

The backward crosstalk effect or response grouping in the psychological refractory period paradigm

Kavyani M*, Farsi A, Abdoli B

Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University Beheshti Shahid, Tehran, I. R. Iran.

Received May 8, 2016; Accepted September 25, 2017

Abstract:

Background: In the psychological refractory period paradigm, the second response time is increased as the interval between the first and second stimulus is decreased. The response delay for the second stimulus is called the psychological refractory period. In contrast with these findings, some evidence of the backward crosstalk effect has shown that the first reaction time is affected by the second stimulus. The capacity sharing models, in which multiple stimuli can be processed simultaneously, unlike central bottleneck models, are able to provide some explanations for the changes in the reaction time to the first stimulus. However, sometimes these changes could be arisen from response grouping; the first response remains on the processing buffer until the response to the second stimulus is prepared, then both stimuli are responded simultaneously. The questions of this study were whether the second task difficulty and time interval manipulation would affect the first task response or not and in what extend changes are because of response grouping?

Materials and Methods: Detection, discrimination and choice tasks were used as the second task in the psychological refractory period paradigm and the time interval between stimuli was 50, 100, 200, 400, or 1000 ms.

Results: The type of the second stimulus and time interval between stimuli had an effect on the second-task and first-task reaction times.

Conclusion: In the detection group, the first task response time changes were consistent with grouping between the two responses, but in the discrimination group the changes would arise from capacity limitation and were consistent with the backward crosstalk effect.

Keywords: Dual task limitation, Capacity sharing model, Central bottleneck modals, Response grouping

* Corresponding Author.

Email: maryam.kavyan@gmail.com

Tel: 0098 912 395 6654

Fax: 0098 21 224 31953

IRCT Registration No. ICR2016061128388N1

Conflict of Interests: No

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, December, 2017; Vol. 21, No 5, Pages 433-442

Please cite this article as: Kavyani M, Farsi A, Abdoli B. The backward crosstalk effect or response grouping in the psychological refractory period paradigm. *Feyz* 2017; 21(5): 433-42.

تأثیر متقابل عقب‌گرد یا جمع‌بندی پاسخ‌ها در الگوی دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی

مریم کاویانی^{*۱}، علیرضا فارسی^۲، بهروز عبدلی^۲

خلاصه:

سابقه و هدف: در الگوی دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی زمان پاسخ محرک دوم با کاهش فاصله بین محرک اول و دوم افزایش می‌یابد. تاخیر پاسخ به محرک دوم را دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی می‌نامند. شواهد اثر متقابل عقب‌گرد در تناقض با این یافته‌ها نشان داده‌اند که زمان واکنش محرک اول از محرک دوم تأثیر می‌پذیرد. مدل‌های تقسیم ظرفیت که در آن‌ها پردازش هم‌زمان چند محرک بر خلاف مدل تنگ‌راه امکان‌پذیر است، می‌تواند تغییرات پاسخ محرک اول را توجیه کنند. گاهی تغییرات تکلیف اول را می‌توان ناشی از جمع‌بندی پاسخ‌ها دانست؛ پاسخ به محرک اول تا آماده شدن پاسخ به محرک دوم در کانال پردازشی باقی می‌ماند، سپس هر دو محرک هم‌زمان پاسخ داده می‌شوند. سوال پژوهش این بود که آیا پیچیدگی تکلیف دوم و دست‌کاری فاصله بین محرک‌ها بر زمان پاسخ تکلیف اول در دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی تأثیر گذار است یا نه و تغییرات تا چه حدی ناشی از جمع‌بندی پاسخ‌ها است.

مواد و روش‌ها: از تکالیف ساده، افتراقی و انتخابی به‌عنوان تکلیف دوم در الگوی دوره بی‌پاسخی استفاده شد و فاصله زمانی بین محرک‌ها ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ یا ۱۰۰۰ میلی‌ثانیه بود.

نتایج: نوع محرک دوم و فاصله زمانی بین محرک‌ها بر زمان واکنش محرک دوم و همین‌طور محرک اول تأثیر گذار بود.

نتیجه‌گیری: تغییرات پاسخ تکلیف اول در گروه ساده با اثر جمع‌بندی بین دو پاسخ سازگار بود، اما در گروه انتخابی بیشتر ناشی از محدودیت ظرفیت و هم‌راستا با الگوی تأثیر متقابل عقب‌گرد بود.

واژگان کلیدی: محدودیت تکلیف دوگانه، نظریه‌های تقسیم ظرفیت، نظریه‌های تنگ‌راه مرکزی، جمع‌بندی پاسخ

دو ماه‌نامه علمی-پژوهشی فیض، دوره بیست و یکم، شماره ۵، آذر و دی ۱۳۹۶، صفحات ۴۴۲-۴۳۳

مقدمه

یکی از ابهامات در فرایند توجه، تداخل در اجرای هم‌زمان دو یا چند تکلیف است. اجرای هم‌زمان دو تکلیف اغلب منجر به افت اجرای یک یا هر دو تکلیف می‌شود. از الگوی دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی برای بررسی محدودیت‌های توجهی استفاده شده است. تأخیر در زمان واکنش محرک دوم به‌خاطر وجود محرک اول را دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی می‌گویند [۲، ۱]. اصل پذیرفته شده مهم طبق الگوی تحریک دوگانه این است که با کاهش فاصله ارائه بین دو محرک زمان واکنش محرک دوم افزایش می‌یابد. در توجیه دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی مدل تنگ‌راه (Bottleneck model or single channel) به‌خوبی شناخته شده است [۳]. برطبق این مدل، پردازش‌های مرکزی، انتخاب پاسخ، به‌صورت تنگ راه است که در یک‌زمان فقط می‌تواند به یک تکلیف اختصاص یابد.

گفته می‌شود هنگامی که فاصله ارائه بین دو محرک (Stimuluse) onset asynchrony; SOA) کاهش می‌یابد، به سبب تک‌کانالی بودن مرحله انتخاب پاسخ زمان واکنش به محرک دوم افزایش می‌یابد. در این مدل فرایندهای مرکزی در ابتدا به تکلیف اول اختصاص می‌یابد. بنابراین تکلیف اول بایستی بدون تداخل تکلیف دوگانه و بدون توجه به فاصله ارائه بین دو محرک انجام شود [۳]. اما مدل‌های دیگر برخلاف مدل تنگ‌راه، مرحله دهانه بطری را به‌صورت "همه یا هیچ" در نظر نمی‌گیرند. همه این مدل‌ها فرض می‌کنند که تکلیف دوم توسط لزوم پایان یافتن فرایندهای مهم برای تکلیف اول به تأخیر می‌افتد [۳]. در این مدل‌ها نیز زمان واکنش تکلیف اول نبایستی تحت تأثیر تکلیف دوم قرار گیرد. در مدل تقسیم منابع محدود اجرای هم‌زمان فرایندهای مرکزی تکلیف امکان‌پذیر است، ولی از آنجایی که ظرفیت توجه ابتدا به فرایندهای اصلی تکلیف اول اختصاص یافته، فرایندهای مرکزی تکلیف دوم موجودی کافی از ظرفیت را ندارد و لذا زمان واکنش دوم افزایش می‌یابد [۳-۵]. اخیراً به وابستگی زمان پاسخ به محرک اول به پاسخ مورد نیاز برای محرک دوم اشاره شده است (تأثیر متقابل عقب‌گرد یا Backward cross-talk) [۵، ۴]. Hommel (۱۹۹۸) اثرات تعاملی رنگ حروف و تشخیص حروف را بر زمان پاسخ محرک اول مشاهده نمود. او پیشنهاد کرد پاسخ محرک دوم قبل از پاسخ دادن محرک اول فعال می‌شود [۷، ۶]. علاوه بر این Logan

