Librarianship and Information Organization Studies
eISSN: 2783-4646

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

Mahsa Torabi[1], Mahdieh Mirzabeigi[2*], Javad Abbaspour[3], Habib Hadianfard[4]

[1.] PhD in Information Science, Shiraz University, Shiraz. Iran; mahsatorabi515@gmail.com
[2.] Associate Professor, School of Knowledge and Information Science, Shiraz, Iran; mmirzabeigi@gmail.com (Corresponding Author)
[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

Abstract

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

Methods: 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.

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

Article Type: Research Article
Article history: Received.05 July. 2024; Received in revised form: day mon. year; Accepted: day mon. year

Citation:

Torabi, M., Mirzabeigi, M., Abbaspour, J., & Hadianfard, H. (2024). Paper title. *Librarianship and Information Organization Studies, ??*(?): ?-??. Doi: ?

Publisher: *National Library and Archives of I.R. of Iran* © The Author(s).
Doi: 10.30484/NASTINFO.2021.2971.2077

مطالعات کتابداری و سازماندهی اطلاعات
eISSN: 2783-4646

مقایسهٔ موج آلفا در مراحل مختلف جستجوی وبی: شاخصی برای توجه انتخابی[1]

مهسا ترابی[1]، مهدیه میرزابیگی[2*]، جواد عباس‌پور[3]، حبیب هادیان‌فرد[4]

[1] دکتری علم اطلاعات، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران؛ mahsatorabi515@gmail.com

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

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

[4] استاد، بخش روانشناسی بالینی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران؛ hadianfd@shirazu.ac.ir

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 شیوهٔ 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 صفحهٔ 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 مرحلهٔ قضاوت ربط صفحات محتوا مشاهده شد، درحالی‌که کمترین فعالیت در مرحلهٔ فرمول‌بندی پرسش جستجو و بررسی صفحهٔ نتایج موتور جستجو مشاهده شد. این تفاوت‌ها نشان‌دهندهٔ 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 صفحهٔ 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 توسعهٔ 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

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: روز/ماه/سال؛ **دریافت آخرین اصلاحات:** روز/ماه/سال؛ **پذیرش:** روز/ماه/سال

استناد:

ترابی، مهسا، میرزابیگی، مهدیه، عباس‌پور، جواد، و هادیان‌فرد، حبیب (۱۴۰۳).مقایسهٔ موج آلفا در مراحل مختلف جستجوی وبی: مقیاسی برای انتقال توجه. *مطالعات کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، ؟؟(؟): ؟-؟؟. Doi: ?

[1] این مقاله برگرفته از بخشی از رساله دکتری نویسندهٔ 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.1403.002 مصوب شده است.

بررسی نشده

ناشر: سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران
© نویسندگان
Doi: 10.30484/NASTINFO.2021.2971.2077

مقدمه

در عصر دیجیتال، جستجوی وبی به بخشی جدایی‌ناپذیر از زندگی روزمره افراد تبدیل شده است و بر نحوهٔ دسترسی آن‌ها به اطلاعات، تصمیم‌گیری و تعامل با دنیای اطرافشان تأثیر می‌گذارد. ازآنجایی‌که 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 تجربهٔ جستجوی وبی دارد. بااین‌حال، اندازه‌گیری توجه انتخابی در طول جستجوهای وبی، چالش‌های منحصربه‌فردی را ارائه می‌دهد که روش‌های سنتی اغلب در رفع آن‌ها ناکام هستند.

سنجش توجه انتخابی از روش‌های مرسوم، مانند تست استروپ[1] 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. درنتیجه، ممکن است نحوهٔ تعامل افراد با محتوای دیجیتال یا نحوهٔ تخصیص منابع توجه در طول این وظایف را منعکس نکند (Foxe & Snyder, 2011).

در مقابل، الکتروانسفالوگرافی (ای‌ای‌جی)[2] با اجازه دادن به پژوهشگران برای مشاهدهٔ فعالیت مغز در زمان واقعی، رویکرد متفاوت‌تری را برای مطالعهٔ توجه انتخابی ارائه می‌دهد. به‌طور خاص، نوسانات موج آلفا (۸ تا ۱۳ هرتز) به‌عنوان شاخص کلیدی فرایندهای توجه، به‌ویژه ازنظر 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، نشان‌دهندهٔ 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 نه‌تنها 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 تجربهٔ ادراکی ما روشن می‌سازد.

