



Kharazmi University



Evaluation of User Interfaces of Computer Science Q&A Websites

Yaghoub Norouzi¹ | Hamidreza Radfar² | Nayere Jafari-Far³

1. Corresponding Author. Professor in Knowledge and Information Science. Department of Knowledge and Information Science, Faculty of Literature and Human Sciences, University of Qom, Iran. **E-mail:** ynorouzi@gmail.com
2. Assistant Professor, Asian cultural documentation center, Institute for humanities and cultural studies, Tehran, Iran. **E-mail:** hamidr.radfar@gmail.com
3. MSc in Knowledge and Information Science; Department of Knowledge and Information Science; Qom University of Medical Sciences; Qom. Iran. **E-mail:** jafarinayere@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article Article history: Received 11 September 2025 Received in revised form 16 December 2025 Accepted 5 January 2026 Published online 25 March 2026 Keywords: Usability, User interface, Nielsen principles, Q&A Website, Computer science	Purpose: Given the increasing importance of online Q&A websites in scientific and technical communities, a thorough evaluation of their user interface usability is of high significance. The main objective of this research was to measure the compliance of the user interfaces of 14 computer science Q&A websites with Nielsen's Ten Usability Heuristics (1993) and to compare their performance in order to identify design strengths and weaknesses and provide suggestions for improving user experience. Methodology: The user interfaces of the following websites were reviewed and ranked by 3 evaluators: Stack Overflow, Stack Exchange, Quora, Reddit, Chegg, CodeProject, Coderanch, Google Groups, Super User, Server Fault, Cross Validated, Ask Ubuntu, Software Engineering, and Computer Science. Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk normality tests, along with Kruskal-Wallis and Friedman non-parametric tests, were employed for data analysis using SPSS version 27 software. Findings: the studied websites generally possess a good level of usability (overall mean score of 3.41 out of 4.00). However, significant differences in website performance were observed. The heuristics "Match Between System and the Real World" and "Recognition Rather Than Recall" (mean score of 3.86) achieved the highest ratings. The user interfaces of CodeProject (10.15), Software Engineering (10), Cross Validated (9.90), Ask Ubuntu, and Stack Overflow (both 9.50) demonstrated the best performance. Conclusion: Despite the generally good level of usability, many websites require improvement in key aspects such as error management and the provision of effective user assistance. Successful websites serve as benchmarks for others. It is recommended that designers and developers place greater focus on Nielsen's usability heuristics, particularly in the areas of error handling and recovery, to provide a more comprehensive and effective user experience.

Cite this article: Norouzi, Y., Radfar, H., & Jafari Far, N. (2026). Evaluation of User Interfaces of Computer Science Q&A Websites. *Human Information Interaction*, 13(1), 26-49. <https://doi.org/10.22034/hii.2026.11715>



© The Author(s).

Publisher: University of Kharazmi.



Kharazmi University

Journal of Human-Information Interaction

Online ISSN: 2423-7418

<https://hi.khu.ac.ir/>



Introduction

In the contemporary era, the expansion of interactive online platforms has transformed learning, problem-solving, and information access. Question-and-answer (Q&A) websites have emerged as vital tools for informal learning, error resolution, and knowledge exchange, particularly in computer science—a field characterized by rapid technological change and complex problem-solving demands. Platforms such as Stack Overflow, CodeProject, Reddit, and Google Groups serve as primary resources for students and professionals seeking reliable, timely information. However, the effectiveness of these platforms depends not only on content quality but also on user interface (UI) design. Poor UI design—including unclear navigation, inconsistent feedback, and limited user control—can diminish user experience and reduce information retrieval efficiency. Recognizing this critical gap, the present study conducts a comprehensive evaluation of 14 computer science Q&A websites, assessing their compliance with Nielsen's Ten Usability Heuristics (1993). This research offers both theoretical contributions by shifting focus from system performance to user experience, and practical insights by identifying design strengths and weaknesses to guide future improvements.

Methods

The present study is applied in terms of purpose and descriptive-analytical in terms of method, conducted with the aim of evaluating the usability of user interfaces of computer science Q&A websites. Employing the heuristic evaluation method, this research examines the degree of compliance of the user interfaces of the studied websites with Nielsen's Ten Usability Heuristics (1993) and compares their performance. The statistical population consists of the user interfaces of 14 active and specialized websites in the field of computer science Q&A, selected through purposive sampling. Selection criteria included (1) specialized or broad focus on computer science Q&A, (2) active and public accessibility, (3) possession of an independent user interface, and (4) the possibility of user interaction through content creation, response, and evaluation.

Evaluation was conducted based on Nielsen's ten usability heuristics: Visibility of System Status, Match Between System and the Real World, User Control and Freedom, Consistency and Standards, Error Prevention, Recognition Rather than Recall, Flexibility and Efficiency of Use, Aesthetic and Minimalist Design, Help Users Recognize, Diagnose, and Recover from Errors, and Help and Documentation. Each criterion was rated on a five-point Likert scale ranging from 0 to 4 (0 = Very Poor, 4 = Excellent). To minimize bias and enhance reliability, the evaluation process was conducted independently by three expert evaluators: a Human-Computer Interaction specialist, an Information Science and User Experience researcher, and a professional computer science user with over 5 years of active experience. Ultimately, the scores of the three evaluators for each criterion on each website were averaged to maintain inter-rater reliability and obtain a single quantitative score for analysis.

For data analysis, normality of the data was first examined using Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests, which indicated that the data distribution was not normal (significance levels below 0.05). Accordingly, Kruskal-Wallis and Friedman non-parametric tests were employed to examine significant differences. Statistical analyses were performed using SPSS software version 27.

Results

The overall usability mean score was 3.41/4.00, indicating generally good performance. The highest-scoring heuristics were "Match Between System and Real World" ($M = 3.86$) and "Recognition Rather than Recall" ($M = 3.86$), with 12 of 14 websites achieving perfect scores, reflecting strong alignment with user expectations and excellent interface intuitiveness. "Consistency and Standards" ($M = 3.74$) and "Visibility of System Status" ($M = 3.60$) also performed well. Conversely, the lowest scores were "Help Users Recognize, Diagnose, and Recover from Errors" ($M = 2.88$) and "Error



Kharazmi University

Journal of Human-Information Interaction

Online ISSN: 2423-7418

<https://hi.khu.ac.ir/>

Prevention" ($M = 2.90$), revealing significant room for improvement in error management and user assistance.

Table of Main Findings

Nielsen Usability Heuristic	Overall Mean	Best Performance	Weakest Performance
Recognition Rather than Recall	3.86	12 websites (score 4.00)	Google Groups (3.00), Reddit (3.33)
Match Between System and Real World	3.86	12 websites (score 4.00)	Google Groups (3.00), Quora (3.33)
Consistency and Standards	3.74	10 websites (score 4.00)	Reddit, Chegg, Google Groups (3.00)
Visibility of System Status	3.60	Stack Overflow, CodeProject, Ask Ubuntu, Server Fault, Computer Science, Software Engineering (4.00)	Reddit, CodeRanch, Google Groups (3.00)
Help and Documentation	3.50	8 websites (score 4.00)	Chegg (2.67)
User Control and Freedom	3.29	12 websites (3.33)	Chegg, Google Groups (3.00)
Flexibility and Efficiency of Use	3.26	Super User, Server Fault (4.00)	Google Groups (2.00)
Aesthetic and Minimalist Design	3.24	Stack Overflow, Ask Ubuntu, Computer Science, Software Engineering (4.00)	Google Groups (2.00)
Error Prevention	2.90	CodeProject, Super User, Cross Validated, Server Fault (3.33)	Google Groups (2.00)
Help Users Recognize, Diagnose, and Recover from Errors	2.88	CodeProject, Cross Validated, Software Engineering (3.33)	Google Groups (2.00)

In overall ranking, CodeProject (mean rank 10.15) led, followed by Software Engineering (10.00), Cross Validated (9.90), Ask Ubuntu and Stack Overflow (both 9.50). Google Groups (1.55) and Reddit (4.15) ranked lowest. Statistical tests confirmed significant differences across websites (Friedman: $p = 0.000$; Kruskal-Wallis: $p = 0.004$ for total score), with "User Control and Freedom" being the only non-significant heuristic ($p = 0.999$).

Discussion and Conclusion

The findings demonstrate that while computer science Q&A websites perform well in heuristics related to user expectations and recognition, they exhibit serious deficiencies in error management and user support—a pattern consistent with prior research (Kumar & Bhardwaj, 2019; Alnani et al., 2015). The marked performance gap between top-ranked and lower-ranked websites confirms that content richness alone is insufficient; interaction design quality is equally critical. Successful platforms like CodeProject and Stack Overflow share common strengths: clear navigation, organized structure, effective documentation, and minimalist design. In contrast, Google Groups and Reddit—despite valuable content and active communities—suffer from outdated interaction patterns and limited usability features, hindering user engagement.

This study contributes a human-centered evaluation framework to the Q&A literature, complementing previous algorithm-focused research on retrieval accuracy and content quality. The findings underscore that prioritizing usability principles is not merely aesthetic but a strategic necessity for sustaining user engagement.

Practical recommendations include: (1) implement clear error messages and recovery pathways; (2) strengthen input validation and pre-action warnings; (3) expand user control options (edit, delete, undo); (4) simplify visual design; and (5) benchmark against top-performing platforms.

Limitations include the expert-only evaluation perspective, the scope limited to 14 computer science websites, and the exclusion of social and motivational factors. Future research should employ



Kharazmi University

Journal of Human-Information Interaction

Online ISSN: 2423-7418

<https://hi.khu.ac.ir/>



mixed methods combining heuristic evaluation, user testing, behavioral analytics, and longitudinal assessments, while also investigating the role of intelligent technologies and community dynamics in interface design.

In essence, while content remains the cornerstone of Q&A websites, the quality of user interface design serves as the gateway through which content is accessed and utilized. Systematic adherence to usability principles is essential for maximizing the educational and professional value of these digital knowledge resources.

Ethical Considerations

The study was conducted in accordance with ethical principles in academic research. Since this research involved the evaluation of publicly available websites and did not include human participants, no ethical approval was required.

Authors' Contributions

All authors contributed to the conception, design, and development of the study. The first author supervised the research process, revised the manuscript, and approved the final version. The second author was responsible for data collection, usability evaluation, statistical analysis, and interpretation of the findings. The third author contributed to the research framework, manuscript preparation, and final revisions.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Acknowledgments

The authors would like to acknowledge the anonymous reviewers for improving the quality of the paper.

ارزیابی رابط کاربر وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه

یعقوب نوروزی^۱، حمیدرضا رادفر^۲، نیره جعفری فر^۳

۱. نویسنده مسئول، استاد، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه قم، قم، ایران. ynorouzi@gmail.com
۲. استادیار، مرکز اسناد فرهنگی آسیا، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، تهران، ایران. رایانامه: hamidr.radfar@gmail.com
۳. کارشناس ارشد علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قم، قم، ایران. رایانامه: jafarinayere@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	هدف: با توجه به اهمیت روزافزون وبگاه‌های پرسش و پاسخ آنلاین در جوامع علمی و فنی، ارزیابی دقیق کاربردپذیری رابط‌های کاربری آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف اصلی این پژوهش، سنجش میزان انطباق رابط‌های کاربری ۱۴ وبگاه پرسش و پاسخ علوم رایانه با ده اصل کلیدی کاربردپذیری نیلسن (۱۹۹۳) و مقایسه عملکرد آن‌ها به منظور شناسایی نقاط قوت و ضعف طراحی و ارائه پیشنهاداتی برای بهبود تجربه کاربری بوده است.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۲۰	روش: پژوهش با رویکرد توصیفی-تحلیلی با استفاده از ارزیابی اکتشافی رابط کاربری وبگاه‌های استک اورفلو، استک اکسچنج، کورا، ردیت، چگ، کدپروژه، کد رنج، گروه‌های گوگل، سوپر کاربر، خطای سرور، اعتبارسنجی متقابل، از اوبونتو بپرسید، مهندسی نرم‌افزار، و علوم رایانه انجام شد و ۳ ارزیاب جامعه آماری را بررسی و رتبه‌بندی کردند. از آزمون‌های نرمالیتی کولموگروف-اسمیرنوف و شاپیرو-ویلک و آزمون‌های ناپارامتری کروسکال-والیس و فریدمن برای تحلیل یافته‌ها با استفاده از نرم‌افزار اس.اس.پی اس.اس. نسخه ۲۷ بهره گرفته شد.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۲۵	یافته‌ها: جامعه آماری به طور کلی از سطح کاربردپذیری خوبی برخوردارند (میانگین کلی ۳،۴۱ از ۴).
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۱۵	با این حال، تفاوت‌های معناداری در عملکرد وبگاه‌ها مشاهده شد. اصول "تطابق بین سیستم و دنیای واقعی" و "تشخیص به جای یادآوری" (میانگین ۳،۸۶) بالاترین امتیازات را کسب کردند. رابط کاربری وبگاه‌های کدپروژه (۱۰،۱۵)، مهندسی نرم‌افزار (۱۰)، اعتبارسنجی متقابل (۹،۹۰)، از اوبونتو بپرسید و استک اورفلو (هر دو ۹،۵۰) بهترین عملکرد را داشتند.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۱/۰۵	نتیجه‌گیری: با وجود سطح کلی خوب کاربردپذیری، بسیاری از وبگاه‌ها در جنبه‌های کلیدی مانند "مدیریت خطا" و "ارائه کمک‌های مؤثر به کاربران" نیازمند بهبود هستند. وبگاه‌های موفق الگویی برای سایرین محسوب می‌شوند. توصیه می‌شود طراحان و توسعه‌دهندگان بر اصول کاربردپذیری نیلسن، به‌ویژه در حوزه‌های خطایابی و بازیابی خطا، تمرکز بیشتری داشته باشند تا تجربه کاربری جامع‌تر و مؤثرتری فراهم آورند.
کلیدواژه‌ها: کاربردپذیری رابط کاربری اصول نیلسن وبگاه پرسش و پاسخ علوم رایانه	

استناد: نوروزی، یعقوب؛ رادفر، حمیدرضا؛ و جعفری فر، نیره (۱۴۰۵). ارزیابی رابط کاربر وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه. تعامل انسان و اطلاعات، ۱۳(۱)، ۲۶-۴۹. <https://doi.org/10.22034/hii.2026.11715>



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.

