

The Inclusivity Level of the Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc) Systems, Focusing on WCAG 2.2 Indicators and the Experience of Users with Visual Impairments

Azam Najafgholinejad*

PhD in Knowledge and Information Science; Assistant Professor; Data Science, Information, and Artificial Intelligence Research Group; National Library and Archives of I.R. Iran; Tehran, Iran; Email: a-najafgholinejad@nlai.ir

Received: 12, Oct. 2024 Accepted: 02, Jul. 2025

Abstract: Interaction with web data and information and communication technologies plays a vital role in developing the information society and improving the quality of life for people with disabilities. Despite digital advancements, accessibility and usability gaps persist for visually impaired users. This study examines the compliance of Iran's Institute for Scientific Information and Documentation (IranDoc) systems with international accessibility standards (WCAG 2.2) and evaluates the real user experience of blind and low-vision individuals. The findings aim to enhance inclusivity, educational equity, and the quality of digital services for this community, providing valuable insights for improving accessible scientific platforms in Iran.

This study adopts a quantitatively-driven approach to evaluate the accessibility and usability of the Iranian Research Institute for Information Science and Technology's systems for users with visual impairments. Two primary methods were utilized: first, a technical assessment using the automated tool Accessibility Insights alongside an inspection based on the latest extracted indicators from the World Wide Web Consortium (W3C) Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2 (edition 2023), focusing on priorities A and AA with a fuzzy evaluation approach; second, usability testing with real blind and low-vision users through task-based scenarios designed for each system and detailed observation of user interactions. Quantitative data—including task completion times, success rates, and pre- and post-test questionnaires—were statistically analyzed. Usability test data were further enriched through behavioral observations of 24 visually impaired participants

* Corresponding Author

**Iranian Journal of
Information
Processing and
Management**

**Iranian Research Institute
for Information Science and Technology
(IranDoc)**

ISSN 2251-8223

eISSN 2251-8231

Indexed by SCOPUS, ISC, & LISTA

Vol. 41 | No. 1 | pp. 1-38

Autumn 2025

<https://doi.org/10.22034/jipm.2025.2043239.1807>



(totaling 48 sessions), NVDA screen reader audio feedback, and HTML code analysis. User performance was measured by task success rate, time to complete tasks, satisfaction ratings, and the extent of assistance required. Purposeful and snowball sampling techniques were employed to recruit experienced users to effectively identify structural barriers to accessibility and usability. All user interactions were conducted online with full process recording. This multifaceted methodology integrates technical evaluations with end-user experience, thereby enhancing the validity and comprehensiveness of the findings.

The results of the technical evaluation using automated tools revealed that these systems paid limited attention to the contrast between text and background. Key accessibility elements-such as text alternatives for non-text content, labeling of form elements, link labels and names, and button labels-require further review and adjustment. Moreover, the findings indicated that none of the systems were fully compliant with WCAG 2.2 guidelines. Among the evaluated platforms, the Pishineh system demonstrated the highest level of compliance with accessibility criteria, achieving 71% at Level A and 77% at Level AA, making it the most accessible system. In contrast, the Ganj system exhibited the lowest compliance rate at Level AA (50%), while the remaining platforms showed varying degrees of accessibility across different levels. Despite partial adherence to many criteria at Levels A and AA, several key standards were not met at all. These included: lack of mechanisms for easily skipping repetitive content blocks, absence of clear textual content for page titles, failure to identify and describe user-generated errors, and inadequate provision of descriptive and logically ordered labels and headings. Usability testing data further revealed that task completion within the systems ranged from moderate to easy. The relatively high average scores indicate a generally favorable usability status among the IranDoc systems.

This study, through a systematic examination of screen reader users' interactions with the Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc) systems and an analysis of their compliance with the latest WCAG 2.2 indicators, has made a significant contribution to improving the accessibility and usability of these systems for users with visual impairments. The findings reveal that, despite some progress, there remains a need for fundamental reforms in user interface design, including enhanced color contrast, provision of comprehensive text alternatives, and optimization of semantic content structure and task workflows. Additionally, the development of accessible guides and documentation, as well as the implementation of key navigation features such as skip links, are essential for enhancing the user experience of this group. By employing a multifaceted methodology and engaging active participation from blind and low-vision users, this research provides a practical and reliable framework for evaluating and improving specialized Persian-language systems. The results can serve as a model for similar platforms in research and educational domains, offering a foundation for the development of more inclusive and equitable systems for scientific information access. Thus, this study represents an important step toward enhancing the quality of digital services for vulnerable users and achieving equity in access to scientific information.

Keywords: Inclusive Organization, Accessibility, Usability, Visually Impaired, Blind Users, WCAG 2.2 Indicators, IranDoc

میزان فراگیری سامانه‌های پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) با تمرکز بر شاخص‌های WCAG2.2 و تجربه کاربران با آسیب بینایی

اعظم نجفقلی نژاد

دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛ استادیار؛
گروه پژوهشی علوم داده، اطلاعات و هوش مصنوعی؛
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران؛ تهران، ایران؛
پدیده‌آور رابط a-najafgholinejad@nlai.ir



دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۱ | پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۱۱ | مقاله برای اصلاح به مدت ۳ ماه و ۱۵ روز نزد پدیدآور بوده است.

نشریه علمی | رتبه بین‌المللی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
(ایرانداک)

شاپا (چاپی) ۲۳۵۱-۸۲۲۳

شاپا (الکترونیکی) ۸۲۳۱-۲۳۵۱

نمایه در SCOPUS، ISC، LISTA و

jipm.irandoc.ac.ir

دوره ۴۱ | شماره ۱ | صص ۱-۳۸

پاییز ۱۴۰۴

<https://doi.org/10.22034/jipm.2025.2043239.1807>



چکیده: تعامل با داده‌های وب و فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات نقش مهمی در توسعه جامعه اطلاعاتی و ارتقای کیفیت زندگی افراد دارای معلولیت دارد. با وجود پیشرفت‌های دیجیتال، شکاف‌های دسترس‌پذیری و کاربردپذیری برای کاربران دارای آسیب بینایی همچنان پابرجاست. این پژوهش با تمرکز بر سامانه‌های پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)، میزان انطباق این سامانه‌ها با استانداردهای بین‌المللی دسترس‌پذیری (WCAG 2.2) و تجربه واقعی کاربران نابینا و کم‌بینا را بررسی می‌کند. نتایج می‌تواند به بهبود فراگیری، عدالت آموزشی و ارتقای کیفیت خدمات دیجیتال برای این گروه کمک کند.

پژوهش حاضر با رویکرد غالب کمی، به ارزیابی دسترس‌پذیری و کاربردپذیری سامانه‌های پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران برای کاربران با آسیب بینایی پرداخت. این مطالعه از دو روش اصلی بهره برد: نخست، ارزیابی فنی با استفاده از ابزار خودکار Accessibility Insights و واریسی مبتنی بر آخرین نسخه شاخص‌های استخراجی کنسرسیوم وب جهان‌گستر (ویرایش ۲۰۲۳) در دو اولویت A و AA با رویکرد فازی؛ و دوم، آزمون کاربردپذیری با کاربران نابینا و کم‌بینا از طریق

۱. مقاله حاضر مستخرج از طرح پژوهشی مصوب معاونت پژوهش و منابع دیجیتال سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران با عنوان «ارزیابی دسترس‌پذیری و کاربردپذیری سامانه‌های پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) از دید کاربران با آسیب بینایی» است.

تعریف وظایف مشابه در سامانه‌ها و مشاهده دقیق نحوه تعامل آن‌ها. داده‌های کمی حاصل از زمان انجام وظایف، موفقیت در انجام آن‌ها و پرسشنامه‌های پیش و پس‌آزمون تحلیل آماری شدند. داده‌های آزمون کاربردپذیری نیز از طریق مشاهده رفتار کاربران با مشارکت ۲۴ کاربر با آسیب بینایی (در مجموع، ۴۸ بازدید)، شنیدن صفحه‌خوان NVDA و تحلیل کد HTML تکمیل شدند. عملکرد هر کاربر با نرخ تکمیل موفقیت‌آمیز کار، مدت‌زمان لازم برای انجام کارها، رتبه‌بندی رضایت و میزان دریافت راهنمایی و کمک اندازه‌گیری شد. نمونه‌گیری هدفمند و گلوله‌برفی برای انتخاب کاربران با تجربه کافی انجام شد تا موانع ساختاری دسترس‌پذیری و کاربردپذیری شناسایی شود. ارتباط با کاربران به‌صورت آنلاین و ضبط کامل فرایند انجام شد. این روش چندوجهی، ترکیبی از دیدگاه‌های فنی و تجربه کاربران نهایی را دربرمی‌گیرد و اعتبار و جامعیت یافته‌ها را افزایش می‌دهد.

نتایج ارزیابی فنی با ابزار خودکار نشان داد که در این سامانه‌ها به تضاد رنگ متن و پس‌زمینه توجه اندکی شده است. جایگزین‌های متنی برای عناصر غیرمتنی، برچسب‌گذاری عناصر فرم‌ها، برچسب و نام پیوندها، برچسب دکمه‌ها و ... جزو مواردی است که نیازمند بررسی و بازبینی مجدد است. همچنین یافته‌ها نشان داد که هیچ‌یک از سامانه‌ها به‌طور کامل با WCAG2.2 مطابقت ندارند. «سامانه پیشینه» با بالاترین میزان تطابق با شاخص‌های دسترس‌پذیری در سطوح A (۷۱ درصد) و AA (۷۷ درصد)، دسترس‌پذیرترین سامانه بود؛ در حالی که «سامانه گنج» (۵۰ درصد) کمترین میزان تطابق را در سطح AA نشان داد و سایر سامانه‌ها در سطوح مختلف، میزان دسترس‌پذیری متفاوتی را به نمایش گذاشتند. در اولویت A و AA گرچه شاخص‌های زیادی توسط سامانه‌ها تا حدودی رعایت شده، ولی برخی از شاخص‌ها اصلاً رعایت نشده است. نبود امکان پرش آسان از بلوک‌های تکراری محتوا، عدم استفاده از محتوای متنی واضح برای عناوین صفحات، عدم شناسایی و توصیف خطاهای پیش‌آمده برای کاربران، و عدم ارائه کامل برچسب‌ها و هدینگ‌های توصیفی و واضح با ترتیب منطقی از آن جمله است. داده‌های آزمون کاربردپذیری نیز نشان داد که انجام وظایف در سامانه‌ها در سطح متوسط و حتی آسان بوده است. میانگین‌های بالا، نشان‌دهنده اوضاع به‌نسبت مساعد سامانه‌های «ایرانداک» است. پژوهش حاضر با بررسی نظام‌مند تعامل کاربران صفحه‌خوان با سامانه‌های پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) و تحلیل تطابق آن‌ها با آخرین نسخه شاخص‌های WCAG 2.2، گامی مؤثر در بهبود دسترس‌پذیری و کاربردپذیری این سامانه‌ها برای کاربران دارای آسیب بینایی برداشته است. یافته‌ها نشان می‌دهد که به‌رغم برخی پیشرفت‌ها، نیاز به اصلاحات بنیادین در طراحی رابط کاربری، بهبود تضاد رنگ رنگ، ارائه جایگزین‌های متنی جامع، و بهینه‌سازی ساختار معنایی محتوا و فرایندهای انجام وظایف وجود دارد. همچنین، ارائه راهنماها و مستندات دسترس‌پذیر و افزودن قابلیت‌های ناوبری کلیدی مانند پیوندهای پرش، برای ارتقای تجربه کاربری این گروه ضروری است. این مطالعه با استفاده از روش چندوجهی و مشارکت فعال کاربران نابینا و کم‌بینا، چارچوبی عملی و قابل اتکا برای ارزیابی و بهبود سامانه‌های تخصصی فارسی‌زبان فراهم کرده است. نتایج پژوهش می‌تواند به‌عنوان الگویی برای سامانه‌های مشابه در حوزه‌های پژوهشی و آموزشی مورد استفاده قرار گیرد و بستری مناسب برای توسعه سامانه‌های فراگیرتر و عدالت‌محور در دسترسی به اطلاعات علمی

