Comparison of Theta Waves During Different Stages of Web Search:
An Indicator for Sustained Attention

Mahsa Torabi
PhD In Information Science; Shiraz University; Shiraz, Iran;
Email: mahsatorabi515@gmail.com

Mahdieh Mirzabeigi*
PhD in Information Science; Associate Professor; Shiraz University; Shiraz, Iran Email: mmirzabeigi@gmail.com

Javad Abbaspour
PhD in Information Science; Associate Professor; Shiraz University; Shiraz, Iran Email: javad.abbaspour@gmail.com

Habib Hadianfard
PhD. in Clinical Psychology; Professor; Shiraz University; Shiraz, Iran Email: hadianfd@shirazu.ac.ir

Yashar Moshfeghi
PhD in Information Retrieval; Associate Professor; Strathclyde University; Glasgow, UK Email: yashar.moshfeghi@gmail.com

Iranian Journal of Information Processing and Management

Received: 16, Jun. 2024 **Accepted: 29, Jul. 2024**

Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc)
ISSN 2251-8223
eISSN 2251-8231
Indexed by SCOPUS, ISC, & LISTA
Vol. 40 | No. 3 | pp. 757-794
Spring 2025
https://doi.org/10.22034/jipm.2024.2032612.1663

Abstract: Web search, as a primary tool for accessing a vast amount of data, plays a crucial role in information retrieval. This study aims to compare the level of sustained attention across different stages of web searching. This research is foundational in its purpose and employs a quasi-experimental method for collecting quantitative data. The research sample consisted of 12 graduate students from Shiraz University, selected using a purposive sampling method. This approach was chosen because graduate students typically engage in more search activities due to their research requirements. Initially, G-Power software estimated that a sample size of 12 participants would suffice; however, to ensure reliability, data were gathered from 14 participants. The main variable of the study was the level of sustained attention, which was measured by recording theta wave activity using a 21-electrode electroencephalography (EEG) device. For data preprocessing and analysis, the MNE library in Python was utilised. The preprocessed data were organised according to time intervals participants spent on each web search stage: reading the question, formulating the search query, reviewing the search engine results page, and judging relevance. Ultimately, the relative power of the

* Corresponding Author

theta wave was calculated as an indicator of sustained attention for each stage and was compared across different stages using repeated measures analysis of variance. The findings indicated that the relative power of the theta wave during the relevance judgment stage was significantly higher than during the review stage of the search engine results page. Moreover, no significant differences were found between the reading question and formulating query stages. This suggests that sustained attention is greater during the relevance judgment stage, as users tend to engage more deeply in reading the information pages, assessing their relevance, and seeking the desired answers to their search tasks. In contrast, during the review phase of the search engine results page, users do not require as high a level of sustained attention, since they often skim titles and maintain shorter attention spans. The results of this research could inform the design of personalised search engines using EEG data. Monitoring users' theta wave activity on content pages could serve as a reliable metric for gauging user engagement and assessing content relevance.

Keywords: Web Search Stages, Sustained Attention, Theta Wave, Electroencephalography

مقایسه موج تتا در مراحل مختلف جست‌وجوی وبی: مقیاسی برای توجه پیوسته

مهسا ترابی
دکتری تخصصی علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛ دانشگاه شیراز؛ شیراز، ایران؛
mahsatorabi515@gmail.com

مهدیه میرزابیگی
دکتری تخصصی علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛ دانشیار؛ دانشگاه شیراز؛ شیراز، ایران؛
پدیدآور رابط mmirzabeigi@gmail.com

جواد عباس‌پور
دکتری تخصصی علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛ دانشیار؛ دانشگاه شیراز؛ شیراز، ایران؛
javad.abbaspour@gmail.com

حبیب هادیان‌فرد
دکتری تخصصی روان‌شناسی بالینی؛ استاد؛ دانشگاه شیراز؛ شیراز، ایران hadianfd@shirazu.ac.ir

یاشار مشفقی
دکتری تخصصی بازیابی اطلاعات؛ دانشیار؛ دانشگاه استراتکلاید؛ گلاسگو، انگلستان؛
yashar.moshfeghi@gmail.com

پژوهش‌نامهٔ پردازش و مدیریت اطلاعات

دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۷ | پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۸ | مقاله برای اصلاح به مدت ۵ روز نزد پدیدآوران بوده است.

چکیده: جست‌وجوی وبی به‌منزلهٔ ابزار اصلی برای دسترسی به حجم وسیعی از داده‌ها نقش مهمی در بازیابی اطلاعات ایفا می‌کند. هدف پژوهش حاضر، مقایسه سطح توجه پیوسته در مراحل مختلف جست‌وجوی وبی است. این پژوهش به لحاظ هدف، بنیادی و به لحاظ نحوه گردآوری اطلاعات، کمی از نوع شبه‌آزمایشی است. نمونه پژوهش شامل ۱۲ دانشجوی تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز، و روش نمونه‌گیری هدفمند بود؛ زیرا دانشجویان تحصیلات تکمیلی به‌واسطه انجام پژوهش، فعالیت‌های جست‌وجوی بیشتری داشتند. برای محاسبه اندازه نمونه از نرم‌افزار «جی-پاور» استفاده شد، و حجم نمونه ۱۲ نفر برآورد شد. با این حال، برای اطمینان، داده‌ها از ۱۴ شرکت‌کننده جمع‌آوری شد. متغیر اصلی پژوهش سطح توجه پیوسته بود که از طریق ثبت فعالیت موج تتا با دستگاه الکتروآنسفالوگرافی ۲۱ الکترودی سنجیده شد. به‌منظور پیش‌پردازش و

نشریهٔ علمی | رتبهٔ بین‌المللی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)
شاپا (چاپی) ۸۲۲۳-۲۲۵۱
شاپا (الکترونیکی) ۸۲۳۱-۲۲۵۱
نمایه در LISTA، ISC، و SCOPUS
jipm.irandoc.ac.ir
دورهٔ ۴۰ | شمارهٔ ۳ | ص‌ص ۷۵۷-۷۹۴
بهار ۱۴۰۴
https://doi.org/10.22034/jipm.2024.2032612.1663

تحلیل داده‌ها از کتابخانهٔ «ام‌ان‌ای» در زبان برنامه‌نویسی «پایتون» استفاده شد. داده‌های پیش‌پردازش‌شده با توجه به بازه‌های زمانی‌ای که آزمودنی برای هر یک از مراحل جست‌وجوی وبی شامل خواندن سؤال، فرمول‌بندی پرسش جست‌وجو، بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو، و قضاوت ربط صرف کرده بود، کنار هم قرار گرفت. سرانجام، توان نسبی موج تتا، به‌عنوان مقیاس اندازه‌گیری سطح توجه پیوسته برای هر مرحله محاسبه شد و از طریق روش تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر این موج در مراحل مختلف جست‌وجو مقایسه شد. یافته‌ها نشان داد که توان نسبی موج تتا در مرحلهٔ قضاوت ربط به‌طور معناداری بالاتر از مرحله بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو بود؛ اما در دو مرحله خواندن سؤال و فرمول‌بندی پرسش جست‌وجو، تفاوت معناداری نداشت. این یافته نشان می‌دهد که توجه پیوسته در مرحله قضاوت ربط از مرحله بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو بالاتر است؛ زیرا کاربران هنگامی که در این مرحله قرار دارند، صفحات اطلاعات را با دقت بیشتری می‌خوانند، ربط آن‌ها را بررسی می‌کنند، و پاسخ مورد نظر تکلیف جست‌وجو را پیدا می‌کنند. اما در مرحله بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو، کاربران نیاز به توجه پیوستهٔ بالایی ندارند. در این مرحله، کاربران اصولاً به مرور اجمالی عناوین می‌پردازند و بازه‌های توجه‌شان کوتاه‌تر است. از نتایج این پژوهش می‌توان در طراحی موتورهای جست‌وجوی شخصی‌سازی‌شده با داده‌های الکتروآنسفالوگرام استفاده کرد. ارزیابی میزان فعالیت موج تتای کاربران در صفحات محتوا می‌تواند نقش یک شاخص قابل اعتماد در بررسی میزان درگیری کاربران با محتوا و ارزیابی مرتبط بودن مطالب باشد

کلیدواژه‌ها: مراحل جست‌وجوی وبی، توجه پیوسته، موج تتا، الکتروآنسفالوگرافی

۱. مقدمه

جست‌وجوی وبی به‌عنوان ابزار اصلی برای دسترسی به حجم وسیعی از داده‌ها نقش مهمی در بازیابی اطلاعات ایفا می‌کند. مراحل جست‌وجوی وبی با تشخیص یک نیاز اطلاعاتی آغاز می‌شود؛ جایی که کاربران متوجه می‌شوند که به اطلاعاتی در مورد یک موضوع خاص نیاز دارند. به‌دنبال آن، پرسش جست‌وجو فرمول‌بندی می‌شود؛ مرحله‌ای حیاتی که شامل ترجمه اطلاعات مورد نیاز به یک پرسش جست‌وجوی ساختاریافته است که موتورهای جست‌وجو بتوانند به‌طور مؤثر آن را تفسیر کنند (Wacholder 2011). هنگامی که پرسش جست‌وجو ارسال شد، موتورهای جست‌وجو صفحات نتایج موتورهای جست‌وجو را تولید می‌کنند. در این مرحله، فهرست رتبه‌بندی‌شده‌ای از صفحات وب مرتبط، بر اساس الگوریتم‌های پیچیده‌ای که ربط و اعتبار صفحه را ارزیابی می‌کنند، نمایش داده می‌شود. سرانجام، کاربران به صفحات محتوا می‌روند؛ جایی که

آن‌ها اطلاعات ارائه‌شده را برای پاسخ به نیاز اطلاعاتی اولیه خود ارزیابی کرده و ربط آن‌ها را برآورد می‌کنند. این مراحل در مجموع، یک فرایند چرخه‌ای تشکیل می‌دهد؛ زیرا کاربران اغلب پرسش‌های خود را بر اساس محتوای بازیابی‌شده اصلاح می‌کنند و در نتیجه، این مراحل چندین بار تکرار می‌شود.

مراحل جست‌وجوی وبی تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله عناصر فنی، گرایشی و شناختی قرار دارد. عوامل فنی شامل کارایی و الگوریتم‌های موتورهای جست‌وجوست؛ در حالی که عوامل گرایشی به ویژگی‌های شخصیتی و ترجیحات فردی مربوط می‌شود که بر رفتار جست‌وجو تأثیر می‌گذارد (McElroy et al. 2007). عوامل شناختی مختلف همچون حافظه، ادراک و توانایی استدلال نیز می‌تواند نقش مهمی در مراحل جست‌وجوی وبی ایفا کند. یکی از متغیرهای شناختی که در بهبود حافظه، یادگیری، تصمیم‌گیری و حل مسئله تأثیر دارد، توجه است (Sridhar, Khamaj & Asthana 2023). تعاریف متفاوتی از توجه ارائه شده، و هر یک از صاحب‌نظران از رویکردی به این مفهوم مهم پرداخته‌اند. «اسکدا-الیزوندو» و همکاران معتقدند وقتی فرد درگیر فعالیتی با یک هدف مشخص است و مغز وی از میان همه اطلاعات در دسترس، پردازش اطلاعاتی را که به آن هدف مربوط است در اولویت قرار می‌دهد، به آن فعالیت توجه نشان داده است (Esqueda-Elizondo et al. 2022).

دسته‌بندی‌های متعددی از توجه ارائه شده است. تحقیقات نشان می‌دهد که توجه پیوسته در فرایندهای پردازش و تکالیف نیازمند درگیری ذهنی طولانی‌مدت بسیار مهم است؛ چرا که این نوع توجه به کاربران اجازه می‌دهد تا تمرکز ثابت را در دوره‌های طولانی حفظ کنند (Gallen et al. 2023). افزون بر این، مطالعات نشان می‌دهد که حواس‌پرتی‌ها، مانند خاصیت چندوظیفه‌ای رسانه‌ها، به‌طور قابل توجهی توجه پیوسته را مختل می‌کند (Huang, Li & Zhang 2023).

شاخص‌های مختلفی برای اندازه‌گیری توجه پیوسته وجود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان شاخص‌های غیرفیزیولوژیکی مانند زمان واکنش در آزمون عملکرد پیوسته و معیارهای خودگزارش‌دهیِ توجه را نام برد. این شاخص‌ها توانایی تمرکز طولانی‌مدت فرد را هنگام پاسخ دادن به فعالیت‌های ذهنی ارزیابی می‌کند (Wei et al. 2021). در کنار این شاخص‌ها، در سال‌های اخیر استفاده از امواج الکتروفیزیولوژی برای اندازه‌گیری فعالیت‌های شناختی از جمله توجه پیوسته مورد توجه قرار گرفته است. تحقیقات نشان

می‌دهد که نوسانات موج تتا، به‌ویژه در نواحی خلفی مغز، نقش مهمی در حفظ تمرکز در فعالیت‌های مختلف ایفا می‌کند (Welhaf & Kane 2024) و تنوع فرکانس پایین در فعالیت تتا به‌طور قابل توجهی، توجه پیوسته را تعدیل می‌کند. این مسئله حاکی از آن است که نظارت بر این امواج مغزی، اندازه‌گیری دقیق و قابل اعتمادتری از ظرفیت توجه را در مقایسه با روش‌های غیرفیزیولوژیکی ارائه می‌دهد (Yang et al. 2023).

با توجه به نقش مهم توجه پیوسته در فرایندهای پردازش اطلاعات، انتظار می‌رود که این متغیر بتواند نقش مهمی در مراحل مختلف جست‌وجوی وبی، اعم از خواندن سؤال، فرمول‌بندی پرسش جست‌وجو، بررسی صفحه نتایج، و ارزیابی محتوای بازیابی‌شده و قضاوت ربطِ نتایج ایفا کند. در پژوهش‌های پیشین، اغلب به توجه بصری[1] پرداخته شده و نقش سایر انواع توجه از جمله توجه پیوسته کمتر بررسی و آزمون شده است. از این‌رو، در این پژوهش‌ها، توجه تحت تأثیر عواملی همچون موقعیت مکانی عناصر موجود در موتور جست‌وجو (Möller & Schierl 2012)، خلق مثبت (Kaspar, Gameiro & König 2015)، وجود تبلیغات (Ahn et al. 2018) و ویژگی‌های قابل مشاهده صفحه (Putkonen et al. 2023) بوده است. نکته مهم دیگر این است که سنجش توجه به روش‌های مرسوم مانند آزمون‌های کاغذ-مدادی و یا آزمون‌های کامپیوتری، سطح این متغیر را قبل و یا بعد از جست‌وجوی وبی می‌سنجد و امکان سنجش سطح توجه در مراحل مختلف جست‌وجو وجود ندارد. استفاده از تکنیک ثبت امواج مغزی به‌منظور اندازه‌گیری توجه پیوسته از طریق ضبط فعالیت موج تتا می‌تواند این محدودیت را جبران کند و راه را برای پژوهش در حیطهٔ سنجش این بعد از توجه (توجه پیوسته) در مراحل مختلف جست‌وجوی وبی هموار سازد. با توجه به اینکه مطالعات نشان می‌دهد که حواس‌پرتی‌ها، مانند خاصیت چندوظیفه‌ای رسانه‌ها، به‌طور قابل توجهی توجه پیوسته را مختل می‌کند (Huang, Li & Zhang 2023)، با آگاهی از مراحلی از جست‌وجو که توجه پیوسته در آن‌ها دارای اهمیت است، طراحان محیط‌های رابط می‌توانند عناصر موجود در آن بخش را تقویت کرده، و با کاهش عوامل حواس‌پرتی به بهبود کیفیت جست‌وجوی کاربران کمک کنند.