مقدمه

در عصر حاضر، توسعه فناوری اطلاعات و توسعه فضاهای تعاملی آنلاین تحول چشمگیری در الگوهای یادگیری، حل مسئله و دسترسی به اطلاعات ایجاد کرده است. دانشجویان، پژوهشگران و متخصصان برای رفع نیازهای اطلاعاتی خود به طور فزاینده‌ای به منابع دیجیتال و بسترهای آنلاین مشارکتی روی آورده‌اند؛ محیط‌هایی که در آن‌ها دانش جمعی افراد از نقاط مختلف جهان به صورت ساختارمند و هدفمند به اشتراک گذاشته می‌شود. در این میان، همانگونه که آندرسون^۱ و همکاران (۲۰۱۲) اشاره دارند وبگاه‌های پرسش و پاسخ جایگاه ویژه‌ای یافته‌اند و به یکی از مهم‌ترین ابزارهای پشتیبان برای یادگیری غیررسمی، رفع خطاها، توسعه مهارت‌های فنی و تبادل تجربیات تبدیل شده‌اند.

در حوزه علوم رایانه و برنامه‌نویسی، پیچیدگی مسائل، تنوع فناوری‌ها و سرعت بالای تغییرات سبب شده است که دانشجویان، اساتید و متخصصان این رشته بیش از گذشته نیازمند دسترسی سریع، معتبر و دقیق به اطلاعات باشند. مسعودی فرد (۱۴۰۴) اشاره دارد وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه شامل استک اورفلو^۲، استک اکسچنج^۳، کورا^۴، ردیت^۵، چگ^۶، کدپروژه^۷، کد رنج^۸، گروه‌های گوگل^۹، سوپر کاربر^{۱۰}، خطای سرور^{۱۱}، اعتبارسنجی متقابل^{۱۲}، از اوبونتو بپرسید^{۱۳}، مهندسی نرم‌افزار^{۱۴} و علوم رایانه^{۱۵} به عنوان منابع اصلی جستجو و یادگیری کاربران علوم رایانه مطرح شده‌اند. کاربران در مواجهه با خطاها، چالش‌های کدنویسی یا ابهامات مفهومی، به این فضا مراجعه می‌کنند تا از تجارب واقعی متخصصان و کاربران بهره‌مند شوند (تانزیل^{۱۶} و همکاران، ۲۰۲۵؛ سنگوپتا و هیثورنثویت^{۱۷}، ۲۰۲۰). این وبگاه‌های تخصصی پرسش و پاسخ علوم رایانه، نقشی محوری در شکل‌دهی به فرآیندهای یادگیری، تحقیق و توسعه حرفه‌ای در عصر اطلاعات ایفا می‌کنند. این پلتفرم‌ها به عنوان مخازنی از دانش جمعی عمل کرده و فضایی تعاملی برای تبادل تجربیات میان جامعه‌ای از کاربران حرفه‌ای و نوآموز فراهم می‌آورند. این وبگاه‌های تخصصی پرسش و پاسخ علوم رایانه به دانشجویان این رشته و مهندسان این امکان را می‌دهند که در مواجهه با چالش‌های فنی پیچیده، از خرد جمعی بهره‌مند شده و به پاسخ‌های به سرعت مستندسازی شده دست یابند. این اکوسیستم‌های آنلاین، با تسهیل یادگیری مسئله‌محور و تقویت مهارت‌های حل مسئله، به عنصری جدایی‌ناپذیر از اکوسیستم آموزشی و حرفه‌ای علوم رایانه تبدیل شده‌اند (مسعودی فرد، ۱۴۰۵).

با وجود اهمیت محتوای تخصصی، اثربخشی نهایی این وبگاه‌ها به شدت تحت تأثیر کیفیت طراحی تعامل آن‌ها قرار دارد. نوروژی (۱۳۹۲) آورده رابط کاربر نقطه اصلی تماس کاربر با سیستم است و هرگونه نقص در طراحی، مانند پیچیدگی ناوبری، عدم وضوح در بازخوردها، یا ناسازگاری در الگوهای تعاملی، می‌تواند به فرسایش تجربه کاربری و کاهش میزان بازبازی اطلاعات منجر شود. در محیط‌های تخصصی که کاربران نیازمند دقت و سرعت بالا هستند، اهمیت طراحی بهینه دوجندان می‌شود (زاهدی نوقابی و همکاران، ۱۴۰۱؛ غلامی، ۱۳۹۸).

این پژوهش با درک اهمیت این جنبه، به ارزیابی کیفی و مقایسه‌ای رابط کاربری چهارده وبگاه فعال پرسش و پاسخ علوم رایانه می‌پردازد. رویکرد این مطالعه بر پایه رعایت اصول ده‌گانه کاربرپذیری نیلسن^{۱۸} (۱۹۹۳)، شامل قابلیت مشاهده وضعیت سیستم^{۱۹}، تطابق سیستم با دنیای واقعی^{۲۰}، کنترل و آزادی کاربر^{۲۱}، ثبات و استانداردها^{۲۲}، پیشگیری از خطا^{۲۳}

^۱ Anderson^۲ StackOverflow^۳ StackExchange^۴ Quora^۵ Reddit^۶ Chegg^۷ CodeProject^۸ CodeRanch^۹ Google Groups^۱ Super User 0^۱ Server Fault 1^۱ Cross Validated 2^۱ Ask Ubuntu 3^۱ Software Engineering 4^۱ Computer Science 5^۱ Tanzil 6^۱ Sengupta & Haythornthwaite 7^۱ User Interface - UI 8^۱ Nielsen 9^۲ Visibility of System Status 0^۲ Match Between System and Real World 2^۲ User Control and Freedom 2^۲ Consistency and Standards 3^۲ Error Prevention 4

تشخیص به جای یادآوری^۱، انعطاف‌پذیری و کارایی استفاده^۲، طراحی زیباشناسانه و مینیمال^۳، کمک به شناسایی و بازیابی خطاها^۴، راهنما و مستندسازی^۵ بنا شده است که چارچوبی جامع برای تحلیل تعاملات ارائه می‌دهد و در پژوهش‌های بسیاری مورد استفاده قرار گرفته است که از جمله در پژوهش‌های ارزیابی رابط‌های کاربر در وبگاه‌های حوزه‌های آموزشی (کومار و باردواج^۶، ۲۰۱۹؛ آلنانه^۷ و همکاران، ۲۰۱۵)، خدمات وبی (آجروال و ونکاتیش^۸، ۲۰۰۲؛ نوروزی، رادفر، جعفری‌فر، ۱۴۰۴)، اپلیکیشن‌های موبایل (اویرو و آلودج^۹، ۲۰۲۰)، پرتال‌های دولتی (باتیستا و سمپایو^{۱۰}، ۲۰۲۱)، پایگاه‌های اطلاعاتی (فهیم نیا، ۱۳۹۳) اصول کاربردپذیری نیلسن مبنای ارزیابی بوده‌اند که همگی کارآمدی روش اکتشافی را برای تحلیل تجربیات کاربری تأیید کرده‌اند و اثربخشی این چارچوب در شناسایی نواقص طراحی واسط کاربر تأیید شده است. از این‌رو پژوهش حاضر به دنبال تعیین وضعیت کنونی رعایت این اصول در وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه مورد مطالعه و رتبه‌بندی عملکرد آن‌ها بر اساس استانداردهای تعاملی است تا در نهایت، مسیری روشن برای بهبود طراحی رابط کاربری در این منابع دانش حیاتی ترسیم گردد. پژوهش حاضر در تلاش است تا مشخص کند وضعیت رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن رابط کاربر وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه مورد مطالعه چگونه است؟ و رتبه‌بندی عملکرد رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه بر پایه رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن چگونه است؟ آیا بین عملکرد رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه از نظر رعایت هر یک از اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن تفاوت معناداری وجود دارد؟

از جمله جنبه‌های نوآوری و دستاوردهای کاربردی پژوهش حاضر این است که از محدود مطالعات پیشرو، به صورت نظام‌مند و ساختاریافته است که به ارزیابی و مقایسه کاربردپذیری رابط کاربری وبگاه‌های پرسش و پاسخ تخصصی حوزه علوم رایانه بر اساس چارچوب معتبر ده اصل کاربردپذیری نیلسن پرداخته است و توانسته با بررسی هم‌زمان ۱۴ وبگاه تخصصی، تصویری جامع، واقعی و چندبعدی از وضعیت رعایت اصول کاربردپذیری در این محیط‌های یادگیری و اشتراک دانش دیجیتال ارائه دهد. سوم، این پژوهش افزون بر واکاوی دقیق نقاط قوت و ضعف رابط‌های کاربری و معرفی وبگاه‌های برتر، الگوهایی کاربردی و راهکارهایی عملیاتی جهت بهبود و ارتقای تجربه کاربری عرضه می‌کند. در نهایت، بهره‌گیری از ارزیابی‌های مستقل در کنار به‌کارگیری آزمون‌های آماری ناپارامتری، امکان مقایسه دقیق‌تر و سنجیده‌تر عملکرد وبگاه‌های مورد مطالعه را فراهم ساخته است که نتایج آن می‌تواند به عنوان راهنمایی ارزشمند برای طراحان رابط کاربری، توسعه‌دهندگان سامانه‌های پرسش و پاسخ و پژوهشگران حوزه تعامل انسان و اطلاعات در جهت بهینه‌سازی این محیط‌های دیجیتال مورد استفاده قرار گیرد.

پیشینه

میرروشندل و برشبان (۱۳۹۶) سامانه‌ای نوین برای پرسش و پاسخ مذهبی در زبان فارسی طراحی نمودند. این سامانه با معماری سه‌مرحله‌ای شامل پردازش سؤال، بازیابی سند و رتبه‌بندی مجدد، توانست دقت مناسبی در بازیابی پاسخ‌های مرتبط نشان دهد. همچنین حسینی و زاهدی (۱۳۹۷) مدلی احتمالاتی برای سنجش انسجام متنی در تعاملات کاربر و سامانه ارائه کردند که به کمک معیارهای آماری توانست میزان ارتباط میان پرسش و پاسخ را با دقت مناسبی در وبگاه‌های پرسش و پاسخ پیش‌بینی کند. علاوه بر این، حسینی و همکاران (۱۳۹۸) مجموعه‌ای از ویژگی‌های آماری جدید را برای ارزیابی وبگاه‌های پرسش و پاسخ پیشنهاد کردند و با بهره‌گیری از روش ماشین بردار پشتیبان، به دقت بالایی در شناسایی کیفیت پاسخ‌ها دست یافتند. در مقاله‌ای دیگر، همین نویسندگان (۱۳۹۸) مدلی آماری مبتنی بر رگرسیون برای ارزیابی وبگاه‌های

