

## طراحی نرم افزار تخمین میزان تداخل نسبی بین تکالیف چندگانه و تعیین روایی آن

سید کاظم موسوی ساداتی\*

استادیار، رفتار حرکتی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

شماره صفحات: ۴۵ تا ۵۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۲/۱۰

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۳/۳۱

### چکیده

مداول ترین روش تجربی برای بررسی مسائل مربوط به محدودیت توجه، ارزیابی میزان تداخل در تکالیف دوگانه یا چندگانه است. هدف تحقیق حاضر، طراحی نرم افزاری برای تخمین میزان تداخل نسبی تکالیف چندگانه و ارزیابی روایی آن در پیش بینی اجرای چند تکلیف هم زمان بود. برای سنجش روایی نرم افزار، ۴۶ نفر از دانشجویان دانشگاه آزاد واحد تهران شرق که گواهی نامه رانندگی داشتند، با روش نمونه گیری در دسترس انتخاب شدند. زمان پاسخ مشارکت کنندگان به محرک بینایی و شنوایی در حین رانندگی در موقعیت های مختلف با استفاده از نرم افزار و سخت افزاری که روی اتومبیل آنها نصب شده بود اندازه گیری شد و سپس، میزان تداخل نسبی در آن موقعیت ها با بهره گیری از نرم افزار تخمین میزان تداخل نسبی محاسبه شد. تجزیه و تحلیل یافته ها با آزمون هم بستگی پیرسون، نشان داد که بین میزان تداخل تخمین زده شده با نرم افزار و زمان پاسخ اندازه گیری شده شرکت کنندگان در شرایط مختلف رانندگی هم بستگی بالا، معنی دار و مستقیم وجود دارد ( $r=0.95$ ،  $p \leq 0.01$ ). بنابراین، از نرم افزار طراحی شده می توان برای پیش بینی میزان تداخل بین دو یا چند تکلیف هم زمان استفاده کرد.

کلیدواژه ها: طراحی، نرم افزار، تداخل نسبی، تکالیف چندگانه، روایی.

## Designing software to estimate the relative interference between multiple tasks and determine its validity

Mousavi Sadati, S.K.

Assistant Professor, Motor Behavior, Department of Physical Education and Sport Sciences, East Tehran Branch of Islamic Azad University, Iran

### Abstract

The most commonly used empirical approach to address issues of attention constraint is evaluate the degree of interference in dual or multiple tasks. The purpose of this study was designing software to estimate the relative interference between multiple tasks and determine its validity in performance prediction of simultaneous multiple tasks. in order to assess the validity of software, 46 students with a driving certificate from East Tehran branch of Islamic Azad University were selected by available sampling method, the response time to the visual and auditory stimulus of participants during driving in different conditions was measured by using software and hardware installed on their cars, and then relative interference in the above mentioned conditions was estimated by using relative interference software. The result of pearson correlation analysis showed that there is a high, meaningful and direct correlation between the amount of estimated relative interference with the software and measured participants' response time in different driving conditions ( $r=0.95$ ,  $p \leq 0.01$ ). Therefore, the designed software can be used to predict the amount of interference between two or more simultaneous tasks.

**Keywords:** Design, Software, Relative Interference, Multiple Tasks, Validity.

## مقدمه

اگرچه عوامل مختلفی بر اجرا و یادگیری تأثیر می‌گذارد، یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های اثرگذار بر یادگیری و اجرای انسان "توجه" است (۱،۲). توجه را می‌توان به دو فرآیند توجه انتخابی (کانونی شده)<sup>۱</sup> و توجه تقسیم شده<sup>۲</sup> دسته‌بندی کرد (۳). دو رویکرد دربارهٔ ظرفیت توجه مطرح است: یک رویکرد بر فیلتر کردن اطلاعات غیرمهم و توجه انتخابی به یکی از منابع اطلاعات متمرکز است و رویکرد دیگر می‌گوید، در موقعیت‌های معین، می‌توانیم در یک زمان به چندین موضوع توجه کنیم. این دو رویکرد، به ترتیب، با مفهوم توجه انتخابی (توجه کانونی شده) در مقابل توجه تقسیم شده مرتبط است (۳،۴). بیشتر نظریه‌های اخیر توجه (منبع مرکزی<sup>۳</sup> و منابع چندگانه<sup>۴</sup>)، بر موضوع انعطاف‌پذیری در پردازش اطلاعات تمرکز دارند؛ به این معنا که در عوض این فرض که مراحل نیازمند به توجه می‌توانند تنها با یک محرک در یک زمان سروکار داشته باشند (۵-۸)، اغلب پیشنهاد می‌کنند که این منابع می‌توانند از طریق پردازش موازی تقسیم شوند (۹). طبق نظریه‌های منبع مرکزی، منابع توجه یک اندوختهٔ مرکزی ذهنی دارند که همهٔ فعالیت‌ها برای دسترسی به آن با هم رقابت می‌کنند و تا زمانی که ظرفیت توجهی ترکیبی، از صددرصد منابع مرکزی در دسترس تجاوز نکند، دو یا بیشتر از دو فعالیت هم‌زمان را می‌توان انجام داد. طبق نظر کانمن (۱۹۷۳) محدودهٔ ظرفیت منبع مرکزی، طبق موقعیت خاص فرد، تکلیف و موقعیت ممکن است تغییر کند (۱۰).