^۱ استادیار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
^۲ دانشیار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
*** نشانی نویسنده مسئول:**
تهران، اوین، بلوار دانشجو، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی

تلفن: ۰۹۱۲۳۹۵۶۵۴
دورنویس: ۰۲۱۲۲۴۳۱۹۵۳
پست الکترونیک: maryam.kavyan@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۲/۱۹
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۷/۳

سال با میانگین 21 ± 3 سال از دانشگاه شهید بهشتی به صورت داوطلبانه در این تحقیق حضور داشتند. قبل از اجرای آزمون فرم رضایت‌نامه در اختیار آزمودنی قرار داده شده و از آن‌ها خواسته می‌شد تا رضایت خود را برای شرکت در آزمون اعلام کنند. علاوه بر این، کلیه مراحل اجرای آزمون از نظر اخلاقی مورد تایید کمیته اخلاقی گروه رفتار حرکتی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شهید بهشتی بود و کلیه مراحل اجرای تحقیق دارای کد اخلاقی RTC از کمیته ثبت کارآزمایی‌هایی بالینی بود. همه افراد شرکت‌کننده راست‌دست و از لحاظ بینایی، شنوایی و حرکتی سالم بودند. از دیگر معیارهای ورود به این پژوهش شامل عدم مصرف داروهایی که بر عملکرد شناختی افراد تأثیر داشتند، بود. در صورتی که شرکت‌کنندگان به هر دلیل موفق به تکمیل بلوک‌های آزمون نمی‌شدند، از تحقیق خارج می‌گردیدند. محرک‌های صوتی و بینایی با استفاده از کامپیوتر و نرم‌افزار دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی ارائه شده و زمان واکنش توسط کامپیوتر ثبت می‌شد. نرم‌افزار دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی در سال ۱۳۹۰ توسط محققین گروه رفتار حرکتی موسسه فرهنگی ورزشی پدیدار امید فردا واقع در مرکز رشد دانشگاه شهید بهشتی طراحی و ساخته شده است. روایی این ابزار با استفاده از همبستگی امتیازات زمان واکنش آزمودنی‌ها با استفاده از هر دو دستگاه دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی و دستگاه زمان واکنش شرکت لافایت مورد بررسی قرار گرفت. هیچ کدام از داوطلب‌ها با دستگاه‌های مربوطه آشنایی نداشته و همه آنها تکلیف ملاک با استفاده از هر دو دستگاه اجرا کردند. همبستگی بین امتیازات (ضریب همبستگی پیرسون) حاصل از اجراهای افراد در دو دستگاه به میزان 0.73 به دست آمد. همچنین، به منظور تعیین پایایی این دستگاه، این افراد مجدداً در زمانی دیگر تکلیف را اجرا کردند. همبستگی بین نمرات افراد در این دو اجرا (همبستگی پیرسون) 0.78 به دست آمد. محرک بینایی دایره‌های رنگی بودند که در طول فرایند آزمایش در صفحه مانیتور روبه‌روی هر فرد ظاهر می‌شدند. با توجه به نوع زمان واکنش ساده، افتراقی و انتخابی تفاوت‌هایی در محرک‌هایی بینایی وجود داشت. محرک صوتی شامل تون‌های بالا و پایین می‌شد که توسط هدفون متصل به کامپیوتر برای هر آزمودنی ارائه می‌شدند. به لحاظ محیطی آزمون در یک اتاق نیمه تاریک و کاملاً ساکت مستقل از سایر بخش‌های آزمایشگاه بدون هیچ اختلال‌گر محیطی اجرا می‌شد. شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی در ۳ گروه ۱۲ نفره قرار گرفتند. از آنجایی که طرح تحقیق از نوع آزمایشی بود، براساس تحقیقات مشابه قبلی [۴] تعداد ۱۲ نفر برای هر یک از گروه‌ها کفایت می‌کرد. گروه‌های آزمایشی برحسب نوع تکلیف زمان

و Delheimer (۲۰۰۱) نیز نتایج مشابهی به دست آورده‌اند [۸]. در الگوی بی‌پاسخی روان‌شناختی پیچیدگی و نوع انتخاب محرک تکلیف دوم بر زمان واکنش تکلیف اول مؤثر است [۴]. علاوه بر شواهد به دست آمده از تحقیقات قبلی، ظهور تأثیر متقابل عقب‌گرد توجهات ارائه شده توسط مدل دهانه بطری درباره دوره بی‌پاسخی را به چالش می‌اندازد. اما محدودیتی دیگر برای مدل دهانه بطری این است که گاهی ممکن است افراد در پاسخ‌دهی درگیر استراتژی جمع‌بندی پاسخ‌ها شوند [۹، ۳]؛ یعنی افراد ابتدا پاسخ تکلیف اول را انتخاب می‌کنند، اما آن را تا آماده شدن پاسخ تکلیف دوم در حافظه نگه می‌دارند. در این حالت کنترل حرکتی ساده‌تر می‌شود [۱۰]. اگرچه جمع‌بندی پاسخ‌ها یک جنبه رفتاری همیشه حاضر در الگوی دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی است، اما مدل‌های رایج معمولاً هنگام پیش‌بینی زمان واکنش این محدودیت را نادیده می‌گیرند و با اینکه مدل‌های دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی به‌خوبی شناخته شده‌اند، اما دانش کمی در این رابطه وجود دارد که در صورت وجود جمع‌بندی پاسخ‌ها پیش‌بینی این مدل‌ها چگونه تغییر می‌کند [۹]. یکی از مدل‌هایی که جمع‌بندی پاسخ‌ها را در دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی در نظر می‌گیرد، مدل برگر (Berger's model) است. در این مدل تغییرات زمان واکنش دوم هم‌راستا با مدل دهان بطری پیش‌بینی می‌کند، اما برخلاف مدل تنگ‌راه، مدل برگر افزایشی را در زمان واکنش محرک اول با افزایش فاصله ارائه بین دو محرک پیش‌بینی می‌کند. با توجه به اینکه پاسخ اول باید تا آماده شدن پاسخ دوم منتظر بماند [۳]، یک مدل کلاسیک دیگر احتمال جمع‌بندی پاسخ‌ها در فاصله‌های زمانی کوتاه را بیشتر می‌داند [۹]. Ulrich و Miller (۲۰۰۸) پیشنهاد کرده‌اند که تصمیم برای جمع‌بندی پاسخ‌ها قبل از ظهور محرک دوم گرفته می‌شود، بنابراین جمع‌بندی پاسخ‌ها به فاصله زمانی بین دو محرک وابسته نیست [۹]. همان‌طور که قبلاً اشاره شد با توجه به اثرگذاری پدیده جمع‌بندی پاسخ در نتایج حاصل از الگوی دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی این احتمال وجود دارد که تأثیر متقابل عقب‌گرد ناشی از جمع‌بندی پاسخ‌ها باشد؛ یعنی زمان واکنش اول به‌خاطر منتظر ماندن پاسخ اول برای آماده شدن پاسخ دوم افزایش یابد. این تحقیق به دنبال پاسخ به این سؤال است که تا چه حدی می‌توان نتایج الگوی دوره بی‌پاسخی را ناشی از جمع‌بندی پاسخ‌ها دانست.