¹ Recognition Rather than Recall

² Flexibility and Efficiency of Use

³ Aesthetic and Minimalist Design

⁴ Help Users Recognize, Diagnose, and Recover from Errors

⁵ Help and Documentation

⁶ Kumar & Bhardwaj

⁷ Alnanih

⁸ Agarwal & Venkatesh

⁹ Oyero & Olojede

¹⁰ Batista & Sampaio

پرسش و پاسخ ارائه کردند که جایگزینی برای ارزیابی انسانی محسوب می‌شود. در حوزه ارزیابی، قنبری و گلزاری (۱۳۹۹) با بهره‌گیری از رگرسیون ماشین بردار پشتیبان به مسئله اعتبارسنجی و رتبه‌بندی پاسخ‌ها پرداختند و نشان دادند که می‌توان از این طریق دقت و کیفیت پاسخ‌های ارائه‌شده توسط وبگاه‌های پرسش و پاسخ را بهبود بخشید. به طور مشابه، حسینی و جلالی (۱۴۰۰) با تمرکز بر قابلیت اطمینان سیستم‌های پرسش و پاسخ تعاملی در وبگاه‌های پرسش و پاسخ، روشی مبتنی بر رگرسیون خطی برای سنجش این معیار ارائه کردند. نتایج آنان بیانگر امکان ارزیابی کمی قابلیت اطمینان با استفاده از معیارهای ترکیبی بود. اسد و ممتازی (۱۴۰۳) در تعبیه گراف دانش به منظور بهبود وبگاه‌های پرسش و پاسخ فارسی دریافتند با ذخیره داده‌ها در گراف‌های دانش می‌توان علاوه بر روابط صریح، روابطی ضمنی را نیز حدس و بازیابی کرد. غفاری و بختیاری (۱۴۰۳) با ارائه معیارهای پیشنهادی بر اساس ارزیابی کتابخانه‌های دیجیتالی ملی نشان دادند که اکثر این کتابخانه‌ها بیش از ۵۰ درصد معیارها را رعایت کرده‌اند و می‌توانند الگویی برای کتابخانه‌های دانشگاه پیام‌نور باشند. معرفت و همکاران (۱۴۰۳) در مرور نظام‌مند خود نشان دادند که پژوهش‌های فارسی در حوزه تجربه کاربری نمادهای تصویری در وبسایت‌ها و اپلیکیشن‌ها عمدتاً با رویکرد کمی و موضوعاتی متنوع مانند تعامل انسان و رایانه و کاربردپذیری انجام شده‌است. نوروژی و همکاران (۱۴۰۳) در ارزیابی مکاشفه‌ای وبسایت موزه‌های ایران دریافتند که این وبسایت‌ها در معیارهای سادگی و تصحیح خطا عملکرد عالی داشته‌اند، اما در کنترل کاربر و جستجو بسیار ضعیف عمل کرده‌اند. همچنین طاوسی و همکاران (۱۴۰۳) چارچوبی مفهومی برای زیبایی‌شناسی تصاویر در وب با رویکرد فراترکیب و رتبه‌بندی مولفه‌های شناسایی‌شده پیشنهاد دادند که بر همکاری علمی دو گروه متخصصان علوم رایانه و علوم انسانی در راستای ادراک دقیق زیباشناسی و تعامل بهتر میان انسان و رایانه تأکید دارد. به طور کلی، مرور پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که تمرکز اصلی مطالعات انجام‌شده در حوزه وبگاه‌های پرسش و پاسخ بیشتر بر جنبه‌های فنی مانند پردازش زبان طبیعی، مدل‌های یادگیری ماشین، و ارزیابی خودکار کیفیت پاسخ‌ها بوده است. هرچند این دستاوردها به بهبود عملکرد سامانه‌های پرسش و پاسخ کمک کرده‌اند، اما کمتر به جنبه‌های رابط کاربری آنها که اثر مستقیم بر استفاده کاربران از این وبگاه‌ها دارد (زاهدی نوقابی، ۱۴۰۱) مشاهده شد. این شکاف پژوهشی، ضرورت مطالعه ارزیابی رابط کاربر وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه را آشکار می‌سازد.

پژوهش‌های بین‌المللی حوزه ارزیابی وبگاه‌های پرسش و پاسخ در پایگاه‌های علمی خارجی عمدتاً بر مدل‌های محاسباتی و روش‌های پاسخ‌گویی خودکار متمرکز بوده‌اند و کمتر به جنبه‌های تعامل کاربر با رابط سیستم و کاربردپذیری از دیدگاه تجربه کاربری توجه کرده‌اند که به عنوان شاهد مثال می‌توان به واچولدر^۱ و همکاران (۲۰۰۴) اشاره کرد که به تدوین چارچوبی برای ارزیابی واقع‌گرایانه وبگاه‌های پرسش و پاسخ به سبک انتها به انتها^۲ پرداختند؛ این ارزیابی متمرکز بر سنجش دقت و پوشش پاسخ‌ها بود، و نتوانست به ارزیابی نحوه تعامل کاربر با رابط کاربری وبگاه‌های پرسش و پاسخ بپردازد. کلی^۳ و همکاران (۲۰۰۹) با توسعه پرسشنامه‌هایی برای جمع‌آوری داده‌های ارزیابی از کاربران در مورد وبگاه‌های پرسش و پاسخ تعاملی، به شناختی کاربردی‌تر از رفتار کاربر دست یافتند؛ اما مطالعه آنان صرفاً ناظر بر ابزار گردآوری داده بود و تحلیل ساختاری رابط کاربری و مصورسازی تعامل کاربر-سیستم خارج از قلمرو محدوده پژوهش بود. همچنین، یینگ، کانتور و مورس^۴ (۲۰۱۱) مفهوم ارزیابی متقاطع^۵ را برای سنجش کیفیت تعاملات میان کاربر و سیستم در وبگاه‌های پرسش و پاسخ را مطرح کردند؛ اما تمرکز اصلی آنان بر روش‌های فنی ارزیابی پاسخ و نه بر طراحی یا کاربرپسندی رابط کاربری سامانه‌های پرسش و پاسخ بود. هارتاوان و سوهارتونو^۶ (۲۰۱۵) با استفاده از مدل فضای برداری^۷ به بهبود دقت بازیابی پاسخ‌ها در سامانه پرسش و پاسخ پرداخته‌اند. تمرکز این پژوهش بر جنبه‌های الگوریتمی بوده و هیچ‌گونه تحلیل از رفتار کاربر یا طراحی رابط وبگاه‌های پرسش و پاسخ ارائه نکرده است. رودریگو و پنیاس^۸ (۲۰۱۷) در مطالعه خود آینده ارزیابی سامانه‌های پرسش و پاسخ را بررسی کرده

^۱ Wacholder^۲ End-to-End QA^۳ Kelly^۴ Ying, Kantor & Morse^۵ Cross-Evaluation^۶ Hartawan & Suhartono^۷ Vector Space Model^۸ Rodrigo & Penas

و بیشتر بر معیارهای سنجش عملکرد سیستم‌ها^۱ تأکید داشته‌اند و ابعاد انسانی و تجربی تعامل کاربر را لحاظ نکرده‌اند. مرور این مطالعات نشان می‌دهد که گرچه پژوهش‌های متعددی در زمینه الگوریتم‌ها، بازیابی اطلاعات، و بهبود دقت پاسخ‌گویی در سامانه‌های پرسش و پاسخ انجام شده است، اما هیچ‌یک به‌طور خاص به ارزیابی رابط کاربر وبگاه‌های پرسش و پاسخ، به‌ویژه در حوزه علوم رایانه، نپرداخته‌اند. این شکاف پژوهشی ضرورت انجام مطالعه حاضر را تقویت می‌کند، چراکه تمرکز آن بر تعامل واقعی کاربر با رابط وبگاه‌های پرسش و پاسخ است.

به منظور تبیین دقیق‌تر جایگاه پژوهش حاضر در میان مطالعات پیشین و مشخص کردن وجوه تمایز آن، پژوهش‌های مرتبط داخلی و خارجی از نظر مسئله مورد بررسی، روش‌شناسی، یافته‌های اصلی و میزان ارتباط با ارزیابی کاربردپذیری رابط کاربری وبگاه‌های پرسش‌وپاسخ مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. جدول ۱ خلاصه‌ای از مهم‌ترین مطالعات انجام‌شده در حوزه وبگاه‌های پرسش‌وپاسخ را ارائه می‌کند و ضمن نشان دادن تمرکز غالب پژوهش‌های پیشین بر جنبه‌های فنی، بازیابی اطلاعات و ارزیابی کیفیت پاسخ‌ها، جایگاه و نوآوری پژوهش حاضر را در توجه به ارزیابی رابط کاربر و تجربه کاربری این وبگاه‌ها مشخص می‌سازد.

جدول ۱. مقایسه پژوهش‌های پیشین مرتبط با وبگاه‌های پرسش‌وپاسخ و جایگاه پژوهش حاضر

پژوهشگر (سال)	مسئله و هدف پژوهش	روش‌شناسی	یافته‌ها و نتایج اصلی	ارتباط و تفاوت با پژوهش حاضر
میرروشندل و برشبان (۱۳۹۶)	طراحی سامانه پرسش و پاسخ مذهبی فارسی با هدف بهبود بازیابی پاسخ‌های مرتبط	طراحی سامانه با معماری سه‌مرحله‌ای شامل پردازش سؤال، بازیابی سند و رتبه‌بندی مجدد	سامانه توانست دقت مناسبی در بازیابی پاسخ‌های مرتبط ارائه دهد	تمرکز بر عملکرد بازیابی پاسخ بوده و ارزیابی رابط کاربری و تجربه کاربر بررسی نشده است
حسینی و زاهدی (۱۳۹۷)	سنجش میزان انسجام متنی میان پرسش و پاسخ در سامانه‌های پرسش و پاسخ	ارائه مدل احتمالاتی مبتنی بر معیارهای آماری	امکان پیش‌بینی ارتباط میان پرسش و پاسخ با دقت مناسب فراهم شد	بر تحلیل محتوای پرسش و پاسخ تمرکز داشته و به کاربردپذیری رابط توجه نکرده است
حسینی، زاهدی و حسن‌پور (۱۳۹۸)	ارزیابی کیفیت پاسخ‌ها در وبگاه‌های پرسش و پاسخ	استخراج ویژگی‌های آماری و استفاده از ماشین بردار پشتیبان	شناسایی خودکار پاسخ‌های باکیفیت با دقت بالا	ارزیابی الگوریتمی کیفیت پاسخ‌ها انجام شده و تعامل کاربر با رابط بررسی نشده است
حسینی، زاهدی و حسن‌پور (۱۳۹۸)	ارائه مدل جایگزین برای ارزیابی انسانی پاسخ‌ها	مدل آماری مبتنی بر رگرسیون	امکان ارزیابی کمی کیفیت پاسخ‌ها فراهم شد	به جای ارزیابی انسانی پاسخ‌ها پرداخته و رابط کاربر را بررسی نکرده است
قنبری و گلزاری (۱۳۹۹)	اعتبارسنجی و رتبه‌بندی پاسخ‌های ارائه‌شده در وبگاه‌های پرسش و پاسخ	رگرسیون ماشین بردار پشتیبان	بهبود رتبه‌بندی و اعتبارسنجی پاسخ‌ها	تمرکز بر کیفیت پاسخ‌ها، نه طراحی رابط و کاربردپذیری
حسینی و جلالی (۱۴۰۰)	سنجش قابلیت اطمینان سامانه‌های پرسش و پاسخ تعاملی	مدل رگرسیون خطی و معیارهای ترکیبی	امکان سنجش کمی قابلیت اطمینان سامانه‌ها	ابعاد فنی سیستم بررسی شده و تجربه کاربری مورد توجه نبوده است
اسد و ممتازی (۱۴۰۳)	بهبود وبگاه‌های پرسش و پاسخ فارسی با استفاده از گراف دانش	تعبیه گراف دانش و تحلیل روابط داده‌ها	افزایش قابلیت بازیابی روابط آشکار و ضمنی	بر ساختار داده و بازیابی اطلاعات تمرکز دارد و رابط کاربری را ارزیابی نمی‌کند
واچولدر و همکاران (۲۰۰۴)	تدوین چارچوب ارزیابی سامانه‌های پرسش و پاسخ انتها به انتها	ارزیابی عملکرد سامانه‌های پرسش و پاسخ	سنجش دقت و پوشش پاسخ‌ها	معیارهای عملکردی سیستم بررسی شده و تعامل انسان-رابط تحلیل نشده است

¹ Performance Evaluation Metrics

پژوهشگر (سال)	مسئله و هدف پژوهش	روش‌شناسی	یافته‌ها و نتایج اصلی	ارتباط و تفاوت با پژوهش حاضر
کلی و همکاران (۲۰۰۹)	بررسی رفتار کاربران در ارزیابی سامانه‌های پرسش و پاسخ	استفاده از پرسشنامه کاربران	شناخت بهتر رفتار کاربران حاصل شد	ابزار ارزیابی کاربر ارائه شده، اما تحلیل ساختار رابط انجام نشده است
یینگ، کانتور و مورس (۲۰۱۱)	ارزیابی کیفیت تعاملات پرسش و پاسخ	ارزیابی مقاطع تعاملات کاربر و سیستم	ارائه معیارهایی برای سنجش کیفیت پاسخ‌ها	تمرکز بر ارزیابی پاسخ‌ها بوده و کاربردپذیری رابط بررسی نشده است
هارتاوان و سوهارتونو (۲۰۱۵)	بهبود بازایی پاسخ‌ها در سامانه پرسش و پاسخ	مدل فضای برداری	افزایش دقت بازایی پاسخ‌ها	رویکرد الگوریتمی داشته و فاقد ارزیابی تجربه کاربری است
رودریگو و پنیاس (۲۰۱۷)	بررسی آینده ارزیابی سامانه‌های پرسش و پاسخ	مرور و تحلیل روش‌های ارزیابی سیستم‌ها	تأکید بر معیارهای عملکرد سامانه‌ها	ابعاد انسانی و رابط کاربری کمتر مورد توجه قرار گرفته است
پژوهش حاضر	ارزیابی کاربردپذیری رابط کاربر وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه و شناسایی نقاط قوت و ضعف طراحی	ارزیابی اکتشافی ۱۴ وبگاه پرسش و پاسخ بر اساس ده اصل کاربردپذیری نیلسن؛ ارزیابی توسط ۳ ارزیاب و تحلیل آماری با آزمون‌های ناپارامتری در اس پی اس اس	شناسایی سطح کاربردپذیری وبگاه‌ها، رتبه‌بندی آن‌ها، تعیین نقاط قوت و ضعف رابط کاربری و ارائه پیشنهاد برای بهبود تجربه کاربر	نوآوری پژوهش: تمرکز مستقیم بر رابط کاربری و تجربه کاربر در وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه، در حالی که مطالعات پیشین عمدتاً بر الگوریتم‌ها، بازایی اطلاعات و کیفیت پاسخ‌ها تمرکز داشته‌اند.

