآیند تصمیم‌گیری در تکالیف می‌شود (۱۳). اهمیت دوره بی‌پاسخی روانشناختی در بسیاری از رشته‌های ورزشی که دارای حرکات سریع و مجرد هستند، مشهود است؛ نظیر شمشیربازی، بسکتبال، تیس و فوتبال که از حرکات متنوع جهت فریب دادن حریف استفاده می‌شود. این موضوع در حرکات بازیکنان برجستهٔ فوتبال، نظیر لیونل مسی دیده می‌شود که در طی یک حرکت فریبنده اقدام به حرکت به سمت راست می‌کند ولی از سمت چپ دریبل خود را انجام می‌دهد و معمولاً در انجام این حرکت موفق است. این تکنیک، بازیکن مدافع را وادار به واکنش به حرکت اول می‌کند و باعث می‌شود که نتواند حرکت دوم را پیش‌بینی کند و فریب بخورد که این اهمیت دوره بی‌پاسخی روانشناختی را نشان می‌دهد.

الگوی دوره بی‌پاسخی روانشناختی توسط تلفورد کشف و ارائه گردید (۱۴). فرضیه تک کانالی ولفورد^۳ (۱۹۵۲) که اساساً جهت توضیح دادن آثاری از قبیل الگوی دوگانه پیشنهاد می‌شود، بیان می‌کند که تا زمانی که پردازش محرک و پاسخ اول کامل شود، پردازش محرک- پاسخ دوم به‌طور کامل متوقف می‌شود (۱۵). بر طبق مدل تنگ‌راه، هنگامی که فاصله ارائه بین دو محرک کاهش می‌یابد، به سبب تک‌کانالی بودن مرحله برنامه‌ریزی حرکت، زمان واکنش به محرک دوم افزایش می‌یابد (۱۶). فیشر و پاسو (۲۰۱۵) به این نتیجه دست یافتند که دستکاری فاصله بین دو محرک تنها بر تکلیف دوم مؤثر است و کاهش فاصله زمانی بین دو محرک موجب پاسخ دیرتر به محرک

^۱. psychological refractory period

^۲. Zylberberg

^۳. Welford

دوم و افزایش خطای تکلیف دوم می‌شود. با این وجود، شواهد قابل توجهی نیز نشان می‌دهد که محرک‌های ادراکی می‌توانند به صورت موازی اتفاق بیفتند و بعید است به تنگ‌راه کمک کنند (۱۷).

به نظر می‌رسد پیچیدگی و حتی تعداد محرک-پاسخ بر دوره بی‌پاسخی روانشناختی تأثیر دارد. کاویانی و همکاران (۱۳۹۵) دریافته‌اند که نوع محرک در تکلیف دوم و نیز فاصله ارائه بین دو محرک، نه تنها بر میزان تأخیر زمان پاسخ به محرک دوم تأثیر می‌گذارد، بلکه بر زمان پاسخ به محرک اول نیز اثرگذار می‌باشد (۱۸). آلبوغبیش و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی تسهیل و تداخل معنایی اثر استروپ بر دوره بی‌پاسخی روانشناختی، دریافته‌اند که تسهیل در محرک اول همخوان، نسبت به محرک‌های خنثی و ناهمخوان باعث کاهش زمان واکنش به محرک دوم همخوان و خنثی می‌شود (۱۹). بنابراین، به راحتی می‌توان تشخیص داد که قانون هیک می‌تواند ارتباط تنگاتنگی با دوره بی‌پاسخی روانشناختی داشته باشد و تعداد محرک-پاسخ بر دوره بی‌پاسخی روانشناختی تأثیر دارد؛ اما این ارتباط چگونه است، چندان آشکار نیست. همچنین چندان مشخص نیست که در فواصل مختلف بین دو محرک، افزایش تعداد محرک-پاسخ، چه تأثیری بر زمان دوره بی‌پاسخی روانشناختی دارد.

روش‌شناسی تحقیق:

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح درون‌گروهی می‌باشد و از نظر هدف در حوزه پژوهش‌های بنیادی است. جامعه آماری مورد مطالعه در این تحقیق را دانشجویان پسر ورزشکار ۲۰ تا ۲۵ دانشگاه شهید چمران اهواز می‌باشد که در نیمسال ۹۷-۱۳۹۶ مشغول به تحصیل می‌باشند تشکیل داده‌اند. معیار ورود به پژوهش حداقل عضویت در یکی از تیم‌های ورزشی دانشگاه و راست‌دست بودن بوده است. روش نمونه‌گیری این تحقیق از نوع نمونه‌گیری در دسترس و هدفمند است و نمونه تحقیق شامل ۱۵ نفر بوده‌اند.

ابزار اندازه‌گیری: ۱. دستگاه اندازه‌گیری دوره بی‌پاسخی روانشناختی: یک دستگاه محقق ساخته است که فاصله بین دو محرک نوع محرک‌ها و تعداد محرک-پاسخ توسط آزمونگر قابل تغییر است، این دستگاه دارای یک کیبورد می‌باشد که ۱۰ دکمه با رنگ‌های مختلف و ۱۰ دکمه با حروف بزرگ انگلیسی (A. B. C. D. E. F. G. H. J. L) دارد و این کیبورد از طریق کابل رابط به لپ‌تاپ متصل می‌شود و زمانی که آزمودنی روبه‌روی صفحه‌ی مانیتور قرار می‌گیرد با نمایش هر کدام از حروف و رنگ‌ها متناسب با حرف یا رنگ نمایش داده شده یکی از دکمه‌های کیبورد را در سریعترین زمان ممکن فشار می‌دهد که خروجی‌های مربوط به زمان پاسخ به محرک اول و زمان پاسخ به محرک دوم را به ما می‌دهد. روایی صوری آن مورد تایید شش نفر از متخصصین علوم ورزشی قرار گرفت و روایی همزمان آن ۰/۸۱ بدست آمد و پایایی ابزار با استفاده از روش آزمون-بازآزمون برای زمان واکنش ساده و سه انتخابی به ترتیب ۰/۸۵ و ۰/۸۲ بدست آمد. ۲. لپ‌تاپ msi (با قدرت پردازش پنج هسته‌ای) ساخت کشور چین