مواد و روش‌ها

روش تحقیق حاضر نیمه تجربی با سه گروه آزمایش، از نوع بنیادی-کاربردی بود. تعداد ۳۶ دانشجوی دختر با سن ۱۸-۲۴

واکنش برای تکلیف دوم در الگوی تحریک دوگانه باهم متفاوت بودند. ترتیب ارائه دو محرک در شکل شماره ۱ نشان داده شده است. در الگوی تحریک دوگانه تکلیف اول شنوایی-دستی و تکلیف دوم بینایی-دستی بود. تکلیف دوم در گروه ۱ تکلیف زمان واکنش ساده، در گروه ۲ تکلیف زمان واکنش افتراقی و در گروه ۳ زمان واکنش انتخابی بود. تکلیف اول یا تکلیف شنیداری شامل ارائه یک تون ثابت (بیپ) می‌شد و آزمودنی بعد از شنیدن آن باید انگشت اشاره دست چپ خود را از روی کلید A برمی‌داشت. محرک در تکلیف زمان واکنش ساده، دایره‌ای بود که در صفحه مانیتور روبه‌روی فرد ظاهر می‌شد و زمان واکنش با برداشتن دست از روی حرف A صفحه کلید بعد از ارائه محرک ثبت می‌گردید. در تکلیف زمان واکنش افتراقی محرک دیداری به این صورت ظاهر می‌شد که چهار دایره در مانیتور روبه‌روی فرد قرار داشت و به‌صورت تصادفی روشن می‌شدند. آزمودنی باید هنگامی که دایره سبز روشن می‌شد، دست خود را از روی حرف تعیین شده صفحه کلید مورد نظر برمی‌داشت. در تکلیف زمان واکنش انتخابی ۴ دایره در صفحه مانیتور روبه‌روی فرد قرار داشت، هرگاه اولین دایره از سمت راست روشن می‌شد، فرد انگشت اشاره دست راست را از روی حرف L برمی‌داشت. با روشن شدن دومین دایره از سمت راست فرد موظف بود انگشت میانه دست راست خود را از روی حرف U بردارد، با روشن شدن سومین دایره از سمت راست فرد انگشت اشاره دست چپ خود را از روی حرف E بر می‌داشت و با روشن شدن چهارمین دایره از سمت راست فرد انگشت میانه دست چپ خود را از روی حرف A برمی‌داشت و بدین ترتیب زمان واکنش محرک اول و دوم ثبت می‌شد. هریک از ۴ دایره با ترتیب تصادفی روشن می‌شدند؛ بنابراین ۴ حالت انتخابی برای ۴ محرک فراهم می‌شد. برای هریک از گروه‌های ۱، ۲ و ۳ پنج نوع کوشش متفاوت برحسب فاصله ارائه بین دو محرک (۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، و ۱۰۰۰ میلی‌ثانیه) وجود داشت. هیچ‌یک از آزمودنی‌ها از مقدار فاصله ارائه بین دو محرک آگاه نبودند. پس از اینکه هر شرکت‌کننده به یک کوشش پاسخ می‌داد، تأخیری ۲ ثانیه‌ای قبل از شروع کوشش بعدی وجود داشت. در مدت زمان تأخیر بازخورد تکلیف اول در بالای صفحه مانیتور و بازخورد تکلیف دوم در پایین صفحه مانیتور در صورت درست بودن با علامت (+) و اشتباه بودن با علامت (-) نشان داده می‌شد. بخش تمرینی برای هر گروه شامل ۵ بلوک ۳ کوششی با ۵ مقدار فاصله ارائه بین دو محرک می‌شد. بلوک‌های تمرینی در هر ۳ گروه آزمایشی با تعداد کوشش‌های مساوی انجام شد. به‌منظور کنترل اثر ترتیب، افراد هر گروه به ۴ زیر گروه ۳ نفره تقسیم شدند و

بلوک‌ها با فاصله‌های زمانی مختلف به‌طور تصادفی برای هر زیر-گروه ارائه شد. بخش آزمون شامل ۵ بلوک ۱۵ کوششی بود. بلوک‌های آزمون برحسب نوع تکلیف زمان واکنش و مقدار فاصله بین دو محرک باهم متفاوت بودند و ترتیب ارائه بلوک‌ها به‌صورت تصادفی براساس مقدار فاصله بین دو محرک همانند بخش تمرینی بود. در این تحقیق برای توصیف داده‌ها از شاخص‌های آماری میانگین و انحراف معیار استفاده شد. از آمار استنباطی برای مقایسه بین گروه‌ها و زیرگروه‌ها استفاده گردید. روش‌های آمار استنباطی مورد استفاده، آزمون برابری واریانس‌ها، آزمون نرمال بودن داده‌ها، آزمون تحلیل واریانس عاملی مرکب 3×5 (فاصله زمانی $\times$ گروه) و تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری بودند. آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح آلفای ۰/۰۵ برای تعیین محل تفاوت استفاده شد.