بر این اساس و با توجه به اهمیت توجه در فرایندهای پردازش اطلاعات و خلأ پژوهشی موجود، پژوهش حاضر این مهم را مد نظر قرار داده و قصد دارد با بهره‌گیری از

1. visual attention

روش الکتروانسفالوگرافی و اندازه‌گیری الگوهای موج تتا در مراحل مختلف جست‌وجوی وبی (احساس نیاز اطلاعاتی، فرمول‌بندی پرسش جست‌وجو، بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو و بررسی میزان ربط محتوای صفحات بازیابی‌شده با موضوع وظیفه جست‌وجو)، نقش توجه پیوسته را در این مراحل با یکدیگر مقایسه کند.

با توجه به مسئله گفته‌شده، سؤال اصلی پژوهش به‌شرح زیر است:

◇ آیا توان نسبی موج تتا به‌عنوان شاخصی از توجه پیوسته، در مراحل مختلف جست‌وجوی وبی با یکدیگر تفاوت معناداری دارد؟

۱. ۲. ادبیات پژوهش

۲-۱. نظریه‌های توجه پیوسته

توجه، فرایندی است که در سطح شناختی رخ می‌دهد و به فرد امکان می‌دهد تا خود را به سمت محرک‌های مرتبط سوق دهد؛ آن‌هایی را که مرتبط نیستند نادیده بگیرد و بر اساس محرک‌های مرتبط عمل کند (Esqueda-Elizondo et al. 2022). طبق مدل بالینی توجهِ Sohlberg & Mateer (1987)، توجه دارای ابعاد انتخابی، انتقالی، پیوسته، متمرکز و تقسیم شده است. از میان این ابعاد، توجه انتخابی به کاربران اجازه می‌دهد که روی نتایج جست‌وجو یا کلمات کلیدی خاص تمرکز کنند، در حالی که اطلاعات نامربوط را فیلتر می‌کنند (Niosi 2021). توجه انتقالی زمانی مطرح می‌شود که کاربران بین عبارت‌های جست‌وجو یا صفحات وب مختلف جابه‌جا می‌شوند تا گزینه‌ها یا دیدگاه‌های مختلف را بررسی کنند. سرانجام، توجه پیوسته برای دوره‌های طولانی جست‌وجوی اطلاعات ضروری است، و تضمین می‌کند که کاربران در طول جلسات جست‌وجوی خود درگیر و متمرکز می‌مانند. در نتیجه، به نظر می‌رسد که این ابعادِ توجه در مجموع، تجارب جست‌وجوی کاربران را شکل می‌دهند

توجه پیوسته به معنای توانایی حفظ توجه متمرکز در دوره‌های طولانی، یک عملکرد شناختی مهم است که از طریق چارچوب‌های نظری مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. یکی از نظریه‌های برجسته در این زمینه، نظریه توجه پیوسته (اس‌اِی‌تی)[1] است، که بیان می‌کند که توجه پیوسته شامل حفظ توجه متمرکز بر یک هدف یا فعالیت خاص برای مدت طولانی است. این نظریه بر اهمیت درگیری مداوم با یک تکلیف تأکید

1. sustained attention theory (SAT)

می‌کند و پیشنهاد می‌کند که نوسانات توجه را می‌توان برای درک فرایندهای شناختی زیربنایی ردیابی و اندازه‌گیری کرد (Hwu 2023). نظریهٔ مهم دیگری که توجه پیوسته را مطرح کرده، نظریه برانگیختگی[1] است. این نظریه نشان می‌دهد که برانگیختگی، که شامل تغییرات رفتاری و فیزیولوژیکی در پاسخ به محرک‌هاست، نقش مهمی در حمایت از توجه ایفا می‌کند. بر اساس این نظریه، سطوح بهینه برانگیختگی توجه پیوسته را تسهیل می‌کند؛ در حالی که سطوح بسیار کم یا زیاد برانگیختگی می‌تواند توانایی حفظ تمرکز را مختل کند (Matravers 2011).

از سوی دیگر، طبق نظریه‌های منبع[2]، توجه پیوسته توسط مجموعه محدودی از منابع شناختی حفظ می‌شود که در طول زمان و با ادامه کار کاهش می‌یابد. این مسئله به‌عنوان کاهش هوشیاری شناخته می‌شود. نظریه‌پردازانِ منبع پیشنهاد می‌کنند که توانایی حفظ عملکرد بالا در تکالیف توجه پیوسته به این منابع شناختی محدود متکی است که با درگیری طولانی‌مدت کار کاهش می‌یابد (Massar et al. 2016). مدل کنترل منبع[3] به‌طور خاص جنبه‌هایی از نظریه‌های منابع و نظریه‌های سرگردانی ذهن را ترکیب می‌کند تا توضیح دهد که چرا توجه به‌عنوان تابعی از زمان انجام کار از بین می‌رود. این مدل پیشنهاد می‌کند که عملکرد در طول زمان به‌دلیل رابطه رقابتی بین توجه کانونی مرتبط با کار و سرگردانی ذهنی کاهش می‌یابد. اساساً، با تمام شدن منابع شناختی، احتمال فقدان توجه افزایش می‌یابد که منجر به کاهش عملکرد در تکالیف مربوط به توجه پیوسته می‌شود (Thomson, Besner & Smilek 2015).

افزون بر این، نظریه تشخیص سیگنال[4]، بر این باور است که توانایی فرد برای تشخیص محرک نه‌تنها تحت تأثیر ویژگی‌های حسی سیگنال است، بلکه تحت تأثیر وضعیت توجه و معیارهای تصمیم‌گیری نیز قرار دارد (Román et al. 2022). همچنین، استفاده از نظریه تشخیص سیگنال در تکالیف جست‌وجوی بصری نشان می‌دهد که چگونه توجه بر دقت و سرعت تشخیصِ اهداف در میان عوامل حواس‌پرتی تأثیر می‌گذارد و نقش توجه پیوسته را در حفظ عملکرد در طول زمان برجسته می‌کند (Verghese 2001).

1. arousal theory
2. resource theories
3. resource-control model
4. signal detection theory (SDT)

مدل‌های عصبی-شناختی[1] نیز مکانیسم‌هایی را برای توجه پیوسته پیشنهاد می‌کنند. هدف این مدل‌ها توضیح این مسئله است که چگونه افراد توجه متمرکز را در دوره‌های طولانی حفظ می‌کنند. توجه پیوسته که اغلب از آن به‌عنوان هوشیاری یاد می‌شود، توانایی هوشیار ماندن و تمرکز روی یک کار در طول زمان است. مدل‌های عصبی-شناختی نشان می‌دهند که این توانایی توسط مکانیسم‌های عصبی و فرایندهای شناختی خاص پشتیبانی می‌شود. به‌عنوان مثال، مطالعه‌ای نشان داده است که توجه پیوسته می‌تواند تحت تأثیر طول مدت تکلیف قرار گیرد و منجر به کاهش هوشیاری شود. این موضوع تحت عنوان «کاهش عملکرد با ادامه کار» شناخته می‌شود (Huang, Li & Zhang 2023).

تحقیقات در مورد بهبود توجه پیوسته، رویکردهای مختلف را در آموزش شناختی/ رفتاری، مداخلات دارویی و نوروفیدبک[2] دسته‌بندی می‌کند. آموزش شناختی/ رفتاری بر تقویت کنترل توجه از طریق تمرین‌ها و راهبردهایی که برای تقویت انعطاف‌پذیری شناختی و کاهش حواس‌پرتی طراحی شده‌اند، تمرکز دارد؛ در حالی که نوروفیدبک شامل نظارت بر فعالیت مغز و ارائه بازخورد در زمان واقعی برای کمک به افراد برای تنظیم مؤثرتر حالات توجه خود است (Fortenbaugh, DeGutis & Esterman 2017). افزون بر این، محرک‌های زبانی مانند سهولت پردازش و زبان عاطفی به‌عنوان عوامل کلیدی در حفظ توجه پیوسته شناسایی شده‌اند. سهولت پردازش به چگونگی درک بی‌دردسر اطلاعات اشاره دارد که به حفظ تعامل کمک می‌کند؛ در حالی که زبان عاطفی می‌تواند با برانگیختن پاسخ‌های احساسی قوی توجه را به‌طور مؤثرتری جلب کرده و نگه دارد (Berger, Moe & Schweidel 2023). نظریه ذهن‌آگاهی[3] نیز مکانیسم‌هایی را برای افزایش توجه پیوسته پیشنهاد می‌کند. ذهن‌آگاهی، که اغلب به‌عنوان توجه به شیوه‌ای خاص تعریف می‌شود عمدی، در لحظه حال، و بدون قضاوت است و کنترل شناختی را بهبود می‌بخشد و توجه را در دوره‌های طولانی حفظ می‌کند. تحقیقات نشان داده است که آموزش تمرکز حواس می‌تواند عملکرد توجه پیوسته را حفظ کند و منجر به کمبود توجه کمتری شود (Bauer et al. 2020).

از میان نظریه‌های متعددی که توجه پیوسته را تعریف کرده‌اند، نظریه «توجه پیوسته»

1. neurocognitive models
2. neurofeedback
3. mindfulness theory

به‌عنوان زیربنایی برای تعریف توجه پیوسته در این پژوهش در نظر گرفته شد. انتخاب این نظریه برای پژوهش حاضر چند دلیل دارد: اول اینکه این نظریه توجه پیوسته را به‌عنوان حفظ توجه متمرکز در طول انجام یک تکلیف مطرح کرده است که همسو با طرح پژوهشی حاضر است. در پژوهش حاضر، تکلیفی که کاربر در حین آن نیازمند متمرکز ماندن است، جست‌وجوی وبی است. این در حالی است که سایر نظریه‌ها نظیر نظریه برانگیختگی و نظریه تشخیص سیگنال، توجه پیوسته را به‌ترتیب وابسته به سطوح برانگیختگی و نبودِ عوامل حواس‌پرتی می‌دانند. دوم اینکه، نظریهٔ توجه پیوسته، میزان این توجه را همسو با درگیری فرد با یک تکلیف می‌داند؛ در صورتی که سایر نظریه‌ها نظیر نظریه‌های منبع بیان می‌کنند که توجه پیوسته با گذر زمان کاهش می‌یابد. آخرین مورد اینکه، در نظریهٔ توجه پیوسته به‌طور مستقیم بر امکان اندازه‌گیری توجه پیوسته اشاره شده است. این در صورتی است که در سایر نظریه‌های پیش‌گفته، به این امکان به‌صورت مستقیم اشاره‌ای نشده است.

۲-۲. توجه و رفتار جست‌وجوی وبی

توجه در بسترهای مختلف جست‌وجو مانند جست‌وجوی موبایلی، جست‌وجو در شبکه‌های اجتماعی و غیره مورد توجه تعدادی از پژوهشگران بوده است. روش‌شناسیِ غالبِ به‌کاررفته برای سنجش توجه در پژوهش‌های مرتبط با رفتار جست‌وجوی اطلاعات، ردیابی حرکات چشمی بوده است (مانند Putkonen et al. 2023; Wu & Zhang 2022). اما از سایر روش‌ها نظیر حرکات مکان‌نما (Huang 2013)، زمان واکنش (Zielinska 2017)، امواج مغزی (Bose et al. 2016)، تکلیف توجه تقسیم‌شده حرف ناوون[1] (Peng et al. 2018)، مشغول نشدن به مرورهای غیرمرتبط با موضوع (Wu & Xie 2018)، اقدامات کاربر و تحلیل فایل‌های تراکنش (Li et al. 2020; Putkonen et al. 2023)، نیز به‌منظور سنجش توجه استفاده شده است. «جاماسبی، هال-فیلیپس و یانگ» در پژوهشی با هدف شناخت توجه کاربران در صفحه نتایج موتور جست‌وجو با استفاده از تکنیک ردیابی حرکات چشمی، خیرگی کاربران در نقاط مورد علاقه را مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که رفتار مشاهده کاربران می‌تواند بر تجربه و جست‌وجوی مؤثرشان تأثیر

1. Navon-letter task

بگـذارد (Djamasbi, Hall-Phillips & Yang 2013). در پژوهـشی دیگـر «هـاروی و پوینتـون» بـه بـررسی تأثیـر توجـه تقسیم‌شـده بـر وظایـف جسـت‌وجوی موبایـلی پرداختنـد. آن‌هـا بـا ایجـاد دو موقعیـت، یـکی جسـت‌وجو در حالـت نشسـته و دیگـری در حـال قـدم زدن، عملکـرد جسـت‌وجوی وبی کاربـران را بـررسی کـرده و بـه ایـن نتیجـه دسـت یافتنـد کـه کاربـرانی کـه توجهشـان تقسیـم شـده بـود، عجلـه بیشـتر، موفقیـت پایین‌تـر، و درگیـری کمتـری را گـزارش کردنـد (Harvey & Pointon 2017).