فراهم آورد. بدین ترتیب، این مطالعه گامی مهم در جهت ارتقای کیفیت خدمات دیجیتال برای کاربران آسیب‌پذیر و تحقق عدالت دسترسی به اطلاعات علمی محسوب می‌شود.

کلیدواژه‌ها: فناوری اطلاعات، خدمات الکترونیکی، اطلاعات علمی، زنجیره ارزش پژوهش، مدیریت اطلاعات علمی، پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران

۱. مقدمه

تعامل با داده‌های وب، بخش جدایی‌ناپذیری از فعالیت‌های روزمره است (Ferdous et al., 2023). فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌عنوان یک توانمندساز برای توسعه جامعه اطلاعاتی از اواخر قرن بیستم مطرح شده است که بر نوآوری‌های فناورانه مبتنی است و دسترسی گسترده‌ای به اطلاعات می‌دهد (World Summit on the Information Society 2013). این فناوری‌ها برای افراد دارای معلولیت فرصت‌هایی ایجاد می‌کند تا کیفیت زندگی، شمول و مشارکت اجتماعی و زندگی مستقل خود را بهبود بخشند. با گسترش فناوری‌های دیجیتال، شکاف‌های دیجیتال بین افراد دارای معلولیت و بدون معلولیت همچنان باقی است (UN Flagship Report on Disability and Development 2018, 207). بنابراین، تأکید بر دسترسی برابر به خدمات دیجیتال ضروری است تا همه کاربران بتوانند به‌طور مساوی از مزایای آن بهره‌مند شوند (Pitts et al., 2019). تبدیل شدن به سازمانی فراگیر که نه تنها نیازهای کاربران، بلکه نیازهای روبه‌رشد جامعه را نیز برآورده می‌کند، پیش‌شرط تغییر سازمانی است (Kulikaukienė and Liukinevičienė 2020). برای شمول تمام جوامع، استفاده از روش فکری به‌نام «طراحی جهانی»^۱ در مورد محیط‌های فراگیر توصیه می‌شود. طراحی جهانی که از جنبش‌های حقوق معلولیت در اواسط قرن بیستم سرچشمه گرفته، بر بهبود تجربه کاربر تمرکز دارد و باید با آزمون کاربردپذیری مکرر و سایر اشکال بازخورد کاربر همراه باشد تا اطمینان حاصل شود که طرح مطابق هدف کار می‌کند (Pitts et al., 2019). این رویکرد به طراحی فراگیر نیز مرتبط است و اطمینان می‌دهد که کاربران به‌دلیل ناتوانی‌های خود حذف نمی‌شوند. در این راستا دسترس‌پذیری، یک مفهوم کلیدی است که شامل اقداماتی برای ایجاد محیط بدون مانع و فراهم آوردن فرصت برابر برای افراد دارای معلولیت است تا آن‌ها بتوانند در همه حوزه‌های زندگی

1. universal design (UD)

مشارکت کنند. این اقدامات مطابق آیین‌نامه اجرایی ماده (۳) قانون حمایت از حقوق معلولان (۱۳۹۸) انجام می‌شود تا محیطی قابل دسترس برای همه ایجاد شود.

«سازمان بین‌المللی استاندارد» کاربردپذیری را به‌عنوان «میزان استفاده از یک محصول توسط کاربران مشخص برای دستیابی به اهداف مشخص با اثربخشی^۱، کارایی^۲ و رضایت^۳ در زمینه استفاده مشخص» تعریف می‌کند (ISO/TS 20282-2 2013). اثربخشی به این موضوع اشاره دارد که یک سیستم تا چه اندازه کاری را که قرار است انجام دهد، به‌خوبی انجام می‌دهد. کارایی، عبارت است از میزان و کیفیت پشتیبانی سامانه از کاربران در انجام وظایف محوله. رضایت، به پاسخ‌های ذهنی کاربران سیستم مربوط می‌شود (Swierenga et al. 2011). کاربردپذیری با دسترس‌پذیری ارتباط تنگاتنگی دارد و هر دو به یکدیگر کمک می‌کنند تا تعامل آسان‌تر کاربران در سطوح مختلف مهارتی و شرایط متفاوت را ممکن سازند (مکبری ۱۴۰۰). توجه به دسترس‌پذیری و کاربردپذیری وب‌سایت‌ها برای افراد دارای معلولیت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا بسیاری از عملکردهای اداری و آموزشی حال حاضر برخط هستند. اما توسعه این سیستم‌ها اغلب بدون درک کافی از نیازهای معلولان انجام شده است که منجر به ناسازگاری با فناوری‌های کمکی مانند صفحه‌خوان یا نمایشگرهای بریل می‌شود (Foley 2011). این موضوع به‌ویژه با افزایش تعداد دانشجویان دارای معلولیت، بر عدالت اجتماعی در دسترسی برابر به آموزش تأثیر می‌گذارد (Zare, Rahmatizadeh, and Valizadeh-Haghi 2021).

«کنسرسیوم جهانی وب» (W3C) دستورالعمل‌های دسترسی به محتوای وب (WCAG 2.2) را ارائه کرده است که در سال ۲۰۲۳ به‌روز شده است. این دستورالعمل‌ها، معتبرترین و جامع‌ترین راهنمای دسترس‌پذیری محصولات دیجیتال در جهان هستند و با پیروی از آن‌ها، محتوا برای طیف وسیع‌تری از افراد دارای معلولیت دسترس‌پذیر می‌شود (Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2, 2023). شاخص‌های موفقیت WCAG در سه سطح انطباق (سطح A، سطح AA و سطح AAA) طبقه‌بندی می‌شوند. سطح A حداقل، سطح AA متوسط و رایج‌ترین سطحی است که می‌توان فراهم کرد، و سطح AAA از نظر مطابقت با شاخص‌ها در بالاترین و دشوارترین نقطه قرار دارد (ساختار کلی

1. effectiveness
2. efficiency
3. satisfaction

شیوه‌نامه WCAG و ...، (۱۴۰۰) که برای محصولات ویژه کاربران کم‌توان الزامی است. سازمان‌ها به‌طور معمول، سطوح مطابقت A و AA را به‌عنوان هدف سازمانی خود انتخاب می‌کنند تا دسترسی پذیری وبسایت‌هایشان را بهبود بخشند.

در ایران، ۱۱ درصد از معلولان تحت پوشش سازمان بهزیستی در گروه اختلال‌های بینایی قرار دارند. ۳۵ تا ۴۰ درصد افراد دارای اختلال‌های بینایی، دانشجو هستند و در رشته و سطوح مختلف تحصیل می‌کنند (ادیب و عظیمی آقبلاغ ۱۳۹۹). دانشجویان کم‌بینا و نابینا، به‌رغم موانع فراوان، تحصیل کرده‌ترین گروه معلولان کشور هستند و ۴۰ درصد از دانشجویان معلول کشور را تشکیل می‌دهند (معینی ۱۳۹۸). یکی از چالش‌های اصلی این کاربران، دسترسی پذیری و کاربردپذیری امکانات و وبگاه‌های دانشگاهی، علمی و پژوهشی است که شوربختانه، اغلب این وبگاه‌ها با فرض برخورداری کاربران از حواس پنج‌گانه طراحی شده‌اند. بنابراین توجه به تعامل درست و تجربه کاربری مثبت این جامعه به‌نسبت بزرگ با وبگاه‌ها اهمیت بالایی دارد.

«پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)» با مأموریت پژوهش، مدیریت اطلاعات، آموزش، همکاری‌های پژوهشی و اطلاع‌رسانی، نقش مهمی در توسعه علمی کشور ایفا می‌کند. این پژوهشگاه سامانه‌های متعددی را راه‌اندازی کرده است که برای دانشجویان و پژوهشگران بسیار مفید است. با این حال، سؤالی که مطرح می‌شود این است که آیا سامانه‌های «ایرانداک» برای کاربران دارای معلولیت بینایی به اندازه کافی دسترسی‌پذیر هستند؟ و به بیان دیگر، سازمانی با این رسالت سنگین تا چه اندازه توانسته است نقش فراگیر بودن برای انواع کاربران را ایفا کند. تاکنون آمار دقیقی از میزان مراجعه یا استفاده کاربران نابینا و کم‌بینا از سامانه‌های «ایرانداک» در منابع رسمی منتشر نشده است. با این حال، تحلیل داده‌های کیفی و اظهارات کاربران در مطالعات اخیر نشان می‌دهد که به‌دلیل وجود موانع متعدد در دسترسی‌پذیری سامانه‌های کشور، بسیاری از کاربران نابینا و کم‌بینا ناچارند برای انجام امور پژوهشی خود از کمک کاربران بینا بهره‌گیرند (نجفقلی نژاد ۱۴۰۲). این وضعیت نه تنها استقلال و حریم خصوصی این گروه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه با هدف اصلی طراحی سامانه‌های علمی فراگیر و عدالت آموزشی در تضاد است. با توجه به سیاست‌های کلان کشور در حوزه عدالت آموزشی (آیین‌نامه اجرایی ماده (۳) قانون حمایت از حقوق معلولان ۱۳۹۸)، دسترسی‌پذیری سامانه‌های پژوهشی برای ۴۰ درصد از دانشجویان معلول، یک ضرورت حقوقی و اخلاقی است.

