Optimal Temporal Gap between two Different Visual Stimuli in Perceptual Decision- Making

Maryam Rafiei[1], Azra Jahanitabesh[2], Reza Ebrahimpour[3*]

[1]Institute for Cognitive Science Studies, Tehran, Iran
[2]Department of Psychology, University of California, Davis, USA
[3]Faculty of Computer Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

Article Info:

Received: **11 Oct 2020** ***Revised:*** **17 Apr 2021** ***Accepted*****: 29 May 2021**

Introduction: We encounter different information or stimuli. However, the combination of these stimuli and the quality of their presentation can influence our perception and decision. Despite the importance of these combined stimuli to our judgments and decisions, it is not yet clear how the characteristics of these stimuli affect the decision- making processes. For example, it is not clear whether the time interval between the information we receive can affect the accuracy and speed of decision- making. This study aimed to investigate the effect of the time interval between two different visual stimuli on perceptual decision-making. ***Materials and Methods:*** According to psychophysical experiments, it was possible to measure the response to perceptual stimuli and compare perceptual choices. In a Random Dot Motion (RDM), the task was displayed to the participants as the primary visual stimulus and a graphic cue as the second visual stimulus, at different intervals, and then the participant's decision accuracy and reaction time to each of these two stimuli were recorded and analyzed. ***Results:*** We found that in RDM (primary stimulus), the accuracy of participants' decisions are not affected by the time interval between the presentation of two stimuli. Instead, the accuracy of the response to the Cue (second visual stimulus) decreases in long time intervals between two stimuli. Interestingly, if two stimuli are presented simultaneously, the decision about each of these stimuli is reasonably accurate; yet, the speed of the decision- making process is slower than when a person encounters two stimuli separated by a time interval. ***Conclusion:*** The human visual system can distinguish visual stimuli that are presented with a short time interval in between; however, in exchange for correctly identifying these stimuli, the speed of decision- making may be slowed down.

Keywords:

1. Decision Making
2. Psychophysics
3. Visual Perception
4. Reaction Time
5. Time Factors

***Corresponding Author:** Reza Ebrahimpour

Email: rebrahimpour@sru.ac.ir

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/shefa.9.4.41]

فاصله زمانی بهینه بین دو محرک متفاوت دیداری در تصمیم گیری ادراکی

مریم رفیعی[۱]، عذرا جهانی‌تابش[۲]، رضا ابراهیم‌پور[۳*]

[۱]موسسه آموزش عالی علوم شناختی، تهران، ایران
[۲]گروه روانشناسی، دانشگاه کالیفرنیا، دیویس، آمریکا
[۳]دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:
دریافت: ۲۰ مهر ۱۳۹۹ اصلاحیه: ۲۸ فروردین ۱۴۰۰ پذیرش: ۸ خرداد ۱۴۰۰

چـــــکیده

مقدمه: در زندگی روزمره با اطلاعات و یا محرک‌های متفاوتی مواجه هستیم که ترکیب این محرک‌ها و کیفیت ارائهٔ آن‌ها می‌تواند ادراک و تصمیم‌گیری ما را تحت تأثیر قرار دهد. با وجود اهمیت این محرک‌ها در تصمیمات و قضاوت‌های ما، هنوز واضح نیست که خصوصیات آن‌ها چه تأثیری بر فرایند تصمیم‌گیری دارد. برای مثال، مشخص نیست آیا فاصلهٔ زمانی بین اطلاعاتی که دریافت می‌کنیم می‌تواند دقت و سرعت تصمیم‌گیری را تغییر دهد. مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی تأثیر فاصلهٔ زمانی بین دو محرک دیداری متفاوت در تصمیم‌گیری ادراکی صورت گرفت. **مواد و روش‌ها:** استفاده از روش‌های روان‌فیزیک، امکان اندازه‌گیری پاسخ افراد به محرک‌های ادراکی و مقایسهٔ آن‌ها را برای ما به‌وجود آورد. آزمون حرکت نقاط تصادفی به‌عنوان محرک دیداری اولیه و یک علامت گرافیکی به‌عنوان محرک دیداری دوم، با فواصل زمانی متفاوت به شرکت‌کنندگان نمایش داده می‌شد و سپس دقت تصمیم‌گیری شرکت‌کنندگان و زمان پاسخ‌دهی آن‌ها به هر یک از دو محرک، ثبت و تحلیل شد. **یافته‌ها:** این مطالعه نشان داد دقت تصمیم در مورد جهت حرکت نقاط تصادفی (محرک اولیه)، تحت تأثیر فاصلهٔ زمانی بین ارائهٔ دو محرک قرار نمی‌گیرد؛ اما دقت پاسخ به علامت گرافیکی (محرک دیداری دوم)، در فواصل زمانی طولانی بین دو محرک کاسته می‌شود. نکتهٔ جالب توجه آن‌که اگر دو محرک به‌طور همزمان ارائه شوند، تصمیم در مورد هر یک از این محرک‌ها از دقت قابل قبولی برخوردار خواهد بود؛ اما سرعت فرایند تصمیم کندتر از زمانی خواهد شد که بین دو محرک، فاصلهٔ زمانی وجود داشته باشد. **نتیجه‌گیری:** هرچند سامانهٔ بینایی انسان قادر به تفکیک محرک‌های دیداری است که با فاصلهٔ کمی از یکدیگر نمایش داده می‌شوند؛ اما در ازای تشخیص درست این محرک‌ها، ممکن است سرعت اخذ تصمیم کاهش یابد.

واژه‌های کلیدی:
۱- تصمیم‌گیری
۲- روان فیزیک
۳- ادراک بصری
۴- زمان پاسخ
۵- عوامل زمانی

***نویسنده مسئول:** رضا ابراهیم‌پور
پست الکترونیک: rebrahimpour@sru.ac.ir

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/shefa.9.4.41]