روش اجرا: ابتدا در مورد شیوه کار و نحوه‌ی کار با دستگاه برای شرکت‌کنندگان توضیح داده شد. شرکت‌کنندگان بر روی صندلی در راحت‌ترین حالت می‌نشستند و لپ‌تاپ بر روی میز روبه‌روی آنها قرار می‌گرفت. آزمون‌ها به گونه‌ای طراحی شده بود که هر شرکت‌کننده باید ۱۶ بار تکلیف مورد نظر محقق را انجام می‌داد. به طوری که در این تکالیف دوره بی‌پاسخی روانشناختی، فاصله بین دو محرک و نیز تعداد محرک-پاسخ توسط محقق دستکاری می‌شد؛ به طوری که آزمون‌ها در چهار فاصله زمانی متفاوت (۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌ثانیه) و در چهار تعداد محرک-پاسخ متفاوت در محرک پاسخ (۱، ۲، ۴ و ۸ محرک-پاسخ) انجام شد. قابل ذکر است که در هر کدام از آزمون‌ها تعداد محرک-پاسخ در محرک-پاسخ اول و دوم برابر بود. همچنین همه محرک‌ها از نوع دیداری بود. محرک‌ها طوری طراحی شد که به صورت عدد بر روی صفحه مانیتور لپ‌تاپ ظاهر می‌شد و شرکت‌کننده باید کلید همان شماره را به سریع‌ترین شکل ممکن انتخاب و با انگشت اشاره دست برتر فشار می‌داد. در هنگام انجام حرکت انگشت آزمودنی باید نزدیک به صفحه کلید در مربع مشخص شده باشد. تعداد آزمون‌ها ۱۶ مورد می‌باشد. البته چهار آزمون پایه که محرک پاسخ دوم بدون وجود محرک-پاسخ اول ارائه می‌شد و برای مقایسات آماری به عنوان آزمون پایه در نظر گرفته می‌شد؛ بنابراین روی هم‌رفته تعداد آزمون‌ها برای هر فرد ۲۰ آزمون می‌باشد، که چهار آزمون اول بدون محرک- پاسخ اول و بدون فاصله بین دو محرک و به ترتیب تعداد محرک- پاسخ ۱، ۲، ۴ و ۸ انتخابی آزمون دادند. در آزمون پنجم تا هشتم تعداد محرک- پاسخ ۱ و با فواصل زمانی ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ آزمون را انجام دادند؛ آزمون نهم تا دوازدهم تعداد محرک- پاسخ ۲ و با فواصل زمانی ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ آزمون را انجام دادند؛ در آزمون‌های سیزدهم تا شانزدهم تعداد محرک- پاسخ ۴ و با فواصل زمانی ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ آزمون را اجرا کردند؛ و در چهار آزمون آخر تعداد محرک- پاسخ ۸ و با فواصل زمانی ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ انجام شد که فرد متناسب با حروف یا رنگ نمایش داده شده بر روی صفحه مانیتور لپ‌تاپ به آن پاسخ داد. برای جلوگیری از اثر ترتیب آزمون که منجر به یادگیری در کوشش‌های پایانی می‌شود، از روش همسان‌سازی متقابل استفاده می‌شود. به طوری که نفر اول چهار آزمون نخست را ابتدا انجام می‌داد سپس به ترتیب آزمون‌های را اجرا می‌نمود. نفر دوم از آزمون شماره پنجم شروع می‌کرد و به همین ترتیب آزمون‌های بعدی را به طوری که آزمون‌های شماره‌ی ۱ تا ۴ را در انتها انجام می‌داد. و نفر‌های سوم تا پانزدهم به همین ترتیب آزمون‌ها را انجام می‌دادند.

روش آماری: برای توصیف یافته‌ها از میانگین و انحراف معیار و برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده شد؛ همچنین تجزیه و تحلیل استنباطی داده‌ها با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس مرکب یک‌راهه با اندازه‌گیری مکرر همراه با آزمون پیگردی بنفرونی استفاده شد. در ضمن برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از

نرم افزار اس پی اس نسخه ۲۴ استفاده شد. در نگارش تحقیق از نرم افزارهای word و Excel نیز استفاده شده است و کلیه فرضیه‌های تحقیق در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ آزمون می‌شود.

یافته‌ها:

میانگین و انحراف استاندارد تعداد محرک-پاسخ مختلف (۱، ۲، ۴ و ۸) و فواصل زمانی مختلف بین دو محرک (۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ هزارم ثانیه) در دوره بی‌پاسخی روانشناختی به شرح ذیل است.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار تعداد محرک-پاسخ و فواصل زمانی مختلف دوره بی‌پاسخی روانشناختی

فواصل	۱۰۰		۲۰۰		۴۰۰		۶۰۰	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
یک انتخابی	۱۷۳/۲۳	۲۵۶/۴۲	۳۲۶/۱۸	۳۱۵/۹۹	۱۶/۰۰	۲۳۹/۷۰	-۱۱۶/۹۴	۱۳۷/۶۳
دو انتخابی	۳۰۷/۳۴	۱۶۱/۶۳	۳۳۲/۸۸	۱۴۱/۳۲	۱۶۷/۸۸	۲۲۲/۳۳	۳۹/۴۹	۲۲۱/۶۴
چهار انتخابی	۵۲۵/۳۰	۲۸۶/۵۶	۳۸۹/۵۵	۱۷۷/۰۳	۲۶۰/۳۷	۲۷۶/۸۲	۲۶۵/۸۲	۳۵۵/۶۱
هشت انتخابی	۵۳۳/۹۹	۲۵۶/۷۴	۲۵۴/۴۳	۲۲۲/۶۹	۳۱۷/۳۳	۲۹۹/۷۹	۲۷۰/۴۲	۳۰۸/۹۷

برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویک-ویلک^۱ استفاده شد. بر اساس این آزمون، توزیع وقتی طبیعی است، که مقدار P بیشتر از عدد بحرانی در سطح ۰/۰۵ باشد. نتایج این آزمون نشان داد توزیع تمام داده‌های مورد اندازه‌گیری به صورت طبیعی بوده است.

جدول ۲. نتایج آزمون شاپیروویک دوره بی‌پاسخی روانشناختی

فواصل	۱۰۰		۲۰۰		۴۰۰		۶۰۰	
	آماره	معنی-داری	آماره	معنی-داری	آماره	معنی-داری	آماره	معنی-داری
یک انتخابی	۰/۹۶۳	۰/۷۵۰	۰/۹۶۰	۰/۷۰۱	۰/۹۶۶	۰/۷۸۸	۰/۹۱۰	۰/۱۳۴
دو انتخابی	۰/۹۶۳	۰/۷۴۰	۰/۹۱۷	۰/۱۷۵	۰/۹۳۷	۰/۳۴۵	۰/۹۶۳	۰/۷۴۲
چهار انتخابی	۰/۹۶۳	۰/۷۴۲	۰/۹۳۰	۰/۲۷۴	۰/۹۷۷	۰/۹۴۷	۰/۹۶۲	۰/۷۳۲
هشت انتخابی	۰/۹۶۳	۰/۷۵۲	۰/۹۶۶	۰/۷۹۴	۰/۹۷۸	۰/۹۵۷	۰/۹۴۴	۰/۴۳۵

¹. Shapiro_Wilk Test

برای آزمون این فرضیه از آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی (۴×۴) استفاده گردید. زیرا در این فرضیه، تعداد محرک-پاسخ ۴ وضعیت (۱، ۲، ۴ و ۸ انتخابی) و ۴ فاصله زمانی (۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ هزارم ثانیه) را داریم که توسط آزمودنی‌های مشابه انجام گرفته است.

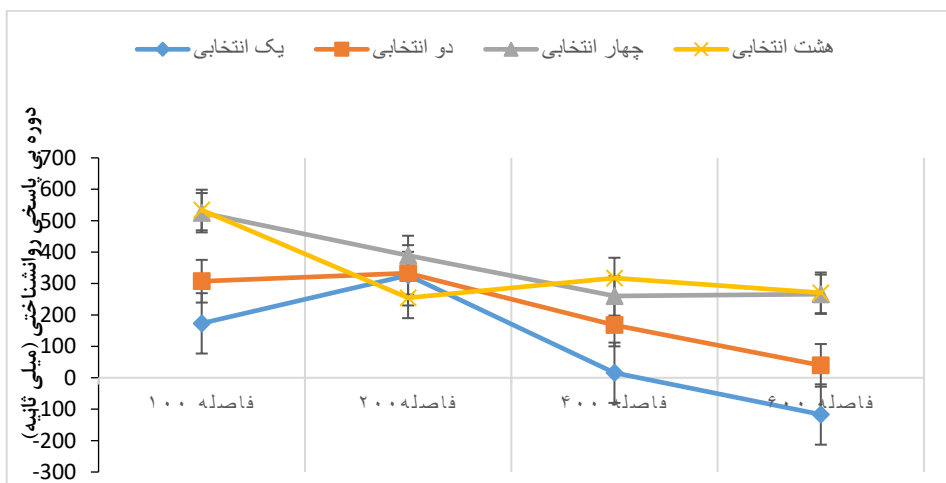
از آزمون کرویت موخلی برای اصل تقارن مرکب مورد بررسی قرار داده شده است که در متغیر تعداد محرک-پاسخ برابر است با ($P=0/433$) معنادار نبوده و حاکی از همگنی ماتریس کواریانس است و در متغیر فواصل بین محرک برابر ($P=0/511$) که معنادار نبوده و حاکی از همگنی ماتریس کواریانس است که شاخص‌های (F) مربوط به اثر فرض کرویت گزارش شد و برای متغیر تعداد×فاصله برابر ($P=0/094$) معنادار نبوده و حاکی از همگنی ماتریس کواریانس است.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی (۴×۴) برای بررسی تأثیر تعداد محرک-پاسخ و فواصل زمانی بین دو محرک بر دوره بی‌پاسخی روانشناختی