نظریه‌های چندمنبعی، نظریه‌های دیگری در مقابل نظریه‌های منابع مرکزی ارائه می‌دهند. مطابق نظریه‌های چندمنبعی، چندین سازوکار توجه وجود دارد که هر یک دارای منابع محدودی هستند. ذخیرهٔ هر منبع به بخشی از اجرای مهارت‌ها اختصاص دارد. اگرچه رایج‌ترین نظریه‌های چندمنبعی را ناون و گوفر (۱۹۷۹)، ویکنز و کسل (۱۹۸۰) و پاشلر و همکاران (۲۰۰۱) پیشنهاد کرده‌اند (۱۱-۱۳)، نظریهٔ پیشنهادی ویکنز بیشترین شهرت را به دست آورده است. ویکنز، ضمن شرح دقیق مفاهیم بنیادین نظریهٔ منابع چندگانهٔ توجه، یک الگوی رایانه‌ای اولیه از منابع چندگانه ارائه کرد. مطابق الگوی منابع چندگانهٔ ویکنز، چهار بعد دوجهی و متمایز مهم وجود دارد که تفاوت اجرا در شراکت زمانی را شرح می‌دهد؛ یعنی در شکل الگو مدل، هر وجه دو سطح مشخص دارد (۱۴،۱۵). طبق این نظریه، اگر دو تکلیف در مراحل (ادراکی / شناختی یا پاسخ)، شیوه‌های ادراکی (شنوایی یا بینایی)، رمزها (فضایی یا کلامی)، و مجاری اطلاعات بینایی (کانونی یا محیطی) با هم شریک باشند، تداخل بیشتری بین دو تکلیف به وجود خواهد آمد.

متداول‌ترین روش تجربی، برای بررسی مسائل مربوط به محدودیت توجه بر اجرای مهارت‌های حرکتی و شناختی، ارزیابی میزان تداخل در تکالیف دوگانه یا چندگانه است. هدف کلی آزمایش‌هایی که از این روش استفاده می‌کنند، تعیین نیازهای توجه دو تکلیفی است که هم‌زمان انجام می‌شوند. با وجود اهمیت فراوان محاسبهٔ میزان تداخل بین تکالیف مختلف در بررسی نظریه‌های توجه و مسائل مرتبط با توجه در محیط‌های ورزشی (مثلاً راندن اتومبیل مسابقه و گوش کردن به دستوره‌های نقشه‌خوان یا اجرای یک تکنیک ورزشی حین

1. Focused Attention  
2. Divided Attention

3. Central Resource Theories  
4. Multiple - Resource Theories

توجه به دستور مربی) و کاری (مثل کارکردن با اره چوب‌بری و مکالمه با تلفن همراه هدفن‌دار یا گوش کردن به موسیقی به‌طور هم‌زمان)، هیچ‌کدام از نظریه‌ها روشی برای محاسبه کمی میزان تداخل بین دو یا چند تکلیف که هم‌زمان اجرا می‌شوند، ارائه نکرده‌اند. اگرچه کارآیی الگوی منابع چندگانه ویکنز در پیش‌بینی کیفی نتایج با آزمایش‌های تجربی واقعی ارزیابی شده است، با این حال، آزمایش‌های زیادی برای ارزیابی الگو و جمع‌آوری اطلاعات بیشتر باید انجام شود (۱۴).

ون انگلن در سال (۲۰۱۱) الگوی رایانه‌ای منابع چندگانه ویکنز را بهبود داد و امکان استفاده از آن را برای تخمین میزان تداخل در موقعیت‌های مختلف رانندگی فراهم کرد. این الگو می‌تواند برای پیش‌بینی سطوح حواس‌پرتی یا تداخل بین دو تکلیف که شراکت زمانی دارند، به‌ویژه در موقعیت‌های گوناگون رانندگی، استفاده شود (۱۶). محققان در بررسی خود نتوانستند شواهدی پیدا کنند که چنین نرم‌افزاری در داخل کشور با قابلیت‌های مورد نظر این تحقیق طراحی شده باشد. بنابراین، تحقیق حاضر با هدف طراحی نرم‌افزار تخمین میزان تداخل نسبی بین تکالیف چندگانه و بررسی روایی آن در پیش‌بینی اجرا و فراهم‌آوردن شواهد تجربی ضمنی در خصوص نظریه منابع چندگانه ویکنز انجام شد. بدین ترتیب، فرضیه‌های تحقیق حاضر این است که، اولاً امکان طراحی الگوی رایانه‌ای از میزان تداخل نسبی بین تکالیف چندگانه وجود دارد. و ثانیاً نرم‌افزار تخمین میزان تداخل نسبی بین تکالیف چندگانه از کارآیی کافی برای پیش‌بینی اجرا برخوردار است.

## روش‌شناسی

این تحقیق کاربردی، که برای اصلاح و تکمیل روش تخمین میزان تداخل نسبی تکالیف چندگانه و با هدف طراحی نرم‌افزار پیش‌بینی میزان تداخل در تکالیف چندگانه و تعیین روایی آن به اجرا درآمد، از نوع تحقیقات توصیفی هم‌بستگی است. جامعه آماری تحقیق حاضر برای سنجش روایی<sup>۱</sup> محاسبات با نرم‌افزار، دانشجویان دانشگاه آزاد واحد تهران شرق بودند که گواهی‌نامه رانندگی داشتند. نمونه آماری تحقیق حاضر ۲۴ مرد با میانگین سنی  $24/9 \pm 3/4$  و سابقه رانندگی  $6/2 \pm 2/9$  و ۲۲ زن با میانگین سنی  $24/9 \pm 3/4$  و سابقه رانندگی  $6/2 \pm 2/9$  سال بودند که با روش نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس انتخاب شدند.