«ایرانداک» با میزبانی بیش از ۱/۵ میلیون منبع علمی شامل پایان‌نامه، پیشنهاد و مقاله، به‌عنوان بستر اصلی دسترسی به منابع پژوهشی کشور شناخته می‌شود. بنابراین، ارزیابی میزان مطابقت این سامانه‌ها با استانداردهای دسترس‌پذیری ضروری است تا اطمینان حاصل شود که آن‌ها نه تنها از نظر فنی، بلکه از دیدگاه کاربران نهایی نیز کاربردپذیر هستند. بررسی‌های پیشین به‌طور عمده به ارزیابی‌های فنی یا نظری بسنده کرده‌اند و کمتر پژوهشی به‌طور همزمان، ارزیابی فنی مبتنی بر آخرین استانداردهای بین‌المللی (WCAG 2.2) و تجربه واقعی کاربران با آسیب‌بینایی را در محیط عملیاتی «ایرانداک» مورد توجه قرار داده است. پژوهش حاضر با ترکیب این دو رویکرد و بهره‌گیری از داده‌های ترکیبی به‌دست‌آمده از کاربران واقعی، تلاش دارد نه تنها میزان انطباق سامانه‌های «ایرانداک» با شاخص‌های جهانی را روشن کند، بلکه با شناسایی موانع عملی تعامل کاربران نابینا، راهکارهایی برای بهبود فراگیری و عدالت آموزشی در فضای علمی کشور ارائه دهد. این رویکرد، پژوهش حاضر را از مطالعات پیشین متمایز می‌سازد و می‌تواند به‌عنوان الگویی برای ارزیابی و ارتقای دسترس‌پذیری سایر سامانه‌های علمی کشور مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به اهمیت موضوع، پژوهش حاضر در پی آن است که با بهره‌گیری از معیارهای اخذشده از منابع مختلف و بر اساس نظر کاربران با آسیب‌بینایی، برخی از سامانه‌های مهم و پرکاربرد «پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران» را ارزیابی کند. با این توصیف پژوهش حاضر در پی پاسخ به دو سؤال اساسی زیر است:

۱. سامانه‌های مورد مطالعه «پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران» بر اساس آخرین شاخص‌های استخراجی کنسرسیوم وب جهان‌گستر، تا چه اندازه دسترس‌پذیر هستند؟
۲. وضعیت کاربردپذیری سامانه‌های مورد مطالعه «پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران» بر اساس تجربه کاربران با آسیب‌بینایی چگونه است؟

۲. پیشینه پژوهش

در زمینه دسترس‌پذیری و کاربردپذیری وبسایت‌ها پژوهش‌های متنوعی انجام شده است. «عبدنیکویی‌پور» با هدف تسریع دسترسی به اطلاعات مورد نیاز توسط افراد نابینا، واسط‌های کاربری هوشمند را بررسی کرد و چارچوبی برای مقایسه سیستم‌های طراحی‌شده ارائه داد که قادر به بررسی سیستم‌های طراحی‌شده برای نابینایان است. این تحقیق با مراجعه به کاربران نابینا و استخراج ابزارهای مورد استفاده آن‌ها انجام

شد (۱۳۸۹). «صیامیان» و همکاران میزان استفاده نابینایان از فناوری اطلاعات و ارتباطات و رسانه‌های اطلاعاتی خاص را جهت تأمین نیازهای اطلاعاتی آنان با روش پیمایشی تحلیلی بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که در بین رسانه‌ها، رسانه‌های «شنیداری» بیشترین کاربرد را دارند (۱۳۹۳). «صدیقی» با مرور متون، تهیه سیاهه واری و روش دلفی به بررسی رابط کاربر کتابخانه‌های دیجیتال ارائه‌دهنده خدمات به نابینایان و ناشنوایان در سطح جهان پرداخت و به این نتیجه رسید که وضعیت رعایت معیارهای رابط کاربر در بین کتابخانه‌های دیجیتال ارائه‌دهنده خدمات به نابینایان و ناشنوایان مورد مطالعه در جهان در وضعیت نامطلوب قرار دارند (۱۳۹۵). «نظری» با تکنیک دو-گروهی، پیمایشی و مشاهده، نقش هوش مصنوعی فناوری‌های نوین ارتباطی در توسعه سواد رسانه‌ای نابینایان را مورد مطالعه قرار داد و دریافت که فناوری‌های نوین ارتباطی موجب ارتقای سطح سواد رسانه‌ای آن‌ها می‌شود (۱۳۹۹). «صالحی‌مزده، زنجانی و عسگری‌نژاد امیری» در یک مطالعه مقایسه‌ای به تحلیل و بررسی تخصصی مجموعه نرم‌افزارهای مبتنی بر دسکتاپ و تلفن همراه مخصوص نابینایان و بررسی اصول و استانداردهای موجود در طراحی آن‌ها پرداخته و دریافتند که در طراحی رابط‌های صوتی و لمسی برای نابینایان مهم‌ترین اصل سادگی است (۱۴۰۰). «زارع، رحمتی‌زاده و ولی‌زاده حقی» انطباق وب‌سایت‌های کتابخانه مرکزی دانشگاه‌های علوم پزشکی ایران را با آخرین دستورالعمل WCAG2.1 از طریق آزمون با ابزار خودکار بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که هیچ‌یک از وب‌سایت‌های کتابخانه مرکزی دانشگاه‌های علوم پزشکی ایران با WCAG2.1 مطابقت کامل ندارند (Zare, Rahmatizadeh, and Valizadeh-Haghi 2021). «نجفقلی‌نژاد» با ارزیابی فنی و آزمون کاربردپذیری، میزان دسترس‌پذیری وبگاه‌های کتابخانه‌ای را بر اساس شاخص‌های کنسرسیوم وب جهان‌گستر و میزان کاربردپذیری آن‌ها را بر اساس تجارب کاربران با آسیب‌بینایی مطالعه کرد و به این نتیجه رسید که برخی از کاربران سهولت استفاده از وبگاه‌های کتابخانه‌ای را نامناسب بیان کردند. ارائه الگویی برای دسترس‌پذیری و کاربردپذیری وبگاه‌های کتابخانه‌ای بر اساس پتانسیل‌های هوش مصنوعی از برودادهای این پژوهش بود (۱۴۰۲).

«فیختن» و همکاران با روش پیمایشی به بررسی مشکلات دسترس‌پذیری در وب‌سایت‌های دانشگاه‌های کانادا پرداخته و مشکلات اصلی را در استفاده از (سامانه

مدیریت یادگیری)^۱ گزارش کردند (Fichten et al. 2009). «بابو و سینگ» با مشاهده کاربران نایینا و آزمون کاربردپذیری به ارزیابی دسترس‌پذیری و کاربردپذیری وب از دیدگاه کاربران نایینا پرداختند و شواهدی از مشکلات ۶ شرکت‌کننده نایینا در تکمیل وظایف ارائه شد (Babu, and Singh 2009). «فولی» با ارزیابی فنی و آزمون کاربردپذیری به بررسی طراحی، توسعه و استفاده از وبسایت‌ها توسط کاربران نایینا پرداخت و به این نتیجه رسید که صفحات برای کاربران نایینا دسترس‌پذیر بود، اما دانشجویان کم‌بنا که از نرم‌افزارهای تخصصی استفاده نمی‌کردند، با مشکل مواجه بودند (Foley 2011). «کانوی» و همکاران نیز با ارزیابی فنی و آزمون کاربردپذیری به ارزیابی وبسایت کتابخانه ملی استرالیا و هر یک از وبسایت‌های کتابخانه‌های ایالتی / منطقه‌ای پرداخته و دریافتند که وبسایت‌های برخی از این کتابخانه‌ها به الزامات نزدیک هستند (Conway et al. 2012). «کومو و اشمترکه» با ارزیابی فنی با ابزار خودکار «بابی»^۲، ۵۶ وبسایت کتابخانه دانشگاهی آمریکای شمالی را از نظر دسترس‌پذیری مطالعه کردند و پی بردند که درصد خطاها در هر صفحه به‌طور پیوسته و قابل توجهی کاهش یافته است (Comeaux, and Schmetzke 2013). «یون» و همکاران نیز با آزمون کاربردپذیری به بررسی دسترس‌پذیری وبسایت‌های کتابخانه‌ای برای کاربران با آسیب بینایی پرداخته و به این نتیجه رسیدند که وبسایت‌های کتابخانه‌ای برای کاربران صفحه‌خوان قابل دسترس نیستند (Yoon et al. 2016). «الاحمدی و درو» به ارزیابی فنی دسترس‌پذیری وبسایت‌های دانشگاهی با رتبه برتر در جهان، اقیانوسیه و منطقه عربی پرداخته و دریافتند که هیچ پیشرفت قابل توجهی در دسترس‌پذیری وبسایت‌های دانشگاهی نسبت به پژوهش‌های پیشین وجود ندارد (Alahmadi, and Drew 2017). «مولیکن» با روش پیمایشی، تجربیات کاربران نایینا در استفاده از وبسایت کتابخانه‌های دانشگاهی سراسر ایالات متحده را مطالعه و مسائل و مشکلات آن‌ها را در استفاده از وبسایت کتابخانه‌های دانشگاهی گزارش کردند (Mulliken 2019). «زی» و همکاران با روش آزمایشی به طراحی ویژگی‌های کمکی برای حمایت از کاربران نایینا و کم‌بنا پرداخته و دریافتند که گروه آزمایش در تعامل با نسخه‌های آزمایشی کتابخانه دیجیتال، نسبت به گروه بازمینی کمتر نیاز به کمک داشتند