منبع تغییرات	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	F	معنی‌داری	مجذور اتا
تعداد محرک-پاسخ	۲۷۰۰۳۰۱/۴۰۹	۳	۹۰۰۱۰۰/۴۷۰	۹/۲۱۲	۰/۰۰۰۱	۰/۳۹۷
خطا	۴۱۰۲۷۹۹/۵۲۰	۴۲	۹۷۷۰۹/۵۱۲	---	---	---
فاصله بین دو محرک	۲۷۴۵۱۹۱/۶۶۶	۳	۹۱۵۰۶۳/۸۸۹	۲۲/۰۱۶	۰/۰۰۰۱	۰/۶۱۱
خطا	۱۷۴۵۶۵۲/۳۶۵	۴۲	۴۱۵۶۳/۱۵۲	---	---	---
تعداد×فاصله	۱۲۰۴۱۴۴/۳۴۳	۹	۱۳۳۷۹۳/۸۱۶	۳/۴۸۶	۰/۰۰۱	۰/۱۹۹
خطا	۴۸۳۵۴۱۹/۱۸۷	۱۲۶	۳۸۳۷۶/۳۴۳	---	---	---

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌کنید، یافته‌های مربوط به آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی نشان داد که اثر اصلی تعداد محرک-پاسخ ($F_{4,3}=9/212, sig=0/0001, \eta^2=0/397$) و اثر فاصله بین دو محرک ($F_{3,11}=0/611$) $F_{4,3}=22/016, sig=0/0001, \eta^2$ معنادار بود. علاوه بر این، تعامل تعداد محرک-پاسخ با فاصله بین دو محرک ($F_{12,6}=3/486, sig=0/001, \eta^2=0/199$) نیز معنادار است. به دلیل اینکه اثر تعاملی (تعداد محرک-پاسخ * فاصله بین دو محرک) معنادار است، از اثرات اصلی صرف‌نظر می‌گردد.

نمودار ۳. میانگین دوره بی‌پاسخی روانشناختی در تعداد محرک-پاسخ‌ها و فواصل زمانی مختلف



در ادامه از چهار آزمون تحلیل واریانس درون گروهی با اندازه‌گیری تکراری برای هر یک از تعداد محرک-پاسخ با فواصل زمانی مختلف برای مشخص نمودن تأثیر هر محرک-پاسخ در فاصله‌های زمانی متغیر بین دو محرک بر دوره بی‌پاسخی روانشناختی استفاده شد. با توجه به عدم معنی‌دار بودن آزمون کرویت موخلی تعداد محرک-پاسخ دو، چهار و هشت انتخابی با فواصل زمانی مختلف شاخص‌های (F) مربوط به آزمون فرض کرویت گزارش شد.

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل واریانس درون گروهی برای بررسی تأثیر تعداد محرک-پاسخ و فواصل زمانی بین دو محرک بر دوره بی‌پاسخی روانشناختی

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معنی‌داری	مجذورات
تعداد محرک-پاسخ یک با فواصل مختلف	۱۶۵۹۶۵۲/۸۳۱	۱/۸۶۷	۸۸۱۷۹۸/۸۱۰	۱۷/۳۸۴	۰/۰۰۱	۰/۵۵۴
خطا	۱۳۳۶۵۸۸/۵۲۴	۲۶/۱۴۲	۵۱۱۲۷/۶۵۹	--	--	--
تعداد محرک-پاسخ دو با	۸۳۱۱۳۱/۸۱۸	۳	۲۷۷۰۴۳/۹۳۹	۱۶/۲۱۳	۰/۰۰۱	۰/۵۳۷

فواصل مختلف						
خطا	۷۱۷۶۷۸/۷۹۲	۴۲	۱۷۰۸۷/۵۹۰	--	--	--
تعداد محرک- پاسخ چهار با فواصل مختلف	۷۰۴۹۰۷/۲۳۶	۳	۲۳۴۹۶۹/۰۷۹	۴/۱۷۱	۰/۰۱۱	۰/۲۳۰
خطا	۲۳۶۶۲۸۴/۳۱۳	۴۲	۵۶۳۴۰/۱۰۳	--	--	--
تعداد محرک- پاسخ هشت با فواصل مختلف	۷۵۳۶۴۴/۱۲۴	۳	۲۵۱۲۱۴/۷۰۸	۴/۸۸۴	۰/۰۰۵	۰/۲۵۹
خطا	۲۱۶۰۵۱۹/۹۲۳	۴۲	۵۱۴۴۰/۹۵۱	--	--	--

نتایج جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل واریانس درون گروهی با اندازه‌گیری تکراری نشان داد که در تعداد محرک- پاسخ یک انتخابی در فواصل زمانی مختلف، تأثیر معنی‌داری وجود دارد ($\eta^2=0/554$ ، $sig=0/001$ ، $F_{26/142} = 17/867$ ، $F_{26/142} = 17/384$). نتایج آزمون پیگردی بنفرونی نشان داد که در تعداد محرک-پاسخ یک انتخابی بین زمان‌های ۱۰۰ هزارم ثانیه با ۶۰۰ هزارم ثانیه ($P=0/001$) تفاوت معناداری وجود داشت. همچنین بین زمان ۲۰۰ هزارم ثانیه با زمان ۶۰۰ هزارم ثانیه ($P=0/001$) تفاوت معناداری در تعداد محرک-پاسخ یک انتخابی وجود دارد (در سطح کوچکتر از ۰/۰۱۲۵ معنی‌دار است) و بررسی میانگین‌ها نشان داد که دوره بی‌پاسخی روانشناختی در تعداد محرک پاسخ یک انتخابی در فواصل زمانی مختلف به ترتیب برای، ۲۰۰ هزارم ثانیه (۳۲۶/۱۸)، ۱۰۰ هزارم ثانیه (۱۷۳/۲۳)، ۴۰۰ هزارم ثانیه (۱۶) و ۶۰۰ هزارم ثانیه (۱۱۶/۹۴) می‌باشد.

همچنین نتایج نشان داد که در تعداد محرک-پاسخ دو انتخابی بین فواصل زمانی مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($\eta^2=0/537$ ، $sig=0/001$ ، $F_{42/213} = 16/213$). نتایج آزمون پیگردی بنفرونی نشان داد که در تعداد محرک-پاسخ دو انتخابی بین زمان ۱۰۰ هزارم ثانیه با زمان ۶۰۰ هزارم ثانیه ($P=0/001$) تفاوت معناداری در

تعداد محرک-پاسخ دو انتخابی وجود دارد و همچنین بین زمان ۲۰۰ هزارم ثانیه با زمان ۶۰۰ هزارم ثانیه (۰/۰۰۱) تفاوت معناداری در تعداد محرک-پاسخ دو انتخابی وجود دارد (در سطح کوچکتر از ۰/۰۱۲۵ معنی دار است) و بررسی میانگین‌ها نشان داد که دوره بی‌پاسخی روانشناختی در تعداد محرک پاسخ دو انتخابی در فواصل زمانی مختلف به ترتیب برای، ۲۰۰ هزارم ثانیه (۳۳۲/۸۸)، ۱۰۰ هزارم ثانیه (۳۰۷/۳۴)، ۴۰۰ هزارم ثانیه (۱۶۷/۸۸) و ۶۰۰ هزارم ثانیه (۳۹/۴۹) می‌باشد.