پیشینهٔ 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، الساماراپی و همکاران[3] (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 در حالت‌های مختلف نمایش متن نشان دادند. دبو و همکاران[4] (۲۰۱۸)، استفاده از لپ‌تاپ و کامپیوترهای تاچ-اسکرین برای جستجوی اطلاعات را مقایسه کردند

[1] Stroop Test
[2] Electroancephalography (EEG)
[3] Al-Samarraie et al.
[4] Debue et al.

و دریافتند که جستجو با لپ‌تاپ همراه با تلاش ذهنی بیشتر و بار شناختی بالاتری است. اسچارینگر و همکاران[1] (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[2] (۲۰۱۹)، نشان داد که در مرحلهٔ کاوش و فرمول‌بندی پرسش، بالاترین فعالیت مغزی و در مرحلهٔ 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، درزمینهٔ 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 نحوهٔ تأثیر توجه بر فرایندهای جستجو و تصمیم‌گیری کاربران شود. براین‌اساس، مسئلهٔ 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 تجربهٔ 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. ازلحاظ کاربردی، نتایج این پژوهش می‌تواند در مدل‌سازی طراحی رابط‌های کاربری بهینه‌تر برای موتورهای جستجو و سیستم‌های بازیابی اطلاعات مورد استفاده قرار گیرد. در حوزهٔ آموزش، یافته‌های این مطالعه می‌تواند به توسعهٔ روش‌های آموزشی مؤثرتر برای بهبود مهارت‌های جستجوی اطلاعات کمک کند. از منظر فناورانه، این پژوهش می‌تواند به توسعهٔ سیستم‌های هوشمند و سازگار با الگوهای توجه کاربر منجر شود. با توجه به موارد گفته‌شده، پژوهش حاضر قصد دارد به مقایسهٔ توجه انتخابی در مراحل مختلف جستجوی وبی (خواندن وظیفه، فرمول‌بندی پرسش جستجو، بررسی صفحهٔ نتایج موتور جستجو و بررسی صفحات محتوا) بپردازد. با در نظر گرفتن این هدف، پرسش پژوهش حاضر به‌قرار زیر است:

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

روش پژوهش

پژوهش حاضر به لحاظ هدف، بنیادی و به لحاظ نحوهٔ گردآوری اطلاعات کمی از نوع شبه آزمایشی است. نمونهٔ 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 درس گروهی پژوهش[3] نسبت به سایر دانشجویان، مهارت‌های جستجوی بیشتری را داشتند. برای محاسبهٔ اندازهٔ نمونه، از نرم‌افزار جی-پاور[4] استفاده شد و اندازهٔ نمونهٔ کارآمد ۱۲ نفر برآورد شد، بااین‌حال داده‌ها از ۱۴ شرکت‌کننده جمع‌آوری شد. شرکت‌کنندگان (۷ زن و ۷ مرد) در بازهٔ 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 شفاهی و هم ازطریق یک اینفوگرافی در جریان چگونگی فرایند آزمایش قرار می‌گرفت.

در این مطالعه، به‌منظور بررسی هدف پژوهش، متغیر مستقل، مراحل جستجوی وبی شامل مرحلهٔ خواندن سؤال، فرمول‌بندی پرسش جستجو، بررسی صفحهٔ نتایج موتور جستجو و قضاوت ربط صفحهٔ محتوا و متغیر وابسته سطح توجه پیوسته بود که ازطریق توان نسبی موج آلفا به دست 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 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

---

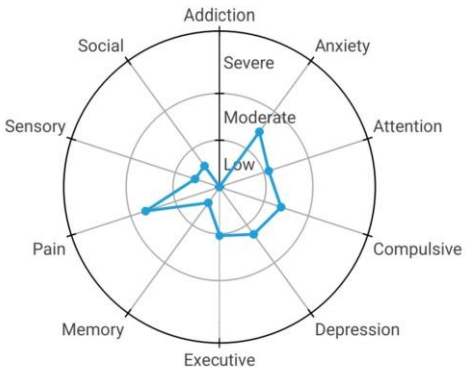
[1] Scharinger et al.
[2] Sarraf
[3] Research Seminar
[4] G-Power

خستگی ذهنی بیشتری است و آن را به معیار قابل اعتمادتری برای تشخیص تغییرات ظریف در حالات شناختی تبدیل می‌کند (Zhao et al., 2018). علاوه‌بر 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، علاوه‌بر 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[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 بود و شامل ۳۳ سؤال بود. سؤالات این نرم‌افزار وضعیت ۱۰ شبکهٔ 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 مرحلهٔ 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 ازطریق 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 استفادهٔ اخیر از الکل و کافئین؛
- راست‌دست.

