

Comparison of Alpha Wave in Different Stages of Web Search: An Indicator for Selective Attention

Mahsa Torabi¹ , Mahdiah Mirzabeigi^{2*} , Javad Abbaspour³ ,
Habib Hadianfard⁴ , Yashar Moshfeghi⁵ 



Abstract

Purpose: This research aims to understand better users' cognitive and attentional processes during web searches and provide insights for improving user experience.

Method: This research is fundamental in terms of its objective, quantitative nature, and casual-comparative data collection method. Data on users' brain waves were collected using EEG devices at different stages of web search. The search stages included identifying information needs, query formulation, reviewing search engine results pages (SERPs), and relevance judgment of content pages.

Findings: The results showed that selective attention significantly differs across various stages of web search. The highest alpha wave activity was observed during the relevance judgment stage, while the lowest activity was noted during the query formulation and SERP review stages. These differences indicate changes in internal and external selective attention levels at different stages of web search.

Conclusion: Users' external selective attention decreases while their internal selective attention increases. Conversely, during query formulation and SERP review, because users quickly need to select relevant items among words and titles and engage with the search engine's interface, their external selective attention increases and internal selective attention decreases. This information can be used to develop more effective and user-friendly web search technologies and to enhance user experiences in digital environments.

Article Type: Research Article

Article history:

Received: 15 Oct. 2024

Revised: 10 Jan. 2025

Accepted: 01 Feb. 2025

Available online: 12 May 2026

1. PhD in Information Science, Shiraz University, Shiraz, Iran;
mahsatorabi515@gmail.com
2. Associate Professor, School of Knowledge and Information Science, Shiraz, Iran; (Corresponding Author)
mmirzabeigi@gmail.com
3. Associate Professor, School of Knowledge and Information Science, Shiraz, Iran;
javad.abbaspour@gmail.com
4. Professor, School of Clinical Psychology, Shiraz, Iran;
hadianfd@shirazu.ac.ir
5. Associate Professor; Strathclyde University; Glasgow, UK;
yashar.moshfeghi@gmail.com

Keywords

Web-Search Stages, Alpha Waves, Selective Attention, Internal Attention, External Attention

Citation: Torabi, M., Mirzabeigi, M., Abbaspour, J., & Hadianfard, H. (2026). Comparison of Alpha Wave in Different Stages of Web Search: An Indicator for Selective Attention. *Librarianship and Information Organization Studies*, 37(1), 107-130.

Doi: 10.30484/nastinfo.2025.3661.2300



Publisher: National Library and Archives of I.R. of Iran
© The Author(s).

Introduction

Web search has become one of the most essential activities in contemporary digital life, shaping how users access information, solve problems, and make decisions in online environments. Because search sessions usually involve large volumes of information, multiple interface elements, and constant competition among visual stimuli, users must continuously filter relevant from irrelevant inputs. In this context, selective attention plays a fundamental role. It allows individuals to focus on information that is useful for the current task while ignoring distractions. Understanding how selective attention changes during different stages of web search is therefore important not only for cognitive science but also for the design of more effective search systems and user-centered digital interfaces.

Although attention has been widely studied in psychology and neuroscience, many conventional methods rely mainly on behavioral measures and may not fully capture the fast and dynamic nature of web search behavior. The stages of searching the web are cognitively different from one another: reading the task, formulating a query, reviewing search engine results pages, and judging the relevance of content pages all require distinct attentional demands. For this reason, electroencephalography (EEG) offers a valuable alternative because it can measure brain activity in real time. In particular, alpha-band activity has often been associated with attentional states and cognitive processing, making it a useful indicator for investigating changes in selective attention across web-search stages.

Purpose

The purpose of this study was to examine whether selective attention differs across the various stages of web search and to determine whether alpha-wave activity can serve as an indicator of these differences. More specifically, the study aimed to compare attentional patterns during four stages of search behavior: identifying the information need and reading the task, formulating the query, reviewing the search engine results page (SERP), and judging the relevance of content pages. By doing so, the researchers sought to better understand the cognitive processes involved in online searching and to provide findings that could contribute to improving the usability and effectiveness of web-search technologies.

Method

This research was conducted as a quantitative, fundamental, and causal-comparative study. The participants were graduate students from Shiraz University who were selected purposively, based on the assumption that they possessed relatively strong search skills. The sample consisted of 12 participants, and the study included both male and female users within the age range of 22 to 36 years.

To collect neural data, the researchers used a LiveAmp EEG system with a 64-channel cap and a sampling rate of 250 Hz. EEG electrodes were positioned according to the 10–20 international system. Participants completed web-search tasks in Google using the Chrome browser, while their brain activity was recorded continuously. The search process was divided into several stages, including reading the task, formulating the search query, reviewing search results, and evaluating the relevance of retrieved pages.

The recorded EEG signals were exported in EDF format and processed using MNE-Python. Preprocessing steps included channel removal, band-pass filtering from 1 to 45 Hz, independent component analysis (ICA) for artifact removal, baseline correction, and power spectral density estimation using the multitaper method. The alpha-band relative power was then calculated. To test whether selective attention varied across stages, the researchers used repeated-measures analysis of variance (ANOVA).

Findings

The results showed that selective attention differed significantly across the stages of web search. Alpha-wave activity was not constant during the search process, but instead varied according to the cognitive demands of each stage. The highest alpha activity was observed during the relevance judgment of content pages. In contrast, the lowest alpha activity appeared during query formulation and SERP review.

These findings suggest that attentional focus changes in meaningful ways as users move through different parts of the search process. The researchers interpreted the higher alpha activity during relevance judgment as reflecting stronger internal selective attention, which may occur when users are evaluating and comparing information more deeply. On the other hand, the lower alpha activity during query formulation and SERP review was interpreted as reflecting greater external selective attention, because users must attend closely to words, titles, snippets, and interface elements while

rapidly selecting relevant cues from the screen.

In other words, the findings indicate that search behavior is cognitively dynamic. Some stages require more inward-focused evaluation, while others demand outward-directed scanning and selection. This pattern demonstrates that the attentional demands of web search change from one stage to another rather than remaining stable throughout the task.

Conclusion

This study concludes that selective attention is stage-dependent during web search and that alpha-wave activity can be used as a meaningful indicator of these attentional shifts. When users judge the relevance of retrieved content, internal attention appears to increase, whereas during query formulation and SERP review, external attention becomes more prominent. These results provide evidence that the cognitive processes underlying web search are more complex than can be captured by simple behavioral measures alone.

From an applied perspective, the findings may help designers and researchers develop more user-friendly search interfaces, improve information-retrieval systems, and support more effective digital interactions. By identifying how attention changes across search stages, the study contributes to a deeper understanding of user behavior in online environments and offers a foundation for future research on cognition, attention, and human-computer interaction.

Acknowledgments

This article is derived from a part of the first author's doctoral dissertation conducted at Shiraz University. The authors would like to express their sincere gratitude to all participants who generously took part in this study. The first author also wishes to thank the supervisors and academic advisors for their valuable guidance, constructive feedback, and continuous support throughout the research process.

Ethical Considerations

This article is derived from a portion of the first author's doctoral dissertation conducted at Shiraz University. The study complied with the ethical principles required for quasi-experimental research at the Faculty of Educational Sciences and Psychology of Shiraz University. The research protocol was reviewed and approved by the relevant ethics committee with the ethics code IR.US.PSYEDU.REC.1403.002. Participation in the study was

voluntary, and all participants were informed about the research procedures. Their privacy and confidentiality were fully respected throughout the study.