نتایج

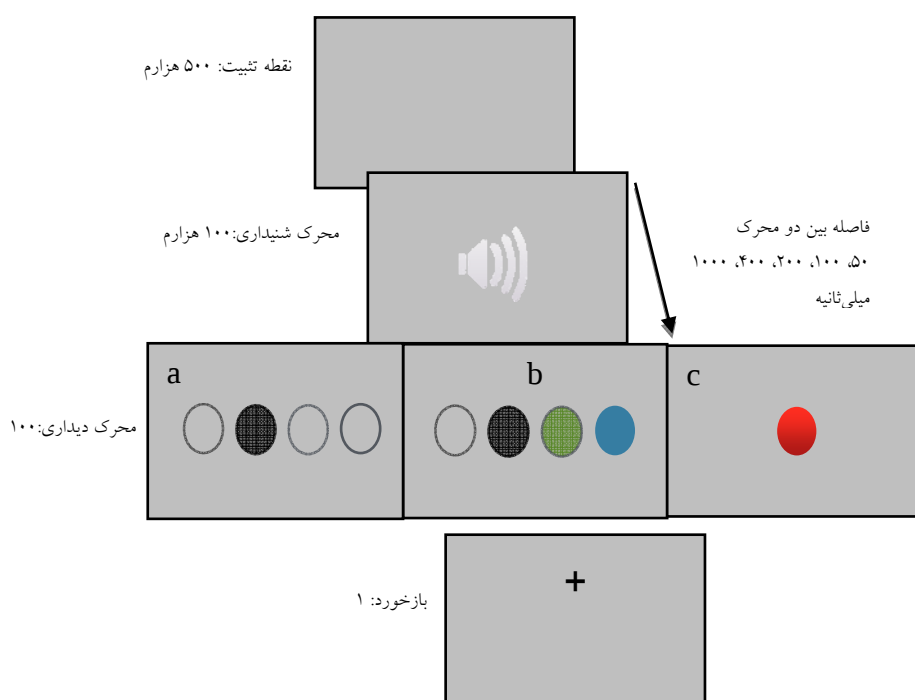
به‌منظور کنترل اثر جمع‌بندی دو محرک کلیه کوشش‌هایی که در آن زمان واکنش محرک اول و دوم کمتر از ۲۰۰ میلی‌ثانیه (کمتر از ۰/۰۱ درصد از کوشش‌ها) و یا بیشتر از ۲ ثانیه (کمتر از ۳/۱ درصد از کوشش‌ها) بود از تحلیل حذف شدند. میانگین زمان واکنش محرک اول و دوم به‌طور مجزا برای هر فرد و شرایط تنها در کوششی که هردو پاسخ صحیح بودند، محاسبه شد. بعد از بررسی برابری واریانس‌ها و طبیعی بودن داده‌های هر متغیر، با استفاده از تحلیل واریانس ۳ (گروه) $\times$ ۵ (فاصله زمانی) نمرات زمان واکنش محرک اول و دوم در فاصله‌های زمانی مختلف ارائه بین دو محرک تحلیل شد. از آزمون تعقیبی بونفرونی برای یافتن محل احتمالی تفاوت استفاده شد. زمان واکنش محرک اول و دوم به‌عنوان تابعی از فاصله ارائه بین دو محرک در هر یک از گروه‌های آزمایشی در شکل‌های شماره ۲، ۳ و ۴ و خلاصه نتایج توصیفی آن در جدول شماره ۱ نمایش داده شده است. شکل‌های شماره ۳، ۴ و ۵ نشان می‌دهند که با افزایش فاصله بین دو محرک در گروه ساده و افتراقی، زمان واکنش محرک اول افزایش یافته، اما زمان واکنش محرک دوم کاهش می‌یابد. شیب کمتر شکل گروه افتراقی بیان‌گر تغییرات کمتر زمان واکنش در این گروه برحسب فاصله زمانی بین دو محرک است. در گروه انتخابی با افزایش فاصله بین دو محرک، زمان واکنش محرک اول به‌طور چشم‌گیری افزایش یافته و زمان واکنش محرک دوم کاهش می‌یابد. برای بررسی معنی‌دار بودن تفاوت‌ها از آزمون تحلیل واریانس عامل استفاده شد. نتایج آزمون تحلیل واریانس عاملی مرکب نشان داد (جدول شماره ۲) اثر اصلی گروه در زمان واکنش محرک اول $(F_{2,33}=15/40, P=0/001)$ معنی‌دار است. از آزمون کرویت

بدین معنی که میانگین زمان واکنش محرک اول با فاصله ارائه بین دو محرک ۵۰ میلی‌ثانیه (۳۴۰ میلی‌ثانیه) کمتر از میانگین زمان واکنش محرک اول با فاصله ارائه ۱۰۰ میلی‌ثانیه (۴۰۴ میلی‌ثانیه)، میانگین زمان واکنش محرک اول با فاصله ارائه ۲۰۰ میلی‌ثانیه (۴۵۲ میلی‌ثانیه) میانگین زمان واکنش محرک اول با فاصله ارائه ۴۰۰ میلی‌ثانیه (۴۹۲ میلی‌ثانیه) و میانگین زمان واکنش محرک اول با فاصله ارائه ۱۰۰۰ میلی‌ثانیه (۵۵۲ میلی‌ثانیه) بود. نتایج این آزمون در گروه افتراقی، تفاوت معنی‌دار در زمان واکنش محرک اول را در فاصله‌های زمانی مختلف در گروه افتراقی نشان نداد ($F_{4,44}=1/33, P=0/02$)؛ به عبارت دیگر، تأثیر فواصل زمانی مختلف ارائه محرک افتراقی دوم بر زمان واکنش محرک اول تفاوت معنی‌دار نداشت. نتایج این آزمون در گروه انتخابی، تفاوت معنی‌دار در زمان واکنش محرک اول را در فاصله‌های زمانی مختلف نشان داد ($F_{4,44}=4/87, P=0/002$)؛ به عبارت دیگر تأثیر فواصل زمانی مختلف ارائه محرک انتخابی دوم بر زمان واکنش محرک اول تفاوت معنی‌دار داشت. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در گروه انتخابی نشان داد بین میانگین زمان واکنش محرک اول با فاصله ارائه بین دو محرک ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌ثانیه در گروه انتخابی تفاوت وجود دارد؛ بدین معنی که میانگین زمان واکنش محرک اول با فاصله ارائه بین دو محرک ۱۰۰۰ میلی‌ثانیه (۸۰۹ میلی‌ثانیه) به‌طور معنی‌داری بیشتر از میانگین زمان واکنش محرک اول با فاصله ارائه ۵۰ میلی‌ثانیه (۶۰۱ میلی‌ثانیه)، میانگین زمان واکنش محرک اول با فاصله ارائه ۱۰۰ میلی‌ثانیه (۶۲۹ میلی‌ثانیه)، میانگین زمان واکنش محرک اول با فاصله ارائه ۲۰۰ میلی‌ثانیه (۶۸۷ میلی‌ثانیه) و میانگین زمان واکنش محرک اول با فاصله ارائه ۴۰۰ میلی‌ثانیه (۷۱۶ میلی‌ثانیه) بود. در ادامه به بررسی فرضیه‌های مربوط به زمان واکنش محرک دوم (جدول شماره ۳) پرداخته می‌شود: نتایج آزمون تحلیل واریانس عاملی مرکب 3×5 (فاصله زمانی $\times$ گروه) نشان داد که اثر اصلی گروه در زمان واکنش محرک دوم معنی‌دار است ($F_{2,33}=12/04, P=0/001$). همچنین، نتایج نشان داد که آزمون کرویت موخلی معنی‌دار است ($P=0/03$)؛ بنابراین از اپسیلین گرین‌هاوس گیزر استفاده شد. نتایج نشان داد که اثر اصلی فاصله زمانی مختلف ارائه بین دو محرک معنی‌دار نیست ($F_{3,100}=2/57, P=0/05$). همین‌طور، نتایج نشان داد که اثر تعامل فواصل زمانی مختلف ارائه بین دو محرک در زمان واکنش محرک دوم معنی‌دار نمی‌باشد ($P=0/14$ ، $F_{3,100}=1/63$)؛ به عبارت دیگر، تأثیر فواصل زمانی مختلف ارائه انواع محرک دوم (ساده، افتراقی و انتخابی) بر زمان واکنش محرک