دسـته‌ای از پژوهش‌هـا توجـه را در حیـن رفتـار جسـت‌وجوی وبی بـررسی کردنـد. «هوآنـگ» در پژوهـشی بـا هـدف مدل‌سـازی رفتـار و توجـه کاربـران در هنـگام جسـت‌وجو، از تکنیـک ردیـابی حـرکات چشـمی و حـرکات مکان‌نمـا به‌منظـور بـررسی توجـه اسـتفاده کـرد. نتایـج او نشـان داد کـه بـا شناسـایی مـواردی کـه توجـه کاربـر را جلـب می‌کننـد، می‌تـوان تله‌هـای[1] بهتـری بـرای مکان‌نمـا ایجـاد کـرد (Huang 2013). «لاگـون و آگیچتیـن» نیـز، بـه تأثیـر وظیفـه و زمینـه موضـوعی بـر توجـه جسـت‌وجوگر پرداختنـد. آن‌هـا در پژوهـش خـود از ردیـابی حـرکات چشـمی، به‌منظـور دسـتیابی بـه طـول مـدت خیـرگی و نـرخ سـاکاد[2] در حیـن جسـت‌وجو اسـتفاده کردنـد. یافته‌هـا حـاکی از آن بـود کـه میانگیـن مدت‌زمـان خیـرگی در زمینـه شـبکه‌های اجتمـاعی بالاتـر از جسـت‌وجوی سـاده بـود و الگوهـای توجـه کاربـر در شـبکه‌های اجتمـاعی و خریـد تفـاوت معنـاداری بـا جسـت‌وجوی سـاده وبی داشـت (Lagun & Agichtein 2014). افـزون بـر ایـن، «ژنـگ» و همـکاران عواملی را کـه بـر جلـب توجـه کاربـران در هنـگام جسـت‌وجوی موبایـلی تأثیـر می‌گـذارد، مطالعـه کردنـد. آن‌هـا از دامنـه دیـد به‌عنـوان شـاخص توجـه اسـتفاده کـرده و یافته‌هـا نشـان داد کـه کاربـران ابتـدا بـه قسـمت بـالای صفحـه نتایـج موتـور جسـت‌وجو توجـه می‌کردنـد و بـا پیمایـش بـه سـمت پاییـن، توجهشـان بـه مـوارد پاییـن صفحـه جلـب می‌شـد (Zheng et al. 2020). در پژوهـشی دیگـر، «بوردمـان و مـک» بـه شناسـایی توجـه، پاسـخ‌های شـناختی و عاطـفی نسـبت بـه وب‌سـایت یـک خرده‌فـروش مـد و نتایـج رفتـاری هنـگام خریـد آنلایـن پرداختنـد. آن‌هـا نیـز از تکنیـک ردیـابی حـرکات چشـمی به‌منظـور بـررسی توجـه اسـتفاده کردنـد و نتایـج پژوهـش آن‌هـا حـاکی از آن بـود کـه در هنـگام جسـت‌وجوی اقلام، توجـه از بـالا بـه پاییـن بیشـتر از توجـه از پاییـن بـه بـالا بـود. همچنیـن،

1. mouse trap
2. saccade

صفحه لیست محصولات بیشترین بازدید را داشت (Boardman & Mccormick 2021).

در برخی پژوهش‌ها نقش توجه در حین رفتار جست‌وجوی وبی با هدف مدل‌سازی و پیش‌بینی رفتار کاربران بررسی شده است. «لی» و همکاران در پژوهش خود با استفاده از استخراج اقدامات کاربر در بازه زمانی خاص، به مدل‌سازی رفتار کاربر از طریق واحدهای تکرارشونده مبتنی بر فاصله طولانی‌مدت[1] برای پیش‌بینی رفتار بعدی کاربر پرداختند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که مدل پیشنهادی در پیش‌بینی رفتار بعدی کاربر هنگام جست‌وجو صحت بالایی داشت (Li et al. 2020). همچنین، «لیو، لیو و بلکین» با استفاده از افزونهٔ فیلتر توجه «کالمن»[2] در موتور جست‌وجوی جی‌دی[3]، کلیک‌های کاربر را برآورد کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که فیلتر توجه «کالمن» دارای عملکرد بالایی برای پیش‌بینی نرخ کلیک کاربران است. این فیلتر رفتارهای تکراری را که بی‌اهمیت هستند، جدا می‌سازد و آن‌ها را وارد پیش‌بینی نرخ کلیک نمی‌کند (Liu & Belkin 2020).

به‌طور کلی، همان‌گونه که از پژوهش‌های بالا مشهود است، اغلب توجه‌ها در نوع توجه مد نظر پژوهش‌ها، از بعد بصری (عموماً مسیر نگاه) بوده است و سایر ابعادِ توجه نظیر توجه پیوسته مد نظر قرار نگرفته است.

۳-۲. موج تتا به‌عنوان مقیاسی برای توجه پیوسته

موج تتا، موج مغزی ریتمیک و کم‌فرکانس است که با فرکانس تقریباً ۴ تا ۸ هرتز در نوسان است. این موج به‌طور معمول، در هنگام خواب‌آلودگی، خواب سبک و آرامشِ عمیق مانند هنگام مراقبه (مدیتیشن) و خیال‌پردازی مشاهده می‌شود. تصور می‌شود که موج تتا در فرایندهای مربوط به رمزگذاری و بازیابی حافظه نقش دارد و به‌عنوان یک کلید تغییر وضعیت[4] بین این عملکردهای شناختی عمل می‌کند. این موج همچنین با تمرکز درونی و آگاهی معنوی مرتبط است و شکاف بین فکر خودآگاه و ضمیر ناخودآگاه را پُر می‌کند (Zivan et al. 2023).

امواج تتا، به‌ویژه آن‌هایی که در خط میانی پیشانی است، به‌طور فزاینده‌ای به‌عنوان یک شاخص قوی از توجه پیوسته شناخته شده است (Wei et al. 2021). این امواج مغزی با

1. attention with long-term interval-based gated recurrent units (ALI-GRU)
2. Kalman
3. JD.com
4. switch

عملکردهای شناختی مختلف از جمله فرایندهای توجه و حافظه مرتبط است. تحقیقات اخیر نقش امواج تتا را در حفظ تمرکز ذهنی در طول تکالیفی که نیاز به توجه دارد، برجسته می‌کند. به‌عنوان مثال، مطالعات نشان داده است که افزایش فعالیت تتای پیشانی با بهبود عملکرد در تکالیف اجرایی و توجه پیوسته در طول تمرینات مراقبه مرتبط است (Ülgen et al. 2024; Kubota et al. 2001). افزون بر این، تصور می‌شود که امواج تتا رمزگذاری و بازیابی اطلاعات را تسهیل کرده و از ثبات شناختی در دوره‌های طولانی تمرکز حمایت می‌کند. این پیوند بین فعالیت تتا و توجه بر پتانسیل استفاده از الکتروانسفالوگرافی برای اندازه‌گیری و بهبود توجه پیوسته در محیط‌های آموزشی و رابط‌های کاربری گرفته تا مداخلات بالینی تأکید می‌کند (Kubota et al. 2001).

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که افزایش نوسانات تتا با توجه پیوستهٔ بالاتر همراه است؛ به‌عنوان مثال، نتایج پژوهش Cowley (2018) نشان داده است که افزایش امواج تتای پیشانی حاصل از تمرین، با بهبود عملکرد تکالیف اجرایی افراد بزرگسال دارای بیش‌فعالی مرتبط است. این یافته نشان می‌دهد که فعالیت تتای بالاتر، از کنترل شناختی بهتر و توجه پیوسته پشتیبانی می‌کند. افزون بر این، Cona et al. (2020) در پژوهشی به این نتیجه دست یافتند که نوسانات تتا با فرایندهای توجه داخلی مرتبط است و برای حفظ تمرکز در دوره‌های طولانی بسیار دارای اهمیت است. همچنین در تأیید این موضوع، پژوهش Kubota et al. (2001) نشان داد که در طول تمرین‌های مراقبه که نیاز به تمرکز ذهنی مداوم دارد، ریتم تتای خط وسط پیشانی افزایش می‌یابد. بنابراین، افزایش فعالیت تتا یک شاخص قوی از توجه پیوستهٔ بالاست

۲-٤. روش الکتروآنسفالوگرافی در رفتار جست‌وجوی وبی

روش ثبت امواج مغزی با پژوهش Gwizdka (2009) وارد مطالعات رفتار جست‌وجوی اطلاعات در رشته علم اطلاعات و دانش‌شناسی شده است (خانلرخانی و همکاران ۱۴۰۲). دستگاه‌های «ای‌ای‌جی»[1] از آن جهت که با ثبت فعالیت‌های مغزی به شناسایی وضعیت‌های عاطفی و فعل و انفعالات مغزی کمک می‌کند، در طول فرایند جست‌وجو و بازیابی اطلاعات مورد توجه قرار گرفته است

1. Electroancephalogram (EEG)

«الساماری» و همکاران با مطالعه سبک نمایش کلمات، تفاوت معناداری بین موج آلفا و تتا با سطح بار شناختی در هنگام خواندن اطلاعات در سه حالت تک-ستونی، دو-ستونی و سه-ستونی نشان داد. نتایج آن‌ها حاکی از آن بود که متن تک-ستونی بیشترین میزان بار شناختی و متن دو-ستونی کمترین میزان بار شناختی را ایجاد می‌کند (Al-Samarraie et al. 2019). همچنین در پژوهش Debue et al. (2018)، نتایج نشان داد که هنگام جست‌وجوی اطلاعات در لپ‌تاپ، نتایج بازیابی‌شدهٔ مرتبط‌تر، با زمان بیشتر، تلاش ذهنی بیشتر، و بار شناختی بالاتری همراه بود. نتایج پژوهش Scharinger, Kammerer & Gerjets (2015)، نشان داد که هنگام انتخاب پیوند و حرکت کاربر از یک محیط متنی به محیطی دیگر، اتساع مردمک چشم و در نتیجه، بار شناختی افزایش و طول موج آلفا کاهش می‌یابد. پژوهش‌ها، یک همبستگی معنادار بین سطح تغییرات بار شناختی و تغییر در سطوح پایین‌تر بسامد امواج مغزی آلفا و تتا نشان داده است (Antonenko et al. 2010; Gevins & Smith 2003; Klimesch 2012). در داخل کشور نیز، «اکبری» و همکاران مؤلفه‌های شناختی رفتار جست‌وجوی اطلاعات درمانگران در تشخیص و درمان اختلالات روانی را بر اساس مدل «کولثاو»[1] واکاوی کردند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که امواج مغزی درمانگران در مراحل اول «کولثاو» بیانگر فعالیت‌های گستردهٔ شناختی است و هرچه درمانگران به سمت مراحل نهایی پیش رفتند، شدت این فرایندها کاهش یافت و جنبه هیجانات غالب شد (۱۳۹۸).

همچنین، در پژوهش مروری که توسط «خانلرخانی» و همکاران (۱۴۰۱) انجام شد، ۲۲ منبع انگلیسی و یک منبع فارسی که از روش الکتروآنسفالوگرافی در رفتار جست‌وجوی وبی استفاده کرده بودند، مطالعه شد. نتایج مرور آن‌ها نشان داد که دو مؤلفهٔ بار شناختی و سبک‌شناختی عوامل تأثیرگذار بر وضعیت کاربر هستند. همچنین، یافته‌های آن‌ها نشان داد که نسبت موج آلفا به تتا به‌عنوان شاخص اندازه‌گیری سطح بار شناختی در نظر گرفته شده است. افزون بر این، یکی از مرتبط‌ترین یافته‌های این مرور نظام‌مند با پژوهش حاضر، این مسئله بود که امواج آلفا و بتا در سه مرحلهٔ جست‌وجوی وبی شامل فرمول‌بندی پرسش جست‌وجو، فرمول‌بندی مجدد پرسش جست‌وجو، و تصمیم‌گیری و قضاوت ربط با یکدیگر متفاوت بودند. این پژوهش مروری حاکی از آن است که در

1. Kulthaw

هنگام بررسی مراحل جست‌وجوی وبی، مرحلهٔ بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو مورد اغفال قرار گرفته است. از سوی دیگر، پژوهش‌های پیشینی که در زمینه مقایسه امواج مغزی در مراحل مختلف جست‌وجوی وبی صورت گرفته، هیچ‌یک از امواج مغزی را به‌عنوان شاخصی از توجه کاربر مد نظر قرار نداده‌اند

در پژوهشی دیگر، «خانلرخانی» به شناخت نقش دو گروه سبک شناختی کل‌گرا-تحلیلی و کلامی-تصویری در بار شناختی ایجادشده در فرایند جست‌وجوی اطلاعات در موتور جست‌وجوی گوگل با رویکرد امواج مغزی صورت پرداخت؛ وی این پژوهش را بر روی ۱۵ نفر از دانشجویان تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز انجام داد. نتایج پژوهش وی نشان داد که تفاوت معناداری در فعالیت امواج مغزی مرتبط با بار شناختی در کاربران کل‌گرا-تحلیلی در فرایند جست‌وجوی اطلاعات وجود دارد. بر این اساس، سطح بار شناختی ایجادشده در کاربران تحلیلی بیشتر از کاربران کل‌گرا گزارش شد. همچنین، تفاوت معناداری در فعالیت امواج مغزی مرتبط با بار شناختی در کاربران کلامی-تصویری فرایند جست‌وجوی اطلاعات مشاهده شد. بر این اساس، سطح بار شناختی ایجادشده در کاربران تصویری بیشتر از کاربران کلامی گزارش شد (۱۴۰۲).

در نزدیک‌ترین پژوهش با پژوهش حاضر، «صراف» امواج مغزی را در حین فرایند جست‌وجوی اطلاعات کاربران، ثبت و مورد تحلیل قرار داد. نتایج پژوهش وی نشان داد که در مرحلهٔ کاوش و فرمول‌بندی پرسش بر اساس مدل «کولثاو»، مغز بالاترین فعالیت را دارد و در مرحلهٔ جمع‌آوری اطلاعات، مغز پایین‌ترین سطح فعالیت را دارد. همچنین یافته‌های این پژوهش حاکی از آن بود که هنگام تجربه احساسات مثبت، امواج بتا در ناحیه چپ فوقانی، و هنگام تجربهٔ احساست منفی، امواج بتا و گاما در ناحیه چپ فوقانی و نیمکره راست مغزی فعالیت بیشتری دارند (Sarraf 2019). در همین راستا، پژوهش Shovon et al. (2015) نیز نشان داده است که هنگام فرمول‌بندی پرسش جست‌وجو، تعامل میان نواحی قشری مغز بیشتر از مراحل مرور و خواندن نتایج است.