مقدمه

فرایندهای ادراکی با محرک آغاز می‌شوند و با ارائهٔ پاسخ به سرانجام می‌رسند. از این‌رو، ادراک را می‌توان نوعی بازنمایی آگاهانه و منسجم محرک از طریق سیگنال‌های حسی تعریف کرد (۱). پاسخ به محرک حسی می‌تواند صرفاً به بازشناسی محرک بیانجامد. درحالی‌که در تصمیم‌گیری‌های ادراکی، شواهد و اطلاعات حسی، شناسایی و طبقه‌بندی شده و منجر به یک اقدام یا رفتار می‌شوند (۲، ۳). به‌عنوان مثال، مشاهدهٔ سنگی در میان جاده (محرک)، می‌تواند سبب تغییر جهت حرکت راننده (اقدام) شود. به‌همین خاطر در روان‌فیزیک[1] برای مطالعهٔ کمّی ادراک و انتخاب‌های ادراکی، فرایندهای ادراکی را با توجه به رفتار یا پاسخ حاصل از تغییر ویژگی‌های محرک تحلیل می‌کنند (۴). براساس برخی شواهد روان‌فیزیک این ادعا وجود دارد که هرچند جهان را به شکل پیوسته‌ای ادراک می‌کنیم، اما درواقع ادراک به‌شکل گسسته اتفاق می‌افتد. به عبارتی با آنکه تفکیک پذیری زمانی در سامانهٔ بینایی انسان با سرعت قابل توجهی انجام می‌شود، پردازش آگاهانه آن به کندی صورت می گیرد. (۵). این مساله می‌تواند در شرایط ارائهٔ دو یا چند محرک متوالی (یا همزمان) و درک تک تک این محرک‌ها دارای اهمیت باشد. در حوزهٔ ادراک بینایی، پژوهش‌هایی در این مورد صورت گرفته است که حداقل فاصلهٔ زمانی بین دو محرک دیداری چه اندازه باشد تا امکان شناسایی و ادراک آن‌ها وجود داشته باشد (۹-۶). برای مثال، گفته می‌شود تفکیک‌پذیری زمانی برای دید مرکزی[2] در سامانهٔ بینایی انسان حدود ۳۴ میلی‌ثانیه است؛ هرچند لازم است ملاحظات مربوط به رنگ، تضاد[3]، شدت، جهت، حرکت، بافت و تقارن نیز به‌عنوان جنبه‌های مختلف محرک دیداری در بررسی این تفکیک‌پذیری نیز در نظر گرفته شود (۹). به‌عنوان نمونه، با بهترین تخمین زمانی در محرک‌های رنگی حدود ۲۶۰-۱۵۰ میلی‌ثانیه و در محرک‌های متحرک (آزمون حرکت نقاط تصادفی) حدود ۴۵۰-۳۰۰ میلی‌ثانیه طول می‌کشد تا یک محرک دیداری در مغز ناظر تشخیص داده شده و برای آن پاسخی صادر شود (۱۰). این بدان معنا است که مشخصه‌های مختلف محرک با زمان‌بندی متفاوتی درک و پردازش می‌شوند؛ برای مثال، رنگ محرک عموماً سریعتر از جهت پردازش می‌شود (۱۱). صرف‌نظر از زمان‌بندی متفاوت مشخصه‌های مختلف محرک دیداری، تاکنون بیشتر مطالعات بر یافتن حداقل‌ها و جستجوی آستانهٔ شناسایی و تشخیص محرک در سامانهٔ بینایی متمرکز بوده‌اند و ادراک بهینهٔ چند محرک دیداری مورد غفلت قرار گرفته است. با آن‌که در رویکردهای روان‌فیزیک تاکید بر این است که با وجود نویز محرک‌های ادراکی، تصمیم‌گیری در مورد آن‌ها به‌صورت بهینه انجام می‌شود اما مشخص نیست که محرک‌های ادراکی متفاوت دیداری بایستی در چه فاصلهٔ زمانی از یکدیگر قرار داشته باشند تا تداخل یا ممانعتی در ادراک بهینهٔ آن‌ها ایجاد نشود (۱۲، ۳). درواقع همزمانی یا فاصلهٔ کوتاه بین دو محرک دیداری از دیدگاه ادراک گسسته، می‌تواند بهینگی درک حداقل یکی از این محرک‌ها را با اشکال مواجه کند؛ به‌خصوص اگر همانند شرایط حساس تصمیم‌گیری، قرار باشد این محرک‌ها در شرایط و محیطی ارائه شوند که درک دقیق هرکدام از آن‌ها الزامی باشد. پیش از این تأثیر فاصلهٔ بین دو محرک مشابه بر دقت تصمیم‌گیری ادراکی با استفاده از محرک حرکت نقاط تصادفی مورد بررسی قرار گرفته است (۱۴-۱۳). در این مطالعات، دو بستهٔ اطلاعاتی از محرک را با فاصلهٔ زمانی به افراد نمایش می‌دادند و از آن‌ها می‌خواستند جهت حرکت را گزارش کنند. نتایج نشان داد که دقت تصمیم به فاصلهٔ میان دو محرک بستگی ندارد و اطلاعات مربوط به محرک اول در فاصلهٔ زمانی بین دو محرک، نشت یا کاهش پیدا نمی‌کند. با وجود ارزشمندی این نتایج، محدودیت‌های روش‌شناسی این مطالعات، تعمیم پذیری یافته‌های آن‌ها را با چالش مواجه می‌کند. مثلاً، دو محرک دیداری از یک جنس هستند (حرکت نقاط) و هر یک از محرک‌ها دربرگیرندهٔ اطلاعات همسانی در مورد جهت حرکت است. به‌همین خاطر، همچنان سوال‌های بی‌پاسخی وجود دارد که بررسی آن‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد. برای مثال، اگر دو محرک دیداری متفاوت با فاصلهٔ زمانی از یکدیگر نمایش داده شوند، آیا دقت تصمیم‌گیری در مورد هر یک از این محرک‌ها نیز مستقل از فاصلهٔ زمانی بین آن‌ها خواهد بود؟ آیا شرط لازم برای ادراک بهینهٔ دو محرک دیداری، وجود فاصلهٔ زمانی بین آن‌ها است؟ بررسی این مساله که ادراک ما در مواجهه با چند محرک حسی با کاهش کارآیی مواجه می‌شود یا خیر، دریچه‌ای به شناخت دقیق‌تر ادراک انسان و توانایی‌های عصبی او می‌گشاید. مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی تأثیر فاصلهٔ زمانی بین ارائهٔ دو محرک دیداری متفاوت بر دقت تصمیم‌گیری ادراکی صورت گرفت. به این منظور، علائم گرافیکی مشخصی به‌عنوان محرک دوم به آزمون حرکت نقاط تصادفی (محرک اول) افزوده شد. آزمون حرکت نقاط تصادفی[4] یا به اختصار RDM یکی از آزمون‌های پرکاربرد در پژوهش‌های تصمیم‌گیری ادراکی است که در آن جهت حرکت مجموعه‌ای از نقاط متحرک از آزمودنی سوال

[1] Psychophysics
[2] Foveal vision
[3] Contrast
[4] Random Dot Motion

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.52547/shefa.9.4.41]

می‌شود (۱۵-۱۶). در این آزمون، مکانیسم‌های حساس به حرکت با ایجاد سیگنال حرکتی کنترل شده جداسازی می‌شود، و تغییر درجهٔ انسجام نقاط، متغیر مستقلی است که قدرت محرک[5] را تعیین می‌کند؛ درنتیجه محرک RDM درجات مختلفی از وضوح را در خود دارد (۱۷). برخلاف محرک RDM، علائم گرافیکی (محرک دوم) چهار حالت داشت که همگی به‌راحتی قابل شناسایی بودند. در طی آزمون، فاصلهٔ زمانی بین ارائهٔ این دو محرک به‌شکل تصادفی تغییر می‌کرد و امکان بررسی تأثیر فاصلهٔ زمانی بر دقت تصمیم‌گیری ایجاد می‌شد. از آن‌جایی که دو محرک، از ماهیتی متفاوت برخوردار بودند این احتمال وجود داشت که ترتیب ارائهٔ آن‌ها نیز بر دقت یا سرعت تصمیم موثر باشد. بنابراین سوال دیگری که مطرح می‌شود این است که آیا سطح دشواری یک محرک دیداری می‌تواند اشکالی در ادراک محرک‌های دیگر ایجاد کند؟ به‌عبارتی آیا وجود محرک‌های دشوار یا مبهم در محیط، بار شناختی اضافه‌ای بر ادراک محرک‌های قابل تشخیص به‌وجود می‌آورد؟ در این مطالعه، برای بررسی بهینگی ادراک افراد در مورد هر یک از این محرک‌ها، دقت تصمیم و زمان پاسخ به هر محرک اندازه‌گیری و مقایسه شد.