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. ازطریق دستگاه لیو اکتیو ای.ای.جی. نسخه ال. ۴۳۰[3] با نرخ نمونه‌برداری[4] ۲۵۰ هرتز ازطریق یک کلاه ٦٤ کانالی ضبط می‌شد. ۲۱ الکترود (نقاط احتمالی درگیر در توجه) طبق استاندارد بین‌المللی ۱۰–۲۰ به‌وسیلهٔ مقداری ژل سونوگرافی به‌منظور اتصال بهتر با پوست سر، بر روی سر آزمودنی نصب می‌شد. لازم به ذکر است که علاوه‌بر ۲۱ الکترود مذکور، دو الکترود به‌عنوان الکترود مرجع[5] 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

[1] NeuroLinkQ
[2] Applied Neuroscience Inc.
[3] LIV ACTIVE EEG V.L430
[4] Sample rate
[5] Reference Electrode (ref)

در مرحلهٔ بعد، صفحهٔ موتور جستجوی گوگل و سه تکلیف جستجوی وبی در دو سربرگ داخل مرورگر کروم برای آزمودنی باز می‌شد. سپس به‌منظور 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 صفحهٔ مانیتور نگاه می‌کرد. پس از گذشت ۱۰ ثانیه، آزمودنی شروع به جستجوی تکالیف در گوگل می‌کرد و پاسخ هر تکلیف را در کادر تعبیه‌شده 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 به‌منظور جستجو در موتور جستجوی گوگل انتخاب شد. انجام تکالیف جستجوی وبی هیچ محدودیت زمانی نداشت و حداکثر مدت‌زمان برای انجام سه تکلیف توسط آزمودنی‌ها ۱۵ دقیقه بود. تکالیف در پرس‌لاین[1] طراحی شده بود و در سربرگی کنار سربرگ موتور جستجوی گوگل قرار داشت تا آزمودنی به‌راحتی بتواند میان این دو سربرگ جابه‌جا شود. لازم به ذکر است که تمامی فعالیت‌های وبی آزمودنی‌ها در حین فرایند جستجو توسط نرم‌افزار زددی-ریکوردر[2] ثبت می‌شد.

داده‌های خام ای.ای.جی. در فرمت داده‌ای اروپایی (ای.دی.اف.)[3]از دستگاه استخراج می‌شد. فرمت ای.دی.اف.، یک فرمت ساده و انعطاف‌پذیر برای تبادل و ذخیرهٔ سیگنال‌های فیزیکی و زیستی چندکاناله است. این فرمت برای اولین بار در سال ۱۹۸۷ میلادی توسط گروهی از مهندسان پزشکی در کنگرهٔ بین‌المللی خواب کپنهام رونمایی شد. داده‌های خام با استفاده از کتابخانه ام.ان.ای.[4]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 الکترودهایی که امواج مغزی ازطریق آن‌ها ضبط نشده بود، از فرایند حذف می‌شدند. بعداز آن داده‌های خام بارگذاری می‌شد و حسگرها براساس استاندارد ۲۰/۱۰ بر روی کرهٔ مغز تنظیم می‌شد. در مرحلهٔ بعد، داده‌ها از فرکانس ۱ تا ۴۵ پالایه می‌شد.

به‌منظور حذف مصنوعات ناشی از نویزهای فیزیولوژیکی و غیرزیستی، از روش تحلیل مؤلفه‌های مستقل (ای.سی.ای.)[5]که داده‌ها را در مؤلفه‌های مستقل خطی جدا می‌کند، استفاده شد. پیش‌فرض 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 محاسبهٔ ۲۰ مؤلفه، با استفاده از فن یافتن مصنوعات[6]در ام.ان.ای.، مؤلفه‌های به‌اصطلاح 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[7]مثبت از ۷ تا ۴۵ هرتز؛ ۲) توان مؤلفهٔ محیطی (دورترین نقطه از رأس)؛ ۳) یک نقطه کانونی واحد که ازطریق 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 ازطریق فن نرمال کردن خط پایه[8]در ام.ان.ای. نرمال شد. در مرحلهٔ بعدی، چگالی طیفی توان (پی.اس.دی.)[9]ازطریق روش مولتی‌تیپر[10]محاسبه و نمودار آن برای هر آزمودنی ترسیم می‌شد تا بتوان از وضعیت ظاهری امواج پس از پیش‌پردازش مطمئن