استفاده از تکنیک «ای‌ای‌جی» در زمینه قضاوت ربط نیز وارد شده است (Eugster et al. 2014; Gwizdka et al. 2017; Allegretti et al. 2015). با توجه به این پیش‌فرض

که بازخورد ربط به سه شیوه عینی[1]، ضمنی[2] و احساسی[3] صورت می‌گیرد، امواج مغزی بازنمونی از بازخوردهای ضمنی و احساسی بوده و جایگزین مطلوبی برای بازخوردهای عینی هستند (Moshfeghi & Jose 2013). نتایج پژوهش‌ها در این زمینه نشان داده است که با توجه به امواج مغزی آلفا و بتا در حالت تمرکز و استراحت، می‌توان مدلی برای حدس ربط و الگوریتم‌های رتبه‌بندی ایجاد کرد (Moshfeghi & Jose 2013; Gwizdka 2018; Jacucci et al. 2019; González-Ibáñez, Escobar-Macaya, & Manriquez 2016). مطالعه بسامد سایر امواج مانند دلتا، تتا و گاما نیز می‌تواند به الگویی برای تصمیم‌گیری در مورد قضاوت ربط و پیش‌بینی آن کمک کند (Eugster et al. 2014; Gwizdka et al. 2017)

تحقیقات اخیر نیز با استفاده از الکترونسفالوگرافی یافته‌های مهمی را به‌دست آورده است. مطالعه Dreyer et al. (2023) یک پایگاه داده بزرگ حاوی سیگنال‌های «ای‌ای‌جی» از ۸۷ شرکت‌کننده انسانی را ارائه کرد که در طول یک روز جمع‌آوری شده بود. هدف این مجموعه دادهٔ گسترده، ارائه بینش‌های ارزشمند در مورد فعالیت‌های عصبی مختلف و پروفایل‌های کاربر، افزایش درک عملکردهای مغز و کمک به توسعه رابط‌های مغز و کامپیوتر[4] است. افزون بر این، پیشرفت‌ها در زمینه تعامل مغز و کامپیوتر[5] نشان می‌دهد چگونه «ای‌ای‌جی» در برقراری ارتباط مستقیم بین مغز و دستگاه‌های خارجی نقش اساسی دارد و نحوه تعامل کاربران با فناوری را متحول می‌کند. این مطالعات بر اهمیت روزافزون «ای‌ای‌جی» در علوم اعصاب و فناوری تأکید می‌کند و راه را برای نوآوری‌های آینده در تشخیص پزشکی و سیستم‌های اطلاعاتی تعاملی هموار می‌سازد.

۳. روش

پژوهش حاضر به لحاظ هدف، بنیادی، به لحاظ ماهیت داده‌ها، کمی و به لحاظ نحوه گردآوری داده‌ها، شبه‌آزمایشی از نوع طرح تک-گروهی سری‌های زمانی است؛ زیرا در پژوهش حاضر، توان نسبی موج تتا به‌عنوان شاخصی از توجه پیوسته در طی چهار مرحلهٔ جست‌وجوی وبی مورد اندازه‌گیری قرار گرفته است. همچنین، از آنجا که در

1. explicit feedback
2. implicit feedback
3. affective feedback
4. brain-computer interfaces (BCIs)
5. brain-computer interaction (BCI)

پژوهش‌های علوم رفتاری امکان کنترل تمام شرایط نیست، اصولاً از روش شبه‌آزمایشی استفاده می‌شود.

نمونه پژوهش شامل ۱۲ دانشجوی تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز بود. روش نمونه‌گیری پژوهش به‌صورت هدفمند بود؛ زیرا دانشجویان تحصیلات تکمیلی به‌دلیل واحدهای مربوط به پایان‌نامه و سمینار تحقیق، نسبت به سایر دانشجویان، مهارت‌های جست‌وجوی بیشتری داشتند. برای محاسبه اندازه نمونه، از نرم‌افزار «جی-پاور»[1] استفاده شد و اندازه نمونه کارآمد ۱۲ نفر برآورد شد؛ با این حال، داده‌ها از ۱۴ شرکت‌کننده جمع‌آوری شد. لازم به ذکر است که بر اساس مروری که بر روی تحقیقات پیشین صورت گرفته، حداقل حجم نمونه برای پژوهش‌هایی که بر روی تجربه کاربران انجام می‌شود، ۹ تا ۱۷ نفر است (Hennink & Kaiser 2022). همچنین، با توجه به اینکه نمونه پژوهش از یک جامعه همگن انتخاب شد، حجم کوچک نمونه کفایت می‌کرد (Schoot & Miočević 2020; Hopkin, Hoyle & Gottfredson 2015; Faber & Fonseca 2014). شرکت‌کنندگان (۷ زن و ۷ مرد) در بازه سنی ۲۲ تا ۳۶ سال، با میانگین سنی ۲۸/۶۴ و انحراف معیار ۴/۷۳ سال بودند. نیمی از شرکت‌کنندگان در حال تحصیل در مقطع دکتری (۵۰ درصد) و نیم دیگر در حال تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد بودند (۵۰ درصد). زبان مادری تمامی شرکت‌کنندگان فارسی بود. قبل از شرکت در آزمایش، هر آزمودنی هم به‌طور شفاهی و هم از طریق یک اینفوگرافی[2] در جریان چگونگی فرایند آزمایش قرار می‌گرفت

در این مطالعه، به‌منظور پاسخگویی به سؤال پژوهش، متغیر مستقل، مراحل جست‌وجوی وبی شامل مرحله خواندن سؤال، فرمول‌بندی پرسش جست‌وجو، بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو و قضاوت ربط صفحه محتوا و متغیر وابسته، سطح توجه پیوسته بود که از طریق توان نسبی موج تتا به‌دست آمد. لازم به ذکر است که در سنجش امواج مغزی توان مطلق، توان نسبی و نسبت توان امواج محاسبه می‌شود. دلیل در نظر گرفتن توان نسبی این است که توان نسبی اغلب به تغییرات در فعالیت مغز تحت شرایط و حالات ذهنی مختلف حساس‌تر است. مطالعات نشان داده است که شاخص توان نسبی

1. G-Power
2. infography

در مقایسه با شاخص توان مطلق، پاسخگوی خستگی ذهنی بیشتری است و آن را به معیار قابل اعتمادتری برای تشخیص تغییرات ظریف در حالات شناختی تبدیل می‌کند (Zhao, Zhang & Ge 2018). افزون بر این، توان نسبی، نسبت یک باند فرکانسی خاص را به توان کل در تمام باندهای فرکانسی در نظر می‌گیرد و معیار نرمال‌شده‌ای را ارائه می‌دهد که می‌تواند برای تفاوت‌های فردی و قدرت سیگنال کلی قابل اعتمادتر باشد.

پس از حضور آزمودنی در آزمایشگاه علوم شناختی واقع در دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه شیراز، افزون بر امضای فرم رضایت‌نامه توسط پژوهشگر و آزمودنی، آزمودنی مؤظف بود که به سؤالات کلی در مورد سلامت روان خود پاسخ دهد. به این منظور از نرم‌افزار «نرولینک»[1] نسخه ۱.۱.۱ استفاده شد. این نرم‌افزار تنها با هدف آموزشی توسط شرکت علوم اعصاب کاربردی[2] در سال ۲۰۲۰ میلادی طراحی شده و شامل ۳۳ سؤال بود. سؤالات این نرم‌افزار وضعیت ۱۰ شبکه مغز شامل شبکه‌های اعتیاد، اضطراب، توجه، تکانشگری، افسردگی، اجرایی، حافظه، درد، حواس و اجتماعی را مشخص می‌کرد. پس از پاسخگویی هر آزمودنی به سؤالات این نرم‌افزار، وضعیت سلامت روان فرد در هر یک از این شبکه‌ها بررسی می‌شد و اگر نمودار آن‌ها شرایط حادی را نشان نمی‌داد، وارد مرحله بعد آزمایش می‌شد.

به‌طور خلاصه، آزمودنی‌ها برای ورود به آزمایش باید دارای ملاک‌های زیر بودند:

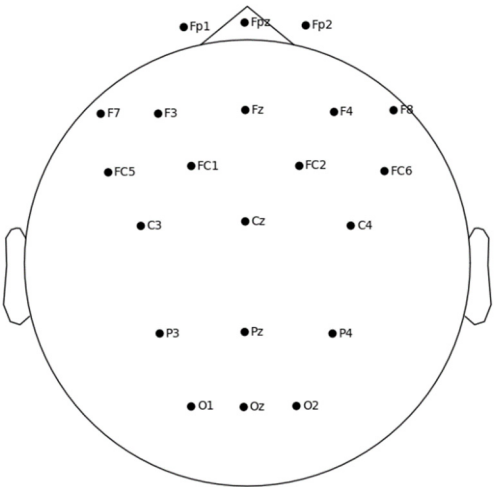
- ◇ فاقد هر گونه بیماری جدی پزشکی (مانند بیماری قلبی و فشار خون) و روان‌شناختی (سنجش از طریق نورولینک و پرسیدن شفاهی از آزمودنی)؛
- ◇ عدم استفاده از داروهایی که در آزمودنی ایجاد حالاتی غیرعادی می‌کرد (مانند روان‌گردان‌ها، داروی ضد افسردگی و ضد فشار خون)؛
- ◇ عدم استفاده اخیر از الکل و کافئین: این موارد به‌دلیل تأثیرات مستقیم و غیرمستقیمی که بر عملکرد شناختی و سلامت روانی افراد دارند، کنترل شدند. مصرف مواد مخدر و الکل می‌تواند به‌طور قابل توجهی بر نتایج پژوهش تأثیر بگذارد و نتایج نادرستی را به همراه داشته باشد. همچنین، مصرف زیاد کافئین نیز می‌تواند باعث ایجاد تغییراتی در سطح هوشیاری و تمرکز شود که نتایج مطالعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛

1. NeuroLinkQ
2. Applied Neuroscience Inc.

- داشتن دیدی سالم و یا نزدیک به سالم (نمره چشم کمتر از یک)؛
- راست‌دست: این انتخاب به‌دلیل تأثیرات جانبی‌ای که دست غالب[1] می‌تواند بر فعالیت‌های مغزی و عملکرد شناختی داشته باشد، انجام شد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که فعالیت‌های مغزی افراد راست‌دست و چپ‌دست می‌توانند تفاوت‌های قابل توجهی داشته باشد و این تفاوت‌ها ممکن است نتایج پژوهش را تحت تأثیر قرار دهند (Lajtos, Barradas-Chacón & Wriessnegger 2023). به همین دلیل، برای کاهش تنوع و افزایش همگنی نمونه، تنها افراد راست‌دست انتخاب شدند.

پیش از شروع آزمایش، آزمودنی‌ها بر روی صندلی نشسته و کلاه متناسب با سایز سر خود را بر سر می‌گذاشتند. سپس آزمایشگر الکترودهای مربوط را بر روی کلاه نصب می‌کرد. داده‌های «ای‌ای‌جی» از طریق دستگاه «لیو اکتیو ای‌ای‌جی ورژن ال ۴۳۰»[2] با نرخ نمونه‌برداری[3] ۲۵۰ هرتز از طریق یک کلاه ۶۴ کاناله ضبط می‌شد. ۲۱ الکترود (نقاط احتمالی درگیر در توجه) طبق استاندارد بین‌المللی ۱۰-۲۰ به‌وسیله مقداری ژل سونوگرافی به‌منظور اتصال بهتر با پوست سر، بر روی سر آزمودنی نصب می‌شد. این کانال‌ها و محل تقریبی آن‌ها بر روی سر در شکل ۱، قابل مشاهده است. لازم به ذکر است که افزون بر ۲۱ الکترود مذکور، دو الکترود به‌عنوان الکترود مرجع[4] نیز مورد استفاده قرار گرفت. الکترودهای مرجع یکی پشت گوش چپ و دیگری بر روی لاله گوش راست قرار می‌گرفت.

1. dominant hand
2. liv active EEG V.L430
3. sample rate
4. reference electrode (ref.)



شکل ۱. بیست‌ویک الکترود مورد استفاده در پژوهش و محل قرارگیری آن‌ها بر روی سر

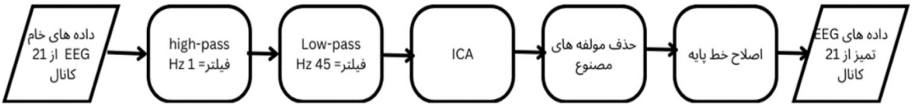
در مرحله بعد، صفحه موتور جست‌وجوی گوگل و سه تکلیف جست‌وجوی وبی در دو سربرگ داخل مرورگر کروم برای آزمودنی باز می‌شد. موتور جست‌وجوی گوگل به‌دلیل دقت بالا، سرعت، و ارائه نتایج مرتبط، به‌عنوان یکی از بهترین و پرطرفدارترین موتورهای جست‌وجو شناخته شده است و به همین دلیل، انتخاب اول بسیاری از کاربران در سراسر جهان برای جست‌وجوی اطلاعات مختلف است. از این‌رو، این موتور جست‌وجو در پژوهش حاضر به‌عنوان ابزاری برای جست‌وجوی اطلاعات انتخاب شد. سپس، به‌منظور ضبط خط پایه موج مغزی تتا، حدود ۱۰ ثانیه آزمودنی با چشمان باز بدون حرکت بدنی و یا شروع تکالیف، در حالی که فرایند ثبت شروع شده بود، به صفحه مانیتور نگاه می‌کرد. پس از گذشت ۱۰ ثانیه، آزمودنی شروع به جست‌وجوی تکالیف در گوگل می‌کرد و پاسخ هر تکلیف را در کادر تعبیه‌شده در پرس‌لاین[1] تایپ و یا جایگذاری می‌کرد. لازم به ذکر است که فرایند ثبت به‌طور کامل پیوسته بود.