Use of Artificial Intelligence

Artificial intelligence tools were used only to assist in improving the clarity and readability of the English text. Specifically, GPT-5.4 and Grammarly were used for paraphrasing certain sentences and enhancing the comprehensibility of the manuscript. These tools were used solely for language refinement, and all scientific content, interpretations, and conclusions were developed by the authors.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article. The research was conducted independently and without any financial or personal relationships that could have influenced the results or interpretation of the findings.

مقایسه موج آلفا در مراحل مختلف جستجوی وبی: شاخصی برای توجه

انتخابی

مهسا ترابی^۱ | مهدیه میرزاییگی^{۲*} | جواد عباس پور^۳ |

حبیب هادیان فرد^۴ | یاشار مشفق^۵ |

چکیده

هدف: هدف این پژوهش شناخت تفاوت‌های موج آلفا در مراحل مختلف جستجوی وب به‌عنوان شاخصی برای توجه انتخابی است.

روش: این پژوهش از منظر هدف، بنیادی، از منظر ماهیت داده‌ها کمی و از منظر شیوه گردآوری داده‌ها علی-مقایسه‌ای است. داده‌های مربوط به امواج مغزی کاربران در مراحل مختلف جستجوی وب با استفاده از دستگاه ای.ای.جی. جمع‌آوری شد. مراحل جستجو شامل ایجاد نیاز اطلاعاتی، فرمول‌بندی پرسش جستجو، بررسی صفحه نتایج موتور جستجو و قضاوت ربط صفحات محتوا بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که توجه انتخابی در مراحل مختلف جستجوی وب به‌طور معنی‌داری متفاوت است. بیشترین فعالیت امواج آلفا در مرحله قضاوت ربط صفحات محتوا مشاهده شد، درحالی‌که کمترین فعالیت در مرحله فرمول‌بندی پرسش جستجو و بررسی صفحه نتایج موتور جستجو مشاهده شد. این تفاوت‌ها نشان‌دهنده تغییرات در سطح توجه انتخابی درونی و بیرونی کاربران در مراحل مختلف جستجوی وب است.

نتیجه‌گیری: کاربران در هنگام قضاوت ربط، به‌دلیل نوعی تفکر درونی، میزان توجه انتخابی بیرونی‌شان کاهش و میزان توجه انتخابی درونی‌شان افزایش می‌یابد. در مقابل، در هنگام فرمول‌بندی پرسش جستجو و بررسی صفحه نتایج موتور جستجو، به‌دلیل اینکه کاربران سریعاً بین کلمات و عناوین باید موارد مرتبط را انتخاب کنند و درگیر ظواهر موتور جستجو نیز می‌شوند؛ میزان توجه انتخابی بیرونی‌شان افزایش و میزان توجه انتخابی درونی‌شان کاهش می‌یابد. این اطلاعات می‌تواند برای توسعه فناوری‌های جستجوی وب مؤثرتر و کاربرپسندتر و همچنین بهبود تجربیات کاربری در محیط‌های دیجیتال مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها

مراحل جستجوی وبی، موج آلفا، توجه انتخابی، توجه درونی، توجه بیرونی

استناد: ترابی، مهسا، میرزاییگی، مهدیه، عباس پور، جواد، و هادیان فرد، حبیب (۱۴۰۵). مقایسه موج آلفا در مراحل مختلف جستجوی وبی: شاخصی برای توجه انتخابی. *مطالعات کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، ۳۷(۱)، ۱۳۰-۱۰۷.

Doi: 10.30484/nastinfo.2025.3661.2300

۱. دکتری علم اطلاعات، دانشگاه شیراز،
شیراز، ایران؛
mahsatorabi515@gmail.com

۲. دانشیار، بخش علم اطلاعات و
دانش‌شناسی، دانشگاه شیراز، شیراز،
ایران؛ (نویسنده مسئول)
mmirzabeigi@gmail.com

۳. دانشیار، بخش علم اطلاعات و
دانش‌شناسی، دانشگاه شیراز، شیراز،
ایران؛
javad.abbaspour@gmail.com

۴. استاد، بخش روان‌شناسی بالینی، دانشگاه
شیراز، شیراز، ایران؛
hadianfd@shirazu.ac.ir

۵. دانشیار، دانشگاه استرالیای غربی؛ گالسگو،
انگلستان؛
yashar.moshfeghi@gmail.com

این مقاله برگرفته از بخشی از رساله
دکتری نویسنده اول است که در
دانشگاه شیراز انجام شده است.
همچنین، این پژوهش از منظر رعایت
اصول اخلاقی ملزم در پژوهش‌های
شبه آزمایشی در دانشکده علوم
تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه شیراز
بررسی و با شناسه اخلاق
IR.US.PSYEDU.REC.140
33002 تصویب شده است.

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۳

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۲/۲۲

مقدمه

در عصر دیجیتال، جستجوی وبی به بخشی جدایی ناپذیر از زندگی روزمره افراد تبدیل شده است و بر نحوه دسترسی آن‌ها به اطلاعات، تصمیم‌گیری و تعامل با دنیای اطرافشان تأثیر می‌گذارد. از آنجایی که کاربران با حجم وسیعی از داده‌ها درگیر هستند، توانایی تمرکز بر روی اطلاعات مرتبط و در عین حال پالایه کردن عوامل حواس‌پرتی بسیار بااهمیت است. این پدیده که به‌عنوان توجه انتخابی شناخته می‌شود (Ester & Nouri, 2023) نقش مهمی در بهینه‌سازی تجربه جستجوی وبی دارد. با این حال، اندازه‌گیری توجه انتخابی در طول جستجوهای وبی، چالش‌های منحصر به فردی را ارائه می‌دهد که روش‌های سنتی اغلب در رفع آن‌ها ناکام هستند.

سنجش توجه انتخابی از روش‌های مرسوم، مانند تست استروپ^۱ یا تکلیف عملکرد پیوسته، معمولاً بر پاسخ‌های رفتاری تکیه می‌کنند که ممکن است پیچیدگی‌های فرایندهای شناختی درگیر در جستجوی وبی را به‌دقت نشان ندهد. این روش‌ها اغلب ماهیت پویای محیط‌های آنلاین را که در آن محرک‌های متعدد برای جذب تمرکز رقابت می‌کنند، نادیده می‌گیرند. در نتیجه، ممکن است نحوه تعامل افراد با محتوای دیجیتال یا نحوه تخصیص منابع توجه در طول این وظایف را منعکس نکند (Foxe & Snyder, 2011).

در مقابل، الکتروانسفالوگرافی (ای‌ای‌جی)^۲ با اجازه دادن به پژوهشگران برای مشاهده

^۱ Stroop Test

^۲ Electroencephalography (EEG)

فعالیت مغز در زمان واقعی، رویکرد متفاوت‌تری را برای مطالعه توجه انتخابی ارائه می‌دهد. به‌طور خاص، نوسانات موج آلفا (۸ تا ۱۳ هرتز) به‌عنوان شاخص کلیدی فرایندهای توجه، به‌ویژه از نظر سرکوب اطلاعات نامرتبط و افزایش تمرکز بر محرک‌های مرتبط با وظیفه، شناسایی شده است (Foxe & Snyder, 2011). این امر ای‌ای‌جی را به روشی مناسب برای بررسی چگونگی تغییر توجه انتخابی در مراحل مختلف جستجو و بازیابی در وب تبدیل می‌کند.