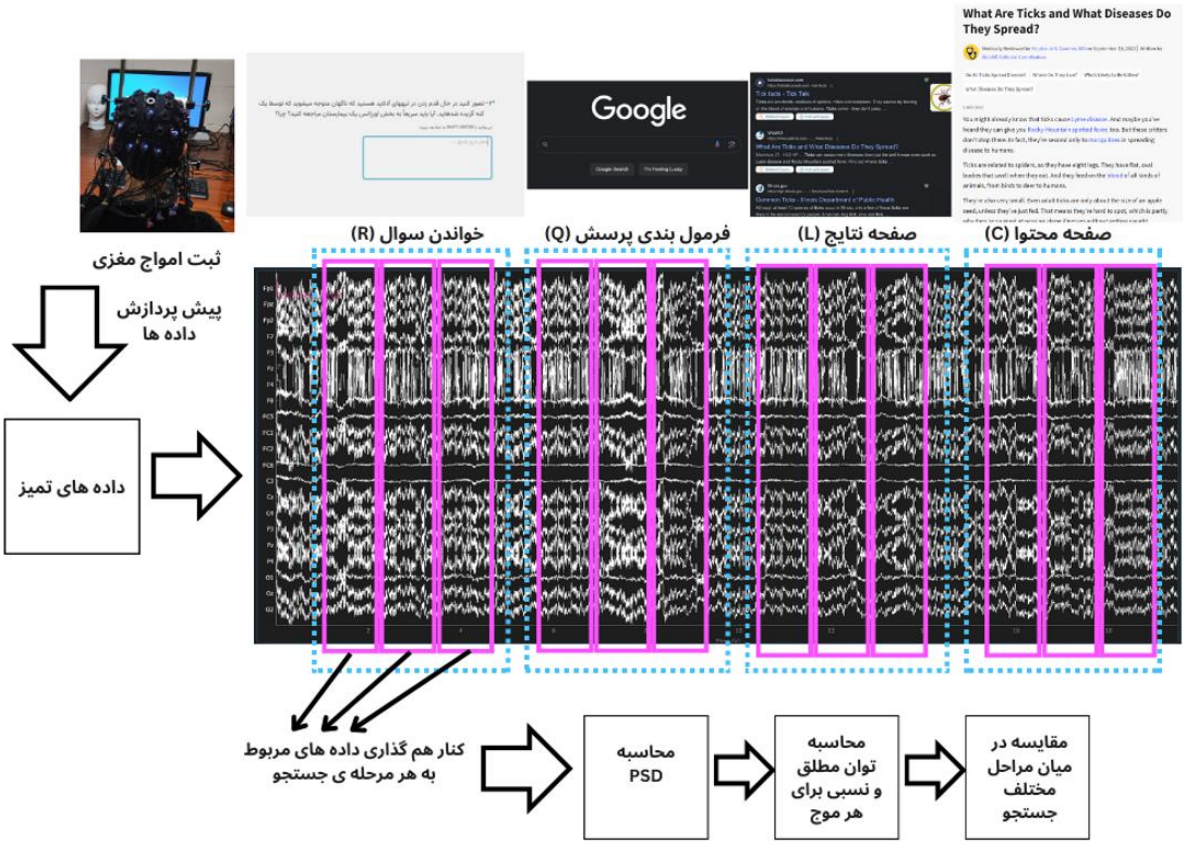
---

1. Porsline.ir
2. ZD-Recorder
3. Euroapean Data Format (EDF)
4. MultiNational Enterprise (MNE)
5. Independent Component Analysis (ICA)
6. Find_bads_muscle
7. log-log
8. baseline.rescale
9. Power Spectral Density (PSD)
10. Multitaper

شد. درنهایت، پس از انجام فرایند پیش‌پردازش، داده‌های تمیز، با فرمت فایل تصویر فراکتال (اف.آی.اف.)[1] ذخیره و آماده تحلیل می‌شد.

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

پس از یادداشت بازه‌های زمانی مربوط به هر مرحلهٔ جستجو، داده‌های ای.ای.جی. مربوط به آن بازه‌ها در کنار یکدیگر قرار می‌گرفت تا آمادهٔ تحلیل شود. در این مرحله، چگالی طیفی توان برای هر آزمودنی در هر مرحلهٔ جستجو، ازطریق روش مولتی تیپر محاسبه و سپس با تبدیل پی.اس.دی. ها به دسیبل[2] ارقام به اندازهٔ مطلوب جهت تحلیل تبدیل می‌شد. در مرحلهٔ 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. به‌منظور مقایسهٔ توان نسبی تتا در مراحل مختلف جستجوی وبی، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد.