همچنین نتایج نشان داد که در تعداد محرک-پاسخ چهار انتخابی بین فواصل زمانی مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت (۰/۲۳۰، $\eta^2=0/230$ ، $sig=0/011$ ، $F_{4,171}=4/423$). نتایج آزمون پیگردی بنفرونی نشان داد که در تعداد محرک-پاسخ چهار انتخابی بین زمان‌های مختلف در سطح کوچکتر از ۰/۰۱۲۵ تأثیر معناداری وجود ندارد و بررسی میانگین‌ها نشان داد که دوره بی‌پاسخی روانشناختی در تعداد محرک پاسخ چهار انتخابی در فواصل زمانی مختلف به ترتیب برای، ۱۰۰ هزارم ثانیه (۵۲۵/۳۰)، ۲۰۰ هزارم ثانیه (۳۸۹/۵۵)، ۶۰۰ هزارم ثانیه (۲۶۵/۸۲) و ۴۰۰ هزارم ثانیه (۲۶۰/۳۷) و می‌باشد.

همچنین نتایج نشان داد که در تعداد محرک-پاسخ هشت انتخابی بین فواصل زمانی مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت (۰/۲۵۹، $\eta^2=0/259$ ، $sig=0/005$ ، $F_{4,884}=4/423$). نتایج آزمون پیگردی بنفرونی نشان داد که در تعداد محرک-پاسخ هشت انتخابی بین زمان‌های مختلف در سطح کوچکتر از ۰/۰۱۲۵ تأثیر معناداری وجود ندارد و بررسی میانگین‌ها نشان داد که دوره بی‌پاسخی روانشناختی در تعداد محرک پاسخ هشت انتخابی در فواصل زمانی مختلف به ترتیب برای، ۱۰۰ هزارم ثانیه (۵۳۳/۹۹)، ۴۰۰ هزارم ثانیه (۳۱۷/۳۳)، ۶۰۰ هزارم ثانیه (۲۷۰/۴۲) و ۲۰۰ هزارم ثانیه (۲۵۴/۴۳) می‌باشد.

همچنین در ادامه از چهار آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی با اندازه‌گیری تکراری برای هر یک از فواصل زمانی مختلف با تعداد محرک-پاسخ مختلف برای مشخص نمودن تأثیر هر فاصله زمانی در محرک-پاسخ‌های مختلف بر دوره بی‌پاسخی روانشناختی استفاده شد. با توجه به عدم معنی‌دار آزمون کرویت موخلی بودن فاصله‌های ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ با تعداد محرک-پاسخ‌های مختلف شاخص‌های (F) مربوط به آزمون فرض کرویت گزارش شد.

جدول ۵. نتایج آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی برای بررسی تأثیر تعداد محرک-پاسخ و فواصل زمانی بین دو محرک بر دوره بی‌پاسخی روانشناختی

منبع تغییرات	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	F	معنی‌داری	مجدد وراتا
فاصله ۱۰۰ هزارم	۱۳۹۱۳۵۵/۳۹۵	۳	۴۶۳۷۸/۱۳۲	۲	۰/۰۱	۳۷
ثانیه با تعداد			۵	۰/۰۹	۰	۰/۰
محرک-پاسخ مختلف			۸			
خطا	۲۳۷۳۰۲۱/۶۵۶	۴۲	۵۶۵۰۰/۵۱۶	-	--	--
فاصله ۲۰۰ هزارم	۱۳۸۱۲۸/۱۷۳	۳	۴۶۰۴۲/۷۲۴	۹	۴۱۱	۰
ثانیه با تعداد				۰/۸۰	۰/۱	۰/۶۵
محرک-پاسخ مختلف				۰		
خطا	۱۹۷۳۶۱۹/۷۰۹	۴۲	۴۶۹۹۰/۹۴۵	-	--	--
فاصله ۴۰۰ هزارم	۷۷۸۹۱۳/۹۳۴	۳	۲۵۹۶۳/۹۷۸	۱	۰/۰۴	۲۶
ثانیه با تعداد			۷	۰/۰۷	۰	۰/۷
محرک-پاسخ مختلف			۵			
خطا	۲۱۳۵۲۴۴/۹۶۵	۴۲	۵۰۸۳۹/۱۶۶	-	--	--
فاصله ۶۰۰ هزارم	۱۵۹۶۰۴۸/۲۵۰	۳	۵۳۲۰۱/۰۸۳	۰	۰/۰۱	۳۹
ثانیه با تعداد			۶	۰/۹۳	۰	۰/۴
محرک-پاسخ مختلف			۹			
خطا	۲۴۵۷۳۳۲/۳۷۶	۴۲	۵۸۵۰۷/۹۱۴	-	--	--

نتایج جدول ۵ نتایج آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی با اندازه‌گیری تکراری نشان داد که در فاصله زمانی ۱۰۰ هزارم ثانیه در تعداد محرک-پاسخ مختلف، تأثیر معنی‌داری وجود داشت ($\eta^2=0/370$ ، $sig=0/001$)، نتایج آزمون پیگردی بنفرونی نشان داد که در فاصله زمانی ۱۰۰ هزارم ثانیه بین تعداد محرک-پاسخ‌های مختلف در سطح کوچکتر از $0/0125$ تأثیر معناداری وجود نداشت و بررسی میانگین‌ها نشان داد که دوره

بی‌پاسخی روانشناختی در فاصله زمانی ۱۰۰ هزارم ثانیه در تعداد محرک-پاسخ‌های مختلف به ترتیب برای، هشت انتخابی (۵۳۳/۹۹)، چهار انتخابی (۵۲۵/۳۰)، دو انتخابی (۳۰۷/۳۴) و یک انتخابی (۱۷۳/۲۳) می‌باشد.

همچنین نتایج نشان داد که در فاصله زمانی ۴۰۰ هزارم ثانیه بین تعداد محرک-پاسخ‌های مختلف تأثیر معنی‌داری وجود نداشت ($F_{(۴۲,۳)=۵/۱۰۷}$ ، $sig=۰/۰۰۴$ ، $\eta^2=۰/۲۶۷$). نتایج آزمون پیگردی بنفرونی نشان داد که در فاصله زمانی ۴۰۰ هزارم ثانیه بین تعداد محرک-پاسخ‌های مختلف، در سطح کوچکتر از ۰/۰۱۲۵ معنی‌داری وجود ندارد و بررسی میانگین‌ها نشان داد که دوره بی‌پاسخی روانشناختی در فاصله زمانی ۴۰۰ هزارم ثانیه در تعداد محرک-پاسخ‌های مختلف به ترتیب برای، هشت انتخابی (۳۱۷/۳۳)، چهار انتخابی (۲۶۰/۳۷)، دو انتخابی (۱۶۷/۸۸) و یک انتخابی (۱۶) می‌باشد.