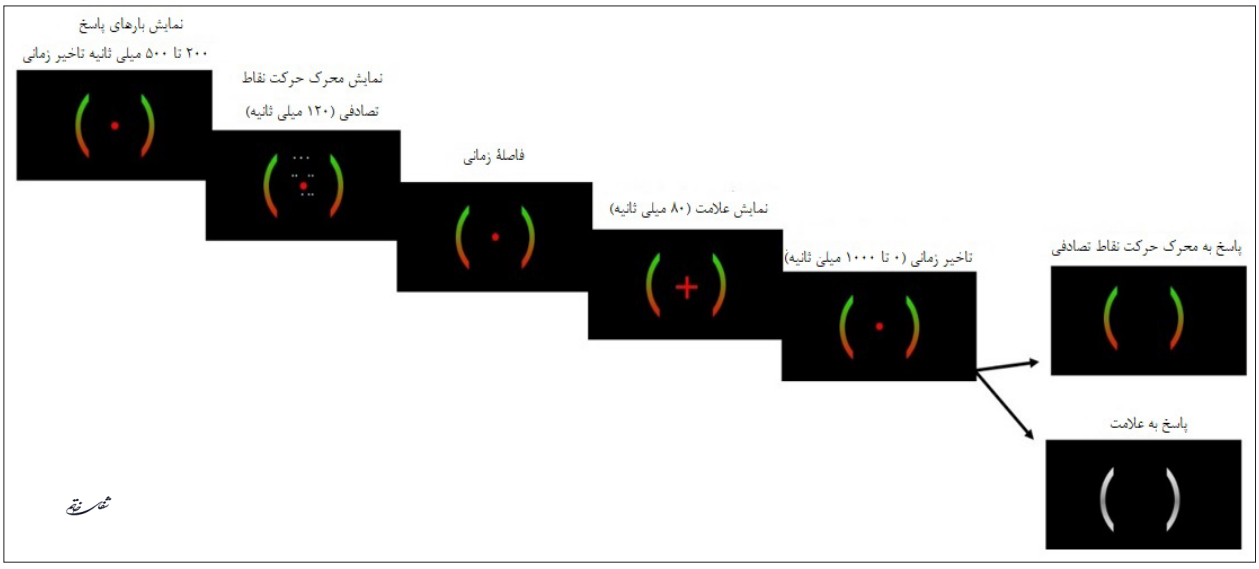
مواد و روش‌ها

مشارکت‌کنندگان: هشت شرکت‌کننده از گروه سنی ۴۲-۲۴ سال (میانگین ۳۲/۲۵ و انحراف استاندارد ۵/۹)، از جامعهٔ آماری در دسترس (آزمایشگاه علوم شناختی دانشگاه شهید رجایی) انتخاب شدند. همهٔ افراد راست دست بودند و دید نرمال یا تصحیح شده داشتند. شرکت‌کنندگان از هدف آزمایش اطلاع داشتند و به‌طور کتبی رضایت خود را برای شرکت در آزمایش اظهار کردند. شرط ورود به آزمایش اصلی، شرکت در مرحلهٔ آموزش و نیل به حد مناسب دقت در تصمیم‌گیری بوده است. جزییات مربوط به شرایط مرحلهٔ آموزش در بخش‌های بعد ذکر خواهد شد. ابزار: شرکت‌کنندگان، در یک اتاق نیمه تاریک در مقابل نمایش‌گر (ایسوس Gaming VG248QE، با اندازهٔ ۲۴ اینچ، رفرش ریت ۷۵ هرتز، رزولوشن ۶۰۰*۸۰۰، فاصلهٔ چشم از نمایش‌گر ۵۷ سانتیمتر) قرار گرفته و آزمون RDM را (با استفاده از جعبه ابزار روان‌فیزیک در نرم‌افزار Matlab b ۲۰۱۸) انجام می‌دادند. برای انجام آزمایش از صندلی با ارتفاع قابل تنظیم، تکیه‌گاه چانه[6] برای تنظیم فاصلهٔ چشم تا نمایش‌گر، موس جهت اعلام پاسخ و هدفون برای پخش صدای بازخورد استفاده شد. از لحاظ روش‌شناسی، تمامی مراحل پژوهش در چارچوب روش‌های روان‌فیزیکی بود. در آزمون RDM مجموعه‌ای از نقاط به‌طور تصادفی به راست یا چپ روی صفحهٔ نمایش‌گر حرکت می‌کنند و فرد بایستی جهت حرکت نقاط را به‌عنوان تصمیم خود اعلام کند. درجهٔ سختی آزمون با تغییر درصد نقاطی که به یک جهت حرکت دارند تغییر می‌کند. در این مطالعه از چهار سطح سختی ۵۱/۲، ۱۲/۸، ۳/۲، ۰ درصد استفاده شد. هر آزمایه با ظاهر شدن نقطهٔ قرمز ثابتی به قطر ۰/۳ درجهٔ بینایی در مرکز صفحه شروع می‌شد. با فشار یکی از کلیدهای صفحه کلید توسط شرکت‌کننده، دو منحنی رنگی هلالی شکل در سمت راست و چپ نقطهٔ ثابت قرمز (کمان‌های چپ و راست دایره‌ای با زاویهٔ بینایی ۱۰ درجه به مرکز نقطه ثابت) ظاهر می‌شد. در صورتی‌که فرد جهت حرکت نقاط را به چپ (یا راست) ادراک می‌کرد، می‌بایست با استفاده از موس روی منحنی سمت چپ (یا راست) کلیک کند؛ رنگ منحنی‌ها (بارهای پاسخ[7] یا هدف) از بالا به پایین، از طیف رنگی سبز به قرمز متغیر بود. بخش میانی بارهای پاسخ، با خط تیره‌ای مشخص شده بود. بلافاصله بعد از ثبت پاسخ، شرکت‌کننده از طریق هدفون، بازخوردی صوتی مبنی بر درستی یا نادرستی پاسخ دریافت می‌کرد و با فشار همان کلید، وارد آزمایهٔ بعدی می‌شد. همچنین محرک دیداری دیگری که در این‌جا به آن علامت[8] می‌گوییم به آزمون RDM اضافه شده بود. منظور از علامت، تصویری به‌شکل به‌اضافه یا ضربدر سبز یا قرمز رنگ است که چهار حالت را برای شرکت‌کننده بازنمایی می‌کرد؛ به این ترتیب که علامت به اضافه معادل جهت راست و علامت ضربدر، نشانگر جهت چپ بود. همچنین رنگ علامت، جهت بالا و پایین را مشخص می‌کرد. به‌عبارتی شرکت‌کنندگان با چهار حالت مختلف برای علامت مواجه می‌شدند: به اضافهٔ سبز یا قرمز، ضربدر سبز یا قرمز. برای پاسخ در مورد علامت، به‌جای بارهای رنگی، بارهای خاکستری رنگ نمایش داده می‌شد. درصورتی‌که شرکت‌کننده هم جهت راست و چپ (به اضافه یا ضربدر) و هم رنگ علامت را به‌درستی گزارش می‌داد، بازخورد صحیح دریافت می‌کرد. این علائم به‌اضافه و ضربدری محاط در دایره‌ای به شعاع ۲۰ پیکسل بودند که اندازه و مدت زمان نمایش مناسب برای درک صحیح آن‌ها در یک آزمایش مقدماتی مشخص شده بود. از این پس به‌منظور سهولت، از محرک RDM با عنوان محرک و از علائم گرافیکی به اضافه و ضربدر رنگی با عنوان علامت یاد می‌شود. طراحی کلی مطالعهٔ حاضر از پارادایم مطالعهٔ کیانی و همکاران و نحوهٔ نمایش بارهای پاسخ از مطالعه زیلبربرگ و همکاران گرفته شده بود و علائم گرافیکی صرفاً برای این پژوهش طراحی شده بودند (۱۸، ۱۳). رویهٔ انجام آزمایش: الف- آموزش:

[5] Coherence
[6] Chinrest
[7] Target
[8] Cue

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.52547/shefa.9.4.41]

ابتدا شرکت‌کنندگان برای انجام آزمون RDM و سپس شناخت علائم گرافیکی آموزش می‌دیدند. برای آموزش پاسخ به محرک RDM، نخست آموزش با مدت زمان نمایش یک ثانیه و پس از آن با مدت زمان ۱۲۰ میلی‌ثانیه انجام می‌شد. در بخش آموزش شناخت علائم، مدت زمان نمایش محرک RDM، ۱۲۰ میلی‌ثانیه و مدت زمان نمایش علامت ۸۰ میلی‌ثانیه بود. برای ورود به آزمایش اصلی، بایستی هر فرد در پاسخگویی به محرک RDM به عملکرد صحیح ۷۵ درصد، و در پاسخگویی به علامت به عملکرد ۸۰ درصد می‌رسید. ب- آزمون انتخاب اندازه و مدت زمان نمایش علامت: هدف از این آزمون، تعیین اندازه و مدت زمان مناسب نمایش علامت بود. هر آزمایه با ظاهر شدن نقطهٔ قرمز ثابتی آغاز می‌شد و هر زمان که شرکت‌کننده برای نمایش محرک آماده بود با فشار یکی از کلیدهای صفحه کلید وارد آزمایش با این مراحل می‌شد: نمایش بارهای رنگی، ۵۰۰-۲۰۰ میلی‌ثانیه تاخیر، نمایش علامت، ۱۲۰ میلی‌ثانیه فاصلهٔ زمانی، نمایش RDM، محو نقطهٔ قرمز، نمایش بارهای رنگی یا خاکستری، پاسخ شرکت‌کننده با موس و دریافت صدای بازخورد. بار خاکستری به این معنا بود که شرکت‌کننده باید به علامت جواب دهد، و بار رنگی یعنی فرد باید جهت RDM را گزارش کند. اندازهٔ علامت به‌شکل تصادفی به اندازه‌های ۲۰، ۱۵، ۱۰، ۵ و مدت زمان نمایش آن ۸۰، ۶۶/۶، ۵۳/۳، ۴۰، ۲۶/۶، ۱۳/۳ میلی‌ثانیه متغیر بود و در تعدادی از آزمایه‌ها، علامت نشان داده نمی‌شد. منظور از اندازهٔ ۲۰ برای علامت، به اضافه یا ضربدری محاط در دایره‌ای به شعاع ۲۰ پیکسل است. در هر آزمایه، قدرت محرک، جهت حرکت، مدت زمان نمایش علامت، و اندازهٔ علامت به‌طور تصادفی تغییر می‌کرد و در کل ۶۴۰۰ آزمایه در این مرحله ثبت شد. ج- آزمایش بررسی فاصلهٔ زمانی بین محرک RDM و علامت: سوال اصلی مطالعه این بود که فاصلهٔ زمانی بهینه بین نمایش محرک (RDM) و علامت چقدر باشد تا هر دو به خوبی ادراک شوند و یا یکی از محرک‌ها مانع ادراک مناسب محرک دیگر نشود. قدرت محرک و فاصلهٔ زمانی بین محرک و علامت، متغیرهای مستقل این آزمایش بودند. علامت ممکن بود قبل، بعد یا همزمان با محرک ارائه شود و تعدادی از آزمایه‌ها فاقد علامت بودند. هر آزمایه به این ترتیب نمایش داده می‌شد: ظاهر شدن نقطهٔ قرمز ثابت، فشار دادن یکی از کلیدهای صفحه کلید توسط شرکت‌کننده، نمایش بارهای رنگی، ۵۰۰-۲۰۰ میلی‌ثانیه تاخیر، نمایش علامت (یا محرک)، فاصلهٔ زمانی، نمایش محرک (یا علامت؛ اگر در ابتدا محرک نمایش داده شده بود، پس از آن علامت می‌آمد و برعکس)، تاخیر زمانی ۱۰۰۰-۰ میلی‌ثانیه، محو نقطهٔ قرمز، نمایش بارهای رنگی یا خاکستری، اعلام پاسخ فرد به‌وسیلهٔ موس و دریافت صدای بازخورد. فاصلهٔ زمانی بین محرک و علامت به‌طور تصادفی در آزمایه‌های مختلف متغیر بود و شامل فواصل زمانی ۴۳۲۰، ۲۱۶۰، ۱۰۸۰، ۷۲۰، ۳۶۰، ۱۲۰، ۰ میلی‌ثانیه می‌شد؛ فاصلهٔ زمانی صفر بدین معنا است که محرک و علامت همزمان نمایش داده می‌شدند. همچنین جهت حرکت و قدرت محرک از آزمایه‌ای به آزمایهٔ دیگر به‌شکل تصادفی تغییر می‌کرد. هر بلاک از آزمون ۱۵۰ آزمایه داشت و در کل، ۲۲۹۰۰ آزمایه در این مرحله ثبت شد. تصویر ۱ طراحی این آزمون را نشان می‌دهد. تحلیل آماری: محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار Matlab b ۲۰۱۸ انجام گرفت. برای مقایسهٔ میانگین گروه‌ها، از آزمون کروسکال‌والیس[9] و برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی با دستور Multcompare استفاده شد. سطح معنی‌داری آزمون‌ها ۰/۰۵ است و نشانگرهای خطا در تمامی نمودارها بیانگر SEM[10] هستند.