همان‌گونه که جدول ۱ نشان می‌دهد، بیشتر پژوهش‌های پیشین در حوزه وبگاه‌های پرسش و پاسخ بر توسعه الگوریتم‌های بازایی، پردازش زبان طبیعی، ارزیابی کیفیت پاسخ و بهبود عملکرد فنی سامانه‌ها تمرکز داشته‌اند. در مقابل، پژوهش حاضر با تغییر زاویه دید از «کارایی سامانه» به «تجربه کاربر»، کاربردپذیری رابط کاربری وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه را بر اساس اصول ده‌گانه نیلسن بررسی می‌کند. بنابراین، نوآوری اصلی این پژوهش، ارائه یک ارزیابی مقایسه‌ای از کیفیت رابط کاربری این وبگاه‌ها و شناسایی عوامل مؤثر بر بهبود تعامل کاربر با این محیط‌های دیجیتال است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، توصیفی-تحلیلی است که با هدف ارزیابی کاربردپذیری رابط کاربری وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه انجام شده است. این پژوهش با بهره‌گیری از روش ارزیابی اکتشافی، میزان انطباق رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه را با اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن (۱۹۹۳) بررسی و عملکرد آن‌ها را مقایسه می‌کند. هدف اصلی پژوهش، شناسایی نقاط قوت و ضعف طراحی رابط کاربری وبگاه‌های پرسش و پاسخ و ارائه شواهد تجربی برای بهبود تجربه کاربری این سامانه‌ها است. بر این اساس، پرسش‌های پژوهش عبارت‌اند از:

- وضعیت رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن در رابط کاربری وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه مورد مطالعه چگونه است؟
- رتبه‌بندی عملکرد رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه بر پایه میزان رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن چگونه است؟
- آیا بین عملکرد رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه از نظر رعایت هر یک از اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن تفاوت معناداری وجود دارد؟
- در پژوهش حاضر، برای ارزیابی رابط کاربری وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه از چارچوب ده اصل کاربردپذیری نیلسن (۱۹۹۳) استفاده شد.

این چارچوب یکی از شناخته‌شده‌ترین رویکردها در حوزه تعامل انسان-رایانه است که با هدف شناسایی مشکلات کاربردپذیری و ارزیابی میزان سازگاری رابط‌های کاربری با نیازها و انتظارات کاربران ارائه شده است. اصول ده‌گانه نیلسن، مجموعه‌ای از معیارهای عمومی و قابل استفاده برای بررسی جنبه‌های مختلف تعامل کاربر با سیستم، از جمله وضوح وضعیت سیستم، سهولت یادگیری، کنترل کاربر، پیشگیری از خطا و کیفیت راهنمایی را فراهم می‌کند. در این پژوهش، هر یک از

اصول ده‌گانه نیلسن به‌عنوان یک معیار ارزیابی در نظر گرفته شد و برای افزایش هماهنگی میان ارزیابان، تعریف عملیاتی هر اصل متناسب با ماهیت وبگاه‌های پرسش‌وپاسخ علوم رایانه تعیین گردید. به این معنا که ارزیابان، میزان رعایت هر اصل را بر اساس شاخص‌های مشاهده‌پذیر مرتبط با ساختار و عملکرد رابط کاربری وبگاه‌ها بررسی کردند. جدول ۲ اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن و نحوه تفسیر و به‌کارگیری آن‌ها در ارزیابی رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۲. اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن و معیار ارزیابی آن‌ها در پژوهش حاضر

اصل کاربردپذیری نیلسن	تعریف مختصر	ملاک ارزیابی در پژوهش حاضر
قابلیت مشاهده وضعیت سیستم	سیستم باید همواره وضعیت جاری خود را به‌صورت قابل فهم به کاربر نمایش دهد	نمایش وضعیت بارگذاری، نتایج جستجو، ارسال پرسش، وضعیت پاسخ‌ها و بازخوردهای سیستم
تطابق سیستم با دنیای واقعی	رابط باید از زبان، مفاهیم و ساختارهای آشنا برای کاربران استفاده کند	استفاده از اصطلاحات قابل فهم، دسته‌بندی منطقی محتوا و هماهنگی با انتظارات کاربران علوم رایانه
کنترل و آزادی کاربر	کاربران باید امکان بازگشت، لغو عملیات و کنترل تعاملات خود را داشته باشند	امکان ویرایش، حذف، بازگشت، لغو عملیات و مدیریت فعالیت‌های کاربر
ثبات و استانداردها	عناصر رابط و عملکردها باید در سراسر سیستم یکسان و قابل پیش‌بینی باشند	یکسانی طراحی صفحات، منوها، دکمه‌ها، اصطلاحات و الگوهای تعامل
پیشگیری از خطا	طراحی باید از وقوع خطاهای احتمالی جلوگیری کند	هشدار قبل از عملیات حساس، اعتبارسنجی ورودی‌ها و جلوگیری از ارسال اطلاعات ناقص
تشخیص به جای یادآوری	اطلاعات مورد نیاز باید قابل مشاهده باشد و نیاز به حفظ کردن کاهش یابد	نمایش گزینه‌ها، پیشنهادها، تاریخچه جستجو و راهنمای انتخاب
انعطاف‌پذیری و کارایی استفاده	رابط باید برای کاربران مبتدی و حرفه‌ای قابل استفاده باشد	وجود میانبرها، جستجوی پیشرفته، قابلیت شخصی‌سازی و سرعت تعامل
طراحی زیباشناسانه و مینیمال	رابط باید ساده، منظم و فاقد عناصر غیرضروری باشد	بررسی چیدمان، خوانایی، تراکم اطلاعات و حذف عناصر مزاحم
کمک به شناسایی و بازایی خطاها	پیام‌های خطا باید واضح بوده و مسیر اصلاح را نشان دهند	وضوح پیام خطا، ارائه راه‌حل و کمک به بازگشت از خطا
راهنما و مستندسازی	سیستم باید اطلاعات لازم برای یادگیری و حل مشکل را ارائه دهد	وجود راهنما، مستندات، بخش پرسش‌های متداول و آموزش استفاده

به منظور کاهش برداشت‌های متفاوت ارزیابان از مفاهیم کاربردپذیری، پیش از انجام ارزیابی، برای هر یک از اصول ده‌گانه نیلسن تعریف عملیاتی و ملاک‌های مشاهده‌پذیر مشخص شد. بنابراین، ارزیابان بر اساس معیارهای یکسان و تعریف‌شده، رابط کاربری وبگاه‌ها را ارزیابی کردند. این رویکرد موجب افزایش هماهنگی میان ارزیابان و کاهش تأثیر قضاوت‌های شخصی در فرآیند امتیازدهی شد.

جامعه آماری پژوهش شامل رابط کاربری ۱۴ وبگاه فعال و تخصصی در حوزه پرسش و پاسخ علوم رایانه معرفی شده از سوی مسعودی‌فرد (۱۴۰۵) است که در جدول ۳ معرفی شده‌اند:

جدول ۳. معرفی جامعه پژوهش

وبگاه‌های پرسش و پاسخ مورد مطالعه	آدرس
استک اورفلو	https://stackoverflow.com
استک اکسچنج	https://stackexchange.com
کورا	https://www.quora.com
ردیت	https://www.reddit.com/r/learnprogramming/
چگ	https://www.chegg.com/homework-help/questions-and-answers
کدپروژه	https://www.codeproject.com

https://coderanch.com	کد رنج
https://groups.google.com	گروه‌های گوگل
https://superuser.com	سوپر کاربر
https://serverfault.com	خطای سرور
https://stats.stackexchange.com	اعتبارسنجی متقابل
https://askubuntu.com	و از اوبونتو پرسید
https://softwareengineering.stackexchange.com	مهندسی نرم‌افزار
https://cs.stackexchange.com	علوم رایانه

انتخاب وبگاه‌ها با استفاده از نمونه‌گیری هدفمند انجام شد. اگرچه نمونه‌گیری هدفمند بیشتر در پژوهش‌های کیفی کاربرد دارد، در برخی مطالعات ارزیابی کاربردپذیری نیز برای انتخاب نمونه‌های دارای ویژگی‌های مشخص مورد استفاده قرار می‌گیرد. در پژوهش حاضر، هدف نمونه‌گیری آماری و تعمیم نتایج به کل وبگاه‌های موجود نبوده، بلکه انتخاب نمونه‌هایی بوده است که نماینده مهم‌ترین و پرکاربردترین الگوهای طراحی رابط کاربری در حوزه پرسش‌وپاسخ علوم رایانه باشند. معیارهای انتخاب شامل: (۱) تمرکز تخصصی یا گسترده بر پرسش‌وپاسخ علوم رایانه، (۲) فعالیت و دسترسی عمومی، (۳) برخورداری از رابط کاربری مستقل، و (۴) امکان تعامل کاربران از طریق ایجاد، پاسخ‌دهی و ارزیابی محتوا بود.

ارزیابی اکتشافی یکی از روش‌های رایج در حوزه تعامل انسان-رایانه است که در آن متخصصان با استفاده از مجموعه‌ای از اصول و معیارهای از پیش تعیین‌شده، رابط کاربری یک سامانه را بررسی کرده و مشکلات کاربردپذیری آن را شناسایی می‌کنند. در این پژوهش، ارزیابی اکتشافی بر اساس ده اصل کاربردپذیری نیلسن انجام شد؛ به این صورت که هر ارزیاب به‌صورت مستقل رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه را بررسی و میزان رعایت هر اصل را در مقیاس پنج‌درجه‌ای صفر تا چهار امتیازدهی کرد. این روش امکان شناسایی نظام‌مند مشکلات رابط کاربری بدون نیاز به اجرای آزمون مستقیم با کاربران را فراهم می‌کند. امتیازدهی برای هر معیار در یک مقیاس ترتیبی ۰ تا ۴ (۰=بسیار ضعیف، ۴=بسیار مطلوب) انجام شد. فرآیند ارزیابی با هدف کاهش سوگیری و افزایش دقت، به صورت ارزیابی مستقل سه ارزیاب متخصص (ارزیاب ۱: متخصص تعامل انسان-رایانه؛ ارزیاب ۲: پژوهشگر علوم اطلاعات و تجربه کاربری؛ ارزیاب ۳: کاربر حرفه‌ای علوم رایانه (بیش از ۵ سال استفاده)) رابط کاربری هر وبگاه مورد مطالعه را به صورت مجزا و بدون آگاهی از امتیازات سایر ارزیابان مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت، امتیازات سه ارزیاب برای هر معیار در هر وبگاه میانگین‌گیری شد تا پایایی میان‌ارزیاب حفظ شده و یک امتیاز نهایی برای تحلیل کمی فراهم آید. به منظور تحلیل توصیفی میانگین و انحراف معیار امتیازات برای هر معیار و هر رابط کاربری وبگاه پرسش و پاسخ محاسبه شد تا وضعیت کلی کاربردپذیری مشخص شود و رابط کاربری وبگاه‌های پرسش و پاسخ بر اساس میانگین کل امتیازات، رتبه‌بندی شدند. در تحلیل استنباطی جهت بررسی معنادار بودن تفاوت بین رابط کاربری وبگاه‌ها، ابتدا نرمالیت داده‌ها با آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف^۲ و شاپیرو-ویلک^۳ بررسی شد. که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴. نتایج آزمون‌های نرمالیتی

آزمون						معیار
شاپیرو-ویلک			کولموگروف-اسمیرنوف			
سطح معناداری	درجه آزادی	آماره	سطح معناداری	درجه آزادی	آماره	
۰/۰۰۰	۴۲	۰/۶۲۴	۰/۰۰۰	۴۲	۰/۳۸۸	قابلیت مشاهده وضعیت سیستم
۰/۰۰۰	۴۲	۰/۴۱۷	۰/۰۰۰	۴۲	۰/۵۱۴	تطابق سیستم با دنیای واقعی
۰/۰۰۰	۴۲	۰/۵۶۷	۰/۰۰۰	۴۲	۰/۴۴۸	کنترل و آزادی کاربر
۰/۰۰۰	۴۲	۰/۵۴۹	۰/۰۰۰	۴۲	۰/۴۶۰	ثبات و استانداردها
۰/۰۰۰	۴۲	۰/۷۰۶	۰/۰۰۰	۴۲	۰/۳۸۱	پیشگیری از خطا
۰/۰۰۰	۴۲	۰/۴۱۷	۰/۰۰۰	۴۲	۰/۵۱۴	تشخیص به جای یادآوری

^۱ Purposive Sampling^۳ Shapiro-Wilk^۲ Kolmogorov-Smirnov

۰/۰۰۰	۴۲	۰/۷۶۹	۰/۰۰۰	۴۲	۰/۳۰۵	انعطاف‌پذیری و کارایی استفاده
۰/۰۰۰	۴۲	۰/۷۸۲	۰/۰۰۰	۴۲	۰/۲۸۵	طراحی زیباشناسانه و مینیمال
۰/۰۰۰	۴۲	۰/۶۷۶	۰/۰۰۰	۴۲	۰/۴۰۳	کمک به شناسایی و بازیابی خطاها
۰/۰۰۰	۴۲	۰/۶۹۸	۰/۰۰۰	۴۲	۰/۳۴۱	راهنما و مستندسازی
۰/۰۰۳	۴۲	۰/۹۱۰	۰/۰۰۲	۴۲	۰/۱۷۷	امتیاز کل

جدول ۴ نتایج آزمون‌های نرمالیتی را برای هر یک از اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن و همچنین «امتیاز کل» نشان می‌دهد. نظر به آن که سطح معناداری برای هر دو آزمون کوچکتر از سطح آلفا (۰/۰۵) بود، توزیع داده‌ها نرمال نبوده و تأیید می‌شود که داده‌های امتیازدهی برای تمامی ۱۰ معیار و امتیاز کل از توزیع نرمال پیروی نمی‌کنند بنابراین با توجه به ماهیت داده‌ها، برای پاسخ به پرسش اول پژوهش، از شاخص‌های میانگین و انحراف معیار برای تعیین میزان رعایت هر یک از اصول ده‌گانه کاربردپذیری استفاده شد. برای پاسخ به پرسش دوم، وبگاه‌ها بر اساس میانگین امتیاز کل رتبه‌بندی شدند. در پاسخ به پرسش سوم، پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و شاپیرو-ویلک، از آزمون‌های ناپارامتری کروسکال-والیس^۱ و فریدمن^۲ برای بررسی تفاوت‌های معنادار استفاده شد. بدین منظور از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس^۳ نسخه ۲۷ بهره گرفته شد. استفاده از سه ارزیاب مستقل و پایبندی به اصول معتبر نیلسن (۱۹۹۳)، پایایی میان‌ارزیاب و اعتبار محتوایی نتایج را در پژوهش حاضر تضمین نموده است.