موج آلفا با فرکانس ۸ تا ۱۳ هرتز نقش مهمی در فرایندهای توجه انتخابی ایفا می‌کند. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که این نوسان‌های مغزی به‌عنوان یک مکانیسم برای سرکوب اطلاعات مزاحم عمل می‌کنند و به ما کمک می‌کنند تا بر روی محرک‌های مرتبط تمرکز کنیم (Trajkovic et al., 2023 Foxe & Snyder, 2011). به‌ویژه، افزایش قدرت موج آلفا در نواحی خاص مغز، نشان‌دهنده سرکوب فعالیت‌های عصبی مرتبط با محرک‌های غیرمرتبط است که این امر به ما اجازه می‌دهد تا توجه خود را بر روی اطلاعات مهم متمرکز کنیم. همچنین، مطالعات نشان داده‌اند که نوسان‌های آلفا نه تنها در سرکوب حواس مزاحم بلکه در بهبود دقت ادراک و تسهیل پردازش اطلاعات نیز مؤثر هستند (Jensen, 2024 Klimesch, 2012). این یافته‌ها اهمیت موج آلفا را در مدیریت منابع توجه و بهینه‌سازی تجربه ادراکی ما روشن می‌سازد.

پیشینه پژوهش

پژوهش‌های مختلفی با استفاده از دستگاه‌های ثبت امواج مغزی به بررسی وضعیت‌های عاطفی و فعل‌وانفعالات مغزی کاربران در طول فرایند جستجو و بازیابی اطلاعات پرداخته است (اکبری و همکاران، ۱۳۹۸؛ ترابی و همکاران، ۱۴۰۳؛ خانلرخانی و همکاران، ۱۴۰۲). برای مثال، الساماری و همکاران^۱ (۲۰۱۹)، تأثیر سبک نمایش کلمات بر بار شناختی کاربران را بررسی کرده و تفاوت معنی‌داری را بین موج آلفا و تتا با سطح بار شناختی در هنگام خواندن اطلاعات

^۱ Al-Samarraie et al.

در حالت‌های مختلف نمایش متن نشان دادند. دبو و همکاران^۱ (۲۰۱۸)، استفاده از لپ‌تاپ و کامپیوترهای تاج-اسکرین برای جستجوی اطلاعات را مقایسه کردند و دریافتند که جستجو با لپ‌تاپ همراه با تلاش ذهنی بیشتر و بار شناختی بالاتری است. اسچارینگر و همکاران^۲ (۲۰۱۵)، اتساع مردمک چشم و بار شناختی را در طول جستجوی وبی بررسی کردند و نشان دادند که بار شناختی در حین انتخاب پیوند افزایش می‌یابد. پژوهش صراف^۳ (۲۰۱۹)، نشان داد که در مرحله کاوش و فرمول‌بندی پرسش، بالاترین فعالیت مغزی و در مرحله جمع‌آوری اطلاعات، پایین‌ترین فعالیت مغزی وجود دارد. به‌طور کلی، پژوهش‌ها همبستگی معنی‌داری بین سطح تغییرات بار شناختی و تغییر در بسامد امواج مغزی نشان داده‌اند؛ اما تاکنون، در زمینه نقش توجه انتخابی در مراحل مختلف جستجو، خصوصاً با استفاده از فن ثبت امواج مغزی که روش پویایی برای رصد توجه است، پژوهش‌های کافی انجام نشده است. این شکاف پژوهشی می‌تواند مانع از درک عمیق‌تر نحوه تأثیر توجه بر فرایندهای جستجو و تصمیم‌گیری کاربران شود. براین‌اساس، مسئله اصلی این پژوهش، بررسی تفاوت‌های توجه انتخابی در مراحل مختلف جستجوی وبی است. با توجه به اهمیت روزافزون جستجوی اطلاعات در محیط وب و نقش کلیدی توجه در این فرایند، درک بهتر الگوهای توجه در هر مرحله از جستجو می‌تواند به طراحی بهتر مدل‌های مفهومی رابط‌های کاربری، بهبود الگوریتم‌های موتورهای جستجو و ارتقای تجربه کاربری منجر شود. براین‌اساس اهمیت و ضرورت این پژوهش از چند جنبه قابل بررسی است؛ از منظر علمی، این مطالعه می‌تواند به گسترش دانش درباره فرایندهای شناختی درگیر در جستجوی وبی کمک کند. از لحاظ کاربردی، نتایج این پژوهش می‌تواند در مدل‌سازی طراحی رابط‌های کاربری بهینه‌تر برای موتورهای جستجو و سیستم‌های بازیابی اطلاعات مورد استفاده قرار گیرد. در حوزه آموزش، یافته‌های این مطالعه می‌تواند به توسعه روش‌های آموزشی مؤثرتر برای بهبود مهارت‌های جستجوی اطلاعات کمک کند. از منظر فناوریانه، این پژوهش می‌تواند به توسعه سیستم‌های هوشمند و سازگار با الگوهای توجه کاربر

¹ Debue et al.

² Scharinger et al.

³ Sarraf

منجر شود. با توجه به موارد گفته شده، پژوهش حاضر قصد دارد به مقایسه توجه انتخابی در مراحل مختلف جستجوی وبی (خواندن وظیفه، فرمول بندی پرسش جستجو، بررسی صفحه نتایج موتور جستجو و بررسی صفحات محتوا) پردازد. با در نظر گرفتن این هدف، پرسش پژوهش حاضر به قرار زیر است:

- آیا توجه انتخابی در مراحل مختلف جستجوی وبی با یکدیگر تفاوت معنی داری دارد؟

روش پژوهش

پژوهش حاضر به لحاظ هدف، بنیادی و به لحاظ نحوه گردآوری اطلاعات کمی از نوع شبه آزمایشی است. نمونه پژوهش شامل ۱۲ دانشجوی تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز بود. روش نمونه گیری پژوهش به صورت هدفمند بود؛ زیرا دانشجویان تحصیلات تکمیلی به دلیل واحدهای مربوط به پایان نامه و درس گروهی پژوهش^۱، نسبت به سایر دانشجویان، مهارت های جستجوی بیشتری را داشتند. برای محاسبه اندازه نمونه، از نرم افزار جی-پاور^۲ استفاده شد و اندازه نمونه کارآمد ۱۲ نفر برآورد شد، با این حال داده ها از ۱۴ شرکت کننده جمع آوری شد. شرکت کنندگان (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 شرکت کنندگان در حال تحصیل در مقطع دکتری (۵۰ درصد) و نیم دیگر در حال تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد بودند (۵۰ درصد). زبان مادری تمامی شرکت کنندگان فارسی بود. قبل از شرکت در آزمایش، هر آزمودنی هم شفاهی و هم از طریق یک اینفوگرافی در جریان چگونگی فرایند آزمایش قرار می گرفت.

در این مطالعه، به منظور بررسی هدف پژوهش، متغیر مستقل، مراحل جستجوی وبی شامل مرحله خواندن سؤال، فرمول بندی پرسش جستجو، بررسی صفحه نتایج موتور جستجو و قضاوت ربط صفحه محتوا و متغیر وابسته سطح توجه پیوسته بود که از طریق توان نسبی موج آلفا به دست آمد. لازم به ذکر است که در سنجش امواج مغزی توان مطلق، توان نسبی و

^۱ Research Seminar

^۲ G-Power

نسبت توان امواج محاسبه می‌شود. دلیل در نظر گرفتن توان نسبی 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 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 et al., 2018). علاوه بر این، توان نسبی، نسبت یک باند فرکانسی خاص را به توان کل در تمام باندهای فرکانسی در نظر می‌گیرد و معیار نرمال شده‌ای را ارائه می‌کند 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، علاوه بر امضای فرم رضایت‌نامه توسط پژوهشگر و آزمودنی، آزمودنی موظف بود که به سؤالاتی کلی در مورد سلامت روان خود پاسخ دهد. به این منظور از نرم‌افزار نرولینک^۱ نسخه ۱.۱.۱ استفاده شد. این نرم‌افزار تنها با هدف آموزشی توسط شرکت علوم اعصاب کاربردی^۲ در سال ۲۰۲۰ میلادی طراحی شده بود 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 (شکل ۱). 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 شرایطی حاد را نشان نمی‌داد وارد مرحله بعد آزمایش می‌شدند.