همچنین نتایج نشان داد که در فاصله زمانی ۶۰۰ هزارم ثانیه بین تعداد محرک-پاسخ‌های مختلف تأثیر معنی‌داری وجود نداشت ($F_{(۴۲,۳)=۹/۰۹۳}$ ، $sig=۰/۰۰۱$ ، $\eta^2=۰/۳۹۴$). نتایج آزمون پیگردی بنفرونی نشان داد که در فاصله زمانی ۶۰۰ هزارم ثانیه بین تعداد محرک-پاسخ‌های، یک انتخابی با چهار انتخابی ($P=۰/۰۰۶$) و هشت انتخابی ($P=۰/۰۰۱$) تفاوت معنا‌داری وجود دارد (در سطح کوچکتر از ۰/۰۱۲۵ معنی‌دار است) و بررسی میانگین‌ها نشان داد که دوره بی‌پاسخی روانشناختی در فاصله زمانی ۶۰۰ هزارم ثانیه در تعداد محرک-پاسخ‌های مختلف به ترتیب برابر با، هشت انتخابی (۲۷۰/۴۲)، چهار انتخابی (۲۶۵/۸۲)، دو انتخابی (۳۹/۴۹) و یک انتخابی (۱۱۶/۹۴) می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری:

نتایج نشان داد که تعداد محرک-پاسخ و فواصل زمانی بین دو محرک بر دوره بی‌پاسخی روانشناختی در افراد ورزشکار تأثیر دارد. بر اساس قانون هیک-هیمن، افزایش تعداد محرک-پاسخ، زمانی که تعداد محرک پاسخ از یک به دو و سپس به سه افزایش می‌یابد، افزایش زمان واکنش را به دنبال دارد (۶،۲۰). بنابراین گاهی اوقات فاصله پردازش اطلاعات خیلی طولانی می‌باشد که یک استراتژی مهم برای ورزشکاران روش‌های کاهش تعداد انتخاب-های محرک-پاسخ می‌باشد؛ درحالی‌که افزایش تعداد محرک-پاسخ‌ها برای حریفان، نقش قانون هیک را در اجراهای ورزشی نمایان می‌سازد (۲۱)، طبق دیدگاه پردازش اطلاعات، که در آن زمان واکنش دارای سه مرحله شناسایی محرک، انتخاب پاسخ و برنامه‌ریزی پاسخ است (۲۲) و شاخص اصلی سرعت پردازش اطلاعات در سیستم عصبی مرکزی است (۵) افراد در محرک پاسخ‌های پیچیده (مثل زمان واکنش انتخابی) به زمان بیشتری برای آماده کردن در مرحله شناسایی محرک نیاز دارند (۱۵). دلیل این افزایش زمان واکنش محرک پاسخ‌های انتخابی را می‌توان ناشی از نامشخص بودن دو مرحله شناسایی محرک (تعداد محرک-پاسخ) و انتخاب پاسخ از مراحل سه‌گانه

پردازش اطلاعات دانست (۲۳) که تأیید کننده اصل قانون هیک در این زمینه می‌باشد؛ بنابراین هرگاه محرکی نزدیک به محرک اول و به فاصله زمانی کوتاه از آن ارائه شود در پاسخ به محرک دوم تأخیر ایجاد می‌شود. اگر محرک پاسخ اول انتخابی باشد براساس قانون هیک زمان واکنش افزایش می‌یابد، این افزایش زمان واکنش احتمال تداخل به محرک پاسخ اول با پاسخ به محرک دوم را افزایش می‌دهد و براساس نظریه تک کانالی ولفورد پاسخ به محرک دوم با تأخیر طولانی‌تری مواجه می‌شود که افزایش دوره بی‌پاسخی روانشناختی را در پی دارد این موضوع یافته‌ی تحقیق حاضر را مورد تأیید قرار می‌دهد. همسو با این مباحث آزمودنی‌های پژوهش حاضر در تعداد محرک- پاسخ‌های هشت و چهار انتخابی (محرک-پاسخ پیچیدتر) زمان واکنش طولانی‌تری داشته‌اند و در پاسخ به محرک دوم تأخیر بیشتری نشان داده‌اند که باعث دوره بی‌پاسخی طولانی‌تر شده است. بنابراین مرحله انتخاب پاسخ دوم نمی‌تواند شروع شود تا مرحله انتخاب پاسخ اول تکمیل شود و واکنش به محرک دوم را به تأخیر می‌اندازد در نتیجه دوره بی‌پاسخی روانشناختی طولانی‌تری نسبت به تعداد محرک-پاسخ‌های یک و دو انتخابی نشان داده‌اند که با نتایج تحقیق استینبورن و همکاران^۱، (۲۰۰۸)؛ همسو است که نشان داد طبق قانون هیک، وقتی که محرک-پاسخ از یک به دو افزایش پیدا می‌کند زمان واکنش افزایش می‌یابد (۲۴) و همچنین با تحقیق رضایی‌منش و همکاران، (۱۳۹۵) همسو می‌باشد که نشان دادند، زمان واکنش انتخابی دارای تأخیر بیشتری در پاسخ است، این افزایش به این دلیل است که زمان واکنش انتخابی دارای اجزای بیشتری می‌باشد و به نوعی زمان پردازش مرکزی را بیشتر مورد توجه قرار می‌دهد (۲۵). یافته‌های این تحقیق با یافته‌های موبرای و روادس^۲، (۱۹۵۹)؛ ناهمسو می‌باشد که نشان داد با تمرین و آموزش کافی، افزایش تعداد انتخاب از دو به چهار انتخابی، در زمان واکنش افزایش رخ نمی‌دهد. کاربرد قانون هیک را زیر سؤال بردند، که نشان دادند زمان واکنش ممکن است پس از آموزش شدید بدون در نظر گرفتن تعدادی از محرک‌های ارائه شده، باعث بهبود زمان واکنش می‌شود لذا تأثیر آموزش بر قانون هیک را بیان می‌کند، که از استثنائات قانون هیک است و علت ناهمخوان بودن با این تحقیق این است که در تحقیق حاضر محقق به آموزش و تمرین آزمودنی‌ها نپرداخته است (۲۶).

همچنین یافته‌های دیگر پژوهش نشان داد که شرکت‌کنندگان در مجموع در فاصله‌های زمانی ۴۰۰ و ۶۰۰ هزارم ثانیه در تعداد محرک-پاسخ‌های مختلف نسبت به فاصله‌های زمانی ۱۰۰ و ۲۰۰ هزارم ثانیه دوره بی‌پاسخی روانشناختی کمتری دارند و همچنین بهترین عملکرد از محرک ساده به سمت محرک- پاسخ‌های پیچیده بوده است؛ یعنی در تعداد محرک-پاسخ یک انتخابی پاسخ به محرک دوم بهتر از تعداد محرک-پاسخ هشت انتخابی بود، که این نتایج را می‌توان طبق نظریه تک‌کانالی ولفورد توجیه کرد، طبق این نظریه همه فرآیندها نیاز به توجه