از میان تکالیف جست‌وجوی وبی مورد استفاده در پژوهش‌های مربوط به رفتار جست‌وجو، سه تکلیف به‌منظور جست‌وجو در موتور جست‌وجوی گوگل انتخاب شد. لازم به ذکر است که به‌منظور کنترل سطح پیچیدگی تکالیف، تمامی تکالیف ساده بودند؛ زیرا در مطالعات مربوط به ثبت امواج مغزی نیاز است که نتایج پژوهش

1. Porsline.ir

تـا حـد امـکان تحـت تأثیـر متغیرهـای مداخله‌گـر قـرار نگیـرد. انجـام تکالیـف جسـت‌وجوی وبی هیـچ محدودیـت زمـانی‌ای نداشـت و حداکثـر مدت‌زمـان بـرای انجـام سـه تکلیـف توسـط آزمودنی‌هـا ۱۵ دقیقـه بـود. تکالیـف در پرس‌لایـن طـراحی شـده بـود و در سـربرگی کنـار سـربرگ موتـور جسـت‌وجوی گـوگل قـرار داشـت تـا آزمـودنی به‌راحـتی بتوانـد میـان ایـن دو سـربرگ جابه‌جـا شـود. لازم بـه ذکـر اسـت کـه تمـامی فعالیت‌هـای وبی آزمودنی‌هـا در حیـن فراینـد جسـت‌وجو توسـط نرم‌افـزار «زددی-ریکـوردر»[1] ثبـت می‌شـد

داده‌هـای خـام «ای‌ای‌جی» در فرمـت داده‌ای اروپـایی (ای‌دی‌اف)[2] از دسـتگاه اسـتخراج می‌شـد. فرمـت «ای‌دی‌اف»، یـک فرمـت سـاده و انعطاف‌پذیـر بـرای تبـادل و ذخیـره سیگنال‌هـای فیزیـکی و زیسـتی چندکانالـه اسـت. ایـن فرمـت بـرای نخسـتین‌بار در سـال ۱۹۸۷ میلادی توسـط گـروهی از مهندسـان پزشـکی در کنگـره بین‌المللـی خـواب کپنهـام[3] رونمـایی شـد. داده‌هـای خـام بـا اسـتفاده از کتابخانـه «ام‌ان‌ای»[4] ورژن ۱.۶.۱، یـک کتابخانـه منبـع بـاز در زبـان برنامه‌نویسـی «پایتـون» اسـت کـه بـرای کشـف، مصورسـازی و تحلیـل داده‌هـای عصبی-فیزیولوژیـکی انسـانی اسـتفاده می‌شـود (Gramfort et al. 2013)، توسـط پژوهشـگر پیش‌پـردازش و تحلیـل شـد. رونـد پیش‌پـردازش داده‌هـای خـام در شـکل ۲، قابـل مشـاهده اسـت



شکل ۲. دایاگرام فرایند پیش‌پردازش داده‌های خام «ای‌ای‌جی»

رونـد پیش‌پـردازش بـه ایـن صـورت بـود کـه ابتـدا داده‌هـای خـام در «ام‌ان‌ای» خوانـده می‌شـد و الکترودهـایی کـه امـواج مغـزی از طریـق آن‌هـا ضبـط نشـده بـود، از فراینـد حـذف می‌شـدند. بعـد از آن داده‌هـای خـام بارگـذاری می‌شـد و سنسـورها بـر اسـاس اسـتاندارد ۲۰/۱۰ بـر روی کـرۀ مغـز تنظیـم می‌شـد. در مرحلـه بعـد، داده‌هـا از فرکانـس ۱ تـا ۴۵ فیلتـر می‌شـد به‌منظـور حـذف مصنوعـات نـاشی از نویزهـای فیزیولوژیـکی و غیرزیسـتی، از روش تحلیـل

1. ZD-Recorder
2. Euroapean Data Format (EDF)
3. Copenhagen International Sleep Congress
4. multinational enterprise (MNE)

مؤلفه‌های مستقل (آی‌سی‌اِی)[1] که داده‌ها را در مؤلفه‌های مستقل خطی جدا می‌کند، استفاده شد. پیش‌فرض این روش این است که داده‌های خام «ای‌ای‌جی» چند کانالی مخلوطی از فعالیت مغز و سیگنال‌های مصنوع است که می‌تواند توسط «آی‌سی‌اِی» از هم جدا شود. پس از محاسبه ۲۰ مؤلفه، با استفاده از تکنیک یافتن مصنوعات[2] در «ام‌ان‌ای»، مؤلفه‌های به‌اصطلاح بد شناسایی و از داده‌ها خارج شد. این تکنیک، تشخیص را بر اساس داده‌های جمع‌آوری‌شده از سوژه‌ای می‌گذارد که موقتاً فلج شده[3] است. معیار تشخیص سه دسته است: ۱) شیب طیفی لاگ-لاگ[4] مثبت از ۷ تا ۴۵ هرتز؛ ۲) توان مؤلفهٔ محیطی (دورترین نقطه از رأس)؛ ۳) یک نقطه کانونی واحد که از طریق هموارسازی فضایی پایین اندازه‌گیری می‌شود.

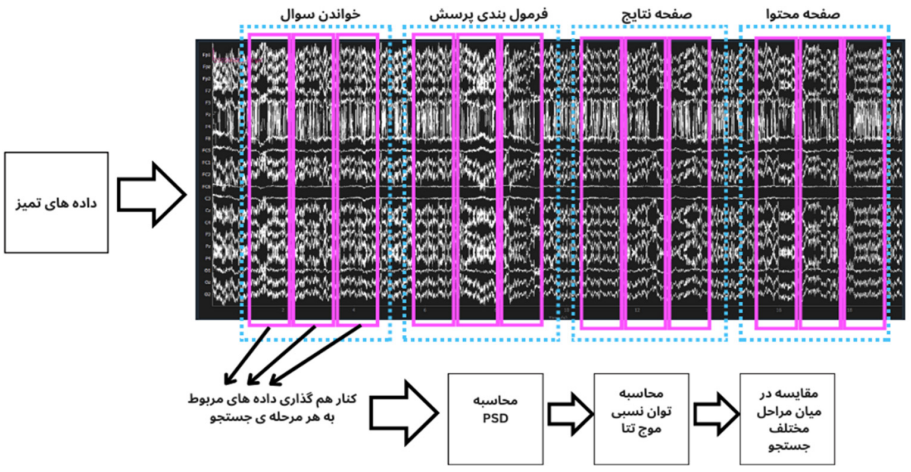
پس از پاکسازی داده‌ها از مؤلفه‌های مصنوع، تصحیح خط پایه انجام می‌شد. با توجه به اینکه برای هر آزمودنی حدود ۱۰ ثانیهٔ اولِ ضبط، به گرفتن خط پایه اختصاص داده شده بود، تمام داده‌ها با استفاده از میانگین توان امواج مغزی در این خط پایه از طریق تکنیک نرمال کردن خط پایه[5] در «ام‌ان‌ای» نرمال شد. در مرحله بعدی، چگالی طیفی توان (پی‌اس‌دی)[6] از طریق روش «مولتی‌تیپر»[7] محاسبه و نمودار آن برای هر آزمودنی ترسیم می‌شد تا بتوان از وضعیت ظاهری امواج پس از پیش‌پردازش مطمئن شد. سرانجام، پس از انجام فرایند پیش‌پردازش، داده‌های تمیز، با فرمت فایل تصویر فراکتال (اف‌آی‌اف)[8] ذخیره و آماده تحلیل می‌شد.

به‌منظور تحلیل داده‌ها و پاسخ‌گویی به سؤال پژوهش، داده‌های پیش‌پردازش‌شده با فرمت «اف‌آی‌اف» در «ام‌ان‌ای» بارگذاری شد. سپس فیلم‌های ضبط‌شدهٔ آزمودنی‌ها توسط پژوهشگر مورد مشاهده قرار گرفت. برای هر آزمودنی، بازه‌های زمانی مربوط به خواندن سؤال تکلیف جست‌وجوی وبی، فرمول‌بندی پرسش، بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو و بررسی صفحه محتوا یادداشت می‌شد. این بازه‌ها به این دلیل قابل اعتماد

1. independent component analysis (ICA)
2. find_bads_muscle
3. temporarily paralyzed
4. log-log
5. baseline.rescale
6. power spectral density (PSD)
7. multitaper
8. fractal image file format (FIF)

بودند که به محض ضبط فیلم جست‌وجو، فرایند ثبت نیز آغاز می‌شد.

پس از یادداشت بازه‌های زمانی مربوط به هر مرحله جست‌وجو، داده‌های «ای‌ای‌جی» مربوط به آن بازه‌ها در کنار یکدیگر قرار می‌گرفت تا آماده تحلیل شود. در این مرحله، چگالی طیفی توان برای هر آزمودنی در هر مرحلهٔ جست‌وجو، از طریق روش «مولتی‌تیپر» محاسبه و سپس با تبدیل «پی‌اس‌دی»ها به دسیبل (dB)، ارقام به اندازه مطلوب جهت تحلیل تبدیل می‌شد. در مرحله بعد، با استفاده از چگالی‌های طیفی توان، توان نسبی مربوط به فرکانس تتا (جدول ۱) محاسبه و ذخیره شد. شکل ۳، نمایی کلی از فرایند تحلیل داده‌های تمیز «ای‌ای‌جی» را نشان می‌دهد. به‌منظور مقایسه توان نسبی تتا در مراحل مختلف جست‌وجوی وبی، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد.



شکل ۳. دایاگرام فرایند تحلیل داده‌های «ای‌ای‌جی»

٤. یافته‌ها

به‌منظور مقایسه توان نسبی موج تتا (هرتز) در نواحی پیش‌پیشانی، پیشانی، مرکزی-پیشانی، مرکزی، آهیانه‌ای و پس سری مغز در مراحل مختلف جست‌وجوی وبی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. یافته‌ها حاکی از تفاوت معنادار تنها در نقطه‌ی FC6 در توان نسبی موج تتا بود ($F(۳) = ۲/۹۰۹$ و $p = ۰/۰۴۷$) (جدول ۲)

جدول ۲. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای مقایسه توان نسبی موج تتا در بیست‌ویک الکترود در حین مراحل مختلف جست‌وجوی وبی

الکترود	لمبدا ویلکس	F	معناداری	مجذور اتا
Fp1	۰/۳۸۱	۲/۲۶۳	۰/۰۹۶	۰/۱۴۸
Fpz	۰/۴۵۹	۱/۰۳۰	۰/۳۹۰	۰/۰۷۳
Fp2	۰/۵۹۳	۱/۵۳۱	۰/۲۲۲	۰/۱۰۵
F7	۰/۳۶۰	۱/۴۳۱	۰/۲۴۸	۰/۰۹۹
F3	۰/۴۰۹	۲/۴۸۷	۰/۰۷۵	۰/۱۶۱
Fz	۰/۵۷۶	۰/۵۶۸	۰/۶۳۹	۰/۰۴۲
F4	۰/۵۱۲	۲/۷۸۳	۰/۰۵۴	۰/۱۷۶
F8	۰/۳۴۲	۱/۹۷۰	۰/۱۳۴	۰/۱۳۲
FC5	۰/۴۰۶	۱/۰۴۶	۰/۳۸۳	۰/۰۷۴
FC1	۰/۳۵۱	۲/۰۲۲	۰/۱۲۷	۰/۱۳۵
FC2	۰/۴۳۲	۲/۱۷۷	۰/۱۰۶	۰/۱۴۳
FC6	۰/۴۰۹	۲/۹۰۹	۰/۰۴۷*	۰/۱۸۳
C3	۰/۳۴۷	۱/۴۲۶	۰/۲۵۰	۰/۰۹۹
Cz	۰/۴۶۷	۱/۳۱۶	۰/۲۸۳	۰/۰۹۲
C4	۰/۵۶۸	۲/۷۴۶	۰/۰۵۶	۰/۱۷۴
P3	۰/۷۵۴	۰/۶۶۳	۰/۵۸۰	۰/۰۴۹
Pz	۰/۷۱۸	۱/۵۳۵	۰/۲۲۱	۰/۱۰۶
P4	۰/۳۲۰	۲/۴۷۰	۰/۰۷۶	۰/۱۶۰
O1	۰/۶۱۹	۰/۷۵۰	۰/۵۲۹	۰/۰۵۵
Oz	۰/۵۷۰	۲/۳۱۸	۰/۰۹۰	۰/۱۵۱
O2	۰/۷۲۹	۰/۷۵۰	۰/۵۲۹	۰/۰۵۵

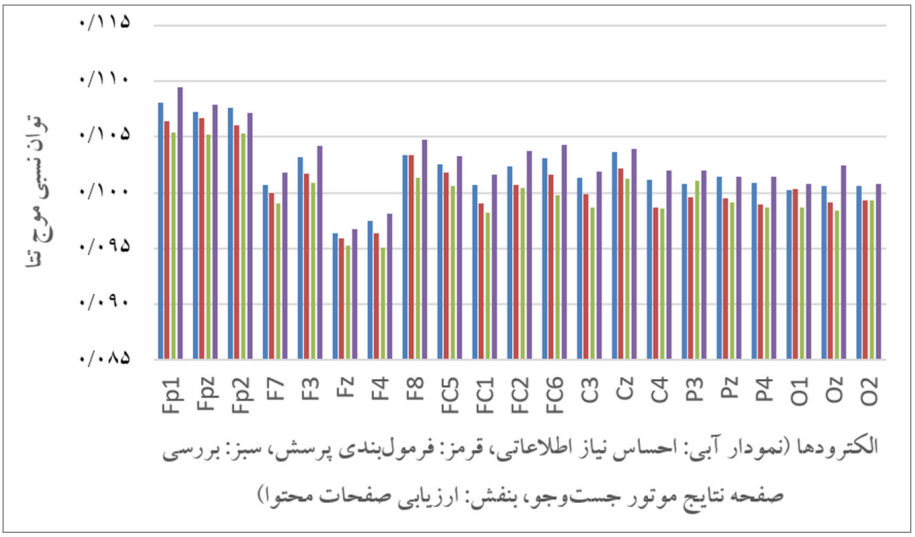
*p<.05

نتایج آزمون‌های جفتی از طریق آزمون حداقل تفاوت معنادار نشان داد که توان نسبی موج تتا در نقطه FC6 در ناحیه پیشانی در مرحله قضاوت ربط صفحات محتوا، به‌طور معناداری از مرحله بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو بالاتر بود (p =۰/۰۰۳ و MD = ۰/۰۰۵) (شکل ۴). لازم به ذکر است که نتایج پژوهش حاضر، تفاوت

معناداری در توان نسبی موج تتا در میان مراحل احساس نیاز اطلاعاتی و فرمول‌بندی پرسش جست‌وجو با سایر مراحل نشان نداد.

شکل ٤. توان نسبی موج تتا در مراحل مختلف جست‌وجوی وبی در الکترود FC6

شکل ۵، توان نسبی موج تتا را در نقاط مختلف مغزی در مراحل جست‌وجوی وبی نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشهود است، توان نسبی موج تتا تقریباً در تمام نقاط مغزی در مرحله قضاوت ربط صفحه نتایج موتور جست‌وجو از سایر مراحل پایین‌تر است. همچنین، توان نسبی موج تتا در نقاط Fz و F4 که به‌ترتیب در ناحیه خط مرکزی پیشانی و پیشانی راست قرار دارد، در پایین‌ترین حد قرار دارد و در نقاط Fp1، Fpz و Fp2 که به‌ترتیب در نقاط پیش‌پیشانی چپ، خط مرکزی پیش‌پیشانی و پیش‌پیشانی راست قرار دارد، در بالاترین حد قرار دارد. همچنین با نگاهی به الکترود FC6 می‌توان مشاهده کرد که توان نسبی موج تتا در این الکترود در مرحله قضاوت ربط صفحات محتوا به‌طور معناداری از مرحله بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو بالاتر است.