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

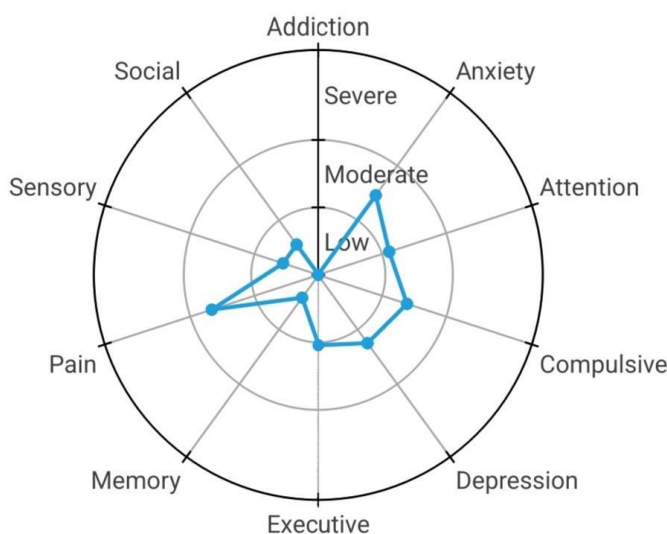
- فاقد هرگونه بیماری جدی پزشکی مانند بیماری قلبی و فشارخون؛ و روان‌شناختی (سنجش از طریق نورولینک و پرسیدن شفاهی از آزمودنی)؛
- عدم استفاده از داروهایی که در آزمودنی ایجاد حالاتی غیرعادی می‌کرد مانند روان‌گردان‌ها، داروی ضدافسردگی و ضد فشارخون؛
- عدم استفاده اخیر از الکل و کافئین؛

¹ NeuroLinkQ

² Applied Neuroscience Inc.

• راست دست.

پیش از شروع آزمایش، آزمودنی‌ها بر روی صندلی نشسته و کلاه متناسب با سایز سر خود را بر سر می‌گذاشتند. سپس آزمایشگر الکترودهای مربوطه را بر روی کلاه نصب می‌کرد. داده‌های ای.ای.جی. از طریق دستگاه لیو اکتیو ای.ای.جی. نسخه ال. ۱۴۳۰^۱ با نرخ نمونه‌برداری^۲ ۲۵۰ هرتز از طریق یک کلاه ۶۴ کانالی ضبط می‌شد. ۲۱ الکتروده (نقاط احتمالی درگیر در توجه) طبق استاندارد بین‌المللی ۱۰-۲۰ به وسیلهٔ مقداری ژل سونوگرافی به منظور اتصال بهتر با پوست سر، بر روی سر آزمودنی نصب می‌شد. لازم به ذکر است که علاوه بر ۲۱ الکتروده مذکور، دو الکتروده به عنوان الکتروده مرجع^۳ نیز مورد استفاده قرار گرفت. الکترودهای مرجع یکی پشت گوش چپ و دیگری بر روی لالهٔ گوش راست قرار می‌گرفت.



شکل ۱. خروجی نرم‌افزار نرولینک یک آزمودنی مورد قبول برای شرکت در آزمایش

^۱ LIV ACTIVE EEG V.L430

^۲ Sample rate

^۳ Reference Electrode (ref)

در مرحله بعد، صفحه موتور جستجوی گوگل و سه تکلیف جستجوی وبی در دو سربرگ داخل مرورگر کروم برای آزمودنی باز می‌شد. سپس به منظور ضبط خط پایه موج مغزی تتا، حدود ۱۰ ثانیه آزمودنی با چشمان باز بدون حرکت بدنی و یا شروع تکالیف، درحالی‌که فرایند ثبت شروع شده بود به صفحه مانیتور نگاه می‌کرد. پس از گذشت ۱۰ ثانیه، آزمودنی شروع به جستجوی تکالیف در گوگل می‌کرد و پاسخ هر تکلیف را در کادر تعبیه شده در پرس‌لاین تایپ و یا جایگذاری می‌کرد. لازم به ذکر است که فرایند ثبت کاملاً پیوسته بود.

از میان تکالیف جستجوی وبی مورد استفاده در پژوهش‌های مربوط به رفتار جستجو، سه تکلیف، دو تکلیف با سطح پیچیدگی ساده و یکی با سطح پیچیدگی متوسط به منظور جستجو در موتور جستجوی گوگل انتخاب شد. انجام تکالیف جستجوی وبی هیچ محدودیت زمانی نداشت و حداکثر مدت زمان برای انجام سه تکلیف توسط آزمودنی‌ها ۱۵ دقیقه بود. تکالیف در پرس‌لاین^۱ طراحی شده بود و در سربرگی کنار سربرگ موتور جستجوی گوگل قرار داشت تا آزمودنی به راحتی بتواند میان این دو سربرگ جابه‌جا شود. لازم به ذکر است که تمامی فعالیت‌های وبی آزمودنی‌ها در حین فرایند جستجو توسط نرم‌افزار زددی-ریکوردر^۲ ثبت می‌شد.

داده‌های خام ای.ای.جی. در فرمت داده‌ای اروپایی (ای.دی.اف.)^۳ از دستگاه استخراج می‌شد. فرمت ای.دی.اف.، یک فرمت ساده و انعطاف‌پذیر برای تبادل و ذخیره سیگنال‌های فیزیکی و زیستی چندکاناله است. این فرمت برای اولین بار در سال ۱۹۸۷ میلادی توسط گروهی از مهندسان پزشکی در کنگره بین‌المللی خواب کپنهام رونمایی شد. داده‌های خام با استفاده از کتابخانه ام.ان.ای.^۴ نسخه ۱.۶.۱ یک کتابخانه منبع باز در زبان برنامه‌نویسی پایتون که برای کشف، مصورسازی و تحلیل داده‌های عصبی-فیزیولوژیکی انسانی استفاده می‌شود (Gramfort et al., 2013)، توسط پژوهشگر پیش‌پردازش و تحلیل شد.

روند پیش‌پردازش به این صورت بود که ابتدا داده‌های خام در ام.ان.ای. خوانده می‌شد و

¹ Porsline.ir

² ZD-Recorder

³ European Data Format (EDF)

⁴ MultiNational Enterprise (MNE)

الکترودهایی که امواج مغزی از طریق آن‌ها ضبط نشده بود، از فرایند حذف می‌شدند. بعد از آن داده‌های خام بارگذاری می‌شد و حسگرها براساس استاندارد ۲۰/۱۰ بر روی کره مغز تنظیم می‌شد. در مرحله بعد، داده‌ها از فرکانس ۱ تا ۴۵ پالایه می‌شد.