یافته‌های پژوهش

پرسش اول: وضعیت رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن رابط کاربر وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه مورد مطالعه چگونه است؟

به‌منظور پاسخ به پرسش نخست در جداول ۵ تا ۷ عملکرد جامعه آماری در رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن ارائه و رتبه‌بندی شده است.

جدول ۵. رتبه‌بندی جامعه آماری در رعایت مؤلفه‌های قابلیت مشاهده وضعیت سیستم، تطابق سیستم با دنیای واقعی، کنترل و آزادی کاربر، ثبات و استانداردها

وبگاه‌های پرسش و پاسخ		تطابق سیستم با دنیای واقعی	وبگاه‌های پرسش و پاسخ		قابلیت مشاهده وضعیت سیستم
میانگین	استک اورفلو		میانگین	استک اورفلو	
۴	استک اکسچنج		۴	کد پروژه	
۴	ردیت		۴	اعتبارسنجی متقابل	
۴	چگ		۴	از اوبونتو بپرسید	
۴	کد پروژه		۴	مهندسی نرم‌افزار	
۴	کد رنج		۴	علوم رایانه	
۴	سویر کاربر		۳,۶۷	استک اکسچنج	
۴	اعتبارسنجی متقابل		۳,۶۷	سویر کاربر	
۴	از اوبونتو بپرسید		۳,۳۳	کورا	
۴	مهندسی نرم‌افزار		۳,۳۳	چگ	
۴	علوم رایانه		۳,۳۳	خطای سرور	
۳,۶۷	خطای سرور		۳	ردیت	
۳,۳۳	کورا		۳	کد رنج	
۳	گروه‌های گوگل		۳	گروه‌های گوگل	
۳,۸۶		جمع کل	۳,۶۰		جمع کل
وبگاه‌های پرسش و پاسخ		ثبات و استانداردها	وبگاه‌های پرسش و پاسخ		کنترل و آزادی کاربر
میانگین	استک اورفلو		میانگین	استک اورفلو	
۴	استک اکسچنج		۳,۳۳	استک اکسچنج	

^۱ Kruskal-Wallis

^۳ SPSS

^۲ Friedman test

۴	کورا	۳,۳۳	کورا	
۴	کدپروژه	۳,۳۳	ردیت	
۴	سوپر کاربر	۳,۳۳	کدپروژه	
۴	خطای سرور	۳,۳۳	کد رنج	
۴	اعتبارسنجی متقابل	۳,۳۳	سوپر کاربر	
۴	از اوبونتو بپرسید	۳,۳۳	خطای سرور	
۴	مهندسی نرم‌افزار	۳,۳۳	اعتبارسنجی متقابل	
۴	علوم رایانه	۳,۳۳	از اوبونتو بپرسید	
۳,۳۳	کد رنج	۳,۳۳	مهندسی نرم‌افزار	
۳	ردیت	۳,۳۳	علوم رایانه	
۳	چگ	۳	چگ	
۳	گروه‌های گوگل	۳	گروه‌های گوگل	
۳,۷۴		جمع کل	۳,۲۹	جمع کل

جدول ۵ نشان داد میانگین کل رعایت معیار "قابلیت مشاهده وضعیت سیستم" در جامعه آماری ۳,۶۰ است. رابط کاربری وبگاه‌های استک اورفلو، کدپروژه، از اوبونتو بپرسید، خطای سرور، علوم رایانه و مهندسی نرم‌افزار با میانگین ۴,۰۰ بهترین عملکرد را دارند. رابط کاربری وبگاه‌های کورا، استک اکسچنج، سوپر کاربر، اعتبارسنجی متقابل و چگ با میانگین ۳,۶۷ و ۳,۳۳ در میانه قرار دارند.

میانگین کل معیار "تطابق سیستم با دنیای واقعی" بسیار بالا و برابر با ۳,۸۶ است. عمده رابط کاربری وبگاه‌ها (۱۲ مورد) امتیاز کامل ۴,۰۰ را کسب کرده‌اند. تنها رابط کاربری وبگاه گروه‌های گوگل با میانگین ۳,۰۰ پایین‌ترین امتیاز را داشته و رابط کاربری کورا و خطای سرور با میانگین ۳,۳۳ و ۳,۶۷ در رتبه‌های پایین‌تر قرار گرفته‌اند.

میانگین کل معیار "کنترل و آزادی کاربر" (۳,۲۹) پایین‌تر از میانگین‌های قبلی است. نمره ۳,۳۳ در اکثر وبگاه‌ها (۱۲ مورد) تکرار شده است. وبگاه‌های چگ و گروه‌های گوگل با میانگین ۳,۰۰ ضعیف‌ترین عملکرد را در این معیار داشته‌اند.

میانگین کل معیار "ثبات و استانداردها" (۳,۷۴) بسیار بالا است و نشان‌دهنده عملکرد قوی در ثبات و استانداردهاست. ۱۰ رابط کاربری در بین وبگاه‌های مورد مطالعه از ۱۴ مورد، امتیاز کامل ۴,۰۰ را کسب کرده‌اند. رابط کاربری وبگاه‌های ردیت، چگ، و گروه‌های گوگل با میانگین ۳,۰۰، کمترین امتیاز را داشته‌اند.

جدول ۶ رتبه‌بندی جامعه آماری در رعایت مؤلفه‌های پیشگیری از خطا، تشخیص به جای یادآوری، انعطاف‌پذیری و کارایی استفاده، طراحی زیباشناسانه و مینیمال

میانگین	وبگاه‌های پرسش و پاسخ	میانگین	وبگاه‌های پرسش و پاسخ	میانگین	وبگاه‌های پرسش و پاسخ
۴	کدپروژه	۳,۳۳	کدپروژه	پیشگیری از خطا	تشخیص به جای یادآوری
۴	استک اکسچنج	۳,۳۳	اعتبارسنجی متقابل		
۴	کورا	۳,۳۳	سوپر کاربر		
۴	چگ	۳,۳۳	خطای سرور		
۴	استک اورفلو	۳	استک اورفلو		
۴	کد رنج	۳	استک اکسچنج		
۴	خطای سرور	۳	کد رنج		
۴	اعتبارسنجی متقابل	۳	از اوبونتو بپرسید		
۴	از اوبونتو بپرسید	۳	مهندسی نرم‌افزار		
۴	مهندسی نرم‌افزار	۳	علوم رایانه		
۴	علوم رایانه	۲,۶۷	کورا		
۳,۶۷	سوپر کاربر	۲,۳۳	ردیت		
۳,۳۳	ردیت	۲,۳۳	چگ		
۳	گروه‌های گوگل	۲	گروه‌های گوگل		
۳,۸۶		جمع کل	۲,۹۰	جمع کل	
میانگین	وبگاه‌های پرسش و پاسخ	میانگین	وبگاه‌های پرسش و پاسخ		
۴	استک اورفلو	۴	اعتبارسنجی متقابل		

۴	از اوبونتو بپرسید	طراحی زیباشناسانه و مینیمال	۴	سوپر کاربر	انعطاف پذیری و کارایی استفاده
۴	مهندسی نرم افزار		۴	خطای سرور	
۴	علوم رایانه		۳,۳۳	استک اورفلو	
۳,۳۳	کد پروژه		۳,۳۳	استک اکسچنج	
۳,۳۳	کد رنج		۳,۳۳	کورا	
۳,۳۳	اعتبارسنجی متقابل		۳,۳۳	چگ	
۳	استک اکسچنج		۳,۳۳	کد پروژه	
۳	ردیت		۳,۳۳	از اوبونتو بپرسید	
۳	سوپر کاربر		۳,۳۳	مهندسی نرم افزار	
۳	خطای سرور		۳	ردیت	
۲,۶۷	کورا		۳	علوم رایانه	
۲,۶۷	چگ		۲,۶۷	کد رنج	
۲	گروه های گوگل		۲	گروه های گوگل	
۳,۲۴		جمع کل	۳,۲۶		جمع کل

بر اساس یافته های جدول ۶، میانگین کل معیار "پیشگیری از خطا" (۲,۹۰) در مقایسه با معیارهای قبلی پایین تر است و نشان می دهد رابط کاربری وبگاه های مورد مطالعه در "پیشگیری از خطا" عملکرد ضعیف تری دارند. رابط کاربری وبگاه گروه های گوگل با میانگین ۲,۰۰ ضعیف ترین عملکرد را ثبت کرده است. در مقابل، رابط کاربری کد پروژه، سوپر کاربر، اعتبارسنجی متقابل و خطای سرور با میانگین ۳,۳۳ بهترین عملکرد را در رعایت معیار "پیشگیری از خطا" داشته اند.

معیار "تشخیص به جای یادآوری" بالاترین میانگین کلی (۳,۸۶) را در بین معیارهای مورد بررسی کسب کرد. رابط کاربری وبگاه های مورد مطالعه امتیاز کامل ۴,۰۰ را کسب کردند که نشان دهنده قابلیت تشخیص بسیار بالا در رابط کاربری این وبگاه هاست. رابط کاربری گروه های گوگل با میانگین ۳,۰۰ و ردیت با میانگین ۳,۳۳، کمترین امتیازات را کسب کردند. میانگین کلی معیار "انعطاف پذیری و کارایی استفاده" (۳,۲۶) متوسط رو به بالا است. رابط کاربری وبگاه گروه های گوگل (میانگین ۲,۰۰) ضعیف ترین عملکرد را در معیار انعطاف پذیری و کارایی استفاده نشان داد، به طوری که تنها رابط کاری وبگاه بین جامعه آماری با میانگین ۲,۰۰ است. در مقابل، رابط کاربری سوپر کاربر و خطای سرور با میانگین ۴,۰۰ بهترین کارایی را دارند.

میانگین کلی عملکرد جامعه آماری در زمینه رعایت معیار "طراحی زیباشناسانه و مینیمال" (۳,۲۴) است که نشان دهنده امتیاز متوسط تا خوب است. رابط کاربری گروه های گوگل با میانگین ۲,۰۰ ضعیف ترین عملکرد را در زیبایی شناسی و مینیمال بودن داشته است. در مقابل، رابط کاربری استک اورفلو، از اوبونتو بپرسید، علوم رایانه و مهندسی نرم افزار با میانگین ۴,۰۰ بهترین امتیازات را کسب کرده اند.