1. Learning Management System (LMS)

2. Bobby

(Xie 2020). «کولتورک» به ارزیابی دسترس‌پذیری وبسایت‌های مورد استفاده در معیارهای گزینش و ارتقای علمی (مانند WoS، Scopus، PubMed، TR Index و DergiPark) با ابزار WAVE پرداخته و نشان داد که این سامانه‌ها از نظر سازگاری با فناوری‌های کمکی (مانند صفحه‌خوان‌ها) دارای نواقصی از جمله خطاهای طراحی بصری، تضاد رنگی و برچسب‌گذاری نادرست هستند که دسترسی مستقل پژوهشگران دارای معلولیت را محدود می‌کند. نتایج بر ضرورت بازنگری در استانداردهای دسترس‌پذیری این سامانه‌ها برای تضمین برابری فرصت‌های علمی تأکید داشت (Kutlutürk 2022). «وب‌ای‌م» سالانه به ارزیابی فنی دسترس‌پذیری صفحات اصلی یک میلیون وبسایت با ابزار خودکار می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که خطاهای دسترس‌پذیری حتی در وبسایت‌های معروف نیز هنوز رایج است (The WebAIM Million 2023). «زی» و همکاران با ترکیب روش‌های کیفی و کمی (پرسشنامه، مصاحبه و پروتکل بلنداندیشی) و تأکید بر آموزش کاربران نابینا در استفاده از صفحه‌خوان‌ها، چالش‌های تعامل با کتابخانه‌های دیجیتال را بررسی کردند. تحلیل داده‌ها نشان داد که همکاری محققان بینا و نابینا برای بهبود کدگذاری و درک تجربیات کاربران ضروری است (Xie et al. 2023). «فردوس» و همکاران تعامل کارآمد داده‌های وب را برای افراد با آسیب بینایی از طریق رابط‌های پروکسی و افزونه‌های فعال کردند. یافته‌ها بهبود قابل توجهی در کاربردپذیری وب را نشان داد (Ferdous et al. 2023). «فاکرودین» به ارزیابی دسترس‌پذیری و کاربردپذیری ۱۹۸ وبسایت دانشگاهی در منطقه خلیج فارس (شامل امارات، بحرین، کویت، عمان، قطر و عربستان) پرداخت. یافته‌های وی نشان داد که دانشگاه‌های بحرین، عمان و کویت بالاترین سطح انطباق با استانداردهای دسترس‌پذیری را دارند؛ در حالی که تمامی وبسایت‌ها نیازمند بهبود در طراحی، برچسب‌گذاری و سازگاری با فناوری‌های کمکی هستند. نتایج بر ضرورت بازنگری در سیاست‌های توسعه وبسایت‌های دانشگاهی برای تضمین دسترسی عادلانه تأکید داشت (Fakrudeen 2024).

مرور مطالعات پیشین حاکی از آن است که با وجود پیشرفت‌های چشمگیر در استانداردهای دسترس‌پذیری مانند WCAG، چالش‌های عملی در پیاده‌سازی این اصول در سامانه‌های تخصصی پژوهشی، به‌ویژه در محیط‌های فارسی‌زبان همچنان پابرجاست.

تحقیقات موجود به‌طور عمده بر دو محور ارزیابی فنی مبتنی بر ابزارهای خودکار یا آزمون‌های کاربردپذیری متمرکز بوده‌اند؛ حال آنکه تلفیق این دو رویکرد همراه با در نظر گرفتن الزامات خاص کاربران نابینا در تعامل با داده‌های پیچیده علمی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. همچنین، بیشتر مطالعات گزارش شده از معیارهای قدیمی‌تر WCAG بهره برده‌اند و تطبیق سامانه‌ها با آخرین نسخه این استاندارد (۲۰۲۳) مغفول مانده است؛ ضمن اینکه سامانه‌های پژوهشی تخصصی با حجم انبوهی از داده‌های ساختاریافته و نیازمند تعاملات چندلایه، مستلزم بررسی‌های عمیق‌تر هستند. این شکاف‌ها ضرورت اتخاذ روش ترکیبی شامل ارزیابی فنی چندسطحی، مشاهدات تعاملی کاربران واقعی و تحلیل نیازهای بومی را بیش‌ازپیش آشکار می‌سازد.

۳. روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع پژوهش با رویکرد غالب کمی^۱ است که به ارزیابی دسترس‌پذیری و کاربردپذیری سامانه‌های پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران برای کاربران با آسیب بینایی می‌پردازد. در این تحقیق از دو روش اصلی استفاده شده است: (۱) ارزیابی فنی با ابزارهای خودکار مانند Accessibility Insights و سیاهه واری بر اساس آخرین استانداردهای WCAG 2.2، و (۲) آزمون با کاربران واقعی از طریق آزمون کاربردپذیری. در این روش، تحلیل‌های آماری و اندازه‌گیری‌های عددی مبنای اصلی استنتاج‌ها هستند؛ در حالی که داده‌های کیفی (مانند مشاهدات کاربران واقعی و شنیدن از طریق نرم‌افزار صفحه‌خوان «ان‌وی‌دی‌ای»^۲ توسط پژوهشگر و بررسی کد HTML هر صفحه) به‌عنوان مکمل و در حاشیه استفاده می‌شوند.

Accessibility Insights ابزار خودکار توسعه‌یافته توسط «مایکروسافت» است که به‌صورت یک افزونه می‌توان آن را در مرورگر اضافه کرد تا مشکلات دسترس‌پذیری را بر مبنای آخرین استاندارد دسترس‌پذیری وب یعنی WCAG بررسی نمود. آزمون کاربردپذیری نیز یک روش پذیرفته شده است که در تعامل انسان-رایانه^۳ برای پشتیبانی از طراحی و ارزیابی وب‌سایت انجام می‌شود و هدف آن پیدا کردن مشکلات کاربردپذیری

1. quantitatively-driven

2. NVDA

3. Human-Computer Interaction (HCI)

محصول است و به عملیات «آزمودن به وسیله نماینده‌ای از کاربران» و «اتخاذ روشی برای توسعه محصول» اشاره دارد (گرت^۱ ۲۰۱۱، ۵۱-۵۲). در این روش، ارزیابی کاربرپذیری یک محصول از طریق مشاهده کاربر هنگام استفاده انجام می‌گیرد. در پژوهش حاضر برای حصول این مهم، وظایف مشابهی برای کاربران با آسیب بینایی (کاربران نابینا و کم‌بینا) در هر یک از سامانه‌های مورد مطالعه تعریف شد تا مسیر حرکت و نحوه تعامل کاربران، چالش‌ها و میزان سردرگمی آن‌ها در مسیر شناسایی شود. آزمون کاربرپذیری در قالب یک پرسشنامه پیش‌آزمون، فهرستی از وظایف و یک پرسشنامه پس‌آزمون طراحی شد. در پرسشنامه پس‌آزمون از کاربران خواسته شد تا میزان کاربرپذیری رابطه‌ها و همچنین بازخورد کاربران درباره معیارهای ارزیابی کاربرپذیری سامانه‌ها (اثربخشی، کارایی و رضایت^۲) را در یک طیف لیکرت (در قالب ۵ گویه بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد) نمره‌دهی کنند. اثربخشی با انجام موفقیت‌آمیز وظیفه اندازه‌گیری شد، در حالی که کارایی با زمان مورد نیاز برای تکمیل وظایف اندازه‌گیری گردید.

وظایف، توسط پژوهشگر طراحی شد و به‌طور عمده در مورد امور روزمره بود. هر کاربر با آسیب بینایی برای انجام وظایف تعریف‌شده به‌صورت فردی مورد مشاهده قرار گرفت. پژوهشگر، زمان صرف‌شده برای اجرای هر کار را ثبت کرد. پس از تکمیل کارها، از شرکت‌کنندگان خواسته شد که برداشت خود را در مورد سایت‌ها و وظایف گزارش دهند. ارتباط برخط با کاربران از طریق نرم‌افزارهای ویدیوکنفرانس (گوگل میت^۳ و اسکایپ^۴) برقرار شد. ضبط مراحل حرکت شرکت‌کنندگان در طول فرایند پژوهش نیز توسط نرم‌افزارهای «اسکرین‌کچر»^۵ (ضبط صفحه از جمله faststone و Ocam)، انجام شد. رفتار جست‌وجوی اطلاعات کاربران با آسیب بینایی تا رسیدن به مرحله اشیاع، به‌عنوان استاندارد طلایی، مورد مشاهده و ارزیابی قرار گرفت.

جامعه پژوهش، شامل کاربران با آسیب بینایی با تحصیلات دانشگاهی، به‌شرط توانایی تعامل مستقل با فناوری‌های کمکی و دارای تجربه جست‌وجوی اطلاعات در وبگاه‌ها

1. Garrett

۲. مطابق با استاندارد ISO 9241-11

3. Google Meet

4. Skype

5. Screen Capture

بودند که با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند (نمونه‌گیری گلوله‌برفی) انتخاب شدند و تمایل خود را برای شرکت در پژوهش اعلام کردند. انتخاب کاربران به‌صورت هدفمند انجام شد تا قابلیت ردیابی موانع ساختاری دسترس‌پذیری در سامانه‌های مورد مطالعه امکان‌پذیر شود. کاربران کم‌تجربه به‌دلیل مواجهه با موانع اولیه، بیشتر اوقات در مراحل ابتدایی تعامل با سامانه متوقف می‌شوند و در نتیجه، مشکلات عمیق‌تر دسترس‌پذیری که نیازمند پیمایش پیشرفته‌تر هستند، آشکار نمی‌گردد. این روش با هدف پیشینه‌کردن شناسایی نقاط ضعف فنی، و نه ارزیابی تجربه کاربران تازه‌کار طراحی شد. قبل از اجرای آزمون، رضایت کاربر برای شرکت در پژوهش کسب شد. به‌طور خلاصه، این مطالعه در ۴ گام مختلف انجام گردید:

۱. استفاده از افزونه Accessibility Insights برای ارزیابی دسترس‌پذیری؛
۲. ارزیابی دسترس‌پذیری بر اساس WCAG 2.2 ویرایش ۲۰۲۳ با رویکرد فازی (در بررسی شاخص‌ها تلاش شد به‌صورت صفر و یک با شاخص‌ها برخورد نشود و رویکرد فازی (تا حدودی بله و تا حدودی خیر و مصداق ندارد) مد نظر قرار گیرد؛ زیرا در مورد شاخص‌ها نمی‌توان گفت که سامانه‌ای صددرصد شاخصی را رعایت کرده است یا نکرده است)؛
۳. ارزیابی کاربردپذیری از طریق مصاحبه و آزمون با کاربران دارای آسیب بینایی؛
۴. بررسی صفحات توسط صفحه‌خوان NVDA 2022.4 (با پیکربندی پیش‌فرض) و تحلیل کد HTML برای تکمیل یافته‌ها.

در این پژوهش، تجزیه و تحلیل داده‌های کمی با استفاده از آمار توصیفی نرم‌افزار SPSS انجام شد. برای تحلیل متغیرهای مربوط به اثربخشی، کارایی و رضایت، از میانگین، انحراف معیار، درصد فراوانی و درصد تجمعی استفاده گردید تا توزیع داده‌ها و الگوهای کلی شناسایی شود. روایی محتوایی پرسشنامه‌ها توسط کارشناسان متخصص علم اطلاعات و دانش‌شناسی و یک متخصص با آسیب بینایی تأیید شد. همچنین متن ترجمه‌شده شاخص‌های دسترس‌پذیری کنسرسیوم وب جهانی نیز به تأیید متخصصان رسید. استفاده از روش‌های جمع‌آوری داده‌های کمی و کیفی باعث تقویت یافته‌ها از طریق زاویه‌بندی روش‌ها می‌شود. اجرای پژوهش با رویکرد چندوجهی صورت گرفت؛ بدین‌صورت که ارزیابی فنی (با ابزار خودکار و دستی) دیدگاه توسعه‌دهندگان و استانداردهای بین‌المللی را منعکس می‌کرد؛ در حالی که آزمون کاربردپذیری با کاربران واقعی، تجربه و ادراک

استفاده کنندگان نهایی را مورد سنجش قرار داد. این زاویه‌بندی روشی به درک جامعی از مسئله منجر می‌شود و اعتبار پژوهش را افزایش می‌دهد.