به منظور حذف مصنوعات ناشی از نویزهای فیزیولوژیکی و غیرزیستی، از روش تحلیل مؤلفه‌های مستقل (ای.سی.ای.)^۱ که داده‌ها را در مؤلفه‌های مستقل خطی جدا می‌کند، استفاده شد. پیش فرض این روش این است که داده‌های خام ای.ای.جی. چندکانالی مخلوطی از فعالیت مغز و سیگنال‌های مصنوع است که می‌تواند توسط ای.سی.ای. از هم جدا شود. پس از محاسبه ۲۰ مؤلفه، با استفاده از فن یافتن مصنوعات^۲ در ام.ان.ای.، مؤلفه‌های به اصطلاح بد شناسایی و از داده‌ها خارج شد. این فن، تشخیص را براساس داده‌های سوژه‌ای فلخ می‌گذارد. معیار تشخیص سه دسته است: (۱) شیب طیفی لاگ-لاگ^۳ مثبت از ۷ تا ۴۵ هرتز؛ (۲) توان مؤلفه 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 ثانیه اول ضبط، به گرفتن خط پایه اختصاص داده شده بود، تمام داده‌ها با استفاده از میانگین توان امواج مغزی در این خط پایه از طریق فن نرمال کردن خط پایه^۴ در ام.ان.ای. نرمال شد. در مرحله بعدی، چگالی طیفی توان (پی.اس.دی.)^۵ از طریق روش مولتی‌تپر^۶ محاسبه و نمودار آن برای هر آزمودنی ترسیم می‌شد تا بتوان از وضعیت ظاهری امواج پس از پیش پردازش مطمئن شد. در نهایت، پس از انجام فرایند پیش-پردازش، داده‌های تمیز، با فرمت فایل تصویر فراکتال (اف.آی.اف.)^۷ ذخیره و آماده تحلیل می‌شد.

¹ Independent Component Analysis (ICA)

² Find_bads_muscle

³ log-log

⁴ baseline.rescale

⁵ Power Spectral Density (PSD)

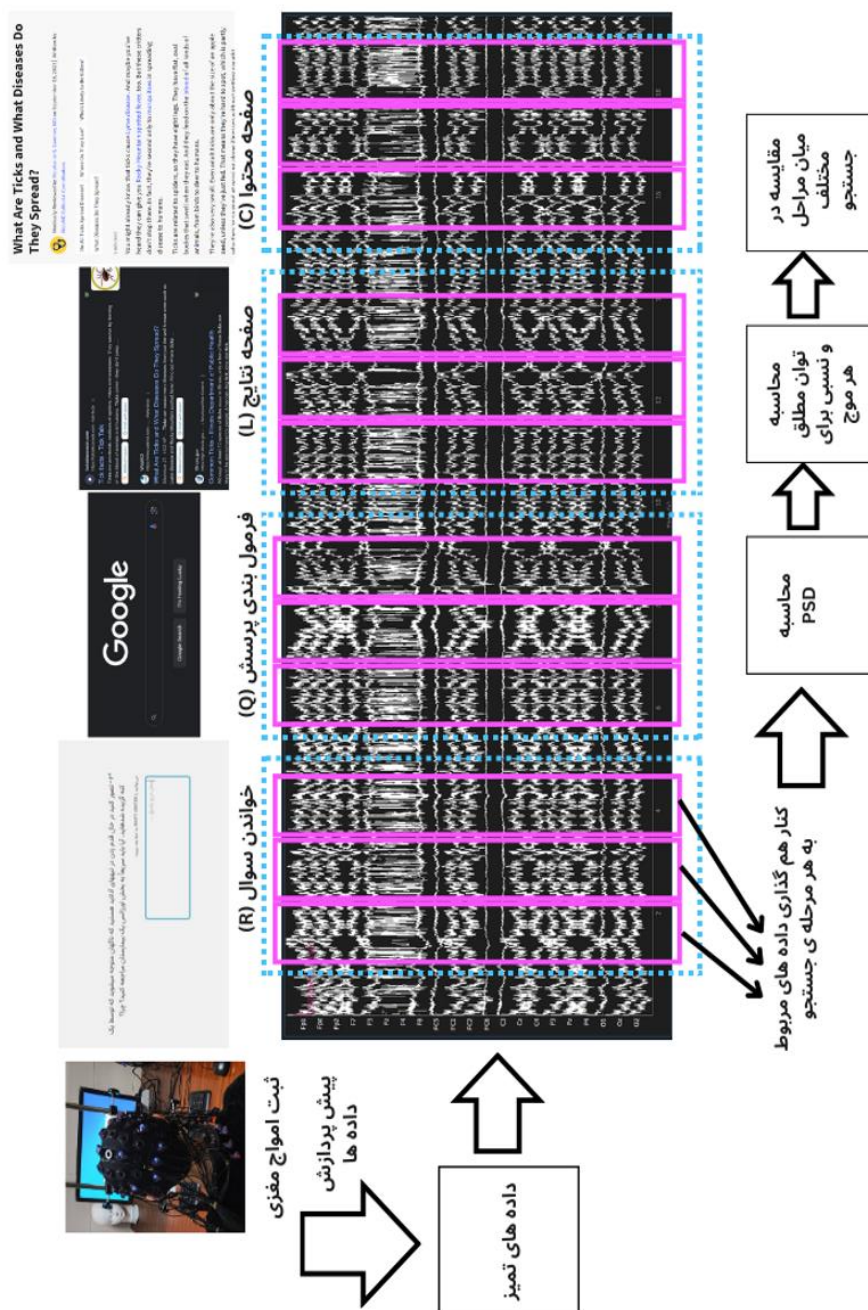
⁶ Multitaper

⁷ Fractal Image File Format (FIF)

به منظور تحلیل داده‌ها و پاسخ‌گویی به سؤال پژوهش، داده‌های پیش‌پردازش‌شده با فرمت اف.آی.اف. در ام.ان.ای. بارگذاری شد. سپس فیلم‌های ضبط‌شده آزمودنی‌ها توسط پژوهشگر مورد مشاهده قرار گرفت. برای هر آزمودنی، بازه‌های زمانی مربوط به خواندن سؤال تکلیف جستجوی وبی، فرمول‌بندی پرسش، بررسی صفحه نتایج موتور جستجو و بررسی صفحه محتوا یادداشت می‌شد. این بازه‌ها به این دلیل قابل اعتماد بودند که به محض ضبط فیلم جستجو، فرایند ثبت نیز آغاز می‌شد.

پس از یادداشت بازه‌های زمانی مربوط به هر مرحله جستجو، داده‌های ای.ای.جی. مربوط به آن بازه‌ها در کنار یکدیگر قرار می‌گرفت تا آماده تحلیل شود. در این مرحله، چگالی طیفی توان برای هر آزمودنی در هر مرحله جستجو، از طریق روش مولتی تیپر محاسبه و سپس با تبدیل پی.اس.دی. ها به دسیبل^۱، ارقام به اندازه مطلوب جهت تحلیل تبدیل می‌شد. در مرحله بعدی، با استفاده از چگالی‌های طیفی توان، توان نسبی مربوط به فرکانس تتا (۸ تا ۱۳ هرتز) محاسبه و ذخیره شد. شکل ۲ نمایی کلی از فرایند تحلیل داده‌های تمیز ای.ای.جی. را نشان می‌دهد. به منظور مقایسه توان نسبی تتا در مراحل مختلف جستجوی وبی، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد.

^۱ dB



شکل ۲. نمودار فرایند تحلیل داده‌های ای.ای.جی.