جدول ۷. رتبه بندی جامعه آماری در رعایت مؤلفه های کمک به شناسایی و بازیابی خطاها رهنما و مستندسازی

میانگین	وبگاه های پرسش و پاسخ	راهنما و مستندسازی	میانگین	وبگاه های پرسش و پاسخ	کمک به شناسایی و بازیابی خطاها
۴	کد پروژه		۳,۳۳	کد پروژه	
۴	خطای سرور		۳,۳۳	مهندسی نرم افزار	
۴	اعتبارسنجی متقابل		۳,۳۳	اعتبارسنجی متقابل	
۴	استک اورفلو		۳	استک اورفلو	
۳/۶۷	سوپر کاربر		۳	استک اکسچنج	
۳/۶۷	از اوبونتو بپرسید		۳	کد رنج	
۳	کد رنج		۳	سوپر کاربر	
۳	گروه های گوگل		۳	خطای سرور	
۳	استک اکسچنج		۳	از اوبونتو بپرسید	

۳	کورا		۳	علوم رایانه	
۳	ردیت		۲,۶۷	چگ	
۲,۶۷	چگ		۲,۳۳	کورا	
۴	مهندسی نرم‌افزار		۲,۳۳	ردیت	
۴	علوم رایانه		۲	گروه‌های گوگل	
۳/۵۰		جمع کل	۲/۸۸		جمع کل

مطابق یافته‌های جدول ۷، میانگین کلی عملکرد جامعه آماری در رعایت مولفه کمک به شناسایی و بازیابی خطاها (۲,۸۸) است که پایین‌ترین میانگین گزارش شده است. بین ده معیار مورد بررسی است (کمتر از وضعیت عملکرد جامعه آماری در میزان رعایت معیار پیشگیری از خطا با ۲,۹۰). گروه‌های گوگل با میانگین ۲,۰۰ ضعیف‌ترین عملکرد را در این زمینه دارد. بهترین امتیازات (۳,۳۳) توسط رابط کاربری کدپروژه، اعتبارسنجی متقابل و مهندسی نرم‌افزار کسب شده است. معیار راهنما و مستندسازی از لحاظ عملکرد جامعه آماری در رعایت آن امتیاز کلی بالایی (۳,۵۰) کسب کرده است. ۸ وبگاه (از جمله از اوبونتو پرسید، علوم رایانه، مهندسی نرم‌افزار، اعتبارسنجی متقابل، کدپروژه و استک اورفلو) امتیاز کامل ۴,۰۰ را کسب کرده‌اند. چگ با میانگین ۲,۶۷ ضعیف‌تر عمل کرده است.

پرسش دوم: رتبه‌بندی عملکرد رابط کاری وبگاه‌های مورد مطالعه بر پایه رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن چگونه است؟

در جداول ۵ تا ۷ جامعه آماری بر اساس میانگین رعایت مؤلفه‌های موردبررسی به تفکیک ده اصل کاربردپذیری نیلسن رتبه‌بندی شد. در جدول ۸ نتایج حاصل از تحلیل آزمون فریدمن ارائه شد.

جدول ۸. رتبه‌بندی جامعه آماری بر پایه رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن

وبگاه	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	حداقل	حداکثر
مهندسی نرم‌افزار	۳,۷	۰,۱۷۳	۰,۱	۳,۶	۳,۹
استک اورفلو	۳,۶۷	۰,۱۱۵	۰,۰۶۷	۳,۶	۳,۸
کدپروژه	۳,۶۷	۰,۲۸۹	۰,۱۶۷	۳,۵	۴
از اوبونتو پرسید	۳,۶۷	۰,۱۱۵	۰,۰۶۷	۳,۶	۳,۸
اعتبارسنجی متقابل	۳,۶۳	۰,۳۲۱	۰,۱۸۶	۳,۴	۴
علوم رایانه	۳,۶۳	۰,۵۸	۰,۰۳۳	۳,۶	۳,۷
خطای سرور	۳,۶	۰,۱	۰,۰۵۸	۳,۵	۳,۷
سوپر کاربر	۳,۵۷	۰,۱۵۳	۰,۰۸۸	۳,۴	۳,۷
استک اکسچنج	۳,۴۳	۰,۱۵۳	۰,۰۸۸	۳,۳	۳,۶
کد رنج	۳,۲۷	۰,۲۰۸	۰,۱۲	۳,۱	۳,۵
کورا	۳,۲	۰,۲۶۵	۰,۱۵۳	۲,۹	۳,۴
چگ	۳,۱	۰,۳	۰,۱۷۳	۲,۸	۳,۴
ردیت	۳,۰۳	۰,۲۳۱	۰,۱۳۳	۲,۹	۳,۳
گروه‌های گوگل	۲,۶	۰	۰	۲,۶	۲,۶
مجموع کل	۳,۴۱	۰,۳۶۰	۰,۰۵۶	۲,۶۰	۴,۰۰

جدول ۸ نشان داد میانگین کلی امتیاز نهایی رابط کاربری وبگاه‌ها در رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن ۳,۴۱ از ۴,۰۰ است. رابط کاربر وبگاه گروه‌های گوگل با فاصله زیاد (۲,۶۰) ضعیف‌ترین عملکرد کلی را دارد. رابط کاربری وبگاه مهندسی نرم‌افزار (۳,۷۰)، استک اورفلو، کدپروژه و از اوبونتو پرسید (هر سه ۳,۶۷) در صدر جدول ۸ قرار دارند.

انحراف معیار کلی (۰,۳۶۰) نشان‌دهنده پراکندگی قابل توجهی در عملکرد رابط کاربری وبگاه‌ها بر اساس اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن است. در این میان رابط کاربر وبگاه علوم رایانه با انحراف معیار ۰,۵۸ بالاترین تنوع عملکرد را در رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن از خود نشان داد. اما رابط کاربر وبگاه استک اورفلو و از اوبونتو پی‌رسید با انحراف معیار ۰,۱۱۵ و خطای سرور با انحراف معیار ۰,۱ و گروه‌های گوگل با انحراف معیار ۰ امتیازات یکدستی را در رعایت هر یک از اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن به دست آورده بودند.

جدول ۹ رتبه‌بندی میانگین رابط کاربری وبگاه‌ها بر اساس امتیازات کل (رتبه‌های کسب شده در هر معیار) را بر اساس نتیجه آزمون ناپارامتریک فریدمن را ارائه می‌دهد:

جدول ۹. رتبه‌بندی میانگین رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه

وبگاه	میانگین رتبه‌ای	آزمون فریدمن	
۱. کدپروژه	۱۰,۱۵	آماره کای-دو	آماره کای-دو
۲. مهندسی نرم‌افزار	۱۰	درجه آزادی	درجه آزادی
۳. اعتبارسنجی متقابل	۹,۹	سطح معنی‌داری	سطح معنی‌داری
۴. استک اورفلو	۹,۵		
۵. از اوبونتو پی‌رسید	۹,۵		
۶. علوم رایانه	۹,۰۵		
۷. خطای سرور	۸,۸۵		
۸. سوپر کاربر	۸,۴۵		
۹. استک اکسچنج	۷,۶۵		
۱۰. کد رنج	۶,۳		
۱۱. کورا	۵,۵		
۱۲. چگ	۴,۴۵		
۱۳. ردیت	۴,۰۱۵		
۱۴. گروه‌های گوگل	۱,۵۵		

نتایج حاصل از جدول ۹ نشان داد بالاترین رتبه (بهترین عملکرد) رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه بر اساس بالاترین میانگین رتبه (نزدیک به ۱۴) به ترتیب به رابط کاربری کدپروژه (۱۰,۱۵)، مهندسی نرم‌افزار (۱۰) اعتبارسنجی متقابل (۹,۹۰) از اوبونتو پی‌رسید و استک اورفلو (هر دو ۹,۵۰) در رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن تعلق گرفت و نشان داد در بین جامعه آماری رابط کاربری آن‌ها بهترین عملکرد را در رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن داشته‌است.

پایین‌ترین رتبه (ضعیف‌ترین عملکرد) به رابط کاربری وبگاه‌هایی با پایین‌ترین میانگین رتبه تعلق گرفت و نشان داد رابط کاربری آن‌ها ضعیف‌ترین عملکرد را داشته‌است. رابط کاربری گروه‌های گوگل با کسب میانگین رتبه‌ای (۱,۵۵) به وضوح پایین‌ترین رتبه و ضعیف‌ترین عملکرد را در جامعه آماری داشت. رابط کاربری ردیت (۴,۱۵) و چگ (۴,۴۵) نیز در زمره ضعیف‌ترین رابط کاربری در بین جامعه آماری از نظر رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن تشخیص داده شدند.

نتیجه سطح معنی‌داری آزمون فریدمن کوچکتر از ۰,۰۵ شد (۰,۰۰۰) و تأیید کرد که تفاوت معناداری در رتبه‌بندی بین رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه وجود دارد. به عبارت دیگر، با توجه به امتیازاتی که هر وبگاه در ۱۴ معیار کسب کرده، برخی وبگاه‌ها به طور سیستمی از لحاظ رابط کاربری مطابق رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن بهتر از بقیه عمل کرده‌اند.

پرسش سوم پژوهش: آیا بین عملکرد رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه از نظر رعایت هر یک از اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن تفاوت معناداری وجود دارد؟

جدول ۱۰ نتایج آزمون کروسکال-والیس را در زمینه وضعیت تفاوت بین عملکرد رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه از نظر رعایت هر یک از اصول ده‌گانه کاربردپذیری را نشان می‌دهد:

جدول ۱۰. نتایج کروسکال-والیس برای امتیاز کلی عملکرد جامعه آماری در رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن

معیار	آماره اچ	درجه آزادی	سطح معناداری	نتیجه‌گیری (تفاوت بین وبگاه‌ها)
قابلیت مشاهده وضعیت سیستم	۲۷,۴۹۴	۱۳	۰,۰۱۱	معنادار
تطابق سیستم با دنیای واقعی	۳۰,۳۷۰	۱۳	۰,۰۰۴	معنادار
کنترل و آزادی کاربر	۲,۷۳۳	۱۳	۰,۹۹۹	معنادار نیست
ثبات و استانداردها	۳۷,۶۳۳	۱۳	۰,۰۰۰	معنادار
پیشگیری از خطا	۲۵,۲۱۱	۱۳	۰,۰۲۲	معنادار
تشخیص به جای یادآوری	۳۰,۳۷۰	۱۳	۰,۰۰۴	معنادار
انعطاف‌پذیری و کارایی استفاده	۲۳,۷۸۰	۱۳	۰,۰۳۳	معنادار
طراحی زیباشناسانه و مینیمال	۳۳,۳۸۷	۱۳	۰,۰۰۱	معنادار
کمک به شناسایی و بازیابی خطاها	۲۵,۹۵۰	۱۳	۰,۰۱۷	معنادار
راهنما و مستندسازی	۳۵,۵۴۸	۱۳	۰,۰۰۱	معنادار
امتیاز کل	۳۰,۱۴۳	۱۳	۰,۰۰۴	معنادار

جدول ۱۰ نشان داد سطح معناداری (۰,۰۱۱) کمتر از ۰,۰۵ است. بنابراین، تفاوت معناداری در میزان قابلیت مشاهده وضعیت سیستم بین وبگاه‌ها وجود دارد.

سطح معناداری (۰,۰۰۴) بسیار کمتر از سطح آلفای ۰,۰۵ است. این نشان می‌دهد که تفاوت‌های مشاهده شده در امتیازات میانگین رابط کاربری وبگاه‌ها برای معیار "تطابق سیستم با دنیای واقعی" از نظر آماری معنادار است.

سطح معناداری (۰,۹۹۹) بسیار بزرگتر از ۰,۰۵ است. این بدان معناست که تفاوت مشاهده شده بین میانگین امتیازات رابط کاربری وبگاه‌ها برای معیار "کنترل و آزادی کاربر" از نظر آماری معنادار نیست. به عبارت دیگر، تمام رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه در این زمینه عملکرد مشابهی (حول میانگین ۳,۲۹) دارند.

سطح معناداری (۰,۰۰۰) بسیار کمتر از سطح آلفای ۰,۰۵ است. این نشان می‌دهد که تفاوت بین میانگین امتیازات عملکردی رابط کاربری وبگاه‌ها در رعایت معیار "ثبات و استانداردها" از نظر آماری معنادار است.

سطح معناداری (۰,۰۲۲) کوچکتر از ۰,۰۵ است. این نشان می‌دهد که تفاوت بین میانگین امتیازات عملکرد رابط کاربری وبگاه‌ها برای معیار "پیشگیری از خطا" از نظر آماری معنادار است. برخی رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه (مانند گروه‌های گوگل) به طور قابل توجهی کمتر از سایرین در جلوگیری از خطای کاربر امتیاز گرفته‌اند.

سطح معناداری (۰,۰۰۴) بسیار کوچکتر از ۰,۰۵ است. این نشان می‌دهد که تفاوت بین میانگین امتیازات عملکرد رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه برای معیار "تشخیص به جای یادآوری" از نظر آماری معنادار است، علیرغم اینکه بیشتر رابط کاربری وبگاه‌ها امتیازات بالایی کسب کرده‌اند.

سطح معناداری (۰,۰۳۳) کوچکتر از ۰,۰۵ است. این نشان می‌دهد که تفاوت بین میانگین امتیازات عملکرد رابط کاربری وبگاه‌ها برای معیار "انعطاف‌پذیری و کارایی استفاده" از نظر آماری معنادار است، به این معنی که تفاوت عملکردی بین رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه در این زمینه قابل توجه است.

سطح معناداری (۰,۰۰۱) بسیار کوچکتر از ۰,۰۵ است. این نشان می‌دهد که تفاوت معنادار آماری بین عملکرد رابط کاربری وبگاه‌ها در رعایت معیار "طراحی زیباشناسانه و مینیمال" وجود دارد.

سطح معناداری (۰,۰۱۷) کوچکتر از ۰,۰۵ است. این نشان می‌دهد که تفاوت آماری معناداری در میزان عملکرد رابط کاربری وبگاه‌ها در رعایت معیار "شناسایی و بازیابی خطاها" وجود دارد.

سطح معناداری (۰,۰۰۱) نشان می‌دهد که تفاوت در بین عملکرد رابط کاربری وبگاه‌های مورد مطالعه در رعایت معیار "راهنما و مستندسازی" از نظر آماری معنادار است. با وجود میانگین کلی بالا، برخی وبگاه‌ها (مانند چگ) به طور معناداری عملکرد پایین‌تری نسبت به بهترین‌ها داشته‌اند.