1. Steinborn

2. Mowbray & Rhoades

دارند، به طوری که سیستم پردازش اطلاعات به صورت یک کانال واحد اطلاعات عمل می‌کند و فقط در یک زمان معین می‌تواند یک فرآیند محرک-پاسخ را پردازش کند، که در یک وضعیت تحریک دوگانه، دو محرک نمی‌توانند به صورت همزمان پردازش شوند؛ در نتیجه محرک دوم باید منتظر باشد تا کانال پردازش اطلاعات محرک-پاسخ اول خالی شود (۲۷)، که طبق این نظریه ورزشکاران در پاسخ به محرک‌های چهار و هشت انتخابی در فواصل زمانی کوتاه‌تر زمان پاسخ طولانی‌تری داشتند، چون فرآیند شروع پاسخ به محرک‌های پیچیده دارای اجزای بیشتری است (۲۸)؛ همچنین طولانی بودن دو مرحله شناسایی محرک و انتخاب پاسخ در زمان واکنش انتخابی، باعث ایجاد تأخیر در ورود محرک-پاسخ دوم به مراحل پردازش اطلاعات می‌شود. این تأخیر باعث افزایش دوره بی‌پاسخی روانشناختی در تعداد محرک-پاسخ‌های هشت و چهار انتخابی شد. این یافته‌ها با تحقیق کارلین و کستنباوم^۱ (۱۹۶۸) همسو می‌باشد؛ آنها نشان دادند برای یک فاصله زمانی بین دو محرک ۹۰ هزارم ثانیه‌ای، وقتی که محرک اول یک زمان واکنش ساده بود میزان تأخیر زمان واکنش دوم تقریباً ۱۰۰ هزارم ثانیه بود؛ زمانی که محرک اول پنج انتخابی بود، تأخیر ۶۳۰ هزارم ثانیه‌ای داشته‌اند، بنابراین تأخیر زمان واکنش دوم تا حدود زیادی به تعداد انتخاب‌های موجود در زمان واکنش بستگی دارد (۲۹). کَلپ^۲ و همکاران (۲۰۱۹) بر این موضوع تأکید داشتند که زمان برنامه‌ریزی انجام پاسخ به محرک اول بر دوره بی‌پاسخی روانشناختی تأثیر دارد (۳۰). افزایش تعداد محرک-پاسخ اول زمان برنامه‌ریزی این پاسخ را افزایش می‌دهد. براساس قانون هیک، مدت زمان پردازش، زمان واکنش دوم را تحت تأثیر قرار می‌دهد و مقدار تأخیر پاسخ دوم به مدت پردازش محرک اول بستگی دارد؛ این موضوع با تحقیق نینو^۳ (۱۹۷۵) همسو بوده که در تحقیق خود به بررسی اثر پیچیدگی محرک اول بر دوره بی‌پاسخی روانشناختی پرداخت و دریافت که هنگامی که فاصله بین محرک‌ها یکسان باشد، هرچه محرک اول پیچیده‌تر باشد، پاسخ به محرک دوم بیشتر به تأخیر می‌افتد (۳۱). این موضوع با نتایج کلاردو، بریس‌والتر و آدیفرن^۴ (۲۰۰۱) نیز همسو است که در تحقیق خود نشان دادند پیچیدگی تکلیف یا افزایش تعداد محرک-پاسخ موجب افزایش زمان واکنش می‌شود (۴). همچنین نتایج نشان داد که فواصل زمانی کوتاه‌تر ۱۰۰ و ۲۰۰ به نسبت فاصله‌های زمانی طولانی‌تر ۴۰۰ و ۶۰۰ هزارم ثانیه، دوره بی‌پاسخی روانشناختی بیشتری دارند این یافته با پژوهش پی-لوئن^۵ و همکاران (۲۰۲۰) همخوانی داشت. آنها فواصل بین اول و دوم را از ۷۵ تا ۱۲۰ میلی‌ثانیه را بررسی کردند و نتایج آن‌ها نشان داد با افزایش این زمان، دوره بی‌پاسخی روانشناختی افزایش یافت (۳۲). که این نتایج را می‌توان طبق دیدگاه تنگ‌راه توجیه کرد که طبق این دیدگاه مرحله انتخاب پاسخ برای هر دو تکلیف دارای ظرفیت پردازش یک

^۱. Karlin & Kestenbaum

^۲. Klapp

^۳. Ninio

^۴. Collardeau, Brisswalter, Audiffren

^۵. Pei-Luen

تکلیف در یک زمان است، در نتیجه با کاهش فاصله زمانی بین دو محرک تکلیف دوم باید منتظر بماند تا تکلیف اول به پایان برسد که باعث افزایش تأخیر در تکلیف دوم می‌شود، این افزایش در زمان واکنش محرک دوم در فاصله‌های زمانی کوتاه بیشتر خود را نشان می‌دهد که منجر به افزایش دوره بی‌پاسخی روانشناختی می‌شود (۱۷).

اما در تکالیف ساده بیشترین دوره بی‌پاسخی روانشناختی مربوط به فاصله ۲۰۰ هزارم ثانیه بود؛ به دلیل اینکه افراد در تکالیف ساده‌تر به توجه کمتری نیاز دارند و در فواصل زمانی کوتاه مثل ۱۰۰ هزارم ثانیه دو محرک خیلی سریع نسبت به هم ارائه می‌شود، احتمالاً در آغاز محرک اول، آغاز محرک دوم را پیش‌بینی می‌کنند و هر دو محرک اول و دوم را با هم پاسخ می‌دهند و بیشتر به محرک دوم توجه می‌کنند. به همین دلیل زمان پاسخ دوم آنها در فاصله بین دو محرک ۱۰۰ هزارم ثانیه نسبت به فاصله زمانی ۲۰۰ هزارم ثانیه در تکلیف ساده کوتاه‌تر می‌باشد، که این بحث پردازش موازی را تأیید می‌کند که برخلاف نظریه تک‌کانالی است. کاویانی، فارسی و عبدلی (۱۳۹۵) بیان کردند که افراد در تکالیف ساده‌تر به دلیل اینکه به توجه کمتری نیاز دارند در فواصل زمانی کوتاه (۵۰ و ۱۰۰ هزارم ثانیه) احتمالاً با شروع محرک بیشتر توجه خود را به محرک دوم دارند و آغاز محرک دوم را پیش‌بینی می‌کنند و به هر دو محرک اول و دوم با هم پاسخ می‌دهند (۱۸). این موضوع با تحقیق میلر و ریخ^۱ (۲۰۰۸)، همسو می‌باشد که نشان دادند در تکالیف ساده احتمال جمع‌بندی پاسخ‌ها بیشتر است (۳۳). بنابراین چون در فواصل زمانی کوتاه میزان انتظار تکلیف دوم برای اتمام تکلیف اول زیاد است و در تعداد محرک-پاسخ‌های پیچیده به نسبت محرک‌های ساده این انتظار بیشتر می‌شود بنابراین باعث بیشترین افزایش تأخیر در تعداد محرک-پاسخ هشت انتخابی در فاصله ۱۰۰ هزارم ثانیه می‌شود.

با افزایش فاصله بین دو محرک عملکرد شرکت‌کنندگان در دوره بی‌پاسخی روانشناختی روند کاهشی داشته و در فاصله ۴۰۰ و ۶۰۰ هزارم ثانیه عملکرد بهتری نشان داده‌اند، چون وقتی فاصله زمانی بیشتر می‌شود فرصت لازم جهت پردازش اطلاعات وجود دارد. این نتایج با تحقیقات پاشلر (۱۹۹۴) همسو می‌باشد که نشان داد هنگامی که فاصله بین دو محرک کاهش می‌یابد به سبب تک‌کانالی بودن مرحله انتخاب پاسخ، زمان واکنش به محرک دوم افزایش می‌یابد (۱۷). همچنین با تحقیق ماننو و ریجن^۲ (۲۰۰۸) ناهمسو بود، که نشان داد افزایش فاصله‌های زمانی بین دو محرک باعث طولانی‌تر شدن زمان پاسخ به محرک اول و انتقال این تأخیر به محرک دوم باعث افزایش دوره بی‌پاسخی روانشناختی می‌شود (۳۴). همچنین همسو با تحقیق تومبو و جولیکو^۳ (۲۰۰۳) است که در تحقیقات

^۱. Ulrich, Miller

^۲. Van Maanen & Van Rijn

^۳. Tombu, Jolicoeur

خود نشان دادند هنگامی که فاصله بین دو محرک کاهش می‌یابد زمان واکنش به محرک دوم افزایش می‌یابد. آنها طبق مدل تقسیم منابع توجه نشان دادند که پردازش‌های انتخاب پاسخ به صورت موازی برای بیشتر از یک تکلیف امکان‌پذیر می‌باشد، اما از آنجایی که ظرفیت توجه ابتدا به فرایندهای اصلی تکلیف اول اختصاص می‌یابد، فرایندهای مرکزی تکلیف دوم موجودی کافی از ظرفیت را ندارد؛ بنابراین، زمان واکنش محرک دوم افزایش می‌یابد (۳۵). این نتیجه بیانگر افزایش دوره بی‌پاسخی روانشناختی در فاصله‌های زمانی کوتاه است که احتمالاً به دلیل وقفه ایجاد شده قبل از مرحله تنگراه یا همان مرحله انتخاب پاسخ است. همچنین این نتایج همسو با تحقیق فیشر و پاسو (۲۰۱۵) بود که نشان دادند وقتی که فاصله‌ی زمانی بین دو محرک کاهش یابد تنها بر تکلیف دوم اثر می‌گذارد و موجب پاسخ دیرتر به تکلیف دوم و در نتیجه افزایش دوره بی‌پاسخی روانشناختی می‌شود (۷).