**ابزار اندازه‌گیری داده‌ها:** در تحقیق حاضر برای جمع‌آوری داده‌ها از ابزار ذیل استفاده شد: (۱) نرم‌افزار و سخت‌افزار سنجش زمان واکنش<sup>۲</sup> نصب‌شده روی اتومبیل شرکت‌کنندگان. برای اندازه‌گیری مدت‌زمان پاسخ شرکت‌کنندگان به محرک شنوایی (بوق ماشین عقبی) و بینایی (چراغ ترمز ماشین جلویی) به‌مثابه معیار تداخل بین تکالیف در موقعیت‌های مختلف رانندگی (بدون مکالمه با تلفن همراه، حین مکالمه با تلفن همراه دستی و هدفون‌دار) از نرم‌افزار و سخت‌افزار سنجش زمان واکنش نصب‌شده بر روی اتومبیل شرکت‌کنندگان استفاده شد. امیری و همکاران (۱۳۹۱) روایی ساختاری و روایی محتوایی این نرم‌افزار را بسیار بالا گزارش کرده‌اند (۱۷). (۲) نرم‌افزار تخمین میزان تداخل نسبی بین تکالیف، که محقق در این پژوهش طراحی کرده است. میزان

1. Validity

2. System For Reaction Time Test

تداخل بین تکالیف در موقعیت‌های مختلف رانندگی (بدون مکالمه با تلفن همراه، حین مکالمه با تلفن همراه دستی و هدفون‌دار) در واکنش به محرک بینایی و شنوایی با استفاده از نرم‌افزار طراحی شده برآورد شد.

**نحوه محاسبه زمان پاسخ شرکت‌کنندگان با نرم‌افزار زمان واکنش:** برای محاسبه زمان پاسخ شرکت‌کنندگان به محرک شنوایی (بوق ماشین عقبی) و بینایی (چراغ ترمز ماشین جلویی)، هر دو اتومبیل شرکت‌کنندگان و محقق، به نرم‌افزار و سخت‌افزارهای ثبت زمان پاسخ مجهز شد. بعد از طی مراحل فوق، محقق در صندلی عقب یکی از اتومبیل‌ها که همکار محقق آن را هدایت می‌کرد می‌نشست و با استفاده از تلفن همراه با شرکت‌کننده‌ای که اتومبیل دیگر را می‌راند مکالمه می‌کرد. برای سنجش زمان پاسخ شرکت‌کننده به محرک بینایی، شرکت‌کننده باید درحالی که اتومبیل جلویی را تعقیب می‌کرد و فاصله مطلوب خود را با اتومبیل جلویی حفظ می‌کرد، با فشردن کلیدی که روی فرمان ماشین او و در زیر انگشت اشاره دست چپ نصب شده بود و با فشردن پدال ترمز، به روشن شدن نور چراغ ترمز اتومبیل جلویی واکنش نشان می‌داد. برای سنجش زمان پاسخ به محرک شنوایی، شرکت‌کننده باید همان پاسخ‌ها (فشردن کلید روی فرمان ماشین و فشردن پدال ترمز) را در واکنش به بوق ماشین عقبی انجام می‌داد. در تمام مراحل، شرکت‌کننده موظف بود سرعت اتومبیل، فاصله اتومبیل و هم‌سانی اجرای تکلیف ثانویه صحبت با تلفن همراه را تا حد امکان ثابت نگه دارد و در زمان مکالمه با تلفن همراه دستی و هدفون‌دار، شمارش معکوسی را با یکی از اعداد اعلام شده بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ انجام دهد. زمان پاسخ شرکت‌کننده به چراغ ترمز ماشین جلویی یا بوق ماشین عقبی، در سه حالت و در مجموع در شش حالت و در هر حالت به تعداد ده بار ثبت شد (جدول ۲).

جدول ۱. نگاره ساده تحقیق جهت سنجش زمان پاسخ شرکت‌کنندگان به محرک‌ها

متغیر مستقل موقعیت رانندگی	بدون مکالمه با تلفن همراه	حین مکالمه با تلفن همراه دستی	حین مکالمه با تلفن همراه هدفون‌دار
متغیر مستقل نوع محرک	گروه یک	گروه یک	گروه یک
محرک شنوایی	گروه یک	گروه یک	گروه یک
محرک بینایی	گروه یک	گروه یک	گروه یک

**نحوه طراحی نرم‌افزار تخمین میزان تداخل نسبی بین تکالیف چندگانه:** برای طراحی نرم‌افزار، در مرحله اول، با استفاده از الگوی منابع چندگانه و یکنز، صفحه تجزیه و تحلیل تکلیف، بردار نیاز و ماتریکس تضاد ایجاد شد. هر بردار نیاز شامل دو نوع اطلاعات است: نخست اینکه، چه منابعی لازم است (سطح کیفی منابعی که مورد نیاز است) و دوم اینکه، چه مقدار از منابع مختلف لازم است (سطح کمی منابعی که مورد نیاز است). جدول ۲ راهنمای مناسبی برای منابع لازم و تجزیه و تحلیل تکالیف است.