تصویر ۱- طراحی آزمایش. در این تصویر، علامت بعد از محرک RDM ارائه شده است، و در پایان، بارهای رنگی (برای پاسخ به RDM) یا خاکستری (برای پاسخ به‌علامت) به نمایش در می‌آید.

[9] Kruskal–Wallis Test

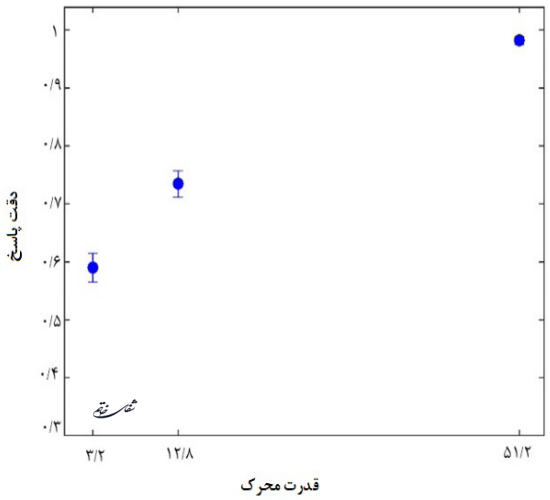
[10] Standard error of the mean

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/shefa.9.4.41]

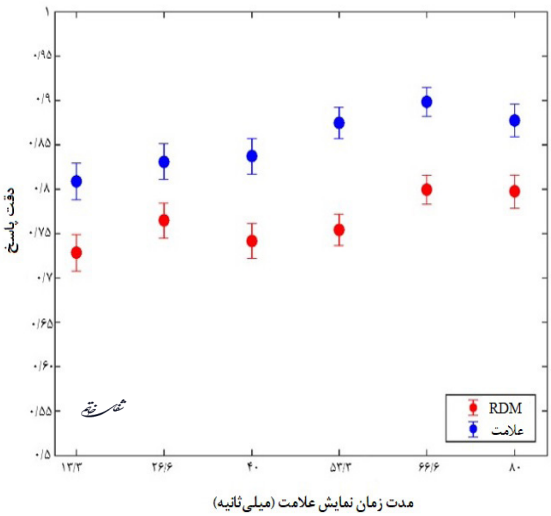
یافته‌ها

الف- آموزش: نمونهٔ تابع روان‌سنجی تعدادی از شرکت‌کنندگان در مرحلهٔ دوم آموزش در نمودار ۱ آمده است.

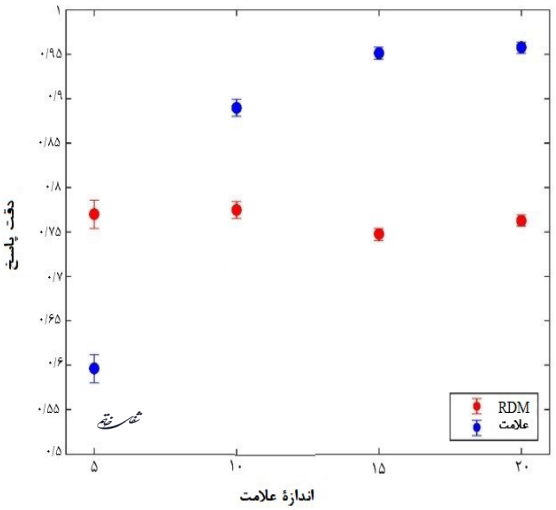


نمودار ۱- تابع روانسنجی دقت شرکت‌کنندگان در مرحلهٔ دوم آموزش.

نمودار ۱ نشان می‌دهد با افزایش قدرت محرک، دقت تصمیم‌گیری افزایش پیدا می‌کند. محور افقی، قدرت محرک، و محور عمودی دقت تصمیم را نشان می‌دهد.
ب- انتخاب اندازه و مدت زمان نمایش علامت: دقت تصمیم، درستی تصمیم شرکت‌کننده را نشان می‌دهد و برای محاسبهٔ آن، تعداد پاسخ‌های صحیح، بر تعداد کل آزمایه‌ها در هر بلاک تقسیم شده است. برای ارزیابی دقت، آزمایه‌های با قدرت محرک صفر در نظر گرفته نمی‌شوند. نتایج داده‌های حاصل از ۶۴۰۰ آزمایه از هشت شرکت‌کننده برای اندازه‌های ۲۰، ۱۵، ۱۰، ۵ علامت، و مدت زمان نمایش ۸۰، ۶۶/۶، ۵۳/۳، ۴۰، ۲۶/۶، ۱۳/۳ میلی‌ثانیه در نمودار ۲ و ۳ نشان داده شده است.



نمودار ۲- دقت شرکت‌کننده در پاسخ به RDM و علامت به ازای مدت زمان‌های متفاوت نمایش علامت. محور افقی مدت زمان نمایش علامت، و محور عمودی دقت تصمیم را نشان می‌دهد. رنگ قرمز، برای دقت پاسخ به محرک، و رنگ آبی برای دقت پاسخ به علامت به‌کار رفته است.

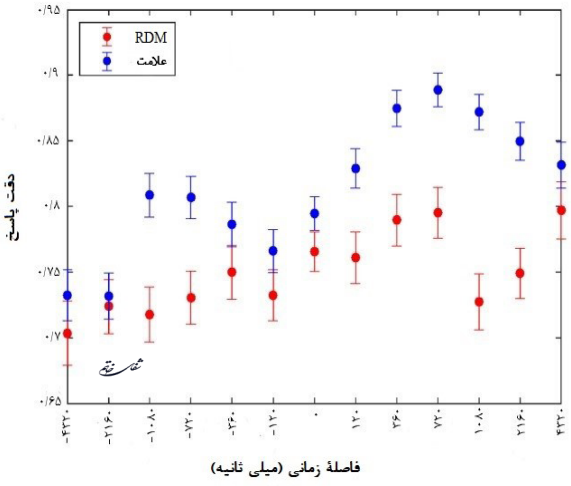


نمودار ۳- دقت شرکت‌کننده در پاسخ به RDM و علامت به‌ازای اندازه‌های مختلف علامت. محور افقی اندازهٔ علامت، محور عمودی، دقت تصمیم؛ رنگ قرمز، دقت پاسخ به محرک، و رنگ آبی، دقت پاسخ به علامت را نشان می‌دهد.