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

یافته‌ها

به‌منظور پاسخ به پرسش پژوهش و مقایسهٔ توان نسبی موج آلفا (هرتز) در نواحی پیش‌پیشانی، پیشانی، مرکزی–پیشانی، مرکزی، آهیانه‌ای و پس‌سری مغز در مراحل مختلف جستجوی وبی 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).

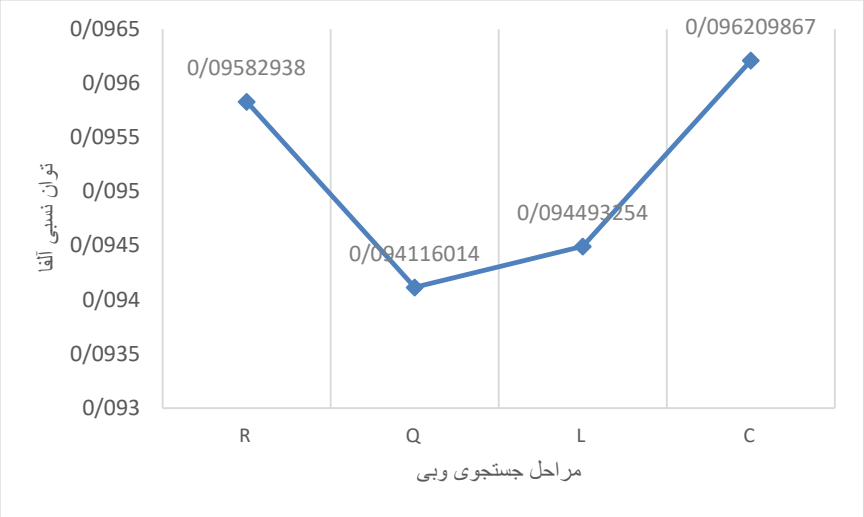
[1] Fractal Image File Format (FIF)
[2] dB

جدول ۱- نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای مقایسهٔ توان نسبی موج آلفا در بیست‌ویک الکترود در حین مراحل مختلف جستجوی وبی

الکترود	لمبدا ویلکس	F	معنی‌داری	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