جدول ۲. راهنمای منابع مورد نیاز و تجزیه و تحلیل تکالیف (۱۵،۱۶)

مرحله	منابع	علامت اختصاری	مثال
ادراک	بینایی- فضایی- کانونی <sup>۱</sup>	Vsf	تخمین فاصله
	بینایی- فضایی- محیطی <sup>۲</sup>	Vsa	رعایت خطوط بزرگراه
	بینایی- کلامی <sup>۳</sup>	Vv	خواندن متن، خواندن علائم راهنمایی و رانندگی
	شنوایی- فضایی <sup>۴</sup>	As	مکان‌یابی شنوایی
	شنوایی- کلامی <sup>۵</sup>	Av	گوش دادن به پیام
	لمسی- فضایی <sup>۶</sup>	Ts	تشخیص فاصله بین تکه‌های رادیو
	لمسی- کلامی <sup>۷</sup>	Tv	خواندن خط بریل
	شناختی- فضایی <sup>۸</sup>	Cs	مرور تصویر ذهنی
	شناختی- کلامی <sup>۹</sup>	Cv	مرور شماره تلفن یا یک فهرست
شناخت	پاسخ- فضایی <sup>۱۰</sup>	Rs	انواع فعالیت‌های دستی
پاسخ	پاسخ- کلامی <sup>۱۱</sup>	Rv	صحبت کردن

در مرحله بعدی، مقدار تضاد بین هر یک از منابع تکالیف مشخص شد. این مرحله نماینده بعد چندگانه الگو است. فرض بر این است که مقدار تضاد، متناسب با تعداد منابع مشترک در الگوی چهاربعدي است. اگر دو تکلیف نتوانند یک منبع را بین خود به اشتراک بگذارند مقدار تضاد خیلی زیاد است (مثلاً در پاسخ کلامی دو تکلیف نمی‌توانند شریک شوند). اگر دو تکلیف بتوانند در یک منبع شریک شوند، مقدار تضاد خیلی کم است. مقدار عددی هر خانه در ماتریکس تضاد به ترتیب ذیل تعیین می‌شود:

۱. مقدار تضاد پایه بین هر جفت منبع برابر با  $0/2$  است.
  ۲. اگر دو تکلیف نتوانند یک منبع را بین خود به اشتراک بگذارند مقدار تضاد ۱ است.
  ۳. هر بعد از منابع که با یکدیگر هم‌پوشانی داشته باشند، مقدار تضاد به اندازه  $0/2$  افزایش خواهد یافت.
  ۴. چون منابع شناختی شامل تشخیص با شیوه‌های ادراکی بینایی- شنوایی و لامسه نیست، تضادشان با منابع ادراکی، برابر با میانگین منابع جداگانه و مشترک ادراکی است و برای تعیین این میانگین ما باید به کلیه سطرها و ستون‌های جدول ماتریکس نگاه کنیم، نه صرفاً به گوشه‌های جدول ماتریکس.
  ۵. در موقعیت‌های معین مثل جدایی دو کانال، ارزش تضاد متناظر باید تعدیل شود.
- بر پایه روش پیش‌گفته و مفاهیم منابع چندگانه توجه، جدول ماتریکس تضاد و نرم‌افزار تخمین میزان تداخل نسبی بین تکالیف طراحی شد (شکل ۱).

نحوه محاسبه میزان تداخل نسبی با نرم‌افزار تخمین میزان تداخل نسبی بین تکالیف چندگانه: شکل ۱  
نمایی از صفحه ورودی داده‌های نرم‌افزار طراحی شده است. برای محاسبه میزان تداخل بین تکالیف با

1. Visual-Spatial-Focal  
2. Visual-Spatial-Ambient  
3. Visual-Verbal  
4. Auditive-Spatial

5. Auditive-Verbal  
6. Tactile-Spatial  
7. Tactile-Verbal  
8. Cognitive-Spatial

9. Cognitive-Verbal  
10. Response-Spatial  
11. Response-Verbal

نرم افزار کافی است تا اندازه منابع مورد نیاز هر تکلیف را با بهره گیری از جدول ۲ در خانه هایی که در شکل ۱ با علامت "\*" مشخص شده است وارد کنیم. عدد وارد شده در هر خانه باید بین صفر تا ۳ باشد. در این صورت، نرم افزار محاسبات لازم داده ها را سریعاً انجام می دهد و مجموع منابع مورد نیاز برای تکلیف اول و دوم، مجموع منابع جدول تضاد مربوط به دو تکلیف، مؤلفه تضاد بین دو تکلیف و میزان تداخل نسبی تکالیف نمایش داده خواهد شد.

شکل ۱. نمای نرم افزار طراحی شده و جدول ماتریکس تضاد (۱۵)

				تکلیف اول														
				بردار نیاز														
				ادراکی						شناختی			پاسخ					
				Vsf	Vsa	Vv	As	Av	Ts	Tv	Cs	Cv	Rs	Rv				
				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
تکالیف دوم	بردار نیاز	ادراکی	Vsf	*	۱.۰۰	۰.۸۰	۰.۶۰	۰.۶۰	۰.۴۰	۰.۶۰	۰.۴۰	۰.۴۰	۰.۷۵	۰.۴۷	۰.۴۰	۰.۲۰		
			Vsa	*		۱.۰۰	۰.۶۰	۰.۶۰	۰.۴۰	۰.۶۰	۰.۴۰	۰.۴۰	۰.۷۵	۰.۴۷	۰.۴۰	۰.۲۰		
			Vv	*			۱.۰۰	۰.۸۰	۰.۴۰	۰.۶۰	۰.۴۰	۰.۶۰	۰.۵۰	۰.۶۷	۰.۲۰	۰.۴۰		
			As	*				۱.۰۰	۰.۶۰	۰.۶۰	۰.۴۰	۰.۶۵	۰.۴۷	۰.۴۰	۰.۲۰			
			Av	*					۱.۰۰	۰.۴۰	۰.۶۰	۰.۴۵	۰.۶۷	۰.۲۰	۰.۴۰			
			Ts	*						۱.۰۰	۰.۶۰	۰.۶۵	۰.۴۷	۰.۴۰	۰.۲۰			
			Tv	*							۱.۰۰	۰.۴۵	۰.۶۷	۰.۲۰	۰.۴۰			
	شناختی	Cs	*								۱.۰۰	۰.۶۰	۰.۶۰	۰.۴۰				
		Cv	*									۱.۰۰	۰.۴۰	۰.۶۰				
		پاسخ	Rs	*										۱.۰۰	۰.۶۰			
			Rv	*											۱.۰۰			