شکل ۵. توان نسبی موج تتا در مراحل مختلف جست‌وجوی وبی در الکترودهای مختلف

۵. بحث

پژوهش حاضر نشان داد که توان نسبی موج تتا، به‌عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری سطح توجه پیوسته در ناحیه پیشانی-مرکزی چپ (FC6) در مرحله قضاوت ربط به‌طور معناداری بالاتر از مرحله بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو بود. افزایش قابل توجه توان نسبی موج تتا در ناحیه پیشانی-مرکزی چپ (FC6) در طول مرحله ارزیابی صفحات محتوا در مقایسه با مرحله بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو نشان‌دهندهٔ توجه پیوستهٔ بالاتر است. بر طبق نظریه توجه پیوسته (Esterman & Rothlein (2019، این یافته نشان می‌دهد که کاربران در حین قضاوت ربط صفحات محتوا، درگیری بیشتری با محتوای وب و در حین بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجوی وبی، درگیری کمتری با محتوای وب پیدا می‌کنند. به بیان دیگر، بر اساس این نظریه، می‌توان این‌گونه استنباط کرد که کاربران در مرحله قضاوت ربط صفحات محتوا بیشتر موفق به حفظ تمرکز خود بوده‌اند؛ در حالی که در مرحله بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو کمتر موفق شده‌اند که تمرکز خود را حفظ کنند. این مسئله به‌دلیل ماهیت تکالیفی است که کاربر با آن‌ها درگیر است. ارزیابی یک صفحه محتوا مستلزم تعامل شناختی عمیق است؛ زیرا کاربران باید اطلاعات ارائه‌شده را بخوانند، درک کنند و به‌صورت انتقادی بررسی کنند. این فرایند

شامل عملکردهای شناختی درجه بالاتری مانند حافظه فعال، ادغام اطلاعات جدید با دانش قبلی و تفکر انتقادی است که به افزایش فعالیت موج تتا، به‌ویژه در نواحی پیشانی مغز و در نتیجه، افزایش توجه پیوسته منجر می‌شود. همان‌گونه که پیشتر مطرح شد، امواج تتا ارتباط تنگاتنگی با توجه پیوسته، کنترل شناختی و رمزگذاری حافظه دارد. از این‌رو، این مسئله، موج تتا را به یک شاخص قابل اعتماد از درگیری مغز در تکالیف پیچیده شناختی تبدیل می‌کند (Gu et al. 2022).

در مقابل، بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو به‌طور معمول، شامل اسکن و بررسی فهرستی از پیوندها و توضیحات مختصر برای شناسایی سریع اطلاعات مرتبط است. این کار به تلاش شناختی کمتر و توجه پیوسته پایین‌تری در مقایسه با ارزیابی عمیق محتوا نیاز دارد. این مرحله بیشتر در مورد تصمیم‌گیری سریع و پردازش بصری است تا تعامل شناختی عمیق. از این‌رو، بر طبق نظریه توجه پیوسته، احتمال درگیری فرد در این مرحله پایین‌تر است (Esterman & Rothlein 2019) و ممکن است تمرکزش با توجه به عناصر مختلف موجود در صفحه نتایج موتور جست‌وجو مختل شود. به بیانی دیگر، نیازهای شناختی پایین‌تر مرحله بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو منجر به کاهش فعالیت موج تتا در نواحی فرونتال-مرکزی می‌شود. این تفاوت در فعالیت تتا بین دو مرحله نشان می‌دهد که چگونه مغز منابع خود را بر اساس نیازهای شناختی خاص هر تکلیف تخصیص می‌دهد. توان تتای بالاتر در طول ارزیابی محتوا، نیاز بیشتر به توجه پیوسته و پردازش شناختی را در مقایسه با پردازش سطحی‌ترِ درگیر در بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو نشان می‌دهد (Matsuo et al. 2023).

از سوی دیگر، نتایج پژوهش حاضر، تفاوت معناداری را در توان نسبی موج تتا در میان مراحل خواندن سؤال تکلیف و فرمول‌بندی پرسش جست‌وجو با سایر مراحل نشان نداد. نبودِ تفاوت معنادار در توان نسبی موج تتا، بین مراحل خواندن سؤال تکلیف (ایجاد نیاز اطلاعاتی) و فرمول‌بندی پرسش جست‌وجو با سایر مراحل نشان می‌دهد که این فعالیت‌ها، فرایندهای شناختی مشابهی را درگیر می‌کند. هم خواندن سؤال تکلیف و هم فرمول‌بندی پرسش جست‌وجو احتمالاً نیازمند توجه متمرکز، درک مطلب و پردازش شناختی برای درک اطلاعات و تعیین مراحل بعدی است. این مراحل شامل تجزیه‌وتحلیل و ترکیب اطلاعات برای ایجاد یک استراتژی جست‌وجوی منسجم است که توجه پیوسته و کنترل شناختی را هم‌اندازه با سایر مراحل فرایند جست‌وجو درگیر می‌کند. افزون

بر این، این فعالیت‌ها ممکن است به اندازه کافی در نیازهای شناختی خود برای ایجاد تغییرات قابل توجه در توان موج تتا متفاوت از هم نباشد. به همین دلیل، این مسئله نشان می‌دهد که مغز منابع توجه را به‌طور مشابه به این تکالیف اختصاص می‌دهد (Keshmiri et al. 2020; Kerick et al. 2023).

۶. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد

پژوهش حاضر با هدف مقایسه توجه پیوسته در مراحل مختلف جست‌وجوی وبی انجام شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که توان نسبی موج تتا در مرحله قضاوت ربط صفحات محتوا به‌طور معناداری بالاتر از مرحله بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجوست. این یافته حاکی از آن است که توجه پیوسته در هنگام ارزیابی ربط صفحات محتوا، خواندن مطالب و انتخاب پاسخ صحیح، بیشتر از هنگام صرفاً بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجوست. این مسئله را می‌توان این‌گونه استنباط کرد که کاربران در این مرحله، محتوا را قبلاً انتخاب کرده و اکنون بر استخراج اطلاعاتی که به‌دنبال آن هستند، متمرکز شده‌اند. مرحله بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو شامل اسکن سریع نتایج چندگانه است؛ کاربران این اسکن را به این منظور انجام می‌دهند که تعیین کنند کدام پیوند می‌تواند به بهترین وجه نیازهای آن‌ها را برآورده کند. از این‌رو، ماهیت این مرحله منجر به بازه‌های توجه کوتاه‌مدت می‌شود. هنگامی که کاربران بر روی یک پیوند کلیک می‌کنند و به صفحه محتوا می‌روند، با هدف خاصی برای یافتن پاسخ‌ها یا جزئیات مرتبطی که درخواست آن‌ها را برآورده کند، با مطالب، عمیق‌تر درگیر می‌شوند. این تغییر از مرور اجمالی به خواندن یا تعامل متمرکز، افزایش توجه پیوسته در صفحات محتوا را توجیه می‌کند

افزون بر این، توجه پیوسته می‌تواند با تقویت پردازش شناختی متمرکز لازم برای درک و ارزیابی مؤثر اطلاعات بر سواد اطلاعاتی نیز تأثیر بگذارد و از این طریق در موفقیت تحصیلی نیز نقش داشته باشد؛ زیرا افراد را قادر می‌سازد تا تمرکز خود را در دوره‌های طولانی حفظ کنند و در پژوهش‌های خود به موارد مرتبط‌تر دست یابند (Gallen et al. 2023). به بیان دیگر، توجه پیوسته ضعیف با پردازش کندتر اطلاعات و کاهش توانایی‌های درک مطلب مرتبط است که نقش محوری آن را در سواد اطلاعاتی برجسته می‌کند (Segal 2023).

همان‌گونه که پیشتر مطرح شد، یافته‌های این پژوهش در ادامه می‌تواند پیامدهای قابل توجهی برای کمک به بهبود سواد اطلاعاتی کاربران داشته باشد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که هنگامی که کاربران با صفحه نتایج جست‌وجو درگیر می‌شوند، توجه آن‌ها بیشتر پراکنده می‌شود. در این مرحله، طراحی بصری صفحه نتایج موتور جست‌وجو به‌گونه‌ای است که اطلاعاتی که به نظر برجسته‌تر می‌آید، بیشتر توجه کاربر را به خود جلب می‌کند (Helfrich et al. 2018). بهبود ربط و وضوح پیوندهای بازیابی‌شده در صفحه نتایج موتور جست‌وجو می‌تواند به کاربران کمک کند تا تصمیمات سریع‌تر و آگاهانه‌تری در مورد اینکه کدام پیوندها را دنبال کنند، بگیرند. افزون بر این، افزایش امکان دیده‌شدن اطلاعات کلیدی و استفاده از تکنیک‌هایی مانند پررنگ کردن[1] عبارات مهم می‌تواند توجه پیوستهٔ کاربر را به خود جلب کرده و حفظ کند (Wei et al. 2021). با درک این پویایی توجه، طراحان موتورهای جست‌وجو می‌توانند رابط‌های کاربرمحور بیشتری ایجاد کنند که تصمیم‌گیری بهتر را تسهیل می‌کند و به کاربران کمک می‌کند تا منابع معتبر را از منابع کمتر قابل اعتماد تشخیص دهند. سرانجام، این یافته پتانسیل آن را دارد که سواد اطلاعاتی کاربران را بهبود بخشد، و کاربران را قادر می‌سازد تا به‌طور مؤثرتری در وب حرکت کرده و محتوایی را که با آن مواجه می‌شوند ارزیابی انتقادی کنند. بنابراین، تجربه کلی جست‌وجوی آنلاین و کسب دانش آن‌ها را افزایش می‌دهد.

افزون بر این، با درک نتایج این پژوهش می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که برنامه‌های درسی سواد اطلاعاتی باید آموزش‌هایی را در مورد چگونگی پیمایش مؤثر در موتورهای جست‌وجو ارائه دهند. زمانی که مربیان سواد اطلاعاتی از این مسئله آگاه باشند که توجه پیوستهٔ کاربران در حین بررسی صفحه نتایج موتور جست‌وجو پایین‌تر است، می‌توانند در آموزش‌های خود به شناساندن اجزای این بخش به کاربران تمرکز بیشتری کرده و به آن‌ها آموزش دهند که چگونه در سریع‌ترین زمان معتبرترین منبع را از میان نتایج بازیابی‌شده در صفحه نتایج موتور جست‌وجو شناسایی کنند که مربوط به مرحله ارزیابی منابع از میان مراحل پنج‌گانه سواد اطلاعاتی می‌شود (Frerejean et al. 2019). این آموزش می‌تواند شامل راهبردهایی برای استفاده مؤثر از کلمه‌های کلیدی، تشخیص پیوندهای قابل اعتماد و درک ساختار قطعات اطلاعاتی موجود در صفحه نتایج موتور

1. bolding

جست‌وجو برای تشخیص کیفیت محتوای پشت لینک‌ها باشد. تأکید بر این مهارت‌ها به کاربران کمک می‌کند تا در فیلتر کردن تعداد زیادی از اطلاعات آنلاین مهارت بیشتری پیدا کنند، و اطمینان حاصل شود که آن‌ها می‌توانند اطلاعات دقیق و مرتبط را به‌طور مؤثر پیدا کنند. افزون بر این، مربیان می‌توانند از وسایل کمکی بصری استفاده کنند تا شیوه‌های جست‌وجوی مؤثر را نشان دهند و فرایند یادگیری را جذاب‌تر و کاربردی‌تر سازند (Botturi et al. 2024). با ادغام این تکنیک‌ها در برنامه‌های درسی سواد اطلاعاتی، مربیان می‌توانند کاربران را برای هدایت و استفاده مؤثر از موتورهای جست‌وجو بهتر آماده کنند و در نتیجه، سواد اطلاعاتی کلی آن‌ها را افزایش دهند

افزون بر موارد ذکرشده، نتایج پژوهش حاضر می‌تواند برای طراحان و تولیدکنندگان محتوای آنلاین مفید باشد. طراحان و تولیدکنندگان محتوا می‌توانند در مراحل اولیه کار خود، به‌صورت نمونه اولیه (پایلوت)، محتوای خود را در اختیار گروهی از کاربران قرار داده و میزان فعالیت موج تتای آن‌ها را مورد مطالعه قرار دهند. در این مرحله، میزان توجهی که محتوای آن‌ها به خود جلب می‌کند، رصد می‌شود و در طول زمان می‌توانند میزان بهبود جذابیت مطالب خود و افزایش درگیری کاربران با محتوا را مورد بررسی قرار دهند.

هرچند پیاده‌سازی و طراحی یک سامانه شناختی که بتواند امواج مغزی کاربران را در طول جست‌وجو ثبت کند، هزینه‌بر است، اما پیامدهایی که استفاده از این فناوری به‌وجود خواهد آورد، بسیار ارزشمند است؛ زیرا باعث رصد عمیق فعالیت‌های شناختی کاربران در حین جست‌وجو و شناسایی نقاط قوت و ضعف سامانه‌های اطلاعاتی و موتورهای جست‌وجو و بهبود تجربه کاربر خواهد شد (Byrom et al. 2018; Nam et al. 2015).

پژوهش‌های آینده می‌توانند به بررسی طیف گسترده‌تری از فعالیت‌های امواج مغزی، فراتر از امواج تتا، در فرایندهای شناختی درگیر در مراحل مختلف جست‌وجوی وبی بپردازد. بررسی سایر الگوهای امواج مغزی، مانند امواج آلفا، بتا، و گاما می‌تواند درک جامع‌تری از توجه و بار شناختی در طول تکالیف جست‌وجوی وبی ارائه دهد. افزون بر این، محققان باید بررسی کنند که چگونه عوامل مختلفی مانند پیچیدگی پرسش جست‌وجو، نوع محتوا (به‌عنوان مثال، چندرسانه‌ای در مقابل متن)، و آشنایی کاربر با موضوع، بر فعالیت امواج مغزی تأثیر می‌گذارد. مطالعات طولی می‌تواند در درک چگونگی تکامل این فرایندهای

شناختی با استفاده مکرر از جست‌وجوی وبی در طول زمان، بسیار کمک‌کننده باشد. پیاده‌سازی رویکردهای چندوجهی، ترکیب «ای‌ای‌جی» با ردیابی چشم یا «اف‌ام‌آرآی»[1] می‌تواند بینش غنی‌تری در مورد تعامل بین توجه و فعالیت عصبی ارائه دهد. سرانجام، مطالعات آینده باید تأثیر رابط‌ها و طراحی‌های مختلف موتورهای جست‌وجوی وبی را بر تعامل کاربر و بار شناختی در نظر بگیرند؛ زیرا این مطالعات به‌طور بالقوه منجر به بهبود تجربه کاربر و اثربخشی بازیابی اطلاعات می‌شود

۷. محدودیت‌های پژوهش

با توجه به اینکه مطالعات مربوط به رصد عمیق رفتارهای کاربران، به‌ویژه مطالعاتی که با روش الکتروآنسفالوگرافی انجام می‌شوند، هزینه‌های بالایی دارند، امکان گردآوری داده از نمونه‌های با تعداد زیاد وجود ندارد. از این‌رو، اصولاً در این پژوهش‌ها، رفتار تعداد اندکی از کاربران مورد مطالعه و رصد عمیق قرار می‌گیرد. بر این اساس، لازم است در پژوهش‌های دیگر، مطالعات بر روی گروه‌های مختلف کاربران انجام شود تا سرانجام با کنار هم قرار دادن نتایج پژوهش‌ها در این زمینه بتوان شناخت کلی‌تر و تعمیم‌پذیرتری از کل جامعه به‌دست آورد.