یافته‌ها

به‌منظور پاسخ به پرسش پژوهش و مقایسه توان نسبی موج آلفا (هرتز) در نواحی پیش‌پیشانی، پیشانی، مرکزی-پیشانی، مرکزی، آهیانه‌ای و پس‌سری مغز در مراحل مختلف جستجوی وی به‌دلیل نرمال و کمی بودن داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. یافته‌ها حاکی از تفاوت معنی‌دار در توان نسبی موج آلفا در برخی نقاط پیش‌پیشانی، پیشانی و مرکزی مغز بود (جدول ۱).

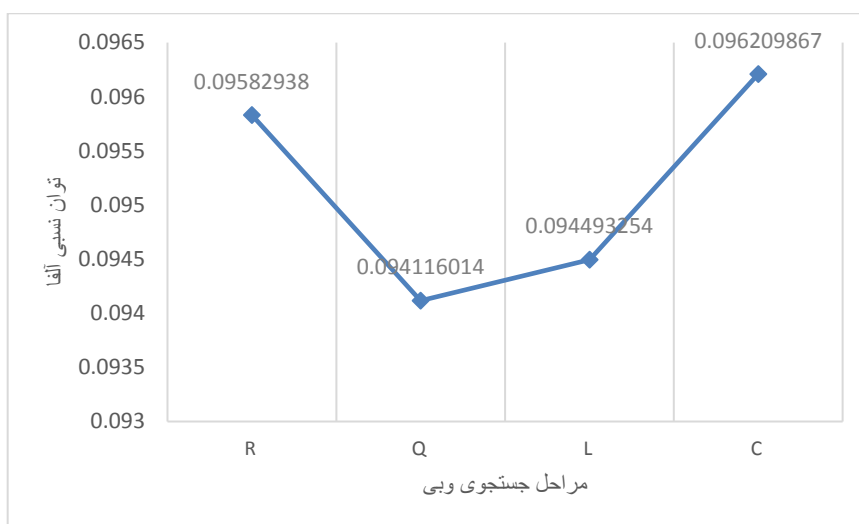
جدول ۱. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای مقایسه توان نسبی موج آلفا در بیست‌ویک الکتروود در حین مراحل مختلف جستجوی وی

الکتروود	لمبدا ویلکس	F	داری معنی	مجذور اتا
Fp1	۰/۴۴۸	۳/۰۸۸	۰/۰۳۸*	۰/۱۹۲
Fpz	۰/۴۹۱	۲/۱۷۴	۰/۱۰۶	۰/۱۴۳
Fp2	۰/۴۸۹	۱/۴۴۵	۰/۲۴۴	۰/۱۰۰
F7	۰/۲۲۸	۱/۳۱۹	۰/۲۸۲	۰/۰۹۲
F3	۰/۴۸۱	۳/۸۹۳	۰/۰۱۶*	۰/۲۳۰
Fz	۰/۷۸۹	۰/۵۸۹	۰/۶۲۶	۰/۰۴۳
F4	۰/۴۴۵	۲/۸۷۵	۰/۰۴۸*	۰/۱۸۱
F8	۰/۶۵۰	۱/۴۴۳	۰/۲۴۵	۰/۱۰۰
FC5	۰/۵۶۵	۲/۴۴۴	۰/۰۷۸	۰/۱۵۸
FC1	۰/۶۰۷	۱/۹۶۶	۰/۱۳۵	۰/۱۳۱
FC2	۰/۵۵۱	۲/۴۷۰	۰/۰۷۶	۰/۱۶۰
FC6	۰/۶۶۲	۲/۰۷۱	۰/۱۲۰	۰/۱۳۷
C3	۰/۷۷۱	۰/۷۸۷	۰/۵۰۸	۰/۰۵۷
Cz	۰/۷۹۴	۱/۴۰۷	۰/۲۵۵	۰/۰۹۸
C4	۰/۵۲۵	۳/۱۰۵	۰/۰۳۷*	۰/۱۹۳
P3	۰/۷۸۹	۰/۶۷۷	۰/۵۷۱	۰/۰۵۰
Pz	۰/۶۵۸	۱/۷۸۴	۰/۱۶۶	۰/۱۲۱
P4	۰/۶۶۱	۱/۸۷۰	۰/۱۵۱	۰/۱۲۶
O1	۰/۸۰۶	۰/۳۶۲	۰/۷۸۱	۰/۰۲۷
Oz	۰/۵۸۳	۲/۲۱۶	۰/۱۰۲	۰/۱۴۶
O2	۰/۵۷۹	۱/۸۰۰	۰/۱۶۳	۰/۱۲۲

$p < .05^*$

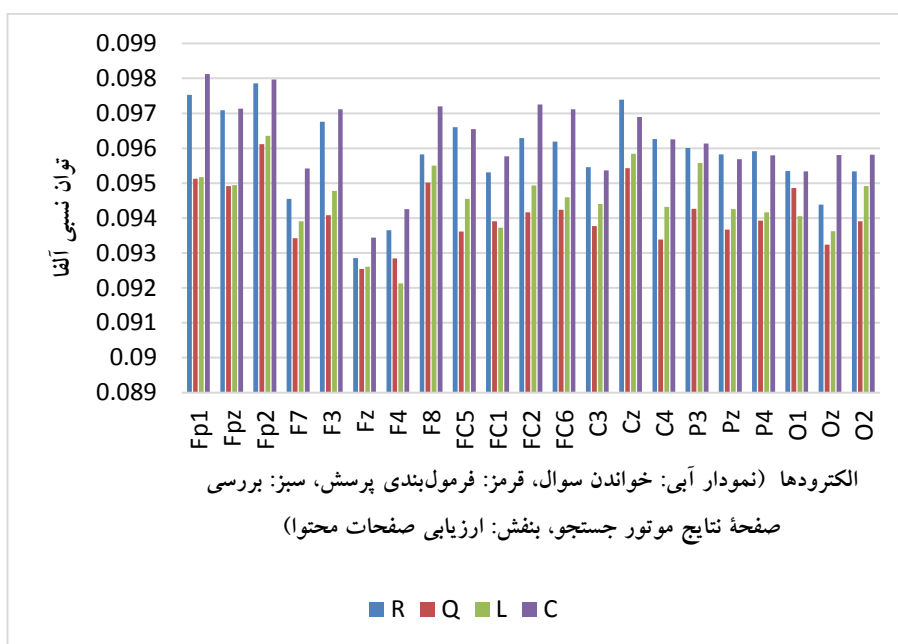
نتایج آزمون‌های جفتی از طریق آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار، نشان داد که توان نسبی موج

آلفا در نقاط Fp1، F3 و F4 در ناحیه پیشانی و نقطه‌ی C4 در ناحیه مرکزی در مرحله قضاوت ربط صفحات محتوا، به‌طور معنی‌داری از مراحل فرمول‌بندی پرسش و بررسی صفحه نتایج موتور جستجو بالاتر بود ($P_{Fp1}=0.038$, $P_{F3}=0.016$, $P_{F4}=0.048$, $P_{C4}=0.037$) (شکل ۳).



شکل ۳. توان نسبی موج آلفا در مراحل مختلف جستجوی وبی

شکل ۴، توان نسبی موج آلفا را در نقاط مختلف مغزی در مراحل مختلف جستجوی وبی نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشهود است، توان نسبی موج آلفا در نقاط F4 و Fz که به ترتیب در ناحیه خط مرکزی پیشانی و پیشانی راست قرار دارند، در پایین‌ترین حد قرار دارد. همچنین، همان‌گونه که یافته‌های جدول ۱ نشان داد، توان نسبی موج آلفا در مرحله ارزیابی صفحه محتوا (نمودارهای بنفش) از سایر مراحل جستجوی وبی بالاتر و در مراحل فرمول‌بندی پرسش جستجو و بررسی صفحه نتایج موتور جستجو از سایر مراحل پایین‌تر است.