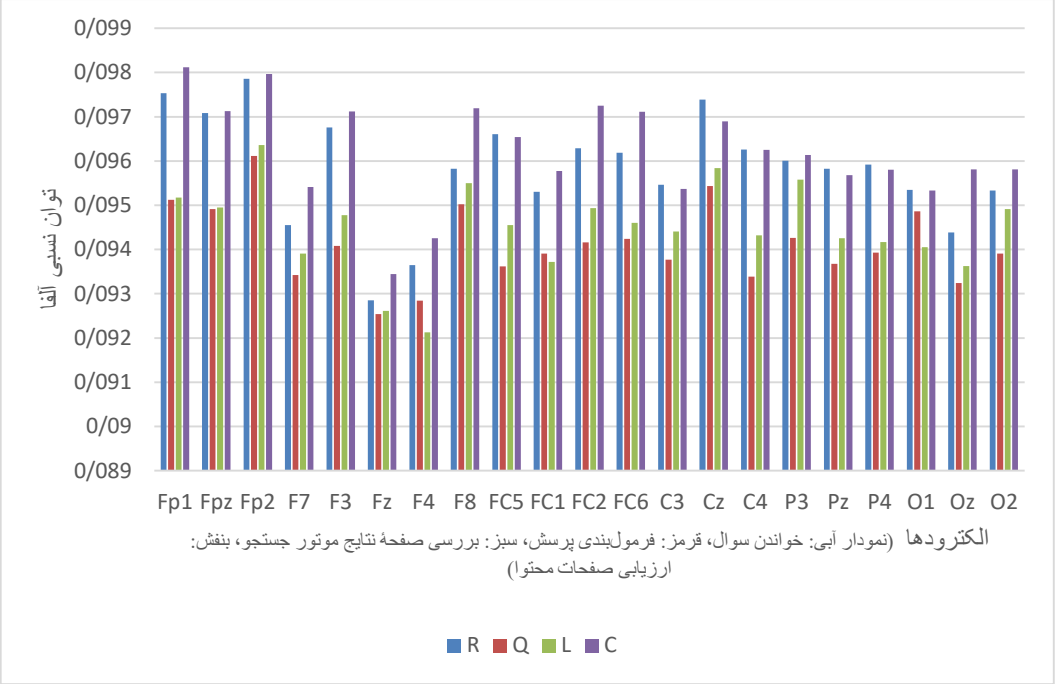
p<.05*

نتایج آزمون‌های جفتی ازطریق آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار، نشان داد که توان نسبی موج آلفا در نقاط Fp1، F3 و F4 در ناحیهٔ پیشانی و نقطه‌ی C4 در ناحیهٔ مرکزی در مرحلهٔ قضاوت ربط صفحات محتوا، به‌طور معنی‌داری از مراحل فرمول‌بندی پرسش و بررسی صفحهٔ نتایج موتور جستجو بالاتر بود (P_{Fp1}=.038, P_{F3}=.016, P_{F4}=.048, P_{C4}=.037) (شکل ۳).



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

شکل ٤، 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 Fz و F4 که به ترتیب در ناحیهٔ 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 مرحلهٔ ارزیابی صفحهٔ محتوا (نمودارهای بنفش) از سایر مراحل جستجوی وبی بالاتر و در مراحل فرمول‌بندی پرسش جستجو و بررسی صفحهٔ نتایج موتور جستجو از سایر مراحل پایین‌تر است.



شکل ٤- توان نسبی موج آلفا در مراحل مختلف جستجوی وبی در الکترودهای مختلف

نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که توان نسبی موج آلفا به‌عنوان شاخصی از توجه انتخابی در نقاط Fp1، F3 و F4 در ناحیهٔ پیشانی و نقطهٔ C4 در ناحیهٔ مرکزی در مرحلهٔ قضاوت ربط صفحات محتوا، به‌طور معنی‌داری از مراحل فرمول‌بندی پرسش و بررسی صفحهٔ نتایج موتور جستجو بالاتر بود. این یافته نشان می‌دهد که در مرحلهٔ قضاوت ربط صفحات محتوا، توجه انتخابی

برونی افراد کمتر و توجه انتخابی درونی افراد بیشتر است. در مقابل، در مرحلهٔ فرمول‌بندی پرسش جستجو و بررسی صفحهٔ نتایج موتور جستجو، توجه انتخابی بیرونی بیشتر و توجه انتخابی درونی کمتر است.

وظایفی که توجه انتخابی درونی را درگیر می‌کنند، شامل تمرکز بر افکار، خاطرات و بازنمایی‌های ذهنی تولیدشده درونی است. هنگام ارزیابی ربط اطلاعات، افراد از دانش و تجربیات قبلی خود برای تفسیر و ارزیابی اطلاعات استفاده می‌کنند که نیاز به تمرکز درون‌نگر دارد. این توجه داخلی برای درک تفاوت‌های ظریف مطالب، اصلاح پرسش‌های جستجو و قضاوت آگاهانه در مورد ربط نتایج جستجو بسیار مهم است. برعکس، توجه انتخابی بیرونی که شامل تمرکز بر محرک‌های خارجی است، در مرحلهٔ 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). علاوه‌بر 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 فعل‌وانفعال 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 صفحهٔ 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 صفحهٔ 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 صفحهٔ 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. علاوه‌بر این، این پژوهش شکاف بین علوم اعصاب و بازیابی اطلاعات را پر می‌کند و نشان می‌دهد که بهبود تجربهٔ 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. علاوه‌بر 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 توسعهٔ 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 دامنهٔ پژوهش‌ها بر روی انواع مختلف تکالیف جستجو و سطوح مختلف پیچیدگی می‌تواند درک جامع‌تری از مکانیسم‌های عصبی درگیر در بازیابی اطلاعات ارائه دهد.

منابع فارسی

اکبری، علی، نوکاریزی، محسن، رستمی، رضا، و مقیمی، علی (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.

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

خانلرخانی، المیرا، میرزابیگی، مهدیه، ستوده، هاجر، فضیلت‌پور، مسعود، و نامی، محمد (۱۴۰۲). مطالعهٔ رفتار اطلاع‌جویی کاربران ازطریق ثبت امواج مغزی با کمک الکتروآنسفالوگرافی: یک مرور نظام‌مند. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۳۸(۲)، ۳۳۷–۳۷۷. DOI:10.35050/JIPM010.2022.038.۳۷۷

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

Debue. 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

بررسی نشده