همچنین در پژوهش حاضر، به‌دلیل اینکه گردآوری داده‌ها از ۱۴ آزمودنی صورت گرفت و به‌دلیل اینکه این پژوهش از جمله اولین‌ها در زمینه مطالعه و مقایسه توجه در مراحل مختلف جست‌وجوی وبی بود، لازم بود که بسیاری از ویژگی‌های نمونه پژوهش کنترل و تعدیل شود تا نتایج تحت تأثیر ویژگی‌های یک نمونه ناهمگن قرار نگیرد. از این‌رو، جنسیت (هفت زن و هفت مرد) آزمودنی‌ها تعدیل شد و همگی آن‌ها از میان دانشجویان تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز انتخاب شدند. بر این اساس، لازم است پژوهش‌های آتی، طرح پژوهش حاضر را بر روی گروه‌های مختلف تحصیلی، دانشجویان دانشگاه‌های مختلف و اقشار مختلف جامعه تکرار کنند.

۸. بیانیه اصالت

این مقاله برگرفته از بخشی از رساله دکتری نویسنده اول، با عنوان «نقش توجه در رفتار

1. fMRI

جست‌وجوی وبی: رویکردی چندمطالعه‌ای» است که در دانشگاه شیراز انجام شده است. همچنین، این پژوهش از منظر رعایت اصول اخلاقی ملزم در پژوهش‌های شبه‌آزمایشی، در دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه شیراز بررسی و با شناسه اخلاق IR.US.PSYEDU.REC.1403.002 مصوب شده است.

فهرست منابع

اکبری، علی، محسن نوکاریزی، رضا رستمی، و علی مقیمی. ۱۳۹۸. واکاوی مؤلفه‌های شناختی در فراگرد رفتار اطلاع‌یابی درمانگران با استفاده از ابزارهای پژوهشی علوم عصب‌شناختی. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات* ۳۵ (۲). ۳۲۳–۳۴۸. doi:10.35050/JIPM010.2020.053.

خانلرخانی، المیرا. ۱۴۰۲. *مقایسه تغییرات امواج مغزی مرتبط با بار شناختی در فرایند جست‌وجوی اطلاعات گوگل در کاربران با سبک شناختی کل‌گرا-تحلیلی و کلامی-تصویری*. رساله دکتری. دانشگاه شیراز. شیراز.

ـــــــ، مهدیه میرزابیگی، هاجر ستوده، مسعود فضیلت‌پور، و محمد نامی. ۱۴۰۱.«مطالعه‌ی رفتار اطلاع‌جویی کاربران از طریق ثبت امواج مغزی با کمک الکتروآنسفالوگرافی: یک مرور نظام‌مند. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات* ۳۸ (۲). ۳۳۷–۳۷۷. doi:10.35050/JIPM010.2022.038.

زاهدی نوقابی، مهدی. ۱۳۹۶. *تأثیر توانمندی‌های کاربران و مؤلفه‌های رابط کاربر وب‌سایت‌ها بر فرایند تعامل در وب (بر پایه نظریه پردازش اطلاعات با استفاده از رویکرد چشم-ذهن)*. مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد. https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/7e94d989810ae6f684e720ea5ea6a856 (دسترسی در ۱۴۰۳/۳/۲۰)

References:

Ahn, Jae-Hyeon, Yoon-Soo Bae, Jaehyeon Ju & Wonseok Oh. 2018. Attention Adjustment, Renewal, and Equilibrium Seeking in Online Search: An Eye-Tracking Approach. Journal of Management Information Systems 35 (4): 1218–50. doi:10.1080/07421222.2018.1523595.

Allegretti, Marco, Yashar Moshfeghi, Maria Hadjigeorgieva, Frank E. Pollick, Joemon M. Jose & Gabriella Pasi. 2015. When Relevance Judgement Is Happening? An EEG-Based Study. In Proceedings of the 38th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, 799–22. Santiago Chile: ACM. doi:10.1145/2766462.2767811.

Al-Samarraie, Hosam, Atef Eldenfria, Fahed Zaqout & Melissa Lee Price. 2019. How Reading in Single- and Multiple-Column Types Influence Our Cognitive Load: An EEG Study. The Electronic Library 37 (4): 593–606. doi: 10.1108/EL-01-2019-0006.

Antonenko, Pavlo, Fred Paas, Roland Grabner & Tamara Van Gog. 2010. Using Electroencephalography to Measure Cognitive Load. Educational Psychology Review 22 (4): 425–438. doi: 10.1007/s10648-010-9130-y.

Bauer, Clemens C. C., Liron Rozenkrantz, Camila Caballero, Alfonso Nieto-Castanon, Ethan Scherer, Martin R. West, Michael Mrazek, Dawa T. Phillips, John D. E. Gabrieli & Susan Whitfield-Gabrieli. 2020. Mindfulness training preserves sustained attention and resting state anticorrelation between default-mode network and dorsolateral prefrontal cortex: a randomized controlled trial. Human Brain Mapping 41 (18): 5356–5369. doi:10.1002/hbm.25197.

Berger, Jonah, Wendy W. Moe & David A. Schweidel. 2023. What Holds Attention? Linguistic Drivers of Engagement. Journal of Marketing 87 (5). SAGE Publications Inc: 793–809. doi: 10.1177/00222429231152880.

Boardman، Rosy & Helen Mccormick. 2021. Attention and behaviour on fashion retail websites: an eye-tracking study. Information Technology & People 35 (7): 2219–2240. doi: 10.1108/ITP-08-2020-0580.

Bose, Joy, Amit Singhai, Anish Patankar & Ankit Kumar. 2016. Attention Sensitive Web Browsing. arXiv. doi:10.48550/arXiv.1601.01092.

Botturi, Luca, Martin Hermida, Loredana Addimando & Chiara Beretta. 2024. Visualizing Online Search Processes for Information Literacy Education. In Information Experience and Information Literacy ed.: Serap Kurbanoğlu, Sonja Špiranec, Joumana Boustany, Yurdagül Ünal, İpek Şencan, Denis Kos, Esther Grassian, Diane Mizrachi & Loriene Roy, 277–289. Cham: Springer Nature Switzerland. doi: 10.1007/978-3-031-52998-6_24.

Byrom, Bill, Marie McCarthy, Peter Schueler & Willie Muehlhausen. 2018. Brain Monitoring Devices in Neuroscience Clinical Research: The Potential of Remote Monitoring Using Sensors, Wearables, and Mobile Devices. Clinical Pharmacology and Therapeutics 104 (1): 59–71. doi:10.1002/cpt.1077.

Cona, Giorgia, Francesco Chiossi, Silvia Di Tomasso, Giovanni Pellegrino, Francesco Piccione, Patrizia Bisiacchi & Giorgio Arcara. 2020. Theta and Alpha Oscillations as Signatures of Internal and External Attention to Delayed Intentions: A Magnetoencephalography (MEG) Study. NeuroImage 205 (March): 116295. doi:10.1016/j.neuroimage.2019.116295.

Cowley, Benjamin Ultan. 2018. Studying the integrated functional cognitive basis of sustained attention with a Primed Subjective-Illusory-Contour Attention Task. Scientific Reports 8 (November): 13514. doi: 10.1038/s41598-018-31876-7.

Debue, Nicolas, Cécile Van De Leemput, Anish Pradhan & Robert Atkinson. 2018. Comparative Study of Laptops and Touch-Screen PCs for Searching on the Web. In: Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics ed.: Don Harris, 10906: 403–18. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-91122-9_33.

Djamasbi, Soussan, Adrienne Hall-Phillips & Ruijiao (Rachel) Yang. 2013. Search Results Pages and Competition for Attention Theory: An Exploratory Eye-Tracking Study. In: Human Interface and the Management of Information. Information and Interaction Design. ed.: Sakae Yamamoto, 576–83. Berlin, Heidelberg: Springer. doi: 10.1007/978-3-642-39209-2_64.

Dreyer, Pauline, Aline Roc, Léa Pillette, Sébastien Rimbert & Fabien Lotte. 2023. A Large EEG Database with Users' Profile Information for Motor Imagery Brain-Computer Interface Research. Scientific Data 10 (1): 580. doi: 10.1038/s41597-023-02445-z.

Esqueda-Elizondo, José Jaime, Reyes Juárez-Ramírez, Oscar Roberto López-Bonilla, Enrique Efrén García-Guerrero, Gilberto Manuel Galindo-Aldana, Laura Jiménez-Beristáin, Alejandra Serrano-Trujillo, Esteban Tlelo-Cuautle, Everardo Inzunza-González. 2022. Attention Measurement of an Autism Spectrum Disorder User Using EEG Signals: A Case Study. Mathematical and Computational Applications 27 (2): 21. doi: 10.3390/mca27020021.

Esterman, Michael & David Rothlein. 2019. Models of Sustained Attention.» Current Opinion in Psychology 29 (January): 174–180. doi:10.1016/j.copsyc.2019.03.005.

Eugster, Manuel J.A., Tuukka Ruotsalo, Michiel M. Spapé, Ilkka Kosunen, Oswald Barral, Niklas Ravaja, Giulio Jacucci & Samuel Kaski. 2014. Predicting Term-Relevance from Brain Signals. In: Proceedings of the 37th International ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval, 425–34. Gold Coast Queensland Australia: ACM. doi:10.1145/2600428.2609594.

Faber, Jorge & Lilian Martins Fonseca. 2014. How Sample Size Influences Research Outcomes. Dental Press Journal of Orthodontics 19 (4): 27. doi:10.1590/2176-9451.19.4.027-029.ebo.

Fortenbaugh, Francesca C., Joseph DeGutis & Michael Esterman. 2017. Recent theoretical, neural, and clinical advances in sustained attention research. Annals of the New York Academy of Sciences 1396 (1): 70–91. doi:10.1111/nyas.13318.

Frerejean، Jimmy, Gerdo J. Velthorst, Johan L.H. Van Strien, Paul A. Kirschner & Saskia Brand-Gruwel. 2019. Embedded Instruction to Learn Information Problem Solving: Effects of a Whole Task Approach. Computers in Human Behavior 90 (April): 117–130. doi:10.1016/j.chb.2018.08.043.

Gallen, Courtney L., Simon Schaerlaeken, Jessica W. Younger, Joaquin A. Anguera & Adam Gazzaley. 2023. Contribution of sustained attention abilities to real-world academic skills in children. Scientific Reports 13 (May): 2673. doi: 10.1038/s41598-023-29427-w.

Gevins, Alan & Michael E. Smith. 2003. Neurophysiological Measures of Cognitive Workload during Human-Computer Interaction. Theoretical Issues in Ergonomics Science 4 (1–2): 113–31. doi: 10.1080/14639220210159717.

González-Ibáñez, Roberto, María Escobar-Macaya & Manuel Manriquez. 2016. Using Low-Cost Electroencephalography (EEG) Sensor to Identify Perceived Relevance on Web Search: Using Low-Cost Electroencephalography (EEG) Sensor to Identify Perceived Relevance on Web Search. Proceedings of the Association for Information Science and Technology 53 (1): 1–5. doi:10.1002/pra2.2016.14505301146.

Gramfort, Alexandre, Martin Luessi, Eric Larson, Denis A. Engemann, Daniel Strohmeier, Christian Brodbeck, Roman Goj & & et al. 2013. MEG and EEG Data Analysis with MNE-Python. Frontiers in Neuroscience 7 (March). Frontiers. doi:10.3389/fnins.2013.00267.

Gu, Feng, Anmin Gong, Yi Qu, Ling Lu, Qidi Shi & Yunfa Fu. 2022. Brain Network Research of Skilled Shooters in the Shooting Preparation Stage under the Condition of Limited Sensory Function. Brain Sciences 12 (10): 1373. doi: 10.3390/brainsci12101373.

Gwizdka, Jacek. 2009. Assessing Cognitive Load on Web Search Tasks. The Ergonomics Open Journal 2 (1). https://benthamopen.com/ABSTRACT/TOERGJ-2-114. (accessed Jul. 05, 2024)

———. 2018. Inferring Web Page Relevance Using Pupillometry and Single Channel EEG. In: Information Systems and Neuroscience Ed.: Fred D. Davis, René Riedl, Jan Vom Brocke, Pierre-Majorique Léger & Adriane B. Randolph, 25: 175–183. Lecture Notes in Information Systems and Organisation. Cham: Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-67431-5_20.

Gwizdka, Jacek, Rahilsadat Hosseini, Michael Cole & Shouyi Wang. 2017. Temporal Dynamics of Eye-Tracking and EEG during Reading and Relevance Decisions. Journal of the Association for Information Science and Technology 68 (10): 2299–2312. doi:10.1002/asi.23904.

Harvey, Morgan & Matthew Pointon. 2017. Searching on the Go: The Effects of Fragmented Attention on Mobile Web Search Tasks. In: Proceedings of the 40th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval 155–64. Shinjuku Tokyo Japan: ACM. doi:10.1145/3077136.3080770.

Helfrich, Randolph F., Ian C. Fiebelkorn, Sara M. Szczepanski, Jack J. Lin, Josef Parvizi, Robert T. Knight & Sabine Kastner. 2018. Neural mechanisms of sustained attention are rhythmic. Neuron 99 (4): 854-865.e5. doi:10.1016/j.neuron.2018.07.032.

Hennink, Monique & Bonnie N. Kaiser. 2022. Sample sizes for saturation in qualitative research: A systematic review of empirical tests. Social Science & Medicine 292 (April): 114523 doi:10.1016/j.socscimed.2021.114523.

Hopkin, Cameron R., Rick H. Hoyle & Nisha C. Gottfredson. 2015. Maximizing the Yield of Small Samples in Prevention Research: A Review of General Strategies and Best Practices. Prevention science : the official journal of the Society for Prevention Research 16 (7): 950–55. doi: 10.1007/s11121-014-0542-7.

Huang, Huimin, Rui Li & Junsong Zhang. 2023. A review of visual sustained attention: neural mechanisms and computational models. PeerJ 11 (August): e15351. doi:10.7717/peerj.15351.

Huang, Jeff. 2013. Modeling User Behavior and Attention in Search. Thesis. https://digital.lib.washington.edu:443/researchworks/handle/1773/24188 (accessed Jul. 05, 2024)

Hwu, Shiow-Lin. 2023. Developing SAMM: A Model for Measuring Sustained Attention in Asynchronous Online Learning. Sustainability 15 (12). Multidisciplinary Digital Publishing Institute: 9337. doi: 10.3390/su15129337.