شکل ۴. توان نسبی موج آلفا در مراحل مختلف جستجوی وی در الکترودهای مختلف

نتیجه گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که توان نسبی موج آلفا به عنوان شاخصی از توجه انتخابی در نقاط Fp1، F3، F4 و ناحیه پیشانی و نقطه‌ی C4 در ناحیه مرکزی در مرحله قضاوت ربط صفحات محتوا، به طور معنی داری از مراحل فرمول بندی پرسش و بررسی صفحه نتایج موتور جستجو بالاتر بود. این یافته نشان می دهد که در مرحله قضاوت ربط صفحات محتوا، توجه انتخابی برون‌ی افراد کمتر و توجه انتخابی درونی افراد بیشتر است. در مقابل، در مرحله فرمول بندی پرسش جستجو و بررسی صفحه نتایج موتور جستجو، توجه انتخابی بیرونی بیشتر و توجه انتخابی درونی کمتر است.

وظایفی که توجه انتخابی درونی را درگیر می کنند، شامل تمرکز بر افکار، خاطرات و بازنمایی های ذهنی تولید شده درونی است. هنگام ارزیابی ربط اطلاعات، افراد از دانش و تجربیات قبلی خود برای تفسیر و ارزیابی اطلاعات استفاده می کنند که نیاز به تمرکز درون نگر دارد. این توجه داخلی برای درک تفاوت های ظریف مطالب، اصلاح پرسش های جستجو و قضاوت آگاهانه در مورد ربط نتایج جستجو بسیار مهم است. برعکس، توجه انتخابی بیرونی

که شامل تمرکز بر محرک‌های خارجی است، در مرحله قضاوت ربط صفحات محتوا کمتر درگیر می‌شود؛ زیرا در این مرحله، واکنش به ورودی‌های حسی جدید نیاز نیست؛ بلکه مسئله در مورد پردازش و یکپارچه‌سازی اطلاعات درونی است. پژوهش‌ها از این یافته پشتیبانی می‌کند؛ مطالعات نشان داده است که نوسانات باند آلفای مغز که با توجه درونی مرتبط است، در طول کارهایی که نیاز به فرایندهای شناختی درونی، مانند بازیابی حافظه و تجسم ذهنی دارند، افزایش می‌یابد (Sauce et al., 2014; Foxe & Snyder, 2011; Klimesch, 2012). علاوه بر این، رقابت بین توجه درونی و بیرونی مستند شده است که نشان می‌دهد وقتی یک نوع توجه افزایش می‌یابد، نوع دیگر معمولاً کاهش می‌یابد (Ester & Nouri, 2023). این فعل و انفعالات توضیح می‌دهد که چرا توجه انتخابی درونی در طول قضاوت ربط محتوای صفحات وب که در آن پردازش درونی بر پردازش محرک خارجی اولویت دارد، برجسته‌تر می‌شود.

در مراحل فرمول‌بندی پرسش جستجو و بررسی صفحه نتایج موتور جستجو، افراد توجه انتخابی بیرونی بیشتر و توجه انتخابی درونی کمتری نسبت به سایر مراحل جستجو نشان دادند. در طول فرمول‌بندی پرسش جستجو و بررسی صفحه نتایج موتور جستجو، افراد به‌طور فعال با محرک‌های بیرونی، مانند طرح بصری موتورهای جستجو، متن نتایج جستجو و تکه‌هایی از محتوای ارائه‌شده توسط الگوریتم‌های جستجو درگیر می‌شوند. این فرایند نیازمند توجه انتخابی خارجی برای تشخیص سریع و کارآمد اطلاعات مرتبط از نامرتبط است. مطالعات نشان داده است که توجه انتخابی خارجی در پالایه کردن ورودی‌های حسی و تمرکز بر نشانه‌های خارجی مرتبط که هنگام اسکن نتایج جستجو برای شناسایی بهترین پیوندها ضروری است، بسیار مهم است (Lim & Pratt, 2023). این برخلاف توجه انتخابی درونی است که شامل تمرکز درون‌نگر و پردازش ذهنی اطلاعات، مانند درک سؤالات و ادغام دانش جدید با چهارچوب‌های شناختی موجود است. همان‌طور که توسط پژوهش‌های روانشناسی شناختی مشخص شده است، وظایفی که مستلزم ارزیابی سریع و تصمیم‌گیری براساس اطلاعات خارجی هستند، به‌طور طبیعی نقش توجه خارجی را افزایش می‌دهند و تضمین می‌کنند که افراد می‌توانند به‌طور مؤثر در میان حجم وسیعی از داده‌ها حرکت کنند و تصمیمات سریع و آگاهانه در مورد پیوندهایی که باید کشف شوند، اتخاذ کنند (Chen et al.,

2017)؛ بنابراین، طبیعی است که ماهیت مراحل فرمول‌بندی پرسش جستجو و بررسی صفحه نتایج موتور جستجو ذاتاً توجه انتخابی خارجی بیشتری را بطلبد.

یافته‌های این مطالعه فواید قابل توجهی هم برای علوم شناختی و هم برای طراحی فناوری‌های موتورهای جستجو دارد. این مطالعه نقش حیاتی فعالیت موج آلفا را در مراحل مختلف جستجوی وب برجسته می‌کند و بینش‌هایی را در مورد فرایندهای شناختی زیربنای هر مرحله ارائه می‌دهد. با درک چگونگی تأثیر امواج آلفا بر توجه در طول فرمول‌بندی پرسش جستجو و قضاوت ربط، توسعه‌دهندگان می‌توانند رابط‌های جستجوی بصری و کاربرپسندتری را طراحی کنند که این خواسته‌های شناختی را برآورده سازد. علاوه بر این، این پژوهش شکاف بین علوم اعصاب و بازیابی اطلاعات را پر می‌کند و نشان می‌دهد که بهبود تجربه کاربر در جستجوهای وب می‌تواند با استفاده از دانش در مورد شاخص‌های عصبی مانند امواج آلفا به دست آید. این درک می‌تواند به راهبردها و ابزارهای جستجوی کارآمدتری منجر شود که به کاربران در مدیریت بار شناختی، بهبود تمرکز و درنهایت تصمیم‌گیری آگاهانه‌تر کمک می‌کند.

پژوهش‌های آینده باید رابطه بین سایر الگوهای امواج مغزی، مانند امواج بتا و تتا و تأثیر آنها بر رفتارهای جستجوی وب را بررسی کند. علاوه بر این، مطالعات طولی می‌تواند چگونگی تکامل این الگوهای عصبی را با افزایش تخصص جستجوی وب در طول زمان بررسی کند. همچنین بررسی نقش تفاوت‌های فردی، مانند سن، توانایی‌های شناختی و دانش قبلی، در مدولاسیون امواج آلفا در طول جستجوهای وب مفید خواهد بود. پژوهش‌های بیشتر می‌تواند شامل توسعه سیستم‌های جستجوی تطبیقی باشد که به داده‌های ای.ای.جی. بلادرنگ پاسخ می‌دهند و براساس وضعیت شناختی کاربران، بازخورد و پشتیبانی فوری را ارائه می‌دهند. درنهایت، گسترش دامنه پژوهش‌ها بر روی انواع مختلف تکالیف جستجو و سطوح مختلف پیچیدگی می‌تواند درک جامع‌تری از مکانیسم‌های عصبی درگیر در بازیابی اطلاعات ارائه دهد.