موخلی (Mauchly's test of sphericity) برای بررسی واریانس یا تفاوت بین همه ترکیب‌ها به‌عنوان پیش‌فرضی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری استفاده شد. بر طبق این پیش‌فرض باید واریانس تفاوت بین همه ترکیب‌ها یکسان باشد؛ در غیر این صورت احتمال خطای نوع اول افزایش می‌یابد. باین‌حال روش هائی برای جبران این خطا وجود دارد. اپسیلین گرین‌هاوس گیزر (Epsilo-Greenhouse Geisser) یکی از این روش‌هاست که هنگام کوچک‌تر شدن مقدار اپسیلین از ۰/۷۵ کاربرد دارد. نتیجه آزمون کرویت موخلی معنی‌دار بود ($P=0/004$). بنابراین از اپسیلین گرین‌هاوس گیزر استفاده شد. نتایج نشان داد که اثر اصلی فاصله زمانی مختلف ارائه بین دو محرک ($P=0/001$ ، $F_{2,33}=16/79$) معنی‌دار است. همین‌طور، نتایج نشان داد که اثر تعامل فواصل زمانی مختلف ارائه بین دو محرک در زمان واکنش محرک اول معنی‌دار می‌باشد ($P=0/03$ ، $F_{2,33}=2/42$)؛ بنابراین تأثیر فواصل زمانی مختلف ارائه انواع محرک دوم (ساده، افتراقی و انتخابی) بر زمان واکنش ساده محرک اول تفاوت معنی‌داری دارد. برای تعیین محل معنی‌داری در زمان واکنش محرک اول در گروه‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میانگین زمان واکنش محرک اول بین گروه‌های ساده با انتخابی ($P=0/001$) و افتراقی با انتخابی وجود دارد ($P=0/001$). بعد از معنی‌دار شدن اثر تعامل زمان واکنش محرک اول با گروه، برای تعیین مکان تفاوت بین میانگین اثر تعامل فواصل زمانی مختلف ارائه بین دو محرک در زمان واکنش محرک اول از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری در هر یک از سه گروه ساده، افتراقی و انتخابی استفاده شد. به دلیل اینکه فقط داده‌های یک گروه در آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری مورد استفاده قرار گرفت، سطح آلفا به روش بونفرونی تعدیل شد و برابر با $P=0/017$ در نظر گرفته شد. برای یافتن محل دقیق احتمالی تفاوت از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. نتایج این آزمون در گروه ساده تفاوت معنی‌دار در زمان واکنش محرک اول را در فاصله‌های زمانی مختلف ارائه بین دو محرک نشان داد ($F_{4,44}=38/55, P=0/001$)؛ به عبارت دیگر، تأثیر فواصل زمانی مختلف ارائه محرک ساده دوم بر زمان واکنش محرک اول تفاوت معنی‌دار داشت. برای تعیین محل معنی‌داری در زمان واکنش محرک اول در گروه ساده از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. نتایج آزمون تعقیبی نشان داد بین میانگین زمان واکنش محرک اول با فاصله ارائه بین دو محرک ۵۰ میلی‌ثانیه با زمان واکنش محرک اول با فاصله ارائه بین دو محرک ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌ثانیه تفاوت وجود دارد؛

داد که اثر اصلی فاصله زمانی مختلف ارائه بین دو محرک معنی‌دار می‌باشد ($F_{3,100}=9/57$, $P=0/02$). همین‌طور نتایج نشان داد که اثر تعامل فواصل زمانی مختلف ارائه بین دو محرک در زمان واکنش محرک دوم معنی‌دار نیست ($F_{3,100}=1/83$, $P=0/18$). برای تعیین محل معنی‌داری در فاصله بین دو پاسخ در گروه‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میانگین فاصله زمان بین دو پاسخ بین گروه‌های ساده با انتخابی ($P=0/001$) وجود دارد.

دوم تفاوت معنی‌داری دارد. برای تعیین محل معنی‌داری در زمان واکنش محرک دوم در گروه‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میانگین زمان واکنش محرک دوم بین گروه‌های ساده با انتخابی ($P=0/001$) وجود دارد. برای بررسی اثر جمع‌بندی بین پاسخ‌ها به تحلیل داده‌های مربوط به فاصله بین دو پاسخ پرداختیم. نتایج آزمون تحلیل واریانس عاملی مرکب نشان داد که اثر اصلی گروه معنی‌دار است ($F_{2,33}=14/23$, $P=0/001$). همچنین، نتایج نشان



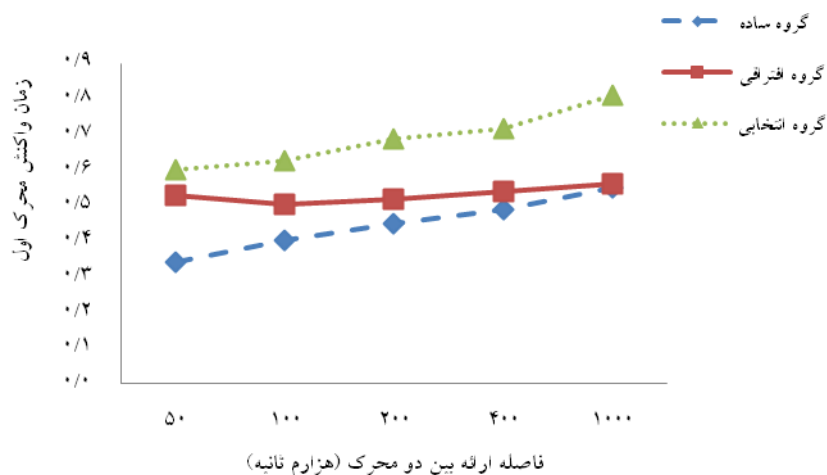
شکل شماره ۱- ترتیب ارائه محرک‌ها در یک کوشش، مدت زمان باقی ماندن هریک از محرک‌ها در صفحه در کنار آن‌ها آورده شده است. در هریک از گروه‌های انتخابی، افتراقی و ساده یکی از تصاویر a، b یا c ظاهر می‌شد.