Jacucci, Giulio, Oswald Barral, Pedram Daee, Markus Wenzel, Baris Serim, Tuukka Ruotsalo, Patrik Pluchino, & et al. 2019 Integrating Neurophysiologic Relevance Feedback in Intent Modeling for Information Retrieval. Journal of the Association for Information Science and Technology 70 (9): 917–30. doi:10.1002/asi.24161.

Kaspar, Kai, Ricardo Ramos Gameiro & Peter König. 2015. Feeling Good, Searching the Bad: Positive Priming Increases Attention and Memory for Negative Stimuli on Webpages. Computers in Human Behavior 53 (February): 332–43. doi: 10.1016/j.chb.2015.07.020.

Kerick, Scott E., Justin Asbee, Derek P. Spangler, Justin B. Brooks, Javier O. Garcia,Thomas D. Parsons, Nilanjan Bannerjee & Ryan Robucci. 2023. Neural and behavioral adaptations to frontal theta neurofeedback training: A proof of concept study. PLOS ONE 18 (3): e0283418. doi:10.1371/journal.pone.0283418.

Keshmiri, Soheil, Maryam Alimardani, Masahiro Shiomi, Hidenobu Sumioka, Hiroshi Ishiguro & Kazuo Hiraki. 2020. Higher hypnotic suggestibility is associated with the lower EEG signal variability in theta, alpha, and beta frequency bands. PLoS ONE 15 (4): e0230853. doi:10.1371/journal.pone.0230853.

Klimesch, Wolfgang. 2012. Alpha-Band Oscillations, Attention, and Controlled Access to Stored Information. Trends in Cognitive Sciences 16 (12): 606–17. doi:10.1016/j.tics.2012.10.007.

Kubota, Yasutaka, Wataru Sato, Motomi Toichi, Toshiya Murai, Takashi Okada, Akiko Hayashi & Akira Sengoku. 2001. Frontal Midline Theta Rhythm Is Correlated with Cardiac Autonomic Activities during the Performance of an Attention Demanding Meditation Procedure. Cognitive Brain Research 11 (2): 281–87. doi: 10.1016/S0926-6410(00)00086-0.

Lagun, Dmitry & Eugene Agichtein. 2014. Effects of task and domain on searcher attention. In: Proceedings of the 37th international ACM SIGIR conference on Research & development in information retrieval 1087–90. SIGIR '14. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. doi:10.1145/2600428.2609516.

Lajtos, Melissa, Luis Alberto Barradas-Chacón & Selina Christin Wriessnegger. 2023. Effects of Handedness on Brain Oscillatory Activity during Imagery and Execution of Upper Limb Movements. Frontiers in Psychology 14 (August). doi:10.3389/fpsyg.2023.1161613.

Li, Zhao, Long Zhang, Chenyi Lei, Xia Chen, Jianliang Gao & Jun Gao. 2020. Attention with Long-Term Interval-Based Deep Sequential Learning for Recommendation. Complexity 2020 (September). Hindawi: e6136095. doi:10.1155/2020/6136095.

Liu, Jingjing, Chang Liu & Nicholas J. Belkin. 2020. Personalization in Text Information Retrieval: A Survey. Journal of the Association for Information Science and Technology 71 (3): 349–69. doi:10.1002/asi.24234.

Massar, Stijn A.A., Julian Lim, Karen Sasmita & Michael W.L. Chee. 2016. Rewards Boost Sustained Attention through Higher Effort: A Value-Based Decision Making Approach. Biological Psychology 120 (January): 21–27. doi:10.1016/j.biopsycho.2016.07.019.

Matravers, Derek. 2011. Arousal Theories. In: The Routledge Companion to Philosophy and Music. Routledge:

Matsuo, Moemi, Takashi Higuchi, Hiroya Miyabara, Misako Higashijima, Takeshi Oshikawa, Masatoshi Nakamura, Yuji Yamaguchi & Takuya Higashionna. 2023. «\Assessing attentional task-related electroencephalogram signal variations by using mobile electroencephalogram technology: An experimental study. Medicine 102 (42): e35801. doi: 10.1097/MD.0000000000035801.

McElroy, James C., Anthony R. Hendrickson, Anthony M. Townsend & Samuel M. DeMarie. 2007. Dispositional Factors in Internet Use: Personality versus Cognitive Style. MIS Quarterly 31 (4). Management Information Systems Research Center, University of Minnesota: 809–20. doi:10.2307/25148821.

Möller, C. & T. Schierl. 2012. Attention and selection behavior on 'universal search' result pages. In: https://www.semanticscholar.org/paper/Attention-and-selection-behavior-on-%E2%80%98universal-M%C3%B6ller-Schierl/1d8cddae1c8b8fc0db11dcc130625546392f9249 (accessed Jul. 05, 2024)

Moshfeghi, Yashar & Joemon M. Jose. 2013. An Effective Implicit Relevance Feedback Technique Using Affective, Physiological and Behavioural Features. In: Proceedings of the 36th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval 133–42. Dublin Ireland: ACM. doi:10.1145/2484028.2484074.

Nam, Chang S., Matthew Moore, Inchul Choi & Yueqing Li. 2015. Designing Better, Cost-Effective Brain–Computer Interfaces. Ergonomics in Design 23 (4). SAGE Publications Inc: 13–19. doi: 10.1177/1064804615572625.

Niosi, Andrea. 2021. The Perceptual Process», August. BCcampus. https://opentextbc.ca/introconsumerbehaviour/chapter/the-perceptual-process/. (accessed Jul. 05, 2024)

Peng, Ming, Xianke Chen, Qingbai Zhao & Zongkui Zhou. 2018. Attentional scope is reduced by Internet use: A behavior and ERP study. PLoS ONE 13 (6): e0198543. doi:10.1371/journal.pone.0198543.

Putkonen, Aini, Aurélien Nioche, Markku Laine, Crista Kuuramo & Antti Oulasvirta. 2023. Fragmented Visual Attention in Web Browsing: Weibull Analysis of Item Visit Times. In: Advances in Information Retrieval. Ed.: Jaap Kamps, Lorraine Goeuriot, Fabio Crestani, Maria Maistro, Hideo Joho, Brian Davis, Cathal Gurrin, Udo Kruschwitz & Annalina Caputo, 62–78. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer Nature Switzerland. doi: 10.1007/978-3-031-28238-6_5.

Román, Cristina A. F., John DeLuca, Bing Yao, Helen M. Genova & Glenn R. Wylie. 2022. Signal Detection Theory as a Novel Tool to Understand Cognitive Fatigue in Individuals With Multiple Sclerosis. Frontiers in Behavioral Neuroscience 16 (June): 828566. doi:10.3389/fnbeh.2022.828566.

Sarraf, Niloufar. 2019. Mapping the Neural Activities and Affective Dimensions of the ISP Model: Correlates in the Search Exploration, Formulation, and Collection Stages. PhD, Queensland University of Technology. doi:10.5204/thesis.eprints.127009.

Scharinger, Christian, Yvonne Kammerer & Peter Gerjets. 2015. Pupil Dilation and EEG Alpha Frequency Band Power Reveal Load on Executive Functions for Link-Selection Processes during Text Reading. Ed.: Antonio Verdejo-García. PLOS ONE 10 (6): e0130608. doi:10.1371/journal.pone.0130608.

Schoot, Rens van de & Milica Miočević. 2020. Small sample size solutions: a guide for applied researchers and practitioners. Abingdon, Oxon; New York, NY: Routledge, an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business.

Segal, Dorit. 2023. Sustained Attention Plays a Critical Role in Reading Comprehension of Adults with and without ADHD. Learning and Individual Differences 105 (September). JAI: 102300. doi:10.1016/j.lindif.2023.102300.

Shovon, Md. Hedayetul Islam, D (Nanda) Nandagopal, Jia Tina Du, Ramasamy Vijayalakshmi & Bernadine Cocks. 2015. Cognitive Activity during Web Search. In.: Proceedings of the 38th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, 967–70. Santiago Chile: ACM. doi:10.1145/2766462.2767784.

Sohlberg, McKay Moore & Catherine A. Mateer. 1987. Effectiveness of an Attention-Training Program. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology 9 (2): 117–30. doi: 10.1080/01688638708405352.

Sridhar, Sruthi, Abdulrahman Khamaj & Manish Kumar Asthana. 2023. Cognitive Neuroscience Perspective on Memory: Overview and Summary. Frontiers in Human Neuroscience 17. Frontiers Media SA. doi:10.3389/fnhum.2023.1217093.

Thomson, David R., Derek Besner & Daniel Smilek. 2015. A Resource-Control Account of Sustained Attention: Evidence from Mind-Wandering and Vigilance Paradigms. Perspectives on Psychological Science 10 (1). SAGE Publications Inc: 82–96. doi: 10.1177/1745691614556681.

Ülgen, Zehra, Christina Schmiedt-Fehr, Çağdaş Güdücü & Canan Basar-Eroglu. 2024. Event-Related Theta Oscillations During Sustained Attention. SSRN Scholarly Paper. Rochester, NY. doi:10.2139/ssrn.4753497.

Verghese, Preeti. 2001. Visual Search and Attention. Neuron 31 (4): 523–35. doi: 10.1016/S0896-6273(01)00392-0.

Wacholder, Nina. 2011. Interactive Query Formulation. Annual Review of Information Science and Technology 45 (1): 157–96. doi:10.1002/aris.2011.1440450111.

Wei, Jinwen, Zhiguo Zhang, Ziqing Yao, Dong Ming & Peng Zhou. 2021. Modulation of Sustained Attention by Theta-tACS over the Lateral and Medial Frontal Cortices. Neural Plasticity 2021 (August). Hindawi: e5573471. doi:10.1155/2021/5573471.

Welhaf, Matthew S. & Michael J. Kane. 2024. A Combined Experimental-Correlational Approach to the Construct Validity of Performance-Based and Self-Report-Based Measures of Sustained Attention. Attention, Perception & Psychophysics 86 (1): 109–45. doi: 10.3758/s13414-023-02786-2.

Wu, Dan & Shutian Zhang. 2022. Does visual attention help? Towards better understanding and predicting users' good abandonment behavior in mobile search. Library Hi Tech ahead-of-print (ahead-of-print). doi: 10.1108/LHT-01-2022-0076.

Wu, Jiun-Yu & Chen Xie. 2018. Using Time Pressure and Note-Taking to Prevent Digital Distraction Behavior and Enhance Online Search Performance: Perspectives from the Load Theory of Attention and Cognitive Control. Computers in Human Behavior 88 (February): 244–54. doi:10.1016/j.chb.2018.07.008.

Yang, Yidong, Lei Mo, Guillaume Lio, Yulong Huang, Thomas Perret, Angela Sirigu & Jean-René Duhamel. 2023. Assessing the Allocation of Attention during Visual Search Using Digit-Tracking, a Calibration-Free Alternative to Eye Tracking. Scientific Reports 13 (1). Nature Publishing Group: 2376. doi: 10.1038/s41598-023-29133-7.

Zhao, Guozhen, Yulin Zhang & Yan Ge. 2018. Frontal EEG Asymmetry and Middle Line Power Difference in Discrete Emotions. Frontiers in Behavioral Neuroscience 12 (February): 225. doi:10.3389/fnbeh.2018.00225.

Zheng, Yukun, Jiaxin Mao, Yiqun Liu, Mark Sanderson, Min Zhang & Shaoping Ma. 2020. «Investigating Examination Behavior in Mobile Search. In,: Proceedings of the 13th International Conference on Web Search and Data Mining, 771–79. WSDM '20. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. doi:10.1145/3336191.3371797.

Zielinska, Olga Anna. 2017. Examining the Attentional and Behavioral Factors Associated with Escalation in Web Health Searches. http://www.lib.ncsu.edu/resolver/1840.20/34759.

Zivan, Michal, Sasson Vaknin, iNmrod Peleg, Rakefet Ackerman & Tzipi Horowitz-Kraus. 2023. «Higher theta-beta ratio during screen-based vs. printed paper is related to lower attention in children: An EEG study. PLOS ONE 18 (5): e0283863. doi: 10.1371/journal.pone.0283863

مهسا ترابی

متولد اسفند ۱۳۷۲، دارای مدرک دکتری تخصصی علم اطلاعات از دانشگاه شیراز است. وی کارشناسی ارشد خود را در رشته علم اطلاعات، و کارشناسی خود را در رشته روان‌شناسی از دانشگاه اصفهان کسب نموده است. ایشان همچنین مؤسس شرکت دانش‌محور مهراد (کتاب‌بیس) است.

تعامل انسان و کامپیوتر، بازیابی اطلاعات، متن‌کاوی و اجتناب از اطلاعات از جمله علایق پژوهشی وی است.

مهدیه میرزابیگی

متولد سال ۱۳۶۰، دارای مدرک تحصیلی دکتری رشته علم اطلاعات و دانش‌شناسی از دانشگاه فردوسی مشهد است. ایشان هم‌اکنون دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه شیراز است.

مطالعات کاربرمدار در فرایند بازیابی، وب معنایی و هستی‌شناسی‌ها از جمله علایق پژوهشی وی است.

جواد عباس‌پور

متولد سال ۱۳۵۶، دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته علم اطلاعات و دانش‌شناسی از دانشگاه تهران است. ایشان هم‌اکنون دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه شیراز است.

مسائل و چالش‌های بازیابی زبان فارسی، کتابخانه‌های دیجیتال، اطلاعات و ارتباطات و روش‌های پژوهش در علم اطلاعات و دانش‌شناسی از جمله علایق پژوهشی وی است.

حبیب هادیان‌فرد

متولد سال ۱۳۴۰، از سال ۱۳۷۲ در دانشگاه شیراز تدریس می‌کند و از قدیمی‌ترین اساتید دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی است. ایشان در دانشگاه‌های شیراز، علوم پزشکی ایران و چمران درس خوانده و در حال حاضر استاد بخش روان‌شناسی بالینی در دانشگاه شیراز است.

توجه، بیش‌فعالی/نقص توجه و هیجان از جمله علایق پژوهشی وی است.

یاشار مشفقی

دارای دکتری تخصصی در رشته بازیابی اطلاعات از دانشگاه گلاسگوی انگلیس است. ایشان هم‌اکنون دانشیار گروه علوم اطلاعات و کامپیوتر در دانشگاه استراثکلاید اسکاتلند است. ایشان همچنین گرداننده تیم نوراسرچ است.

تعامل مغز و کامپیوتر، پیوند علوم اعصاب و جست‌وجوی اطلاعات، علم داده، بازیابی و مدیریت اطلاعات، ابرداده‌ها، یادگیری ماشین و هوش مصنوعی از جمله علایق پژوهشی وی است.

پژوهش‌نامه

پردازش و مدیریت اطلاعات