چنانچه در نمودار ۲ و ۳ مشاهده می‌شود از آن‌جایی که علامت مورد استفاده در این آزمایش، همانند محرک RDM نویزی به‌شمار نمی‌رود و دارای درجات مختلف سختی نیست، دقت پاسخ به آن، عموماً از دقت پاسخ به RDM بالاتر است. همچنین با توجه به نمودار ۳، افزایش اندازهٔ علامت، دقت تصمیم‌گیری در پاسخ به علامت را افزایش داده، ولی با افزایش اندازهٔ علامت، تغییری در دقت پاسخ به محرک RDM رخ نداده است. فرض صفر برای مقایسهٔ مدت زمان نمایش علامت این است که دقت شرکت‌کنندگان برای پاسخ به RDM (و برای پاسخ به علامت) در مدت زمان‌های مختلف نمایش علامت، تفاوتی با هم ندارد. بررسی زمان‌های مختلف نمایش علامت و تأثیر آن بر دقت شرکت‌کنندگان برای پاسخ‌های مربوط به محرک RDM (نمودار ۲) نشان داد تفاوت معنی‌داری بین دقت شرکت‌کنندگان وجود ندارد ($P<0/15$). همچنین مقایسهٔ دقت شرکت‌کنندگان در پاسخ به علامت به ازای مدت زمان‌های مختلف نمایش علامت نشان داد بین حالت‌ها تفاوت معنی‌دار وجود دارد ($P<0/005$). با مقایسهٔ بین گروه‌ها مشخص شد دقت پاسخ به علامت برای مدت زمانِ نمایش ۱۳/۳ میلی‌ثانیه از سایر موارد کمتر است. اما، تنها با زمان ۶۶/۶ میلی‌ثانیه اختلاف معنی‌دار دارد ($P<0/008$). فرض صفر برای بررسی اندازهٔ علامت این است که دقت افراد برای پاسخ به محرک RDM (و پاسخ به علامت) در مورد اندازه‌های مختلف علامت با یکدیگر تفاوتی ندارد. مقایسهٔ دقت شرکت‌کنندگان (نمودار ۳) نشان داد در پاسخ به RDM، بین اندازه‌های مختلف علامت، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($P<0/75$). بررسی

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.52547/shefa.9.4.41]

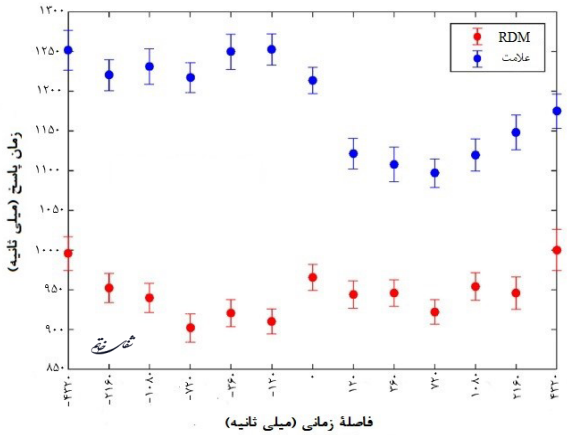
دقت پاسخ افراد به علامت نشان داد بین اندازه‌های مختلف علامت، تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۰۱). مقایسهٔ بین اندازه‌های مختلف نشان داد دقت مربوط به اندازهٔ ۵ از همهٔ حالت‌ها کمتر است و تفاوت معنی‌داری با سایر اندازه‌های علامت دارد. بین دقت افراد در پاسخ به علامت، برای اندازه‌های ۱۵ و ۲۰ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P<۰/۹۹). با وجود آن‌که سیر صعودی افزایش دقت با افزایش مدت زمان نمایش محرک دیده می‌شود، اما تنها دقت پاسخ به علامت برای زمان نمایش ۱۳/۳ میلی‌ثانیه به نحو معنی‌داری از سایر موارد کوچکتر به‌شمار می‌رود. همچنین دقت تصمیم در پاسخ به علامت با افزایش اندازهٔ علامت بیشتر می‌شود، اما تنها در مورد اندازهٔ ۵ از سایر اندازه‌ها به‌شکل معنی‌داری کمتر است. بنابراین در ادامهٔ مطالعه با توجه به نتایج این بخش، اندازهٔ ۲۰ و مدت زمان ۸۰ میلی‌ثانیه برای نمایش علامت انتخاب شد. ج- آزمایش اصلی. بررسی فاصلهٔ زمانی بین محرک RDM و علامت: دقت شرکت‌کنندگان در پاسخ به محرک (و پاسخ به علامت) و نیز زمان پاسخ به محرک (و پاسخ به علامت)، متغیرهای وابستهٔ مطالعه بوده‌اند. دقت تصمیم همانند بخش قبل محاسبه شده است. همچنین میانگین زمان پاسخ به‌عنوان یکی دیگر از مولفه‌های تصمیم‌گیری ادراکی برای فواصل زمانی مختلف بررسی شده است. زمان پاسخ برای هر آزمایه، از لحظهٔ محو نقطهٔ ثابت قرمز تا لحظه‌ای که شرکت‌کننده روی یکی از بارهای پاسخ کلیک می‌کند در نظر گرفته می‌شود. نتایج برای فواصل زمانی ۴۳۲۰، ۲۱۶۰، ۱۰۸۰، ۷۲۰، ۳۶۰، ۱۲۰، ۰ میلی‌ثانیه در نمودار ۴ نشان داده شده است.



نمودار ۴- میانگین دقت شرکت‌کنندگان در پاسخ به محرک RDM (قرمز) و پاسخ به علامت (آبی) در فواصل زمانی مختلف. منظور از فاصلهٔ زمانی منفی در محور افقی، نمایش علامت قبل از محرک، و فاصلهٔ زمانی مثبت، نمایش محرک بعد از علامت بوده است. فاصلهٔ زمانی صفر، به‌معنای نمایش همزمان محرک و علامت است.

در این مطالعه، ۱۳ فاصلهٔ زمانی: ۴۳۲۰، ۲۱۶۰، ۱۰۸۰، ۷۲۰، ۳۶۰، ۱۲۰ میلی‌ثانیه برای قبل و بعد از محرک؛ و فاصلهٔ زمانی صفر (نمایش همزمان محرک و علامت) میان محرک و علامت وجود دارد. فرض صفر این است که بین دقت پاسخ به محرک و دقت پاسخ به علامت، در فواصل زمانی مختلف، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. از آن‌جا که شرایط ارائهٔ علامت قبل از محرک، با نمایش آن بعد از محرک تفاوت دارد، بهتر است مقایسهٔ آماری بین حالت‌های نمایش علامت قبل و بعد از محرک جداگانه انجام شود. درواقع در فواصل زمانی منفی (شرایط قبل)، ابتدا علامت و سپس محرک به نمایش در می‌آید و در فواصل زمانی مثبت (شرایط بعد)، ابتدا محرک و سپس علامت نمایش داده می‌شود. فاصلهٔ زمانی صفر در هر دو حالت مقایسه خواهد شد. بررسی فواصل زمانی مختلف بین علامت و محرک RDM در حالت قبل (و فاصلهٔ زمانی صفر) نشان داد تفاوت معنی‌داری بین دقت شرکت‌کنندگان وجود ندارد (P<۰/۲۹). همچنین مقایسهٔ فواصل زمانی بین علامت و RDM در حالت بعد (و فاصلهٔ زمانی صفر) نشان داد تفاوت معنی‌داری بین دقت شرکت‌کنندگان در مورد پاسخ به RDM وجود ندارد (P<۰/۱۳). بررسی فواصل زمانی مختلف بین علامت و محرک RDM در شرایط قبل (و فاصلهٔ زمانی صفر) نشان داد بین دقت شرکت‌کنندگان در پاسخ به علامت تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۰۱). مقایسهٔ این فواصل زمانی با آزمون تعقیبی نشان داد دقت پاسخ به علامت برای فواصل زمانی ۱۰۸۰ و ۷۲۰ میلی‌ثانیه از همه بزرگتر است، اما میانگین آن‌ها تنها با فاصلهٔ زمانی ۴۳۲۰ و ۲۱۶۰ میلی‌ثانیه، تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۴، P<۰/۰۲) دارد. همچنین بررسی فواصل زمانی بین علامت و RDM در شرایط بعد (و فاصلهٔ زمانی صفر) نشان داد بین دقت شرکت‌کنندگان در پاسخ به علامت تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۰۱). مقایسهٔ این فواصل زمانی نشان داد دقت پاسخ به علامت برای فاصلهٔ زمانی ۷۲۰ میلی‌ثانیه از سایر حالت‌ها در شرایط بعد بیشتر است، اما تنها با فاصلهٔ زمانی صفر (P<۰/۰۰۱) اختلاف معنی‌دار دارد. میانگین زمان پاسخ شرکت‌کنندگان به محرک RDM و علامت برای فواصل زمانی مختلف بین محرک و علامت در نمودار ۵ نشان داده شده است. زمان پاسخ به علامت بیشتر از زمان پاسخ به محرک است که می‌تواند بدان علت باشد که علامت حاوی چند مشخصهٔ ادراک بینایی (رنگ، شکل به اضافه و ضربدر به معنای جهت) است؛ اما درک RDM صرفاً نیاز به تشخیص جهت دارد.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.52547/shefa.9.4.41]