جدول شماره ۱- میانگین و انحراف استاندارد زمان واکنش محرک اول و دوم در فاصله‌های زمانی مختلف ارائه بین دو محرک

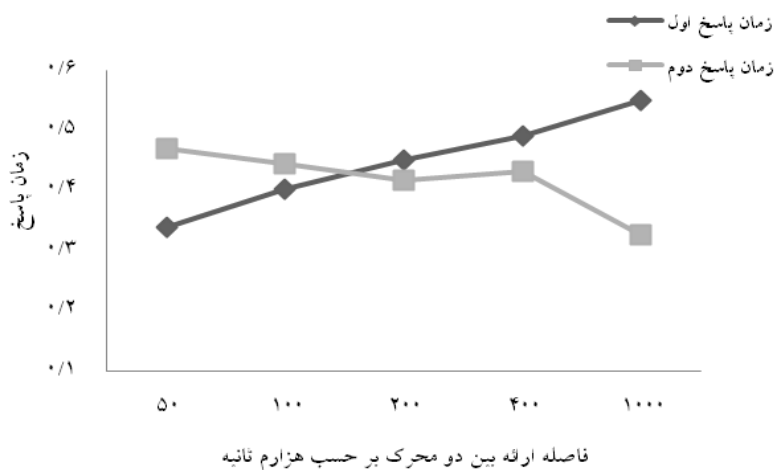
فاصله بین ارائه دو محرک (میلی ثانیه) گروه‌ها	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰	۱۰۰۰
$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
ساده زمان واکنش محرک اول	۰/۳۴۰±۰/۰۷۶	۰/۴۰۳±۰/۱۰۰	۰/۴۵۱±۰/۰۷۲	۰/۴۹۱±۰/۰۸۳	۰/۵۵۱±۰/۰۷۵
ساده زمان واکنش محرک دوم	۰/۴۶۹±۰/۱۴۲	۰/۴۴۵±۰/۲۱۰	۰/۴۱۷±۰/۱۱۷	۰/۴۳۲±۰/۱۴۸	۰/۳۲۶±۰/۰۴۳
افتراقی زمان واکنش محرک اول	۰/۵۳۰±۰/۱۰	۰/۵۰۳±۰/۰۸۸	۰/۵۱۸±۰/۰۸۸	۰/۵۳۹±۰/۰۸۲	۰/۵۶۲±۰/۰۸۱
افتراقی زمان واکنش محرک دوم	۰/۶۸۴±۰/۱۷۶	۰/۵۹۵±۰/۲۳۷	۰/۵۲۹±۰/۱۳۸	۰/۵۳۰±۰/۲۰۵	۰/۶۱۱±۰/۱۴۴
انتخابی زمان واکنش محرک اول	۰/۶۰۰±۰/۱۸۴	۰/۶۲۸±۰/۱۵۳	۰/۶۸۷±۰/۱۴۵	۰/۷۱۵±۰/۲۳۵	۰/۸۰۹±۰/۲۳۹
انتخابی زمان واکنش محرک دوم	۰/۷۵۶±۰/۲۷۴	۰/۸۰۱±۰/۲۸۸	۰/۸۲۱±۰/۳۱۵	۰/۷۲۳±۰/۲۵۹	۰/۶۷۳±۰/۳۰۱

• زمان واکنش‌ها بر حسب ثانیه گزارش شده است.

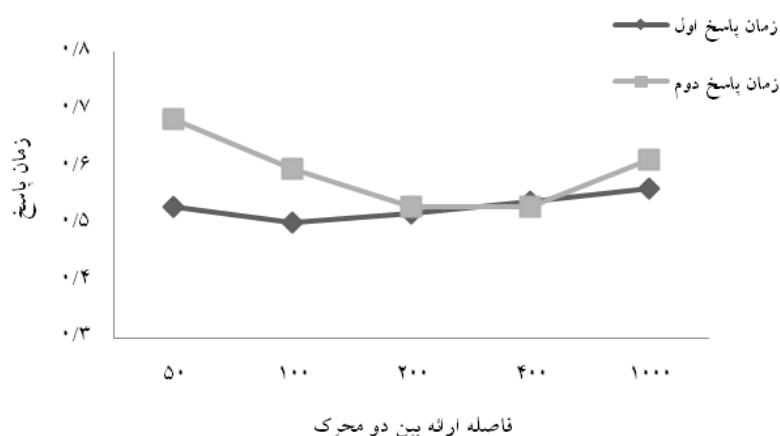
تأثیر متقابل عقب‌گرد یا جمع‌بندی پاسخ‌ها، ...



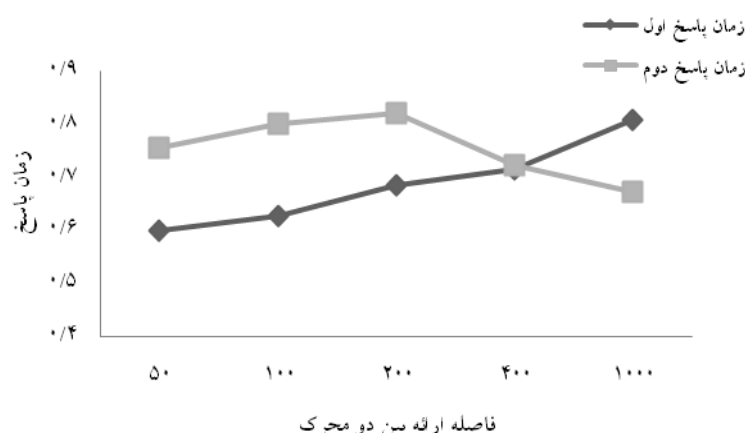
شکل شماره ۲- میانگین زمان واکنش محرک اول بر حسب فاصله ارائه بین محرک‌ها در هر سه گروه مطالعه



شکل شماره ۳- میانگین زمان واکنش محرک اول و دوم بر حسب فاصله ارائه بین دو محرک در گروه ساده



شکل شماره ۴- میانگین زمان واکنش محرک اول و دوم بر حسب فاصله ارائه بین دو محرک در گروه افتراقی



شکل شماره ۵- میانگین زمان واکنش محرک اول و دوم برحسب فاصله ارائه بین دو محرک در گروه انتخابی

جدول شماره ۲- نتایج آزمون تحلیل واریانس عاملی مرکب مراحل اندازه‌گیری (۵)×گروه (۳) در متغیر وابسته زمان واکنش محرک اول

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	ارزش P
گروه	۱/۷۸	۲	۰/۸۹	۱۵/۴۰	۰/۰۱۰
زمان واکنش محرک اول	۰/۵۱	۳	۰/۱۸	۱۶/۷۹	۰/۰۰۱
اثر تعامل زمان واکنش محرک اول با گروه	۰/۱۴	۶	۰/۰۲۶	۲/۴۲	۰/۰۳۵

جدول شماره ۳- نتایج آزمون تحلیل واریانس عاملی مرکب مراحل اندازه‌گیری (۵)×گروه (۳) در متغیر وابسته زمان واکنش محرک دوم

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	ارزش P
گروه	۳/۴۰	۲	۱/۷۰	۱۲/۰۴	۰/۰۰۱
زمان واکنش محرک دوم	۰/۲۲	۳	۰/۰۷۵	۲/۵۷	۰/۰۰۵
اثر تعامل زمان واکنش محرک دوم با گروه	۰/۲۲	۶	۰/۰۴۷	۱/۶۳	۰/۱۴