از نظر فرضیه پردازش مرکزی-پیرامونی، پدیده دوره بی‌پاسخی روانشناختی (۱۷،۲۷) در جزئیات بیشتر، بخش مرکزی برای انتخاب پاسخ یک فرآیند تصمیم‌گیری است که با انتخاب پاسخ مناسب برای محرک ارتباط دارد و نمی‌تواند به صورت همزمان عمل کند (۱۷)؛ بنابراین این قسمت، از تنگناهای مرکزی و محدودیت‌های مرکزی توجه تشکیل شده است (۳۶). از آنجایی که این تنگنای مرکزی عملاً مغلوب نشدنی است بر فرآیند پردازش اطلاعات در انسان تاثیرگذار است و کاربردهای گسترده‌ای در زندگی روزانه انسان دارد (۳۷). با این حال حتی تکالیف ساده که دارای مرحله انتخاب پاسخ نیستند نیز می‌توانند به عنوان یک عامل محدود کننده در فرآیند پردازش عمل کند. به عبارت دیگر پاسخ‌ها و یا محرک‌های دیگری برای انتخاب کردن وجود ندارد؛ بنابراین مرحله انتخاب پاسخی نیز وجود ندارد. با این حال حتی پاسخ دادن به یک تکلیف ساده موجب تأخیر در پاسخ به یک تکلیف ساده دیگر می‌شود (۲۹). این‌طور استدلال می‌شود که تنگناها، مرکزی (در مرحله انتخاب پاسخ) نیستند، بلکه محیطی و در مرحله آغاز پاسخ هستند (۳۸).

زامیتات و همکاران^۱ (۲۰۱۶)، بیان کرده‌اند با توجه به مطالعات انجام شده در زمینه تنگنای مرکزی و تنگنای محیطی، این فرض قابل قبول به نظر می‌رسد که تنگناهای مرکزی و محیطی منجر به تقاضای تقریباً مشابه برای هماهنگ کردن پردازش تکلیف می‌شود (۳۹). برای مثال، نشان داده شده است که در تنگنای مرکزی، که کنترل نظم تکالیف توسط تنگنا پردازش شده است، یک نیاز هماهنگی مرکزی است که در قشر پیش‌پیشانی جانبی قرار گرفته است (۴۰). در دوره بی‌پاسخی روانشناختی (مانند در مطالعه حاضر) شرکت‌کنندگان معمولاً باید به تکالیف در یک نظم خاص پاسخ دهند. چنین نظم کنترلی ممکن است شامل پیش تنظیم تنگنا به تکلیفی باشد که باید ابتدا پردازش شود و باید بر درستی جهت انجام تکلیف نظارت شود (۴۱). در تکالیف دوره بی‌پاسخی روانشناختی پاسخ

^۱. Szameitat

ساده، این تقاضاها به شیوه‌ای مشابه ارائه می‌شوند، به طوری که ما انتظار داریم که حداقل بخشی از همپوشانی در قشر پیش‌پیشانی جانبی با هماهنگی پردازش تکلیف در تنگناهای مرکزی و محیطی در ارتباط باشد. با این حال، سایر خواسته‌ها ممکن است ویژه تنگنای مرکزی یا محیطی باشند. برای مثال، تقاضای ارسال بارگذاری محرک- پاسخ به حافظه کاری احتمالاً در مقایسه با تکالیف پاسخ با انتخاب‌های زیاد (چهار و هشت انتخابی در پژوهش حاضر) بالاتر از زمانی است که با تکالیف پاسخ ساده (یک انتخابی) استفاده می‌شود (۴۰). این موضوع با یافته پژوهش حاضر که افزایش دوره بی‌پاسخی روانشناختی در پی افزایش تعداد محرک- پاسخ را در پی داشته است، همخوانی دارد. در این مورد، زامیتات و همکاران (۲۰۱۶) استدلال کرده‌اند که تفاوت بین تنگنای مرکزی و تنگنای محیطی را با توجه همبستگی عصبی دقیق مربوط به پردازش تنگنا می‌توان بررسی کرد (۳۹).

همچنین، زامیتات و همکاران (۲۰۱۶) بیان کرده‌اند که می‌توان هزینه‌های رفتاری تنگنا را با مقایسه میانگین زمان پاسخ دومین تکلیف در تکلیف دوگانه دوره بی‌پاسخی روانشناختی (میانگین) با زمان پاسخ تکالیف تکی تعیین کرد (۳۹). این بررسی هزینه‌های رفتاری نه تنها دوره بی‌پاسخی روانشناختی، یعنی انتظار تکلیف دوم برای تکمیل پردازش تکلیف اول، بلکه کارکرد اجرایی پردازش تکلیف را در تنگنا نشان می‌دهد (۴۲).

در نهایت می‌توان گفت که در تکالیف با تعداد محرک ساده و فاصله زمانی زیاد، پاسخ به محرک دوم با تأخیر کمتری مواجه می‌شود؛ اما در تکالیف با تعداد محرک زیاد و فاصله زمانی کم جایگاه گردن بطری به مراحل پایانی زمان واکنش دوم منتقل می‌شود و پاسخ به محرک دوم با تأخیر بیشتری مواجه می‌شود.

The effect of number of simulation-response and stimulus interval in of dual reaction time on psychological refractory period

Mohammad Rahiminia¹, Mohammadreza doustan, *², Seyedeh Nahid Shetab Boushehri,³

(Recive: 2019/2/3; Accept: 2020/7/22)

Abstract

Introduction: One of the factors that affects reaction time is the Psychological refractory period, which refers to the condition in which two stimuli are presented with a short time interval. Because of the decreased period of time between the two stimuli, the response time to second stimulus is increased. The aim of this research is to investigate the effect of the number of stimulus-response and the time interval between each stimulus on the Psychological refractory period in athletes and non-athletes.

Method: This research followed an intergroup semi-experimental design, and can be placed in the field of fundamental-applied research. For this purpose, 15 male athletes from Shahid Chamran University of Ahwaz, between 20 to 25 years of age, were selected by convenience targeted sampling. The Dual task test, which tests the number of stimulus-response, was administered using a Psychological refractory period device. This test included a number of different stimulus-responses (one, two, four, and eight) for the first and second stimuli, and four time intervals (100, 200, 400, and 600 milliseconds) between the two stimuli. Moreover, 4x4 one way repeated measures analysis of variance tests (the number of stimulus-response × intervals time) were used in which the Bonferroni test was used.

Results: The results showed that the number of stimulus-response ($F_{42.3}= 9/212$, $P= 0/0001$), the time interval between the two stimuli ($F_{42.3}= 22/016$, $P= 0/0001$), and the interactive effect of the number of stimulus-response at different intervals ($F_{126.9}= 3/486$, $P= 0/001$) are significant.

¹ Department of Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

² Motor Behavior, Sport Sciences Faculty, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran (Corresponding Author)

³ Department of Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Conclusion: It seems that by increasing the time interval between the two stimuli the psychological refractory period is reduced, and the higher the number of stimulus-responses, the longer the psychological refractory period.