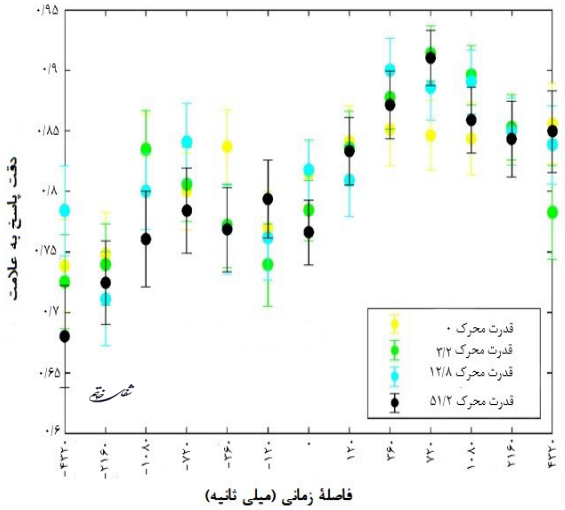
نمودار ۵- میانگین زمان پاسخ شرکت‌کنندگان در پاسخ به محرک (قرمز) و پاسخ به‌علامت (آبی) در فواصل زمانی مختلف.

در اینجا فرض صفر این است که زمان پاسخ به محرک و زمان پاسخ به علامت برای فواصل زمانی مختلف با هم تفاوتی ندارد. در مقایسهٔ شرایط قبل (و فاصلهٔ زمانی صفر) مشاهده می‌شود بین زمان پاسخ به محرک، تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۰۱). آزمون تعقیبی نشان می‌دهد زمان پاسخ به محرک RDM برای فاصلهٔ زمانی ۷۲۰ میلی‌ثانیه از همه کوچکتر است، ولی تنها با فاصلهٔ زمانی ۴۳۲۰ میلی‌ثانیه اختلاف معنی‌دار دارد (P<۰/۰۰۱). از طرفی مقایسهٔ میانگین زمان پاسخ به محرک در شرایط بعد (و فاصلهٔ زمانی صفر) نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری بین فواصل زمانی مختلف وجود ندارد (P<۰/۳). بررسی میانگین زمان پاسخ به علامت در شرایط قبل (و فاصلهٔ زمانی صفر) نشان داد بین هیچ‌یک از فواصل زمانی تفاوت معنی‌داری دیده نمی‌شود (P<۰/۴۷) ولی بین زمان پاسخ به علامت در شرایط بعد (و فاصلهٔ زمانی صفر) اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۰۱). زمان پاسخ به علامت برای فاصلهٔ زمانی ۷۲۰ از همه کوچکتر است، و تنها با فاصلهٔ زمانی صفر تفاوت معنی‌دار دارد (P<۰/۰۰۱). درواقع زمان پاسخ در حالت نمایش همزمان محرک و علامت از حالت‌های دیگر بیشتر است و با همه به‌جز زمان پاسخ مربوط به فاصلهٔ زمانی ۴۳۲۰ میلی‌ثانیه تفاوت معنی‌دار دارد (P<۰/۶۵). نمودار ۶ دقت پاسخ شرکت‌کنندگان به‌علامت را در سطوح مختلف سختی محرک برای فواصل زمانی مختلف به تفکیک نمایش می‌دهد.

با استفاده از آزمون کروسکال‌والیس، میانگین دقت پاسخ به‌علامت بین قدرت‌های مختلف محرک برای هر فاصلهٔ زمانی، جداگانه مقایسه شده و هیچ تفاوت معنی‌داری بین دقت پاسخ به علامت به‌ازای قدرت‌های مختلف محرک برای هیچ‌یک از فواصل زمانی مشاهده نشده است. جدول ۱، مقادیر P مربوط به هر فاصلهٔ زمانی را در مقایسه دقت پاسخ به‌علامت برای قدرت‌های مختلف محرک نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد دقت پاسخ به محرک RDM با تغییر فاصلهٔ بین دو محرک تغییری نمی‌کند. همچنین هرچند دقت پاسخ به علامت در فواصل مختلف بین دو محرک با هم تفاوت دارند، اما الگوی خاصی در تغییر دقت تصمیم با تغییر فواصل زمانی بین محرک و علامت دیده نمی‌شود. به‌نظر می‌رسد دقت پاسخ



نمودار ۶- دقت پاسخ به‌علامت برای فواصل زمانی بین محرک RDM و علامت به‌ازای قدرت‌های مختلف محرک. محور افقی، فواصل زمانی بین محرک و علامت، و محور عمودی، دقت پاسخ به‌علامت را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مقادیر P برای مقایسهٔ دقت پاسخ به‌علامت به‌ازای قدرت‌های مختلف محرک RDM

فاصلهٔ زمانی	۴۳۲۰	۲۱۶۰	۱۰۸۰	۷۲۰	۳۶۰	۱۲۰	۰	-۱۲۰	-۳۶۰	-۷۲۰	-۱۰۸۰	-۲۱۶۰	-۴۳۲۰
مقدار P	۰/۴۳	۰/۹۹	۰/۴۶	۰/۲	۰/۶۸	۰/۹	۰/۴۳	۰/۷۱	۰/۴۱	۰/۶۸	۰/۳۹	۰/۸۹	۰/۳۲

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.52547/shefa.9.4.41]