تجزیه و تحلیل داده ها به صورت توصیفی (فراوان، میانگین و انحراف) و استنباطی (نرمال سنجی و تعیین هم بستگی) با استفاده از نرم افزار ۲۱ اس.پی.اس.اس در سطح معناداری  $P \leq 0.05$  انجام گرفت. برای نرمال سنجی داده ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد و با توجه به ماهیت داده ها و نرمال بودن داده های به دست آمده، برای تعیین هم بستگی بین زمان پاسخ به محرک ها در موقعیت های مختلف رانندگی و میزان تداخل محاسبه شده با نرم افزار، از ضریب هم بستگی پیرسون استفاده شد.

## یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار زمان پاسخ فشردن کلید روی فرمان و فشردن پدال ترمز شرکت‌کنندگان (۲۴ مرد و ۲۲ زن)، بر حسب میلی‌ثانیه موقعی که با دست یا پا به محرک بینایی و شنوایی پاسخ می‌دادند، در جداول ۳ و ۴ آمده است.

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار زمان پاسخ فشردن کلید روی فرمان شرکت‌کنندگان ۲۴ مرد و ۲۲ زن (میلی ثانیه) در شش وضعیت مختلف

کل	زن	مرد	متغیر	
۸۳۹/۸۳±۳۴۲/۵۰	۸۹۱/۷±۳۹۵/۱۹	۷۹۲/۲۱±۲۸۶/۳۱	بدون استفاده از تلفن همراه (۱)	زمان پاسخ به محرک بینایی
۹۴۸/۵۰±۳۴۹/۵۱	۹۸۵/۵۹±۳۹۳/۱۶	۹۱۴/۴۹±۳۰۸/۷۹	حین مکالمه با تلفن همراه دستی (۲)	
۹۵۷/۸۲±۳۷۵/۷۰	۱۰۰۶/۲۳±۴۵۲/۶۶	۹۱۳/۴۴±۲۹۱/۱۷	حین مکالمه با تلفن همراه هدفون‌دار (۳)	
۸۲۶/۳۳±۳۵۲/۵۵	۸۷۳/۲۹±۴۲۶/۲۵	۷۸۳/۲۸±۲۷۰/۶۳	بدون مکالمه با تلفن همراه (۴)	زمان پاسخ به محرک شنوایی
۹۷۹/۸۱±۳۴۲/۶۴	۱۰۰۳/۵۲±۴۱۵/۷۲	۹۵۸/۰۷±۲۶۶/۲۱	حین مکالمه با تلفن همراه دستی (۵)	
۹۸۰/۵۴±۳۲۹/۳۲	۱۰۲۷±۴۰۷/۶۵	۹۳۷/۹۶±۲۳۷/۷۱	حین مکالمه با تلفن همراه هدفون‌دار (۶)	

جدول ۴. میانگین و انحراف معیار زمان پاسخ فشردن پدال ترمز شرکت‌کنندگان ۲۴ مرد و ۲۲ زن (میلی ثانیه) در شش وضعیت مختلف

کل	زن	مرد	متغیر	
۶۹۱/۲۶±۳۶۶/۴۸	۶۹۷/۸۱±۳۷۳/۰۶	۶۸۵/۲۵±۳۶۸/۲۷	بدون استفاده از تلفن همراه (۱)	زمان پاسخ به محرک بینایی
۸۰۵/۲۳±۳۸۰/۴۳	۷۸۶/۸۱±۳۹۵/۳۹	۸۲۲/۱۲±۳۷۳/۸۹	حین مکالمه با تلفن همراه دستی (۲)	
۸۳۳/۰۷±۳۴۳/۰۷	۸۱۸/۴۰±۳۶۸/۷۰	۸۴۶/۵۱±۳۲۵/۲۱	حین مکالمه با تلفن همراه هدفون‌دار (۳)	
۷۱۴/۴۷±۳۸۱/۴۸	۷۳۷/۴۰±۳۸۵/۱۲	۶۹۳/۴۰±۳۸۵/۱۵	بدون مکالمه با تلفن همراه (۴)	زمان پاسخ به محرک شنوایی
۸۷۲/۹۵±۳۵۵/۳۰	۸۴۲±۳۶۷/۹۱	۹۰۱/۳۲±۳۴۸/۷۷	حین مکالمه با تلفن همراه دستی (۵)	
۸۷۳/۸۳±۳۶۸/۳۳	۸۶۸/۴۰±۳۵۲/۱۱	۸۷۸/۸۱±۳۹۰/۰۹	حین مکالمه با تلفن همراه هدفون‌دار (۶)	

میزان تداخل نسبی محاسبه‌شده با نرم‌افزار در پاسخ به محرک شنوایی و بینایی در موقعیت‌های مختلف رانندگی، موقعی که با دست یا پا به محرک بینایی (چراغ ترمز) و محرک شنوایی (بوق) پاسخ داده می‌شود، در جدول ۵ آمده است. همان‌طور که قابل مشاهده است، میزان تداخل محاسبه‌شده موقعی که از تلفن همراه استفاده نمی‌شود، کمتر از وقتی است که از تلفن همراه دستی یا هدفون‌دار استفاده می‌شود.