سطح معناداری (۰,۰۰۴) کوچکتر از ۰,۰۵ است. این قوی‌ترین تأیید آماری است که نشان می‌دهد تفاوت معناداری در عملکرد کلی (میانگین امتیاز کل) بین رابط کاربری وبگاه‌های مورد بررسی در رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن وجود دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر در ارزیابی رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن نشان داد که وبگاه‌های پرسش‌وپاسخ علوم رایانه در برخی معیارها عملکرد مطلوب‌تری دارند. بیشترین میانگین رعایت مربوط به دو معیار «تطابق سیستم با دنیای واقعی» و «تشخیص به‌جای یادآوری» با میانگین ۳,۸۶ بود که نشان می‌دهد این وبگاه‌ها در استفاده از اصطلاحات تخصصی، ساختارهای آشنا برای کاربران علوم رایانه و نمایش گزینه‌های قابل مشاهده عملکرد مناسبی دارند. همچنین معیارهای «ثبات و استاندارد» و «مشاهده وضعیت سیستم» با میانگین ۳,۶۰ و «راهنما و مستندسازی» با میانگین ۳,۵۰ در سطح قابل قبول قرار داشتند. در مقابل، پایین‌ترین میزان رعایت مربوط به معیارهای «کمک به شناسایی، تشخیص و بازیابی خطاها» با میانگین ۲,۸۸ و «پیشگیری از خطا» با میانگین ۲,۹۰ بود. این یافته نشان می‌دهد که اگرچه وبگاه‌های مورد بررسی در فراهم کردن محیطی مناسب برای تبادل دانش و تعامل کاربران موفق بوده‌اند، اما در زمینه طراحی سازوکارهای پیشگیرانه، پیام‌های خطای مؤثر و پشتیبانی از کاربران هنگام مواجهه با مشکلات تعاملی، همچنان ظرفیت بهبود دارند. همچنین معیار «کنترل و آزادی کاربر» با میانگین ۳,۲۹ نشان داد که امکان ویرایش، اصلاح یا مدیریت تعاملات کاربران در برخی وبگاه‌ها نیازمند توجه بیشتر است. بررسی رتبه کلی وبگاه‌ها نشان داد که هیچ‌یک از وبگاه‌های مورد مطالعه نتوانسته‌اند حداکثر امتیاز ممکن در رعایت تمامی اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن را کسب کنند. در میان وبگاه‌های بررسی‌شده، «کدپروژه» با میانگین رتبه ۱۰,۱۵ که یکی از قدیمی‌ترین و معتبرترین بسترهای آنلاین تخصصی در حوزه برنامه‌نویسی و توسعه نرم‌افزار است که در سال ۱۹۹۹ تأسیس شده است (گریگورسکو، ۲۰۲۴)، «مهندسی نرم‌افزار» با میانگین ۱۰، «اعتبارسنجی» متقابل با میانگین ۹,۹۰، «از اوبونتو بپرسید» و «استک اورفلو» هر دو با میانگین ۹,۵۰ عملکرد مطلوب‌تری در رعایت اصول کاربردپذیری نشان دادند. این وبگاه‌ها با بهره‌گیری از ساختارهای منظم، ناوبری مناسب، راهنماهای کاربردی و طراحی نسبتاً سازگار، تجربه کاربری مطلوب‌تری برای کاربران فراهم کرده‌اند. در مقابل، «گروه‌های گوگل» با میانگین ۱,۵۵ و «ردیت» با میانگین ۴,۱۵ در مقایسه با سایر وبگاه‌ها عملکرد پایین‌تری داشتند که می‌تواند نشان‌دهنده نیاز به بازنگری در برخی جنبه‌های طراحی رابط و تعامل کاربر باشد. چرا که آن‌ها نتوانسته‌اند نیازهای تعامل پویا و پیشرفته کاربران را تأمین کنند. این درحالی است مبتنی بر نتایج اسپیج^۲ (۲۰۲۰) و رامب^۳ (۲۰۱۵) «گروه‌های گوگل» یکی از قدیمی‌ترین و پایدارترین بسترهای آنلاین ارتباطی و تبادل دانش در محیط وب است که در سال ۲۰۰۱ توسط شرکت گوگل راه‌اندازی شده و یکی از نقاط قوت این وبگاه پرسش و پاسخ، آرشیو ماندگار و قابل جستجوی آن است که میلیون‌ها گفت‌وگوی تخصصی را در خود جای داده است، همچنین مبتنی بر یافته‌های پیشین (آلومبا^۴ و همکاران، ۲۰۱۹؛ داهیا و تالوکدار^۵، ۲۰۱۶) «ردیت» یکی از بزرگ‌ترین و تأثیرگذارترین وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه محسوب شده بی‌توجهی به رابط کاربری کاربرپسند مانع استفاده اعضا از قابلیت‌های ویژه آن خواهد شد.

یافته‌های حاصل از آزمون آماری نیز نشان داد که بین عملکرد کلی رابط کاربری وبگاه‌های مورد بررسی در رعایت اصول ده‌گانه کاربردپذیری نیلسن تفاوت معناداری وجود دارد (سطح معناداری ۰,۰۰۴). این نتیجه بیانگر آن است که وبگاه‌های مورد مطالعه از نظر میزان توجه به اصول کاربردپذیری عملکرد یکسانی ندارند و تفاوت در طراحی رابط کاربری می‌تواند به ایجاد تجربه‌های متفاوت برای کاربران منجر شود.

¹ Grigorescu

² Schug

³ Rambe

⁴ Alambo

⁵ Dahiya & Talukdar

مقایسه یافته‌های پژوهش حاضر با مطالعات پیشین نشان می‌دهد که بخش عمده تحقیقات گذشته در حوزه وبگاه‌های پرسش و پاسخ بر جنبه‌های فنی سامانه، از جمله ارزیابی اطلاعات، رتبه‌بندی پاسخ‌ها، تحلیل کیفیت محتوا و توسعه مدل‌های محاسباتی تمرکز داشته‌اند. برای نمونه، مطالعات میرروشندل و برشبان (۱۳۹۶)، حسینی و زاهدی (۱۳۹۷)، حسینی و همکاران (۱۳۹۸)، قنبری و گلزاری (۱۳۹۹) و اسد و ممتازی (۱۴۰۳) عمدتاً به بهبود فرآیند ارزیابی پاسخ، ارزیابی کیفیت پاسخ‌ها و تحلیل ساختار داده‌ها پرداخته‌اند. همچنین مطالعات خارجی مانند وچولدر و همکاران (۲۰۰۴)، کلی و همکاران (۲۰۰۹)، یینگ، کانتور و مورس (۲۰۱۱) و هارتوان و سوهارتونو (۲۰۱۵) نیز بیشتر بر عملکرد سامانه، رفتار کاربران یا مدل‌های ارزیابی تمرکز داشته‌اند. در مقابل، پژوهش حاضر با تمرکز مستقیم بر رابط کاربری و تجربه کاربر، یکی از ابعاد کمتر بررسی شده در ادبیات پژوهش را مورد توجه قرار داده است. نتایج این پژوهش نشان داد که علاوه بر کیفیت الگوریتم‌ها و محتوای پاسخ‌ها، ویژگی‌های طراحی رابط مانند وضوح تعامل، مدیریت خطا، دسترسی به راهنماها و کنترل کاربر نیز نقش مهمی در اثربخشی وبگاه‌های پرسش و پاسخ دارند. از این منظر، پژوهش حاضر مکمل مطالعات پیشین بوده و چارچوبی انسان‌محور برای ارزیابی این نوع سامانه‌ها ارائه می‌کند.

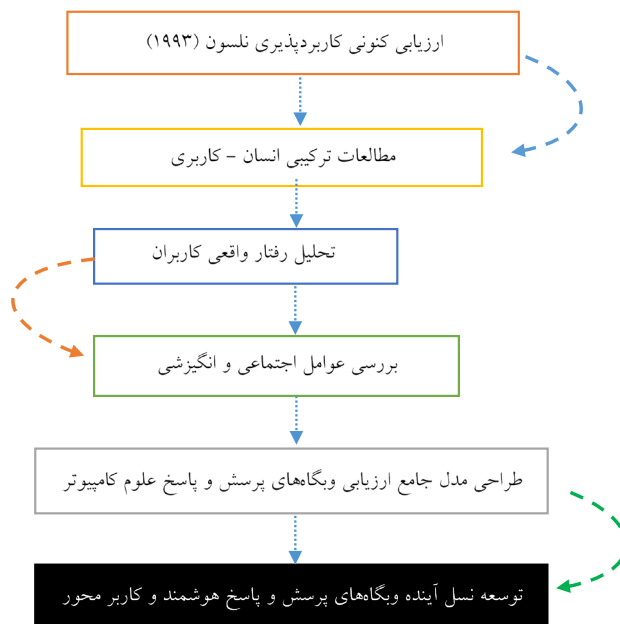
بر اساس یافته‌های پژوهش، پیشنهاد می‌شود توسعه‌دهندگان وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه در طراحی و بهبود نسخه‌های آینده، علاوه بر قابلیت‌های فنی، توجه بیشتری به اصول کاربرپذیری داشته باشند. به‌طور خاص، بهبود پیام‌های خطا، ایجاد سازوکارهای پیشگیری از خطا، افزایش امکان کنترل تعاملات توسط کاربران، ساده‌سازی طراحی بصری و توسعه مستندات آموزشی می‌تواند به ارتقای تجربه کاربری منجر شود. همچنین الگوبرداری از وبگاه‌هایی که عملکرد مطلوب‌تری در این پژوهش داشته‌اند، می‌تواند راهنمای مناسبی برای طراحی محیط‌های پرسش و پاسخ کارآمدتر باشد.

پژوهش حاضر با وجود ارائه چارچوبی نظام‌مند برای ارزیابی کاربرپذیری وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه، دارای محدودیت‌هایی است. نخست، ارزیابی رابط کاربری بر اساس روش ارزیابی اکتشافی و اصول ده‌گانه کاربرپذیری نیلسن انجام شده است؛ بنابراین نتایج، دیدگاه ارزیابان متخصص را منعکس می‌کند و ممکن است به‌طور کامل بیانگر تجربه تمامی گروه‌های کاربران نباشد. دوم، جامعه پژوهش محدود به ۱۴ وبگاه فعال و تخصصی حوزه علوم رایانه بوده است و تعمیم نتایج به سایر رشته‌ها یا انواع دیگر سامانه‌های پرسش و پاسخ نیازمند مطالعات بیشتر است. سوم، این پژوهش بر جنبه‌های رابط کاربری تمرکز داشته و عواملی مانند کیفیت علمی پاسخ‌ها، انگیزش مشارکت کاربران، ویژگی‌های اجتماعی جوامع آنلاین و رفتار واقعی کاربران در محیط استفاده بررسی نشده است. همچنین به دلیل تفاوت در اهداف و روش‌های مطالعات پیشین، مقایسه مستقیم با بسیاری از پژوهش‌های گذشته که بر الگوریتم‌ها و کیفیت پاسخ‌ها تمرکز داشته‌اند، با محدودیت همراه است.

برای توسعه دانش موجود در این حوزه، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده با استفاده از روش‌های ترکیبی، شامل ارزیابی اکتشافی، آزمون کاربرپذیری با کاربران واقعی، مصاحبه و تحلیل داده‌های رفتاری، ابعاد مختلف تجربه کاربر را بررسی کنند. همچنین بررسی تأثیر ویژگی‌هایی مانند ساختار جامعه کاربران، نوع محتوا، نظام امتیازدهی، سازوکارهای انگیزشی و استفاده از فناوری‌های هوشمند در طراحی رابط کاربری می‌تواند زمینه‌های جدیدی برای پژوهش فراهم سازد. علاوه بر این، ارزیابی دوره‌ای وبگاه‌ها پس از اعمال تغییرات طراحی می‌تواند میزان اثربخشی اصلاحات انجام شده را مشخص کند.

به منظور ارائه مسیر منسجم برای ادامه مطالعات، نقشه راه پژوهشی پیشنهادی در شکل (۱) ارائه شده است. این نقشه، مسیر حرکت پژوهش‌های آینده را از ارزیابی اولیه کاربرپذیری تا توسعه چارچوب‌های هوشمند و کاربرمحور برای نسل آینده وبگاه‌های پرسش و پاسخ نشان می‌دهد.

مدل جامع ارزیابی و توسعه نسل آینده وبگاه‌های پرسش و پاسخ



شکل ۱. نقشه راه پژوهشی پیشنهادی برای مطالعات آینده کاربردپذیری وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه

شکل ۱ مسیر پیشنهادی برای توسعه پژوهش‌های آینده در زمینه ارزیابی و بهبود وبگاه‌های پرسش و پاسخ علوم رایانه را نشان می‌دهد. این نقشه راه بیانگر آن است که مطالعات آینده می‌توانند از ارزیابی‌های اولیه مبتنی بر اصول کاربردپذیری فراتر رفته و با ترکیب داده‌های رفتاری کاربران، روش‌های کیفی، تحلیل‌های هوشمند و عوامل اجتماعی، به سمت طراحی چارچوب‌های جامع‌تر برای توسعه محیط‌های پرسش و پاسخ سازگار، تعاملی و کاربرمحور حرکت کنند.