قدردانی

این مقاله برگرفته از بخشی از رساله دکتری نویسنده اول است که در دانشگاه شیراز انجام شده است. بدین‌وسیله نویسندگان مراتب قدردانی و سپاس خود را از تمامی مشارکت‌کنندگان

پژوهش که با همکاری ارزشمند خود امکان انجام این مطالعه را فراهم کردند، اعلام می‌دارند. همچنین از استادان راهنما و مشاور به دلیل راهنمایی‌های علمی، دیدگاه‌های سازنده و حمایت‌های مستمر در تمامی مراحل انجام این پژوهش صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله برگرفته از بخشی از رساله دکتری نویسنده اول در دانشگاه شیراز است. این پژوهش از منظر رعایت اصول اخلاقی حاکم بر پژوهش‌های شبه‌آزمایشی در دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه شیراز مورد بررسی قرار گرفته و با شناسه اخلاق IR.US.PSYEDU.REC.1403.002 به تصویب رسیده است. مشارکت در پژوهش به صورت داوطلبانه انجام شد و شرکت‌کنندگان پیش از آغاز پژوهش از اهداف و مراحل اجرای آن آگاه شدند. همچنین در تمامی مراحل پژوهش، اصول محرمانگی اطلاعات و حفظ حریم خصوصی مشارکت‌کنندگان رعایت شده است.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که در ارتباط با انتشار این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافع مالی، شخصی یا سازمانی وجود ندارد. این پژوهش به صورت مستقل انجام شده و هیچ عامل بیرونی در طراحی پژوهش، گردآوری داده‌ها، تحلیل نتایج یا تفسیر یافته‌ها تأثیرگذار نبوده است.

استفاده از هوش مصنوعی

در این پژوهش از ابزارهای هوش مصنوعی صرفاً برای بهبود شفافیت، روانی و قابلیت درک متن انگلیسی استفاده شده است. به طور مشخص، از ابزارهای GPT-5.4 و Grammarly برای بازنویسی برخی جملات و ارتقای کیفیت نگارش انگلیسی بهره گرفته شده است. لازم به تأکید است که تمامی محتوای علمی، تحلیل‌ها و نتیجه‌گیری‌های پژوهش توسط نویسندگان تهیه و تدوین شده است.

منابع

اکبری، علی، نوکریزی، محسن، رستمی، رضا، و مقیمی، علی (۱۳۹۸). واکاوی مؤلفه‌های

شناختی در فراگرد رفتار اطلاعاتی درمانگران با استفاده از ابزارهای پژوهشی علوم
عصب‌شناختی. پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات، ۳۵(۲)، ۳۲۳-۳۴۸.
DOI:10.35050/JIPM010.2020.053.

ترابی، مهسا، میرزاییگی، مهدیه، عباس‌پور، جواد، هادیان‌فرد، حبیب، و مشفق، یاشار (۱۴۰۳).
مقایسه رفتارهای مرور و زمان ماندن در صفحات وب در میان کاربران با سطوح
مختلف توجه. پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات. زودآیند.

خانلرخانی، المیرا، میرزاییگی، مهدیه، ستوده، هاجر، فضیلت‌پور، مسعود، و نامی، محمد
(۱۴۰۲). مطالعه رفتار اطلاع‌جویی کاربران از طریق ثبت امواج مغزی با کمک
الکتروآنسفالوگرافی: یک مرور نظام‌مند. پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات،
DOI:10.35050/JIPM010.2022.038.۳۳۷-۳۳۷، ۳۸(۲)،

References

- Akbari. A., Nokarizi. M., Rostami. R., & Moghimi. A. (2019). Analyzing cognitive components in the process of therapists' information-seeking behavior using empirical science research tools. *Journal of Information Processing and Management*, 35(2), 232-248. DOI:10.35050/JIPM010.2020.053. [In Persian]
- Al-Samarraie. H., Eldenfria. A., Zaqout. F., & Price. M. L. (2019). How reading in single- and multiple-column types influence our cognitive load: An EEG study. *The Electronic Library*, 37(4), 593-606. <https://doi.org/10.1108/EL-01-2019-0006>
- Chen. Y., Liu. Y., Zhang. M., & Ma. S. (2017). User Satisfaction Prediction with Mouse Movement Information in Heterogeneous Search Environment. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 29(11), 2470-2483. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2017.2739151>
- Debye. N., Van De Leemput. C., Pradhan. A., & Atkinson. R. (2018). Comparative Study of Laptops and Touch-Screen PCs for Searching on the Web. In D. Harris (Ed.). *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics* (Vol. 10906, pp. 403-418). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91122-9_33
- Ester. E. F., & Nouri. A. (2023). Internal selective attention is delayed by competition between endogenous and exogenous factors. *iScience*, 26(7), 107259. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.107259>
- Foxe. J. J., & Snyder. A. C. (2011). The Role of Alpha-Band Brain Oscillations as a Sensory Suppression Mechanism during Selective Attention. *Frontiers in Psychology*, 2, 154. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00154>
- Gramfort. A., Luessi. M., Larson. E., Engemann. D. A., Strohmeier. D., Brodbeck. C., Goj. R., Jas. M., Brooks. T., Parkkonen. L., &

- Hämäläinen. M. (2013). MEG and EEG data analysis with MNE-Python. *Frontiers in Neuroscience*, 7, 267. <https://doi.org/10.3389/fnins.2013.00267>
- Jensen. O. (2024). Distractor inhibition by alpha oscillations is controlled by an indirect mechanism governed by goal-relevant information. *Communications Psychology*, 2(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s44271-024-00081-w>
- Khanlarkhani. E., Mirzabeigi. M., Sotoudeh. H., Fazilatpour. M., & Nami. M. (2023). Studying users' information-seeking behavior through brain wave recording with the help of electroencephalography: A systematic review. *Journal of Information Processing and Management*, 38(2), 337-377. DOI:10.35050/JIPM010.2022.038. [In Persian]
- Klimesch. W. (2012). Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(12), 606–617. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.10.007>
- Lim. Y. I., & Pratt. J. (2023). The interaction of internal and external attention. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 85(1), 52–63. <https://doi.org/10.3758/s13414-022-02577-1>
- Sarraf. N. (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]. <https://doi.org/10.5204/thesis.eprints.127009>
- Sauce. B., Wass. C., Smith. A., Kwan. S., & Matzel. L. D. (2014). The external-internal loop of interference: Two types of attention and their influence on the learning abilities of mice. *Neurobiology of Learning and Memory*, 116, 181–192. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2014.10.005>
- Scharinger. C., Kammerer. Y., & Gerjets. P. (2015). Pupil Dilation and EEG Alpha Frequency Band Power Reveal Load on Executive Functions for Link-Selection Processes during Text Reading. *PLOS ONE*, 10(6), e0130608. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130608>
- Torabi. M., Mirzabeigi. M., Abbaspour. J., Hadianfar. H., & Moshfeghi. Y. (2024). Comparing browsing behaviors and dwell time on web pages among users with different attention levels. *Journal of Information Processing and Management*. [In Persian]
- Trajkovic. J., Gregorio. F. D., Avenanti. A., Thut. G., & Romei. V. (2023). Two Oscillatory Correlates of Attention Control in the Alpha-Band with Distinct Consequences on Perceptual Gain and Metacognition. *Journal of Neuroscience*, 43(19), 3548–3556. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1827-22.2023>
- Zhao. G., Zhang. Y., & Ge. Y. (2018). Frontal EEG Asymmetry and Middle Line Power Difference in Discrete Emotions. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 12, 225. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00225>