Keywords: Number of stimulus-response, Hick's law, psychological refractory period, Dual task, Stimulus Onset Asynchrony

منابع

1. Ward, P. & Williams, A. M. (2003). Perceptual and cognitive skill development in soccer: The multidimensional nature of expert performance. *Journal of sport and exercise psychology*, 25(1), 93-111.
2. Schmidt, R.A. (1991). *Motor Learning and Performance: From Principles to practice*. Translated by: Namazizadeh, M. Vaezmousavi, M.K. (1388). Tehran: Organization for the Study and Compilation of Human Sciences Books of Universities (samt) Department of Humanities Research and Development.
3. Hick, W. E. (1952). On the rate of gain of information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 4, 11-26.
4. Fischer, R. & Plessow, F. (2015). Efficient multitasking: parallel versus serial processing of multiple tasks. *Frontiers in psychology*, 6.
5. Gutiérrez-Davila, M. Rojas, F. J. Gutiérrez-Cruz, C. & Navarro, E. (2017). Effect of dual-attention task on attack and defensive actions in fencing. *European Journal of Sport Science*, 1-9.
6. Rudisill, M. E. & Toole, T. (1992). The effects of a physical-activity. program on reaction-time and movement time for the older adult. *journal of human movement studies*, 22(6), 205-212.
7. Kosinski, R. J. (2008). "A literature review on reaction time". Clemson University, 10.
8. Collardeau, M. Brisswalter, J. & Audiffren, M. (2001). Effects of a prolonged run on simple reaction time of well trained runners. *Perceptual and motor skills*, 93(3), 679-689.
9. Williams, L. R. T. (1974). Effects of number of alternatives on the psychological refractoriness of an extended movement. *Journal of motor behavior*, 6(4), 227-234.
10. Kavyani, M., Farsi, A.R., and Abdoli, B. (2016). The effect of the visual-spatial orienting on the psychology refractory period in various difficulty levels of perceptual-motor tasks. *Journal of Sport Psychology Studies*, 17; 13-26. [In Persian]

11. Pashler, H. & Johnston, J. C. (1989). Chronometric evidence for central postponement in temporally overlapping tasks. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41(1), 19-45.
12. Zylberberg, A., Ouellette, B., Sigman, M., & Roelfsema, P. R. (2012). Decision making during the psychological refractory period. *Current biology*, 22(19), 1795-1799.
13. Logan, G. D. & Gordon, R. D. (2001). Executive control of visual attention in dual-task situations. *Psychological review*, 108(2), 393.
14. Telford, C. W. (1931). The refractory phase of voluntary and associative responses. *Journal of Experimental Psychology*, 14(1), 1
15. Schmidt, R.A., & Lee, T.D. (2014). *Motor Learning and Performance: From Principles to Application*. Translated by R, Hemayattalab and K, Salehi. Elm VA harkat, Tehran. 5th Ed.
16. Pashler, H. E. & Sutherland, S. (1998). *The psychology of attention (Vol. 15)*: MIT press Cambridge, MA.
17. Pashler, H. (1994). Dual-task interference in simple tasks: data and theory. *Psychological bulletin*, 116(2), 220.
18. Kavyani, M, Farsi, A, Abdoli, B. The Effect of the Second Task Complexity in Difference Time Interval on the First Task Reaction Time Based on Psychology Refractory Period Paradigm. *Motor Behavior*. Fall 2016; 8 (25): 103-20. [Persian]
19. Alboghebish, S, Shetab boushehri, N, Danshfar, A, Abedanzadeh, R. (2017). Assiament Facilitate and Significant Interference of stroop effect on psychological refractory period. *Neuropsychology: Vol. 2, No.2, (Series 7), Winter 2017*
20. Hyman, R. (1953). Stimulus information as a determinant of reaction time. *Journal of experimental psychology*, 45(3), 188.
21. Baurès, R., DeLucia, P. R., Olson, M., & Oberfeld, D. (2017). Asymmetric interference in concurrent time-to-contact estimation: Cousin or twin of the psychological refractory period effect? *Attention, Perception, & Psychophysics*, 79(2), 698-711.
22. Schmidt R.A., Resberg, G.A. (2008). *Learning and Motor performance*. Translated by HA Naseri; R, Hemayattalab. Elm va harkat, Tehran. pp: 30-32.
23. Shafizadeh, A, Farokhi, A, Namazizadeh, M, Sheikh, M. (2014). Effect of foreperiod duration on simple and choice reaction time in simple and complex task. *Motor Behavior*, No 16, 2014. [Persian]
24. Steinborn, M.B.; Rolke, B.; Bratzke, D. & Ulrich, R. (2008). "Sequential effects within a short foreperiod context: Evidence for the conditioning account of temporal preparation". *Acta psychologica*, 129(2), 297-307.
25. Rezayimanesh, S, Shetab boushehri, N, Shafinia, P. & Doostan, M. (2016). The Effects of Temporal Preparation and Handedness on Neuropsychological Function. *Neuropsychology: Vol. 2, No.3, (Series 6), Autumn 2016. [Persian]*

26. Mowbray, G. H., & Rhoades, M. V. (1959). On the reduction of choice reaction times with practice. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11, 16–23.
27. Welford, A. T. (1952). The ‘psychological refractory period’ and the timing of high-speed performance—a review and a theory. *British Journal of Psychology. General Section*, 43(1), 2-19.
28. Klapp, S. T., Maslovat, D., & Jagacinski, R. J. (2018). The bottleneck of the psychological refractory period effect involves timing of response initiation rather than response selection. *Psychonomic bulletin & review*, 1-19.
29. Karlin, L., & Kestenbaum, R. (1968). Effects of number of alternatives on the psychological refractory period. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 20(2), 167-178.
30. Klapp ST, Maslovat D, Jagacinski RJ (2019). The bottleneck of the psychological refractory period effect involves timing of response initiation rather than response selection. *Psychonomic Bulletin & Review*, 26(1):29-47.
31. Ninio A. (1975). The effect of first response complexity on the psychological refractory period: A reanalysis. *Memory & Cognition*, 3 (2), 160-166.
32. . Pei-Luen, Patric Rau & Jian Zheng (2020). Cross-modal psychological refractory period in vision, audition, and haptics. *Attention, Perception, & Psychophysics* volume 82, pages1573–1585.
33. Ulrich R, Miller J. (2008). Response grouping in the psychological refractory period (PRP) paradigm: Models and contamination effects. *Cognitive Psychology*. 57(2): 75-121.
34. Van Maanen, L. van Rijn, H. & Borst, J. P. (2009). Stroop and picture— word interference are two sides of the same coin. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16(6), 987-999.
35. Tombu M, Jolicoeur P. (2003). A central capacity sharing model of dual-task performance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 29(1): 3.
36. Tombu, M. N. Asplund, C. L. Dux, P. E. Godwin, D. Martin, J. W. & Marois, R. (2011). A unified attentional bottleneck in the human brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(33), 13426-13431.
37. Pashler, H. (1993). Doing two things at the same time. *Am. Sci.* 81, 48–55
38. Schubert, T. (1999). Processing differences between simple and choice reactions affect bottleneck localization in overlapping tasks. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(2), 408.
39. Szameitat, A. J. Vanloo, A. & Müller, H. J. (2016). Central as well as peripheral attentional bottlenecks in dual-task performance activate lateral prefrontal cortices. *Frontiers in human neuroscience*, 10, 119.

40. Stelzel, C. Kraft, A. Brandt, S. A. & Schubert, T. (2008). Dissociable neural effects of task order control and task set maintenance during dual-task processing. *Journal of cognitive neuroscience*, 20(4), 613-628.
41. Luria, R. & Meiran, N. (2003). Online order control in the psychological refractory period paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29(3), 556.
42. Marois, R. & Ivanoff, J. (2005). Capacity limits of information processing in the brain. *Trends in cognitive sciences*, 9(6), 296-305.