جدول ۵. میزان تداخل نسبی محاسبه‌شده بین تکلیف رانندگی و مکالمه با تلفن همراه دستی و هدفون‌دار در موقعیت‌های

مختلف با استفاده از نرم‌افزار طراحی‌شده

۴/۲۹	بدون استفاده از تلفن همراه (۱)	زمان پاسخ به محرک بینایی
۷/۲۸	حین مکالمه با تلفن همراه دستی (۲)	
۶/۹۱	حین مکالمه با تلفن همراه هدفون‌دار (۳)	
۴/۰۰	بدون مکالمه با تلفن همراه (۴)	زمان پاسخ به محرک شنوایی
۷/۵۶	حین مکالمه با تلفن همراه دستی (۵)	
۷/۲۰	حین مکالمه با تلفن همراه هدفون‌دار (۶)	

با توجه به اینکه مقیاس اندازه‌گیری زمان پاسخ شرکت‌کنندگان و میزان تداخل محاسبه‌شده با نرم‌افزار از نوع نسبی بود و استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که توزیع داده‌ها نرمال است ( $P \geq 0.1$ )، بنابراین، از آزمون پیرسون برای بررسی هم‌بستگی و محاسبه‌ی روایی بین مقادیر تداخل محاسبه‌شده با نرم‌افزار الگوی رایانه‌ای (جدول ۵) و نرم‌افزار زمان پاسخ رانندگان (جدول ۳ و ۴) در شش وضعیت مختلف به تفکیک زن و مرد برای کل شرکت‌کنندگان استفاده شد. جدول ۶ نتایج تجزیه و تحلیل یافته‌ها را با آزمون پیرسون نشان می‌دهد.

جدول ۶. نتایج ضریب هم‌بستگی پیرسون برای محاسبه‌ی روایی بین نرم‌افزار الگوی رایانه‌ای تخمین میزان تداخل نسبی بین تکالیف چندگانه و نرم‌افزار محاسبه‌ی زمان پاسخ رانندگان در موقعیت‌های مختلف ( $N=6$ )

میزان تداخل محاسبه‌شده با نرم‌افزار			
P value	r		
$\leq 0.01^*$	0/990	شرکت‌کنندگان مرد	زمان فشردن کلید روی فرمان
0/002*	0/966	شرکت‌کنندگان زن	
$\leq 0.01^*$	0/986	شرکت‌کنندگان زن و مرد	
0/002*	0/966	شرکت‌کنندگان مرد	زمان پاسخ فشردن پدال ترمز
0/022*	0/877	شرکت‌کنندگان زن	
0/005*	0/942	شرکت‌کنندگان زن و مرد	

\*نماد معناداری مقدار هم‌بستگی بین داده‌ها

## بحث

هدف تحقیق حاضر، طراحی نرم‌افزار تخمین میزان تداخل نسبی تکالیف چندگانه و ارزیابی روایی آن در پیش‌بینی اجرای چند تکلیف هم‌زمان بود. نتایج ضریب هم‌بستگی پیرسون، که برای محاسبه‌ی روایی نرم‌افزار طراحی شده مورد استفاده قرار گرفت، نشان داد که هم‌بستگی بالا، معنی‌دار و مستقیمی بین میزان تداخل نسبی تخمین‌زده‌شده با نرم‌افزار رایانه‌ای منابع چندگانه توجه (نرم‌افزار طراحی شده) و زمان پاسخ اندازه‌گیری شده با نرم‌افزار زمان واکنش در وضعیت‌های مختلف رانندگی وجود دارد (جدول ۶). از آنجاکه امکان دستیابی به نرم‌افزاری با قابلیت‌های مشابه نرم‌افزار طراحی شده وجود نداشت، برای سنجش روایی نرم‌افزار طراحی شده، از تکنیک کاوش استفاده شد<sup>۱</sup> که یک معیار استاندارد<sup>۲</sup> در مطالعات رفتار حرکتی برای بررسی میزان تداخل بین تکالیف پذیرفته شده است (۱۸، ۱۹). تکلیف کاوش در این تحقیق، زمان پاسخ به محرک بینایی و شنوایی بود و افزایش زمان واکنش به محرک نشان‌دهنده‌ی افزایش میزان تداخل بین دو تکلیفی (رانندگی و مکالمه با تلفن همراه) بود که هم‌زمان انجام می‌شد. میزان تداخل نسبی محاسبه‌شده بین تکلیف رانندگی و مکالمه با تلفن همراه دستی و هدفون‌دار با استفاده از نرم‌افزار طراحی شده، نشان داد مکالمه با تلفن همراه هدفون‌دار و دستی با رانندگی تداخل ایجاد می‌کند و میزان تداخل نسبی بین مکالمه با تلفن همراه دستی و رانندگی بیش از مکالمه با تلفن همراه هدفون‌دار است (جدول ۵). این یافته‌ها را می‌توان به این صورت توجیه کرد که منابع