به محرک RDM نه فقط تحت تأثیر آموزش‌های اولیه ثابت مانده است، بلکه وجود تنها یک مولفهٔ ادراکی (تشخیص جهت حرکت) سبب عدم تأثیرپذیری از ادراک محرک دوم شده است. درحالی‌که علامت، حاوی دو مولفهٔ ادراکی (رنگ و شکل علامت) بوده که فواصل زمانی طولانی، به‌طور بالقوه یادآوری آن را دشوارتر کرده است. به‌عنوان مثال پایین بودن دقت تصمیم، زمانی‌که علامت ۴۳۲۰ و ۲۱۶۰ میلی‌ثانیه قبل از محرک نمایش داده شده است، می‌تواند بیانگر آن باشد که در فاصلهٔ زمانی طولانی و نیز مواجهه با محرک دوم، یکی از دو مولفهٔ ادراکی مربوط به علامت، تحت تأثیر حافظه قرار گرفته است. زمان پاسخ طولانی‌تر برای پاسخ به علامت در شرایط قبل در مقایسه با شرایط بعد شاید تأییدی است بر این‌که وقتی علامت، قبل از محرک ارائه می‌شود، شرکت‌کننده زمان بیشتری را صرف پاسخ می‌کند. با توجه به آن‌که اطلاعات می‌توانند در زمان‌های کوتاه در حافظهٔ دیداری بارگذاری شود؛ در بازه‌های زمانی حدود ۲۰۰ میلی‌ثانیه، در کنترل توجه از یک محرک به محرک دیداری دیگر تغییراتی ایجاد می‌شود (۱۹). نکتهٔ قابل توجه دیگر این‌که انتظار می‌رفت دقت پاسخ به محرک و پاسخ به علامت در شرایط نمایش همزمان محرک و علامت، نسبت به سایر موارد، کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته باشد؛ درحالی‌که نتایج نشان داد در حالت ارائهٔ همزمان محرک و علامت، افراد به بهای افزایش زمان پاسخ، دقت خود را در سطح بهینه حفظ می‌کنند. این یافته گویای این است که ادراک همزمان دو محرک، تأثیری بر دقت تصمیم ندارد؛ اما سرعت تصمیم‌گیری را کند می‌کند. در مجموع، برای محرک‌های مورد استفاده در این مطالعه، دقت تصمیم ادراکی مربوط به هر محرک، بیشتر تابع ویژگی‌های همان محرک بود و نه فاصلهٔ زمانی بین دو محرک. ادراک همزمان دو محرک متفاوت با دقت مناسب، اما سرعت آهسته‌تری صورت گرفت. به‌نظر می‌رسد در فاصلهٔ زمانی ۷۲۰ میلی‌ثانیه بین دو محرک، تصمیم‌گیری همزمان از سرعت و دقت بالا برخوردار باشد. به‌عبارتی دو محرک دیداری متفاوت با فاصلهٔ زمانی ۷۲۰ میلی‌ثانیه به‌درستی ادراک می‌شوند، و ورود یکی تأثیر منفی بر ادراک دیگری ندارد. این نتایج می‌توانند در طراحی آزمایش‌های روان‌فیزیک با دو محرک دیداری قابل تامل باشد. به‌عنوان مثال، می‌توان از این علائم برای نمایش نظرات افراد دیگر در پاسخ به محرک RDM استفاده کرد و نقش اطلاعات اجتماعی را در تصمیم‌گیری ادراکی مورد بررسی قرار دارد. در این‌صورت با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان اطمینان داشت هم محرک RDM و هم داده‌های اجتماعی (متناظر با علامت) در فاصلهٔ زمانی ۷۲۰ میلی‌ثانیه از یکدیگر به‌خوبی درک خواهند شد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی و ستاد توسعهٔ علوم و فناوری‌های شناختی انجام گردیده است. از کمک‌های خانم حورا تجریشی در انجام مطالعه، صمیمانه قدردانی می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش در دانشگاه علوم پزشکی ایران بررسی و با شناسه اخلاق IR.IUMS.REC.1398.1021 مصوب گردیده است.

منابع

Noreika V, Falter-Wagner CM. Event timing in human vision: Modulating factors and independent functions. PLoS One. 2020; 15(8): e0226122.

1. Goldstein EB, Brockmole J. Sensation and perception. Ninth ed: Cengage Learning; 2016. P. 5-8.

2. Hanks TD, Summerfield C. Perceptual decision making in rodents, monkeys, and humans. Neuron. 2017; 93(1): 15-31.

3. Summerfield C, Tsetsos K. Building bridges between perceptual and economic decision-making: neural and computational mechanisms. Frontiers in neuroscience. 2012; 6: 70.

4. Bruce V, Green PR, Georgeson MA. Visual perception: Physiology, psychology, & ecology. Psychology Press; 2003. p. 151-2.

5. Herzog MH, Kammer T, Scharnowski F. Time slices: what is the duration of a percept? PLoS Biology. 2016; 14(4): e1002433.

6. Arstila V, Georgescu AL, Pesonen H, Lunn D,

7. Poggel DA, Strasburger H. Visual perception in space and time-mapping the visual field of temporal resolution. Acta neurobiologiae experimentalis. 2004; 64(3): 427-37.

8. Rutschmann R. Perception of temporal order and relative visual latency. Science. 1966; 152(3725): 1099-101.

9. Reeves A. Temporal resolution in visual perception. Handbook of perception and action. 1: Elsevier; 1996. P. 11-24.

10. Amano K, Goda N, Nishida Sy, Ejima Y, Takeda T, Ohtani Y. Estimation of the timing of human visual perception from magnetoencephalography. Journal of Neuroscience. 2006; 26(15): 3981-91.

11. Nothdurft H-C. Dynamic differences in the

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/shefa.9.4.41]

cued identification of orientation, color, and facial expressions. VPL-reports; 2020. P. 1-27.

12. Rahnev D, Denison RN. Suboptimality in perceptual decision making. Behavioral and Brain Sciences. 2018; 41: 1-66.

13. Kiani R, Churchland AK, Shadlen MN. Integration of direction cues is invariant to the temporal gap between them. Journal of Neuroscience. 2013; 33(42): 16483-9.

14. Tohidi-Moghaddam M, Zabbah S, Ebrahimpour R. The role of the primary information on importance of the last information in decision making. Neurosci J Shefaye Khatam. 2016; 4: 26-34.

15. Liu T, Pleskac TJ. Neural correlates of evidence accumulation in a perceptual decision task. Journal of neurophysiology. 2011; 106(5): 2383-98.

16. Shooshtari SV, Sadrabadi JE, Azizi Z, Ebrahimpour R. Confidence representation of perceptual decision by eeg and eye data in a random dot motion task. Neuroscience. 2019; 406: 510-27.

17. Britten KH, Shadlen MN, Newsome WT, Movshon JA. The analysis of visual motion: a comparison of neuronal and psychophysical performance. Journal of Neuroscience. 1992; 12(12): 4745-65.

18. Zylberberg A, Fetsch CR, Shadlen MN. The influence of evidence volatility on choice, reaction time and confidence in a perceptual decision. Elife. 2016; 5: e17688.

19. Beck VM, Hollingworth A, Luck SJ. Simultaneous control of attention by multiple working memory representations. Psychological science. 2012; 23(8): 887-98.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.52547/shefa.9.4.41]