۴. یافته‌ها

۷۵ درصد مشارکت کنندگان مرد و ۲۵ درصد زن بودند. از نظر سنی هم افراد بین ۳۶-۴۰ سال بیشترین گروه سنی مشارکت را تشکیل دادند. بیش از ۶۲ درصد دارای تحصیلات تکمیلی و بیش از ۸۷ درصد کاربران، شاغل یا دانشجو بودند. حدود ۶۰ درصد مشارکت کنندگان تجربه استفاده از سامانه‌های «ایرانداک» را داشتند. همه مشارکت کنندگان، روزانه از اینترنت و فضاهای مجازی استفاده می‌کردند و حدود ۸۰ درصد آن‌ها بیش از ۳ ساعت در روز به آن می‌پرداختند. حدود ۸۰ درصد مشارکت کنندگان در پژوهش اذعان کردند که مهارت استفاده از کامپیوتر و اینترنت را در سطح بالاتر از متوسط دارا هستند.

۲۴ مشارکت کننده، ۴۸ بار ۷ سامانه «ایرانداک» را مورد بازدید قرار دادند. کاربران دست کم یک سامانه را بازدید و مشکلات دسترس پذیری و کاربرپذیری آن را تحلیل کردند. برخی کاربران بیش از یک سامانه را مورد بازدید قرار دادند و گاه این بازدید به ۳ یا ۴ سامانه هم رسید. به دلیل اهمیت پایگاه «گنج» در استفاده از پایان‌نامه‌های بارگذاری شده و تمایل مشارکت کنندگان برای بازدید آن، این سامانه با ۱۱ بار بازدید، بیشترین بازدید را تجربه کرد. سامانه ملی ثبت پایان‌نامه (با نام اختصار ثبت)، سامانه پیشینه و سامانه آموزش‌های کوتاه‌مدت، ۷ بار؛ سامانه همانندجو و پشتیبانی آنلاین چت، ۵ بار؛ و سامانه پرسشنامه‌ساز (پرسا) ۶ بار مورد بازدید قرار گرفتند. گرچه مشارکت کنندگان در انتخاب نوع سامانه آزاد بودند، اما مدیریت بازدیدها از نظر اشباع نظری از دید پژوهشگر مبنا قرار گرفت. همه سامانه‌ها تا جایی مورد بازدید قرار گرفتند که به تکرار رسیدند.

۵. پاسخ به پرسش‌های اساسی

پرسش اول: سامانه‌های مورد مطالعه پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران بر اساس آخرین شاخص‌های استخراجی کنسرسیوم وب جهان‌گستر، تا چه اندازه دسترس پذیر هستند؟

در ارتباط با سؤال اول پژوهش، سامانه‌های مورد مطالعه برای انطباق با شاخص‌های استخراجی کنسرسیوم وب جهان‌گستر نسخه ۲۰۲۳ بررسی شدند. این ارزیابی با استفاده

از افزونه Accessibility Insights بر روی مرورگر، شنیدن از طریق نرم‌افزار صفحه‌خوان «ان‌وی‌دی‌ای» توسط پژوهشگر و بررسی کد HTML هر صفحه انجام شد. در این فرایند، خطاها و موانع دسترس‌پذیری در صفحات مختلف سامانه‌ها (در کل ۳۹ صفحه)، از مرحله صفحه اصلی سامانه تا مرحله نهایی انجام کار (به‌استثنای صفحه پرداخت بانکی)، بررسی و گزارش آن در جدول ۱، ارائه می‌شود.

جدول ۱. موانع دسترس‌پذیری در صفحات مختلف سامانه‌های مورد مطالعه

خطاها	نام سامانه‌ها	ثبت	پیشینه	هماندجو	گنج	آموزش	پرسا	پشتیبانی	جمع
تعداد صفحات بررسی شده	۷	۳	۸	۴	۵	۸	۴	۳۹	
نام پیوند	۱۴	۶	۳		۳۶	۷	۸	۷۴	
قابلیت تشخیص پیوند در متن ^۱	-	-	۲	۶	-	۴	-	۱۲	
تگ ALT	۱۴	۴	۴	-	۵۷	-	۴	۸۳	
عنوان فریم‌ها	۱	۲	۱	۳	۴	۱	۴	۱۶	
عنوان سند ^۲	-	-	۲	-	-	-	-	۲	
ویژگی زبان ^۳	۱	۱	۸	۴	۵	-	-	۱۹	
برچسب دکمه‌ها (باتن)	۳	-	-	-	۰	۵	-	۸	
برچسب عناصر فرم	۲۳	-	-	۲	۱	۷	-	۳۳	
تضاد رنگ ^۴ متن و پس‌زمینه	۱۰	۸	۳۶	۱۱۱	۱۰	۳۴	۱	۲۱۰	
ساختار مناسب لیست‌ها	۱	-	-	۳	۸	۵	-	۱۷	
لیست آیتم‌ها ^۵	-	-	-	-	۰	۶	-	۶	
بازبینی‌های تعاملی تودرتو ^۶	-	-	-	-	۱	۱	-	۲	

1. link in text block

2. Document title: The <title> HTML element

۳. عنصر <html> ویژگی lang ندارد.

4. Contrast

5. listitem

۶. Nested interactive: کنترل‌های تعاملی تودرتو توسط صفحه‌خوان‌ها اعلام نمی‌شوند.

خطاها	نام سامانه‌ها	ثبت	پیشینه	هماندجو	گنج	آموزش پرسا	پشتیبانی	جمع
	نام عنصر انتخاب ^۱	۶	۱	۳	۱	-	-	۱۱
	نام فیلد ورودی ARIA ^۲	-	-	-	-	۲	-	۲
	نقش مجاز ARIA ^۳	۵	-	-	۲	۱	-	۸
	فوکوس پنهان ARIA ^۴	-	-	۳	-	-	-	۳
	ویژگی مجاز ARIA ^۵	-	۱	-	۳	-	-	۴
	نقش پیشرفت ARIA ^۶	۵	-	-	-	-	-	۵
	متا ویوپورت ^۷	-	-	-	۱	-	-	۱
	جمع	۹۶	۲۵	۶۵	۱۴۳	۱۳۰	۸۱	۱۷

نتایج دسترس‌پذیری سامانه‌های «ایرانداک» در جدول ۱، نشان داد که در این سامانه‌ها به تضاد رنگ متن و پس‌زمینه توجه اندکی شده است. همچنین جایگزین‌های متنی برای تصاویر و گرافیک‌ها، برجسب عناصر فرم‌ها، برجسب و نام پیوندها و دکمه‌ها و ... جزو مواردی است که نیازمند بررسی و بازبینی مجدد است.

در مرحله بعد، با شنیدن از طریق نرم‌افزار «ان‌وی‌دی‌ای» توسط پژوهشگر و بررسی کد HTML هر صفحه، بررسی دسترس‌پذیری سامانه‌های «ایرانداک» با آخرین شاخص‌های

1. select name
2. Aria input field name

۳. ARIA allowed role: ویژگی نقش ARIA به یک عنصر اضافه می‌شود تا به فناوری‌های کمکی دستور دهد که عنصر را به‌عنوان چیزی غیر از نوع عنصر اصلی HTML نشان دهد. به‌عنوان مثال، یک عنصر با `role="button"` باید به‌عنوان یک دکمه نمایش داده شود، نه یک پیوند.

۴. ARIA hidden focus: این ویژگی تعیین می‌کند که آیا عناصر پنهان آریا، حاوی عناصر قابل فوکوس هستند یا خیر. استفاده از ویژگی `aria-hidden="true"` روی یک عنصر، عنصر و تمام گره‌های فرزند آن را از API دسترسی حذف می‌کند و عنصر را به‌طور کامل برای صفحه‌خوان‌ها و سایر فناوری‌های کمکی غیرقابل دسترس می‌کند.

۵. ARIA allowed attribute: اطمینان حاصل می‌کند که نقش یک عنصر از ویژگی‌های ARIA آن پشتیبانی می‌کند.

۶. ARIA progressive role: این نقش مربوط به بخش پویای سامانه ملی ثبت پیشنهاد، پایان‌نامه و رساله است که با پیشروی در هر گامی، ابزار آن پیشروی می‌کند و پر می‌شود و در زیر گام‌بندی‌ها واقع است.

۷. Meta viewport: ویوپورت، ناحیه قابل مشاهده کاربر از یک صفحه وب است. یک متاتگ ویوپورت یک کد HTML است که به مرورگرها می‌گوید چگونه ابعاد و مقیاس ویوپورت را کنترل کنند. این یک عنصر کلیدی در طراحی وب پاسخگوست و اطمینان می‌دهد که محتوای شما به راحتی قابل مشاهده است.