1. Probe Technique

2. Gold Standard

توجه مورد نیاز تکلیف رانندگی و پاسخ به ترمز (منابع مورد نیاز: ادراک بینایی فضایی کانونی، بینایی فضایی محیطی، بینایی کلامی، شنوایی فضایی، لمسی فضایی، شناختی فضایی، شناختی کلامی، پاسخ فضایی) و پاسخ به بوق (منابع مورد نیاز: ادراک بینایی فضایی کانونی، بینایی فضایی محیطی، بینایی کلامی، شنوایی کلامی، شنوایی فضایی، لمسی فضایی، شناختی فضایی، شناختی کلامی، پاسخ دهی فضایی)، با منابع مورد نیاز برای صحبت با تلفن همراه دستی و هدفون‌دار (منابع مورد نیاز: ادراک بینایی فضایی محیطی، ادراک شنوایی کلامی، لمسی فضایی، پردازش شناختی کلامی، پاسخ کلامی) اشتراک زیادی دارد؛ بنابراین، اجرای دو تکلیف رانندگی و مکالمه با تلفن همراه دستی و هدفون‌دار با تداخل زیادی همراه است. همچنین، اشتراک منابع مورد نیاز رانندگی با تلفن همراه دستی بیش از اشتراک منابع مورد نیاز رانندگی و تلفن همراه هدفون‌دار است. اساساً، مکالمه با تلفن همراه به‌مثابه یک عامل حواس‌پرتی عمل می‌کند و زمان پاسخ به محرک بینایی و محرک شنوایی، وقتی که شرکت‌کنندگان تکلیف ثانویه مکالمه با تلفن همراه را انجام می‌دهند، افزایش می‌یابد.

تریمل و پولزل (۲۰۰۶)، کانسینگلیو و همکاران (۲۰۰۳)، و زورالیس و همکاران (۲۰۱۸) نیز در تحقیقات خود مشاهده کردند که مکالمه با تلفن همراه با رانندگی تداخل بالایی دارد و به‌منزله عامل حواس‌پرتی باعث افزایش زمان پاسخ رانندگان می‌شود (۲۲-۲۰). محاسبه با الگوی رایانه‌ای طراحی شده نشان داد میزان تداخل ایجاد شده در موقع صحبت با تلفن همراه دستی و هدفون‌دار، در پاسخ به محرک شنوایی اندکی بیشتر از محرک بینایی است. این یافته را طبق مبانی نظری الگوی منابع چندگانه توجه و فرضیه مناسب‌بودن روش<sup>۱</sup> به این صورت می‌توان توضیح داد که تقسیم توجه بین گوش و چشم بهتر از تقسیم توجه بین دو گوش یا دو چشم صورت می‌گیرد؛ یعنی شراکت زمانی بین حسی<sup>۲</sup> بهتر از شراکت زمانی درون حسی<sup>۳</sup> است (۲۳). در نتیجه، مقدار تداخل محاسبه‌شده در پاسخ به محرک بینایی حین مکالمه با تلفن همراه دستی اندکی کمتر است. همین توضیح در خصوص مکالمه با تلفن همراه هدفون‌دار نیز صدق می‌کند. چنین مزیتی برای شراکت زمانی بین حسی در قیاس با درون حسی را ویکنز و همکاران (۱۹۸۳) با انجام آزمایش‌های ردیابی و در شبیه‌سازی پیچیده پرواز ذکر کردند (۲۴). همچنین، پارکس و کلمن (۱۹۹۰) نشان دادند رانندگانی که در رانندگی شبیه‌سازی شده به‌صورت شنوایی راهنمایی می‌شوند، عملکرد بهتری از رانندگانی دارند که به‌صورت بینایی راهنمایی می‌شوند (۲۵). مزیت نسبی شراکت زمانی بین حسی (بینایی-شنوایی) نسبت به درون حسی (شنوایی-شنوایی یا بینایی-بینایی) شاید واقعاً ناشی از منابع ادراکی جداگانه در داخل مغز نباشد، بلکه ممکن است ناشی از عوامل محیطی تأثیرگذار در دو موقعیت درون حسی (شنوایی-شنوایی یا بینایی-بینایی) باشد؛ به این معنی که وقتی اطلاعات بینایی از دو بخش دور از هم فراهم می‌شود، دو کانال بینایی رقابتی، نیاز به جست‌وجوی بینایی بین دو بخش جدا از هم خواهد داشت که به هزینه پردازش‌های بینایی خواهد افزود. و اگر هم دو موقعیت نزدیک به هم باشند، ممکن است باعث هم‌پوشی و سردرگمی شوند. مشابه همین

1. Modality Appropriateness Hypothesis

2. Cross-Modal Time-Sharing  
3. Intera-Modal Time-Sharing

وضعیت در مورد پیام‌های شنوایی دیده می‌شود؛ به این معنی که پیام‌های شنوایی ممکن است فرکانس‌های گنج‌گاهی نزدیک به هم را اشکال کنند و در نتیجه باعث هم‌پوشی و گیجی شوند. در تحقیقاتی که عوامل محیطی در آنها به دقت کنترل شده است، مزایای بین‌حسی به درون‌حسی آشکار شده است. البته، ویکنز و همکاران (۲۰۰۲) و اسپنس و همکاران (۲۰۰۱) با تحقیقات خود نشان دادند که وجود عوامل غیر منبعی از جمله ویژگی‌های تسخیر توجهی اطلاعات شنوایی ممکن است مزیت منبع جداگانه را جبران کند (۲۶،۲۷). در تحقیق حاضر، کارایی نرم‌افزار طراحی شده صرفاً در موقعیت‌های محدود ارزیابی شد. پیشنهاد می‌شود، در تحقیقات آتی، کارایی نرم‌افزار طراحی شده برای محاسبه تداخل و پیش‌بینی اجرا در موقعیت‌های ورزشی ارزیابی شود.

### نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نرم‌افزار محاسبه میزان تداخل نسبی بین تکالیف مختلف، که طبق الگوی محاسباتی رایانه‌ای نظریه منابع چندگانه طراحی شده است، جهت پیش‌بینی اجرا و تخمین مقدار تداخل نسبی بین ترکیبات مختلف تکالیف می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

### تقدیر و تشکر

این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی "کارایی الگوی چهاربعدی منابع چندگانه در پیش‌بینی اجرا و طراحی نرم‌افزار محاسبه میزان تداخل" دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شرق است که بدین وسیله از مسئولان محترم دانشگاه پیش‌گفته که در تصویب و اجرای طرح نهایت همکاری را داشتند تقدیر و تشکر می‌کنم.

### منابع

1. McGarry, T., O'Donoghue, P., de Eira Sampaio, A.J. (2013). Handbook of Sports Performance Analysis, Publisher: New York : Routledge.
2. Koedijker, J.M., Poolton, J.M., Maxwell, J.P., Oudejans, R.R., Beek, P.J., Masters, R.S. (2011). Attention and time constraints in perceptual-motor learning and performance: Instruction, analogy, and skill level. *Consciousness and Cognition*. 20(2):245-56.
3. Shaw, M.L., Mulligan, R.M., Stone, L.D. (1983). Two-state versus continuous-state stimulus representations: A test based on attentional constraints. *Perception & Psychophysics*. 33(4):338-54.
4. Edwards, W. (2010). Learning and Motor Control from Theory to Practice - Volume II, Mousavi Sadati, S.K. (2014). Publisher: Hatmi. First Edition. 165-7. (Persian)
5. Driver, J. (2001). A selective review of selective attention research from the past century. *British Journal of Psychology*. 92:53-78.
6. 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.
7. Norman, D.A. (1968). Toward a theory of memory and attention. *Psychological Review*. 75(6):522-36.
8. Schmidt, R., Lee, T. (2014). Motor learning and performance: From principles to applications. *Human Kinetics*. 205.
9. Magill, R.A. (2016). Motor learning: Concepts and applications. Vaez Mousavi, M.K., Shojaie, M. Publisher: Bamdad Ketab. 196-9. (Persian)
10. Kahneman, D. (1973). Attention and effort: Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 145-8.
11. Navon, D., Gopher, D. (1979). On the economy of the human-processing system. *Psychological Review*. 86(3):214-55.
12. Wickens, C.D., Kessel, C. (1980). Processing resource demands of failure detection in dynamic systems. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 6(3): 564-77.
13. Pashler H, Johnston JC, Ruthruff E. (2001). Attention and performance. *Annual review of psychology*. 52(1):629-51.
14. Wickens, C.D. (2008). Multiple resources and mental workload. *Human Factors*. 50(3):449-55.
15. Wickens, C.D. (2002). Multiple resources and performance prediction. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*. 3(2):159-77.
16. van Engelen, D. (2011). Attention Drivers: RWTH Aachen University; 11-22.

17. Amiri, S., Shadmehr, A., Ashnagar, Z., Jalaie, S. (2012). Design and construction of a system for reaction time test and anticipation skill estimation. *Journal of Modern Rehabilitation*. 6(2):26-36. (persian)
18. Müller, J., Langhanns, C., Müller, H. (2019). Using a task-specific semantic auditory probe reaction time technique in motor-cognitive dual-task studies. DOI: 10.7892/boris.123517
19. Shaw, E.P., Rietschel, J.C., Hendershot, B.D., Pruziner, A.L., Miller, M.W., Hatfield, B.D., Gentili, R.J. (2018). Measurement of attentional reserve and mental effort for cognitive workload assessment under various task demands during dual-task walking. *Biological Psychology*. 134:39-51.
20. Trimmel, M., Poelzl, G. (2006). Impact of background noise on reaction time and brain DC potential changes of VDT-based spatial attention. *Ergonomics*. 49(2):202-8.
21. Consiglio, W., Driscoll, P., Witte, M., Berg, W.P. (2003). Effect of cellular telephone conversations and other potential interference on reaction time in a braking response. *Accident Analysis & Prevention*. 35(4):495-500.
22. Zuraulis, V., Nagurnas, S., Peceliunas, R., Pumputis, V., Skackauskas, P. (2018). The analysis of drivers' reaction time using cell phone in the case of vehicle stabilization task. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 31(5):1-16.
23. Hass, J., Blaschke, S., Herrmann, J.M. (2012), Michael. Cross-Modal Distortion of Time Perception: Demerging the Effects of Observed and Performed Motion. *PLOS ONE*. 7(6):e38092.
24. Wickens, C., Kramer, A.F., Vanasse, L., Donchin, E. (1983). Performance of concurrent tasks: A psychophysiological analysis of the reciprocity of information-processing resources. *Science*. 221(4615):1080-2.
25. Parkes, A.M., Colman, N. (1990). *Route guidance systems: a comparison of methods of presenting directional information to the driver*. London: Taylor & Francis. 480-84
26. Wickens, C.D., Hellenberg, J., Xu, X. (2002). Pilot maneuver choice and workload in free flight. *Human Factors*. 44(2):171-88.
27. Spence, C., Nicholls, M.E.R., Driver, J. (2001). The cost of expecting events in the wrong sensory modality. *Perception & Psychophysics*. 63(2):330-6.