بحث

یافته‌های پژوهش نشان داد که نوع محرک در تکلیف دوم و همین‌طور فاصله ارائه بین دو محرک نه تنها بر میزان تأخیر زمان واکنش محرک دوم تأثیرگذارند، بلکه بر زمان واکنش محرک اول نیز تأثیرات قابل‌توجهی دارند. نتایج نشان داد که در هر سه گروه با افزایش فاصله بین دو محرک، زمان واکنش محرک اول افزایش، فاصله بین دو پاسخ افزایش و زمان واکنش محرک دوم کاهش می‌یابد. شیب این تغییرات در گروه انتخابی در فاصله‌های زمانی بین دو محرک بیشتر از گروه‌های دیگر بود. این یافته‌ها با نتایج تحقیق مشابه [۱۲، ۱۱، ۷، ۶، ۴] سازگار است. آن‌ها در تحقیق خود نشان داده‌اند که ماهیت پاسخ و میزان پیچیدگی تکلیف دوم بر مدت زمان پاسخ تکلیف اول تأثیرگذار است. نتایج تحقیق حاضر نیز گویای این مطلب است که برخی از پردازش‌های لازم برای پاسخ به تکلیف دوم در الگوی تحریک دوگانه قبل از اتمام پاسخ به تکلیف اول فعال می‌شوند. Hommel (۱۹۹۸) نشان داد سازگاری تکلیف اول با تکلیف دوم بر اجرای تکلیف اول تأثیرگذار است [۶]. Jolicoeur و Tombue (۲۰۰۳) نیز نشان داده‌اند که هرچه

دشواری تکلیف دوم افزایش یابد، زمان واکنش محرک اول نیز افزایش می‌یابد [۱۱]. نتایج این آزمایش با نتایج آزمایش Ruthruff و ItineHaze [۱۲]، و Lien و Proctor [۱۳] سازگار است. آن‌ها در یافته‌های خود بیان کرده‌اند که فرایندهایی پردازشی تکلیف دوم در الگوی تحریک دوگانه بعد از پردازش‌های مرکزی تکلیف اول رخ می‌دهد؛ در صورتی‌که نتایج این پژوهش نشان داد که پردازش‌های تکلیف دوم قبل از اتمام پردازش‌های مرکزی تکلیف اول آغاز می‌شود. نتایج این پژوهش نیز نشان داد، هم‌زمان با کاهش فاصله ارائه بین دو محرک در الگوی تکلیف دوگانه مورد استفاده در این آزمایش زمان واکنش محرک دوم افزایش می‌یابد؛ هرچند این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. همان‌طور که Pashler و Sutherland (۱۹۹۸) بیان کرده‌اند، برای تشخیص محدودیت‌های پردازش مرکزی روش‌های تجربی‌ای مورد نیاز است که با محدودیت‌های ادراکی هم‌پوشانی نداشته باشند. یک تدبیر ساده استفاده از تکالیفی است که نیازمندی‌های ادراکی آن‌ها نسبتاً کم باشد [۱]. تدبیر طبیعی دیگر، استفاده از جفت‌شدن‌های شرطی ورودی متفاوت -معمولاً بینایی و شنوایی- در هر تکلیف

راه‌اندازی می‌کردند. این شباهت بین دو تکلیف شاید منجر به این شده است که افراد از تنها یک استراتژی ثابت برای پاسخ‌دهی استفاده کرده باشند. این شباهت در سطح دشواری شناسایی محرک و تولید پاسخ می‌تواند دلیلی بر رخ دادن جمع‌بندی بین پاسخ‌ها در گروه ساده شده باشد. در گروه‌بندی تکلیف اول آماده می‌شود، ولی تا آماده شدن پاسخ دوم منتظر می‌ماند و سپس این دو پاسخ هر دو باهم اجرا می‌شوند؛ اما از آنجایی که در گروه انتخابی استراتژی مورد نیاز برای پاسخ دادن تکلیف دوم همانند تکلیف اول نبود، این احتمال منتظر بودن پاسخ اولی برای آماده شدن پاسخ دومی کمتر شده است. این نتایج هم‌راستا با نتایج آزمایش Ulrich و Miller (۲۰۰۸) [۹] است. آن‌ها نیز نشان دادند احتمال جمع‌بندی پاسخ‌ها در تکلیف ساده‌تر بیشتر است. همین‌طور نتایج نشان داد که در هر سه گروه با افزایش فاصله زمانی ارائه بین دو محرک، فاصله زمانی بین پاسخ‌ها بیشتر می‌شود. این افزایش بیان‌گر این موضوع است که احتمال جمع‌بندی پاسخ‌ها در فاصله ارائه بین دو محرک بزرگ‌تر کمتر بوده است. از طرف دیگر می‌توان جمع‌بندی کمتر پاسخ‌ها را در گروه انتخابی به این دلیل دانست که تداخل بین دو تکلیف در گروه انتخابی بیشتر ناشی از تداخل ظرفیت است و تداخل ظرفیت عامل اصلی تغییر زمان واکنش محرک اول در گروه انتخابی شده، نه استراتژی جمع‌بندی پاسخ‌ها. در کل، نتایج پژوهش حاضر تأثیر متقابل عقب‌گرد را در الگوی دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی به‌ویژه در ترکیب دو تکلیف با سطح ماهیت و سطح دشواری متفاوت نشان داد. این مدل به وابستگی زمان واکنش محرک اول به پاسخ مورد نیاز برای محرک دوم اشاره می‌کند [۴]. ظهور متوالی دو محرک فرصتی مناسب را برای تداخل تکلیف دوگانه فراهم می‌کند. الگوی دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی نشان می‌دهد که انجام هم‌زمان چند تکلیف بدون پرداخت هیچ هزینه‌ای امکان‌پذیر نیست. این هزینه به‌صورت زمان واکنش طولانی‌تر یا دقت کمتر نشان داده می‌شود. به‌علاوه، این هزینه می‌تواند موقعی رخ دهد که خصوصیات محرک اول بر عملکرد تکلیف دوم تأثیر بگذارد و یا برعکس. ویژگی‌های محرک دوم فقط زمانی می‌تواند بر ویژگی‌های تکلیف اول اثر بگذارد که پردازش‌های محرک دوم قبل از اینکه برنامه‌ریزی پاسخ برای محرک اول تمام شود، فعال شده باشند. از آنجایی که این تأثیر در جهت مخالف کار می‌کند (از محرک دوم به محرک اول) و این تأثیر به‌صورت سازگاری برای ساختار یا فرایند (مثلاً رنگ) توصیف می‌شود، تأثیر سازگاری عقب‌گرد نامیده می‌شود [۷]. در نهایت باتوجه به اینکه نتایج تحقیق حاضر نشان داد با افزایش فاصله ارائه بین دو محرک، زمان واکنش تکلیف اول افزایش