ملاحظات اخلاقی

اصول اخلاقی علمی در انتشار مقاله حاضر لحاظ شده است.

مشارکت نویسندگان

نویسنده اول: طراحی ایده پژوهش، نظارت علمی، تحلیل نتایج، بازنگری و تدوین نهایی مقاله. نویسنده دوم: گردآوری داده‌ها، ارزیابی وبگاه‌ها، انجام تحلیل‌های آماری و تفسیر یافته‌ها. نویسنده سوم: مشارکت در تدوین چارچوب نظری، تحلیل محتوا و اصلاح نسخه نهایی مقاله.

تعارض منافع

در مقاله حاضر تعارض منافع برای انتشار وجود ندارد.

منبع حمایت‌کننده

فاقد حامی است.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از داوران ناشناس برای ارتقای کیفیت مقاله قدردانی می‌کنند.

منابع

- اسد، علی؛ و ممتازی، سعیده (۱۴۰۳). تعبیه گراف دانش به منظور بهبود سامانه‌های پرسش و پاسخ فارسی، زبان و زبان‌شناسی، ۴۰، ۱۳۵-۱۵۲.
- حسینی، محمد مهدی؛ زاهدی، مرتضی؛ حسن‌پور، حمید (۱۳۹۸). یک مدل آماری جهت ارزیابی سامانه‌های پرسش و پاسخ تعاملی با استفاده از رگرسیون. *پردازش علائم و داده‌ها*، ۱۶ (۳)، ۳۷-۴۸.
- حسینی، محمد مهدی؛ زاهدی، مرتضی؛ و حسن‌پور، حمید (۱۳۹۸). مجموعه‌ای از ویژگی‌های آماری جدید برای ارزیابی سیستم‌های پرسش و پاسخ تعاملی. *مهندسی برق (دانشکده فنی دانشگاه تبریز)*، ۴۹ (۳)، ۱۰۴۵-۱۰۵۴.
- حسینی، محمد مهدی؛ و زاهدی، مرتضی (۱۳۹۷). ارائه یک مدل احتمالاتی جهت تعیین انسجام متن در سیستم‌های پرسش و پاسخ تعاملی. *پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۳۳ (۴)، ۱۷۳۷-۱۷۶۰.
- <https://doi.org/10.35050/JIPM010.2018.032>
- زاهدی نوقابی، مهدی؛ فتاحی، رحمت‌اله؛ صالحی‌فردی، جواد؛ و نوکاریزی، محسن (۱۴۰۱). مؤلفه‌های رابط کاربر و اثر آن بر استفاده کاربران از وبگاه. *کتابداری و اطلاع‌رسانی*، ۲۵ (۳)، ۸۶-۱۱۴.
- غفاری، سعید؛ و بختیاری، مسعود (۱۴۰۳). بررسی رابط کاربری در صفحات وب کتابخانه‌های دیجیتالی: معیارهای پیشنهادی برای کتابخانه‌های دانشگاه پیام‌نور. *تعامل انسان و اطلاعات*، ۱۱ (۱)، ۹۴-۱۱۲.
- غلامی، طاهره (۱۳۹۸). ارزیابی رابط کاربری شبکه‌های اجتماعی علمی. *علوم و فنون مدیریت اطلاعات*، ۵ (۳)، ۹-۲۹.
- طاوسی، مریم؛ نقشینه، نادر؛ زره‌ساز، محمد؛ و محبوب، سیامک (۱۴۰۳). پیشنهاد چارچوبی مفهومی برای زیبایی‌شناسی تصاویر در وب با رویکرد فراترکیب و رتبه‌بندی مؤلفه‌های شناسایی شده. *تعامل انسان و اطلاعات*، ۱۱ (۳)، ۴۰-۷۰.
- فهیم‌نیا، فاطمه (۱۳۹۳). بررسی و مقایسه ویژگی‌های رابط کاربر پایگاه‌های اطلاعاتی ISI(WOS), Springer, Elsevier, Ovid و Ebsco از دیدگاه کاربران در دانشگاه تهران. *تعامل انسان و اطلاعات*، ۱۱ (۱)، ۶۸-۷۳.
- مسعودی‌فرد، فهیمه (۱۴۰۵). تحلیل رفتار اطلاع‌یابی دانشجویان رشته رایانه در بستر آنلاین استک اورفلو: یک مطالعه موردی با استفاده از چارچوب نظری جستجوگری اطلاعات، *پایان‌نامه کارشناسی/رشد*، تهران: دانشگاه الزهرا.
- معرفت، رحمان؛ بزی، فاطمه؛ و آزادی، قاسم (۱۴۰۳). ارزیابی تجربه تعامل کاربران با نمادها و نشانه‌های تصویری در گرافیک وبسایت‌ها و اپلیکیشن‌ها: مرور نظام‌مند. *تعامل انسان و اطلاعات*، ۱۱ (۴)، ۲۰-۴۱.
- میرروشندل، سیدابوالقاسم؛ و برشبان، یاسمن (۱۳۹۶). یک سیستم نوین پرسش و پاسخ مذهبی در زبان فارسی. *صنایع الکترونیک*، ۸ (۲)، ۷۳-۸۸.
- نوروژی، یعقوب. (۱۳۹۲). *رابط کاربر کتابخانه دیجیتالی*. قم: دانشگاه قم.
- نوروژی، یعقوب؛ رادفر، حمیدرضا؛ و جعفری‌فر، نیره (۱۴۰۴). ارزیابی رابط کاربر وبسایت ناشران بین‌المللی براساس مدل کسب‌وکار نوآورانه. *تعامل انسان و اطلاعات*، ۱۲ (۲)، ۷۱-۹۳.
- نوروژی، یعقوب؛ تراشی، سیما؛ و جعفری‌فر، نیره (۱۴۰۳). ارزیابی رابط کاربر صفحات وب فارسی موزه‌های ایران. *تعامل انسان و اطلاعات*، ۱۱ (۲)، ۱۰۰-۱۲۲.

References

- Agarwal, R., & Venkatesh, V. (2002). Assessing a firm's web presence: A heuristic evaluation procedure for the measurement of usability. *Information Systems Research*, 13(2), 168-186. <https://doi.org/10.1287/isre.13.2.168.84>
- Alambo, A., Gaur, M., Lokala, U., Kursuncu, U., Thirunarayan, K., Gyrard, A., ... & Pathak, J. (2019, January). Question answering for suicide risk assessment using reddit. In *2019 IEEE 13th International Conference on Semantic Computing (ICSC)* (pp. 468-473). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICOSC.2019.8665525>
- Alnanih, R., Orji, R., & El Saddik, A. (2015). Evaluating the usability of web-based learning management systems using Nielsen's heuristics. *Procedia Computer Science*, 72, 554-561.

- Asad, A., & Momtazi, S. (2024). Knowledge graph embedding to improve Persian question-answering systems. *Language and Linguistics*, 40, 135–152. [In Persian]
- Batista, J., & Sampaio, P. (2021). Applying Nielsen's heuristics to the evaluation of e-government portals: A comparative study. *Government Information Quarterly*, 38(4), 101583. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2021.101583>
- Dahiya, Y., & Talukdar, P. (2016). Discovering response-eliciting factors in social question answering: A reddit inspired study. In *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*, 10(1), 82-91. <https://doi.org/10.1609/icwsm.v10i1.14752>
- Fahimnia F, Goodarzian P. Review and comparison of User Interface Characteristics of (Springer, Elsevier, Ebsco, ISI(WOS) and Ovid) as Perceived by University of Tehran Users. *Human Information Interaction* 2014; 1 (1), 68-76. [In Persian]
- Ghaffari, S., & Bakhtiari, M. (2024). Examining the user interface on the web pages of digital libraries: proposed criteria for the libraries of Payam Noor University. *Human Information Interaction*, 11(1), 94-112. [In Persian]
- Gholami, T. (2019). -. *Sciences and Techniques of Information Management*, 5(3), 9-29. doi: 10.22091/stim.2019.1487. [In Persian]
- Grigorescu, T. (2024). *Identify discussions on a topic: An analysis of CodeProject messages regarding workplace fairness issues related to software developers* (Doctoral dissertation).
- Hartawan, A., & Suhartono, D. (2015). Using Vector Space Model in Question Answering System. *Procedia Computer Science*, 58, 305–311. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.570>
- Hosseini, M. M., & Zahedi, M. (2018). A probabilistic model for determining text coherence in interactive question-answering systems. *Journal of Information Processing and Management*, 33(4), 1737–1760. [In Persian] <https://doi.org/10.35050/JIPM010.2018.032>
- Hosseini, M. M., Zahedi, M., & Hasanpour, H. (2019). A set of new statistical features for evaluating interactive question-answering systems. *Electrical Engineering (Faculty of Engineering, University of Tabriz)*, 49(3), 1045–1054. [In Persian] <https://doi.org/10.29252/jsdp.16.3.48>
- Hosseini, M. M., Zahedi, M., & Hasanpour, H. (2019). A statistical model for evaluating interactive question-answering systems using regression. *Signal and Data Processing*, 16(3), 37–48. [In Persian] <https://doi.org/10.29252/jsdp.16.3.48>
- Kelly, D., Kantor, P. B., Morse, E. L., Scholtz, J., & Sun, Y. (2009). Questionnaires for eliciting evaluation data from users of interactive question answering systems. *Natural Language Engineering*, 15(1), 119–141. <https://doi.org/10.1017/S1351324908004932>
- Kumar, N., & Bhardwaj, A. (2019). Usability evaluation of educational websites based on Nielsen's heuristics. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 10(2), 150–157. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0100220>
- Marefat, R., Bazzi, F., & Azadi, G. (2025). Evaluation of user experience in symbols and visual signs in the graphics of websites and applications. *Human Information Interaction*, 11(4), 20-41. [In Persian]
- Masoudifard, F. (2026). *Analysis of information-seeking behavior of computer engineering students at Iran University of Science and Technology (IUST) using the Information Foraging Theory (IFT) on Stack Overflow* (Unpublished master's thesis). Alzahra University. [In Persian]
- Mir Roshandel, S., & Bershban, Y. (2017). A novel religious question-answering system in Persian. *Journal of Electronic Industries*, 8(2), 73–88. [In Persian]
- Mustafa, S., Zhang, W., & Naveed, M. M. (2024). How to mend the dormant user in Q&A communities? A social cognitive theory-based study of consistent geeks of StackOverflow. *Behaviour & Information Technology*, 43(10), 2024-2043. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2023.2237604>
- Nielsen, J. (1993). Usability engineering. Cambridge, MA: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-052029-2.50007-3>
- Norouzi Y., Radfar, H., & Jafari Far, N. (2025). Evaluation of the user interface of international publishers' websites based on the innovative business model. *Human Information Interaction*, 12(2), 71-93. [In Persian] <http://hii.khu.ac.ir/article-1-3207-fa.html>
- Norouzi, Y. (2013). *User interface of digital library*. University of Qom. [In Persian]

- Norouzi, Y., Tarashi, S., & Jafarifar, N. (2024). Evaluation of the user interface of Persian web pages of Iranian museums. *Human Information Interaction*, 11(2), 100-122. [In Persian]
- Oyero, O., & Olojede, O. (2020). Heuristic evaluation of mobile health applications using Nielsen's usability principles. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(18), 1734-1745. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1785151>
- Rambe, P. (2015). Technology for Interactive Engagement or Tools for Differential Academic Participation? Using Google Groups for Collaborative Learning at a South African University. *44 TH ANNUAL SOUTHERN AFRICAN COMPUTER LECTURERS ASSOCIATION 2015 (SACLA 2015)*, 57.
- Reis, J. P. D., Abreu, F. B. E., & Carneiro, G. D. F. (2022). Crowdsourcing: A preliminary study on using collective knowledge in code smells detection. *Empirical Software Engineering*, 27(3), 69. <https://doi.org/10.1007/s10664-021-10110-5>
- Rodrigo, A., & Penas, A. (2017). A study about the future evaluation of Question-Answering systems. *Knowledge-Based Systems*, 137, 83-93. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2017.09.015>
- Schug, D. (2020). Flipped classrooms: Using Google Groups to facilitate in-class communication. *ASp. la revue du GERAS*, (78), 129-144. <https://doi.org/10.4000/asp.6882>
- Tavosi, M., Naghshineh, N., Zerehsaz, M., Mahboub, S. (2024). Proposing a conceptual framework for the aesthetics of images on the web: Meta-synthesis and ranking components identified. *Human Information Interaction*, 11(3), 40-70.
- Wacholder, N., Small, S. G., Bai, B., Kelly, D., Trittman, R., Ryan, S., Salkin, R. (2004). Designing a Realistic Evaluation of an End-to-end Interactive Question Answering System. In *LREC*. <https://doi.org/10.63317/3k5b3a369uwc>
- Ying, S., Kantor, P. B., & Morse, E. L. (2011). Using cross-evaluation to evaluate interactive QA systems. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 62(9), 1653-1665. <https://doi.org/10.1002/asi.21585>
- Zahedi Nooghabi, M., Fattahi, R., Salehi Fadardi, J., & Nowkarizi, M. (2022). The User Interface Elements and Their Impact on Website Usage. *Library and Information Sciences*, 25(3), 86-114. [In Persian]