استخراجی کنسرسیوم وب جهان گستر در دو اولویت A و AA انجام گرفت. نتایج این بررسی در جداول ۲ و ۳، در دو اولویت A و AA ارائه شده است:

جدول ۲. میزان دسترس پذیری سامانه‌های «ایرنداک» بر اساس شاخص‌های استخراجی کنسرسیوم وب جهان گستر در اولویت A

اولویت A	تا حدودی بله	تا حدودی خیر	مصادق ندارد
۱ جایگزین‌های متنی (Alt) برای محتوای غیرمتنی فراوانی ارائه شده است.	۵	۲	۲۸/۵۷
۲ جایگزین متنی (Alt) برای محتوای صرفاً ویدیویی و صوتی از پیش ضبط شده فراهم است.	درصد فراوانی	فراوانی	۱۰۰
۳ برای ویدیوهای دارای صدا، زیرنویس وجود دارد.	درصد فراوانی	فراوانی	۱۰۰
۴ توضیحات صوتی یا رونوشت متنی برای ویدیوهای دارای صدا ارائه شده است.	درصد فراوانی	فراوانی	۱۰۰
۵ محتوا، ساختار و روابط صفحه از نظر برنامه‌نویسی سازماندهی شده است.	درصد فراوانی	فراوانی	۱۰۰
۶ محتوا، توالی معنادار دارد.	درصد فراوانی	فراوانی	۱۰۰
۷ صفحه بر ویژگی‌های حسی متکی نیست (دارا بودن راهنماهای متنی).	درصد فراوانی	فراوانی	۴۳
۸ اطلاعات منتقل شده رنگی به صورت بدون رنگ نیز در دسترس و قابل درک است.	درصد فراوانی	فراوانی	۱۴/۲۹
۹ پخش خودکار صدا وجود ندارد.	درصد فراوانی	فراوانی	۱۰۰
۱۰ همه عملکردها با صفحه کلید، قابل دسترس هستند.	درصد فراوانی	فراوانی	۱۰۰
۱۱ کاربران می‌توانند با استفاده از صفحه کلید به یک عنصر دست پیدا کنند و از آن عبور کنند.	درصد فراوانی	فراوانی	۱۰۰

اولویت A	تا حدودی بله	تا حدودی خیر	مصدق ندارد
۱۲	امکان خاموش و فعال‌سازی میانبرهای تک‌نویسه‌ای پیمایش در اختیار کاربران است.	فراوانی	۷
		درصد فراوانی	۱۰۰
۱۳	امکان تنظیم، افزایش و کاهش محدودیت‌های زمانی توسط کاربر فراهم است.	فراوانی	۷
		درصد فراوانی	۱۰۰
۱۴	امکان مکث، توقف و پنهان کردن محتوای متحرک فراهم است.	فراوانی	۷
		درصد فراوانی	۱۰۰
۱۵	از محتوای چشمک‌زن بیش از سه بار در یک ثانیه اجتناب شده است.	فراوانی	۷
		درصد فراوانی	۱۰۰
۱۶	امکان پرش آسان از بلوک‌های تکراری محتوا وجود دارد.	فراوانی	۷
		درصد فراوانی	۱۰۰
۱۷	از محتوای متنی مفید، واضح و مختصر برای عنوان صفحه استفاده شده است.	فراوانی	۶
		درصد فراوانی	۸۵/۷۱
۱۸	ترتیب و توالی منطقی فوکوس فراهم است.	فراوانی	۱
		درصد فراوانی	۱۴
۱۹	هدف پیوندها (پیوندها) در متن و بافت (از طریق متن) مشخص و واضح است.	فراوانی	۲
		درصد فراوانی	۲۸/۵۷
۲۰	زبان اصلی هر صفحه به‌عنوان پیش‌فرض تعریف شده است.	فراوانی	۳
		درصد فراوانی	۴۳
۲۱	عناصر با دریافت فوکوس تغییر نمی‌کنند.	فراوانی	۷
		درصد فراوانی	۱۰۰
۲۲	عناصر در حالت ورودی ^۱ تغییر نمی‌کنند.	فراوانی	۷
		درصد فراوانی	۱۰۰
۲۳	راهنمایی‌ها و پشتیبانی‌ها، همیشه باید بر اساس یک الگوی تکرار شونده ارائه شده‌اند.	فراوانی	۷
		درصد فراوانی	۱۰۰

1. on input

اولویت A	تا حدودی بله	تا حدودی خیر	مصدق ندارد
۲۴ خطاهای ورودی پیش آمده برای کاربران شناسایی فراوانی و توصیف می شود.	۷	۱۰۰	۷
۲۵ برای عناصر و ورودی کاربر، پرچسبها یا راهنماهایی ارائه می شود.	۶	۱۴/۲۹	۱
۲۶ اطلاعاتی که پیشتر توسط کاربر وارد شده یا به کاربر ارائه شده، به صورت خود کار یا برای انتخاب کاربر در دسترس است.	۷	۱۰۰	۷
۲۷ خطای عمده در زمینه کدنویسی (بازبینی شناسه های عناصر، کدهای باز و بسته شدن و درستی عناصر و نبود ویژگی های تکراری) وجود ندارد.	۷	۱۰۰	۷
۲۸ نام، وضعیت، ارزش و نقش اجزای کاربر را می توان با فناوری کمکی درک کرد.	۷	۱۰۰	۷

طبق نتایج جدول ۲، برخی شاخص ها (شاخص های ۲، ۳، ۴، ۱۲، ۱۳ و ۱۴) در سامانه های «ایرانداک» به دلیل ماهیت آن ها چندان مصداق ندارد و برخی دیگر مانند امکان پرش از بلوک های تکراری (شاخص ۱۶)، استفاده از محتوای متنی واضح برای عناوین صفحات (شاخص ۱۷) و شناسایی خطاهای ورودی (شاخص ۲۴) به درستی رعایت نشده است. در جدول ۳، میزان دسترس پذیری سامانه های مورد مطالعه بر اساس شاخص های استخراجی کنسرسیوم وب جهان گستر در اولویت AA ارائه شده است:

جدول ۳. میزان دسترس پذیری سامانه های «ایرانداک» بر اساس شاخص های استخراجی کنسرسیوم وب جهان گستر در اولویت AA

اولویت AA	تا حدودی بله	تا حدودی خیر	مصدق ندارد
۱ برای ویدیوهای پخش زنده، زیرنویس ارائه شده است.	۷	۱۰۰	۷
۲ توضیحات صوتی (برای جنبه های بصری) برای ویدیوهای از پیش ضبط شده ارائه شده است.	۷	۱۰۰	۷
۳ تضاد رنگ کافی بین متن و پس زمینه وجود دارد.	۴	۳	۳
	۵۷	۴۳	

اولویت AA	تا حدودی بله	تا حدودی خیر	مصادق ندارد
۴	۷	۱۰۰	
اندازه متن بدون از دست دادن محتوا و عملکرد تغییر می‌کند.	فراوانی	درصد فراوانی	
۵	۵	۲	
تصویر متن و محتوا استفاده نشده است.	فراوانی	درصد فراوانی	۲۸/۵۷
۶	۷	۱۰۰	
راه‌های متعدد (حداقل دو راه: مانند سرفصل‌ها (هدینگ‌ها) ^۱ ، لندمارک‌ها ^۲ و رد شدن از پیوندهای پیمایش) برای دسترسی به صفحات وبسایت ارائه شده است.	فراوانی	درصد فراوانی	
۷	۲	۵	
برچسب‌ها ^۳ و سرفصل‌های (هدینگ‌های) توصیفی فراوانی و واضح با ترتیب منطقی ارائه شده است.	فراوانی	درصد فراوانی	۷۱/۴۳
۸	۵	۲	
فوکوس قابل مشاهده برای عناصر (شناسایی مکان فعلی کاربر در صفحه) فراهم است.	فراوانی	درصد فراوانی	۲۸/۵۷
۹	۷	۱۰۰	
نشانه‌های فوکوس در هنگام فعال بودن به‌وضوح قابل تشخیص هستند.	فراوانی	درصد فراوانی	
۱۰		۷	۱۰۰
تمام عملکردهایی که از یک حرکت کشیدن ^۴ برای عملیات استفاده می‌کنند، می‌توانند با یک اشاره‌گر بدون کشیدن به‌دست آیند.	فراوانی	درصد فراوانی	
۱۱	۷	۱۰۰	
اندازه هدف برای ورودی‌های اشاره‌گر حداقل ۲۴ در ۲۴ پیکسل CSS است.	فراوانی	درصد فراوانی	
۱۲	۳	۱	
زبان انسانی برای هر کدام از بخش‌های وبسایت تعریف شده است.	فراوانی	درصد فراوانی	۱۴/۳۰
۱۳	۷	۱۰۰	
منوهای پیمایش و بازبینی‌های استاندارد به‌طور ثابت در صفحات قرار دارند.	فراوانی	درصد فراوانی	
۱۴	۷	۱۰۰	
اجزا با عملکرد مشابه، شناسه‌های یکپارچه دارند (بر مبنای یک الگوی واحد به کار گرفته می‌شوند).	فراوانی	درصد فراوانی	

1. headings
2. landmark
3. labels
4. dragg

مصدق ندارد	تا حدودی خیر	تا حدودی بله	اولویت AA
		۷ فراوانی درصد فراوانی ۱۰۰	۱۵ راه حل ها و پیشنهاداتی برای تصحیح خطای پیش آمده ارائه شده است.
۲ ۲۸/۵۷		۵ فراوانی درصد فراوانی ۷۱/۴۳	۱۶ برای بررسی و تأیید داده های حساس (حقوقی، مالی و اطلاعاتی) مکانیزمی ارائه شده است (پیشگیری از خطا).
		۷ فراوانی درصد فراوانی ۱۰۰	۱۷ تست عملکرد شناختی (مانند به خاطر سپردن رمز عبور یا حل یک پازل) برای هیچ مرحله ای از فرایند احراز هویت لازم نیست.
		۷ فراوانی درصد فراوانی ۱۰۰	۱۸ پیام های وضعیت (تعیین نقش و ویژگی ها) با برنامه نویسی ارائه شده است و درک آن با فناوری های کمکی فراهم است.

مطابق جدول ۳، در سامانه های «ایرانداک»، برخی شاخص ها (شاخص های ۱، ۲ و ۱۰) در اولویت AA مصداق ندارد و برخی دیگر مانند استفاده از برجسب ها و سرفصل های (هدینگ های) توصیفی (شاخص ۷) یا ارائه پیام های وضعیت با فناوری کمکی (شاخص ۱۸) به درستی رعایت نشده است.

در جداول ۴ و ۵، دسترس پذیری سامانه ها بر اساس شاخص های کنسرسیوم وب جهان گستر در اولویت های A و AA ارزیابی شده است. علامت «ستاره» نشان دهنده رعایت، «خط تیره» نشان دهنده مصداق نداشتن، و «ضربدر» نشان دهنده نقض شاخص است.