است. استفاده از این روش احتمال هم‌پوشانی مکانیسم‌های ادراکی مجرد را کاهش می‌دهد. توجه به هر دو نکته، یعنی استفاده از تکالیف با نیازمندی‌های ادراکی کم و همین‌طور استفاده از جفت-شدن‌های شرطی ورودی متفاوت در هر تکلیف در این پژوهش، موجب شد که احتمالاً تفاوت بین گروه‌ها ناشی از تفاوت موجود در پردازش‌های مرکزی آن‌ها دانسته شود. یافته‌های پژوهش حاضر که گویای اثرگذاری نوع محرک دوم و همین‌طور فاصله ارائه بین دو محرک بر زمان واکنش محرک اول بود، مخالف دیدگاه تک-کانالی به‌عنوان نمونه‌ای از دیدگاه‌های مبتنی بر محدودیت زمانی توجه است. در این مدل فرایندهای مرکزی در ابتدا به تکلیف اول اختصاص می‌یابد. پس تکلیف اول بایستی بدون تداخل تکلیف دوگانه صرف‌نظر از فاصله ارائه بین دو محرک انجام شود و زمان واکنش محرک اول با توجه به فاصله‌های زمانی مختلف باید یکسان باشد. این نتایج از ایده تقسیم ظرفیت کانمن حمایت می‌کنند. کانمن توجه کرد که در بسیاری از مطالعات دوره بی‌پاسخی، پاسخ نه‌تنها برای محرک دوم طولانی‌تر است [۳]، بلکه برای محرک اول نیز طولانی‌تر شده است. نظریه ظرفیت، چون به‌طور متقارن هم تکلیف اول و هم تکلیف دوم را تحت تأثیر قرار می‌دهد، به‌طور طبیعی قابلیت توضیح افزایش زمان واکنش محرک اول را دارد. زمانی که ظرفیت محدود بین دو تکلیف تقسیم می‌شود، پردازش‌های هر دو تکلیف آهسته‌تر از حد طبیعی انجام می‌شوند و بنابراین منجر به تأخیر پاسخ هر دو تکلیف می‌شوند. نظریه تنگ‌راه، به‌تنهایی هیچ توضیحی را برای افزایش زمان واکنش محرک اول ارائه نمی‌کند، اما می‌تواند به‌گونه‌ای منطقی اهمیت این مسئله را کاهش دهد. اول اینکه، آزمودنی‌ها هیچ دستورالعملی برای پاسخ دادن سریع به تکلیف اول را تا حد ممکن دریافت نمی‌کنند؛ بنابراین ممکن است آن‌ها قبل از اتمام تکلیف اول به تکلیف دوم بپردازند. دلیل دیگر اینکه، ممکن است آزمودنی‌ها پاسخ دو تکلیف را باهم ترکیب کنند؛ بنابراین پاسخ به تکلیف اول را تا آماده شدن پاسخ تکلیف دوم به تأخیر بیندازند، ولی با توجه به اینکه دستورالعمل اجرای با حداکثر سرعت و دقت به هریک از آزمودنی‌ها در حین اجرای هر دو تکلیف در این پژوهش داده شده بود، این دلایل نمی‌تواند توجیه‌کننده نتایج به‌دست‌آمده باشد. همین‌طور، بخشی از یافته‌های تحقیق نشان داد که اثر گروه بر فاصله زمانی بین پاسخ‌ها معنی‌دار است. میانگین فاصله بین پاسخ‌ها در گروه ساده بسیار کمتر از گروه انتخابی و همین‌طور در گروه افتراقی کمتر از گروه انتخابی بود. در گروه ساده نوع تکلیف اول و دوم یکسان بود، یعنی افراد باید بعد از شناسایی یک محرک ثابت پاسخ ثابت را برای آن محرک

نتیجه گیری

تغییرات پاسخ تکلیف اول در گروه ساده با اثر جمع بندی بین دو پاسخ سازگار بود، اما در گروه انتخابی بیشتر ناشی از محدودیت ظرفیت و هم راستا با الگوی تأثیر متقابل عقب گرد بود. از این رو همیشه نمی توان تداخل در موقعیت های تکلیف دوگانه را ناشی از تداخل ظرفیت توجیهی دانست.

تشکر و قدردانی

از کلیه افرادی که ما را در اجرای این پژوهش یاری کردند، به ویژه افراد شرکت کننده که بدون هیچ چشم داشت و با صبر جمع آوری داده های این پژوهش را محقق کردند، سپاسگزاریم.

می یابد، پیشنهاد می شود که فاصله های زمانی ارائه بین دو محرک به صورت دقیق تر برای تعیین اثرات جمع بندی و پیش بینی در پاسخ به محرک اول مورد بررسی قرار گیرد. علاوه بر این، پیشنهاد می شود در ورزش هایی که فریب دادن بخشی از مهارت آن ها به حساب می آید، از تکالیف اول و دوم متنوع در الگوی تحریک دوگانه استفاده شود. همچنین، باتوجه به محدودیت موجود در تحقیق حاضر یعنی اینکه مراحل شناسایی محرک و انتخاب پاسخ سه گروه متفاوت بودند، پیشنهاد می شود تا تکالیف مشابه و نامشابه متفاوتی از نظر شرطی شدن وردی-خروجی و همین طور میزان پردازش های درگیر در برنامه ریزی حرکتی استفاده شود تا با استفاده از آن ها بتوان مدل تأثیر متقابل را مورد آزمون قرار داد.

References:

- [1] Pashler HE, Sutherland S. The psychology of attention: MIT Press Cambridge, MA; 1998.
- [2] Zylberberg A, Ouellette B, Sigman M, Roelfsema PR. Decision Making during the Psychological Refractory Period. *Curr Biol* 2012; 22(19): 1795-9.
- [3] Pashler H. Dual-task interference in simple tasks: data and theory. *Psychol Bull* 1994; 116(2): 220.
- [4] Miller J, Alderton M. Backward crosstalk effects in psychological refractory period paradigms: Effects of second-task response types on first-task response latencies. *Psychol Res* 2006; 70(6): 484-93.
- [5] Miller J, Alderton M. Backward response-level crosstalk in the psychological refractory period paradigm. *J Exp Psychol Human Percept Perform* 2006; 32(1): 149-65.
- [6] Hommel B. Automatic stimulus-response translation in dual-task performance. *J Exp Psychol Hum Percept Perform* 1998; 24(5): 1368-84.
- [7] Hommel B, Eglau B. Control of stimulus-response translation in dual-task performance. *Psychol Res* 2002; 66(4): 260-73.
- [8] Logan GD, Delheimer JA. Parallel memory retrieval in dual-task situations: II. Episodic memory. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn* 2001; 27(3): 668-85.
- [9] Ulrich R, Miller J. Response grouping in the psychological refractory period (PRP) paradigm: Models and contamination effects. *Cogn Psychol* 2008; 57(2): 75-121.
- [10] Rinkenauer G, Ulrich R, Wing AM. Brief bimanual force pulses: correlations between the hands in force and time. *J Exp Psychol Human Percept Perform* 2001; 27(6): 1485(6).
- [11] Tombu M, Jolicoeur P. A central capacity sharing model of dual-task performance. *J Exp Psychol Human Percept Perform* 2003; 29(1): 3.
- [12] Lien MC, Proctor RW. Stimulus-response compatibility and psychological refractory period effects: Implications for response selection. *Psychon Bull Rev* 2002; 9(2): 212-38.
- [13] Hazeltine E, Ruthruff E, Remington RW. The role of input and output modality pairings in dual-task performance: Evidence for content-dependent central interference. *Cognitive Psychol* 2006; 52(4): 291-345.