جدول ۴. میزان دسترس پذیری سامانه های «ایرانداک» بر اساس شاخص های استخراجی کنسرسیوم وب جهان گستر در اولویت A

شاخص های دسترس پذیری	ثبت	پیشینه	همانندجو	گنج	آموزش	پرسا	پشتیبانی چت
شاخص ۱	*	*	*	*	x	*	x
شاخص ۲	-	-	-	-	-	-	-
شاخص ۳	-	-	-	-	-	-	-
شاخص ۴	-	-	-	-	-	-	-
شاخص ۵	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۶	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۷	x	x	*	*	*	x	*

شاخص‌های دسترس‌پذیری	ثبت	پیشینه	همانندجو	گنج	آموزش	پرسا	بشپیمانی چت
شاخص ۸	*	*	*	*	*	x	*
شاخص ۹	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۱۰	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۱۱	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۱۲	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۱۳	-	-	-	-	-	-	-
شاخص ۱۴	-	-	-	-	-	-	-
شاخص ۱۵	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۱۶	x	x	x	x	x	x	x
شاخص ۱۷	x	x	x	x	x	*	x
شاخص ۱۸	*	*	x	*	*	*	*
شاخص ۱۹	*	*	*	*	x	*	x
شاخص ۲۰	*	*	x	x	x	*	*
شاخص ۲۱	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۲۲	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۲۳	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۲۴	x	x	x	x	x	x	x
شاخص ۲۵	x	*	*	*	*	*	*
شاخص ۲۶	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۲۷	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۲۸	*	*	*	*	*	*	*
جمع	۱۸	۲۰	۱۸	۱۹	۱۷	۱۹	۱۸

با توجه به نتایج جدول ۴، موارد زیر درباره شاخص‌های سطح A قابل ذکر است:

شاخص ۱۰: بیشتر عملکردها با صفحه کلید قابل دسترس هستند، اما برخی مانند راهنماهای تصویری در انتخاب قالب پرسش یا فعال کردن آیکن‌های حذف در انواع پرسش‌ها در سامانه «پرسا»، صرفاً بصری طراحی شده‌اند. اما به دلیل اینکه اغلب عملکردها با صفحه کلید قابل دسترس هستند، این شاخص تا حدودی در سامانه‌ها رعایت شده در نظر گرفته شد.

شاخص ۱۳: محدودیت زمانی فقط در صفحات پرداخت بانکی وجود دارد، اما در خود سامانه‌ها مصداق ندارد.

شاخص ۱۴: محتوای متحرک چندانی در سامانه‌ها وجود ندارد، جز در صفحه احراز هویت یکپارچه خدمات «ایرنداک».

شاخص ۱۷: در بسیاری از صفحات، عنوان‌ها تکراری یا نامناسب هستند (مانند استفاده از یک عنوان ثابت در پایگاه «گنج» و «آموزش»، نبود عنوان در صفحه اصلی «هماندجو» و عناوین کلی در سامانه «پیشینه» و «ثبت پایان‌نامه‌ها»)، به‌جز سامانه «پرسا» که از عناوین مناسب استفاده کرده است. طبق استانداردها، عنوان صفحه باید منحصر به فرد ارائه شود و هدینگ سطح H1 در صفحه باشد که در هیچ مورد این شاخص رعایت نشده است.

شاخص ۱۸: در برخی سامانه‌ها، توالی فوکوس منطقی است، اما موارد نقض نیز مشاهده شده است؛ مانند صفحه پیش‌نمایش پرسشنامه در «پرسا» یا در مرحله طراحی پرسش‌ها، با حرکت توسط کلید تب، افزودن گزینه‌های پرسش و پاسخ در توالی تب قرار نمی‌گیرند.

شاخص ۲۵: برخی سامانه‌ها دارای برچسب‌های ناقص یا فاقد برچسب برای عناصر ورودی هستند، مانند «سامانه ملی ثبت پایان‌نامه‌ها» و «پرسا».

جدول ۵. میزان دسترس‌پذیری سامانه‌های «ایرنداک» بر اساس شاخص‌های استخراجی کنسرسیوم وب

جهان‌گستر در اولویت AA

شاخص‌های دسترس‌پذیری	ثبت	پیشینه	هماندجو	گنج	آموزش	پرسا	پشتیبانی چت
شاخص ۱	-	-	-	-	-	-	-
شاخص ۲	-	-	-	-	-	-	-
شاخص ۳	*	*	*	×	*	×	*
شاخص ۴	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۵	*	*	*	×	*	×	*
شاخص ۶	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۷	×	*	×	*	×	×	×
شاخص ۸	×	*	*	×	*	*	*
شاخص ۹	*	*	*	*	*	*	*

شاخص‌های دسترس پذیری	ثبت	پیشینه	هماندجو	گنج	آموزش	پرسا	پشتیبانی چت
شاخص ۱۰	-	-	-	-	-	-	-
شاخص ۱۱	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۱۲	*	*	x	x	x	*	-
شاخص ۱۳	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۱۴	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۱۵	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۱۶	*	*	*	-	*	*	-
شاخص ۱۷	*	*	*	*	*	*	*
شاخص ۱۸	x	x	x	x	x	x	x
جمع	۱۲	۱۴	۱۲	۹	۱۲	۱۱	۱۱

با توجه به نتایج جدول ۵، موارد زیر درباره شاخص‌های سطح AA قابل ذکر است:

شاخص ۵: پایگاه «گنج» نسخه‌های قدیمی را به صورت عکسی ارائه می‌کند و فایل‌های «پی‌دی‌اف» آن با نرم‌افزار صفحه‌خوان خوانده نمی‌شوند. در سامانه «پرسا» نیز راهنماها به صورت تصویری هستند.

شاخص ۶: در خیلی از موارد، سامانه‌ها مجهز به لندمارک و هدینگ هستند، ولی ممکن است در طراحی آن‌ها کاربر و نیاز او به محتویات اصلی ملاک عمل نبوده است.

شاخص ۷: جز در پایگاه «گنج» و تا حدودی در سامانه «پیشینه»، هدینگ‌ها از نظم و ترتیب منطقی و بر مبنای نیاز کاربران تعریف نشده‌اند.

شاخص ۸: فوکوس قابل مشاهده در پایگاه «گنج» و «ثبت» از بقیه سامانه‌ها ضعیف‌تر بودند. در سامانه «هماندجو» نیز فوکوس قابل مشاهده ضعیف‌هایی داشت.

شاخص ۱۱: اندازه هدف برای ورودی‌های اشاره‌گر در بیشتر موارد رعایت شده است، اما موارد جزئی مانند کادرهای انتخاب (چک‌باکس‌ها) ۱ در سامانه «پرسا» کوچک هستند.

شاخص ۱۵: راه‌حل‌هایی برای تصحیح خطاها ارائه شده است، اما توسط کاربران یا

1. checkboxes

نرم‌افزارهای صفحه‌خوان شناسایی نمی‌شود.

طبق نتایج جداول ۱۲ و ۱۳، در بین سامانه‌های «ایرانداک»، «پیشینه» با رعایت ۳۳ شاخص از مجموع ۳۸ شاخص، بیش‌تاز است و پایگاه «گنج» با ۲۸ شاخص پایین‌تر از سایر سامانه‌ها قرار دارد.

مطابق نتایج جداول ۴ و ۵، سامانه «پیشینه» در سطح A با حدود ۷۱ درصد و در سطح AA با حدود ۷۷ درصد، دسترس‌پذیرترین سامانه بود. میزان تطابق سایر سامانه‌ها در سطح A عبارت بود از: «گنج» و «پرسا» (۶۷ درصد)، «ثبت»، «هماندجو» و «پشتیبانی چت» (۶۴ درصد) و «آموزش» (۶۰ درصد). این تطابق در سطح AA عبارت بود از: «ثبت»، «هماندجو» و «آموزش» (۶۶ درصد)، «پرسا» و «پشتیبانی چت» (۶۱ درصد) و «گنج» (۵۰ درصد).

پرسش دوم: وضعیت کاربردپذیری سامانه‌های مورد مطالعه پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران بر اساس تجربه کاربران با آسیب‌بینایی چگونه است؟

هدف پژوهشگر از طرح این سؤال کلی و مفصل این بود تا روشن شود چه اندازه سامانه‌های مورد مطالعه «ایرانداک» بر اساس تجربه کاربر، اهداف کاربران با آسیب‌بینایی را برآورده می‌کند. افزون بر این، میزان رضایت کاربران در ارتباط با کاربردپذیری نیز اندازه‌گیری شود. وظایف به قرار زیر تعریف شد:

وظیفه ۱. از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) پایان‌نامه‌های با موضوع «مدیریت دانش» را جست‌وجو کنید و صفحات ابتدایی و متن کامل یک نمونه از آن‌ها را (پس از ورود به سامانه) تا مرحله دانلود منع پیش بروید.

وظیفه ۲. وارد سامانه «پیشینه پژوهش» شوید و نسبت به ثبت درخواست پیشینه جدید اقدام کنید.

وظیفه ۳. وارد سامانه «آموزش‌های کوتاه‌مدت» شوید و نسبت به ثبت‌نام و انتخاب یک دوره اقدام کنید.

وظیفه ۴. وارد سامانه «هماندجو» شوید و نسبت به بررسی هماندجویی یک سند اقدام کنید.

وظیفه ۵. وارد سامانه «پرسا» شوید و نسبت به ورود یک یا دو پرسش پرسشنامه‌ای اقدام کنید.

وظیفه ۶. وارد سامانه ملی «ثبت پایان‌نامه، رساله و پیشنهاد» شوید و نسبت به ثبت پیشنهاد خود

اقدام کنید.

وظیفه ۷. می‌خواهید با یک کارشناس پژوهشگاه به صورت برخط گفت‌وگو کنید. لطفاً این ارتباط را برقرار کنید.

پژوهشگر آزمون کاربردپذیری را با تمرکز بر زمان انجام وظایف توسط کاربران انجام داد. شرکت‌کنندگان پس از تکمیل هر وظیفه، آن را با استفاده از مقیاس لیکرت (۱ تا ۵) ارزیابی کردند تا سطح سهولت انجام کار را مشخص کنند. در جدول ۶، ساختار زمانی انجام وظایف توسط کاربران با آسیب‌بینایی آورده شده است:

جدول ۶. ساختار زمانی شرکت‌کنندگان در آزمون کاربردپذیری

زمان (دقیقه)	حداقل زمان	حداکثر زمان	میانگین	انحراف معیار
وظیفه ۱	۳	۱۲	۷/۳۶	۳/۰۴
وظیفه ۲	۴	۳۰	۱۲/۵۷	۸/۷۱
وظیفه ۳	۳	۹	۶/۱۱	۲/۲۸
وظیفه ۴	۱۰	۱۴	۱۲/۲	۲/۰۴
وظیفه ۵	۱۰	۴۰	۲۱/۲۳	۱۱/۶۵
وظیفه ۶	۱۰	۵۰	۲۰/۴۲	۱۳/۵۱
وظیفه ۷	۳	۱۶	۱۱	۵/۵۰

جدول ۶، میانگین انجام ۷ وظیفه را نشان می‌دهد. صرف زمان توسط برخی کاربران بالاست و تا میانگین ۲۱ دقیقه برای انجام وظیفه (وظیفه ۵) هم بوده است. بیشترین زمان، به استفاده از سامانه «پرسا» اختصاص یافت. عملکرد سامانه‌ها بر اساس اثربخشی، کارایی و رضایت ارزیابی شد. اثربخشی و کارایی با استاندارد ISO 9241-11 اندازه‌گیری شد. برای محاسبه میزان اثربخشی و کارایی سامانه‌های مورد مطالعه از فرمول‌های زیر استفاده شد:

◇ اثربخشی

$$\text{اثربخشی} = \frac{\text{تعداد وظایف تکمیل شده موفق}}{\text{تعداد کل وظایف}} \times 100$$

$$\text{اثربخشی} = \frac{41}{48} \times 100 = 85/41$$

◇ کارایی

$$\text{کارایی مبتنی بر زمان} = \frac{\sum(S_{ij} / t_{ij})}{(N \times R)}$$

$$\text{کارایی مبتنی بر زمان} = 1.5\%$$

که در آن،

S_{ij} برابر ۱ است، اگر وظیفه j توسط کاربر i به طور موفق انجام شده باشد؛ در غیر این صورت *

t_{ij} زمان صرف شده توسط کاربر i برای انجام وظیفه j

N تعداد کاربران

R نرخ استاندارد موفقیت

با نرخ موفقیت ۸۵ درصد، می توان گفت که کاربران تا حد زیادی وظایف را به درستی انجام داده اند. با این حال، کارایی پایین (۱/۵ درصد) نشان می دهد که زمان صرف شده برای انجام وظایف، بسیار زیاد بوده است. لازم به ذکر است که کاربران کمی در استفاده از سامانه های «ایرانداک» بدون کمک توانستند پیمایش کنند. در جدول ۷، میزان راهنمایی تسهیلگر را در جلسات انجام وظایف به تفکیک وظایف آورده شده است. (م. اختصار مشارکت کننده و شماره کنار آن عددی است که به مشارکت کننده اختصاص یافته است):

جدول ۷. میزان راهنمایی تسهیلگر برای انجام وظایف

میانگین	مشارکت کنندگان	درصد تجمعی	درصد فراوانی	فراوانی	تعداد راهنمایی	وظایف
۱/۱۸	۴۲.م، ۴۵.م، ۴۸.م، ۴۹.م، ۱۴.م	۱۸/۱۸	۱۸/۱۸	۲	۰	گنج
	۱۸.م، ۱۹.م، ۲۰.م	۶۳/۶۳	۴۵/۴۵	۵	۱	
		۱۰۰	۳۶/۳۶	۴	۲	
			۱۰۰	۱۱	۳	جمع
۱/۴۲	۴۲.م، ۴۴.م، ۴۶.م، ۴۳.م، ۱۳.م، ۱۴.م	۲۸/۵۷	۲۸/۵۷	۲	۰	پیشینه
	۲۲.م	۵۷/۱۴	۲۸/۵۷	۲	۱	
		۸۵/۷۲	۲۸/۵۷	۲	۲	
		۱۰۰	۱۴/۲۸	۱	۴	
			۱۰۰	۷	۷	جمع

وظایف	تعداد راهنمایی	فراوانی	درصد فراوانی	درصد تجمعی	مشارکت کنندگان	میانگین
آموزش‌های کوتاه مدت	۰	۲	۲۸/۵۷	۲۸/۵۷	م. ۲؛ م. ۴؛ م. ۱۳؛ م. ۱۴	۱/۱۴
	۱	۳	۴۲/۸۵	۷۱/۳۹	م. ۱۵؛ م. ۱۸	
	۲	۱	۱۴/۲۸	۸۵/۶۷		
	۳	۱	۱۴/۲۸	۱۰۰		
جمع	۶	۷	۱۰۰			
همانندجو	۱	۲	۴۰	۴۰	م. ۱۲؛ م. ۱۳؛ م. ۱۵؛ م. ۱۷	۲
	۲	۱	۲۰	۶۰	م. ۲۴	
	۳	۲	۴۰	۱۰۰		
	جمع	۶	۵	۱۰۰		
پرسا	۲	۱	۱۶/۶۶	۱۶/۶۶	م. ۱؛ م. ۶؛ م. ۸؛ م. ۹؛ م. ۱۱	۳/۶۶
	۳	۳	۵۰	۶۶/۶۶	م. ۱۲	
	۵	۱	۱۶/۶۶	۸۳/۳۲		
	جمع	۱۶	۶	۱۰۰		
ثبت	۰	۱	۱۴/۲۸	۱۴/۲۸	م. ۲؛ م. ۵؛ م. ۱۰؛ م. ۱۱	۲/۲۸
	۱	۲	۲۸/۵۷	۴۲/۸۵	م. ۱۴؛ م. ۲۱؛ م. ۲۴	
	۲	۳	۴۲/۸۵	۸۵/۷		
	جمع	۸	۷	۱۰۰		
پشتیبانی چت	۰	۱	۲۰	۲۰	م. ۴؛ م. ۷؛ م. ۹؛ م. ۱۶	۱/۲۰
	۱	۲	۴۰	۶۰		
	۲	۲	۴۰	۱۰۰		
	جمع	۳	۵	۱۰۰		

طبق داده‌های جدول ۷، بیش از ۸۰ درصد کاربران به حداقل یک یا دو بار راهنمایی در انجام وظایف نیاز داشتند. در برخی موارد این راهنمایی ۵ یا ۶ بار هم می‌شد. در خیلی از موارد بدون این راهنمایی طی مسیر برای کاربر میسر نبود. «پرسا» (با میانگین ۳/۶۶) و «ثبت» (۲/۲۸) بیشترین میانگین راهنمایی را دریافت کرده‌اند. در پایان هر وظیفه از کاربران

خواسته می‌شد تا میزان آسانی و سختی فرایند انجام وظیفه را در یک طیف ۵ گزینه‌ای (۱ بسیار آسان تا ۵ بسیار سخت) نمره‌دهی کنند (جدول ۸):

جدول ۸. آسانی و سختی فرایند انجام وظایف میان کاربران با آسیب بینایی

وظایف	بسیار آسان		آسان		متوسط		سخت		بسیار سخت		میانگین
	درصد فراوانی	فراوانی	درصد فراوانی	فراوانی	درصد فراوانی	فراوانی	درصد فراوانی	فراوانی	درصد فراوانی	فراوانی	
گنج	۳	۲۷/۳	۴	۳۶/۴	۴	۳۶/۴	-	-	-	-	۲/۰۹
پیشینه پژوهش	۱	۱۴/۳	۳	۴۲/۹	۲	۲۸/۶	۱	۱۴/۳	-	-	۲/۴۲
آموزش‌های کوتاه‌مدت	-	-	۵	۷۱/۴	۱	۱۴/۳	۱	۱۴/۳	-	-	۲/۴۲
همانندجو	۱	۲۰	۱	۲۰	۲	۴۰	۱	۲۰	-	-	۲/۶۰
پرسا	-	-	۳	۵۰	۳	۵۰	-	-	-	-	۲/۵۰
ثبت	-	-	۳	۴۲/۹	۲	۲۸/۶	۱	۱۴/۳	-	۱	۲/۸۳
پشتیبانی چت	-	-	-	-	۳	۶۰	۱	۲۰	۱	۲۰	۳/۶۰

بر اساس جدول ۸، جز در «پشتیبانی آنلاین چت»، انجام وظایف در سایر سامانه‌ها در سطح متوسط (۳۵ درصد) و حتی آسان (حدود ۴۰ درصد) بوده است. با این حال، حدود ۱۰ درصد از کاربران انجام وظایف در سامانه‌ها را سخت و بسیار سخت عنوان نمودند. با وجود برخی راهنمایی‌ها، برخی از کاربران ناموفق در تکمیل وظیفه محوله بودند. این آمار در جدول ۹، آمده است:

جدول ۹. تکمیل موفق یا عدم تکمیل وظایف تعریف شده در بین کاربران

وظایف	فراوانی	درصد فراوانی
گنج	۱۰	۹۰/۹
بلی	۱	۹/۱
خیر	۱۱	۱۰۰
جمع	۶	۸۵/۷
پیشینه پژوهش	۱	۱۴/۳
بلی	۷	۱۰۰
خیر		
جمع		

درصد فراوانی	فراوانی	وظایف
۸۵/۷	۶	آموزش‌های کوتاه‌مدت
۱۴/۳	۱	خیر
۱۰۰	۷	جمع
۱۰۰	۵	هماندجو
-	-	خیر
۱۰۰	۵	جمع
۱۰۰	۶	پرسا
-	-	خیر
۱۰۰	۶	جمع
۷۱/۴	۵	ثبت
۲۸/۶	۲	خیر
۱۰۰	۷	جمع
۶۰	۳	پشتیبانی چت
۴۰	۲	خیر
۱۰۰	۵	جمع

طبق جدول ۹، حدود ۱۵ درصد کاربران (۷ وظیفه از ۴۸ بازدید) در انجام وظیفه تعریف شده در سامانه‌ها ناموفق بودند. این عدم توفیق در سامانه «ثبت» و «پشتیبانی آنلاین چت» بیشتر از سایر وظایف دیده می‌شود. لازم به ذکر است که اگر مشارکت کنندگان به هر نحوی موفق به انجام وظایف می‌شدند، علی‌رغم زمان صرف شده و راهنمایی تسهیلگر، وظایف انجام شده تلقی می‌شدند. بازخورد کاربران درباره ابعاد کاربرپذیری سامانه‌های «ایرانداک» در یک طیف ۵ تایی ۱ تا ۵ (۱ بدترین حالت و ۵ بهترین حالت) در جدول ۱۰، ارائه شده است:

جدول ۱۰. بازخورد دریافت‌شده از کاربران درباره معیارهای ارزیابی کاربرپذیری

مؤلفه‌ها	امتیاز کاربر	فراوانی	درصد فراوانی	درصد تجمعی	میانگین
سهولت استفاده از سامانه‌های ایرانداک	بدترین حالت	-	-	-	۳/۲۱
	بد	۳	۱۲/۵	۱۲/۵	
	متوسط	۹	۳۷/۵	۵۰	
	خوب	۷	۲۹/۲	۷۹/۲	
	بهترین حالت	-	-	-	
	بی‌پاسخ	۵	۲۰/۸	۱۰۰	
	جمع	۲۴	۱۰۰		
رضایت از عملکرد خود در استفاده از سامانه‌های ایرانداک	کاملاً ناراضی	-	-	-	۳/۸۴
	ناراضی	۲	۸/۳	۸/۳	
	بی‌نظر	۴	۱۶/۷	۲۵	
	راضی	۸	۳۳/۳	۵۸/۳	
	کاملاً راضی	۵	۲۰/۸	۷۹/۲	
	بی‌پاسخ	۵	۲۰/۸	۱۰۰	
	جمع	۲۴	۱۰۰		
رضایت از زمان صرف‌شده در استفاده از سامانه‌های ایرانداک	کاملاً ناراضی	۱	۴/۲	۴/۲	۳/۴۲
	ناراضی	۴	۱۶/۷	۲۰/۸	
	بی‌نظر	۳	۱۲/۵	۳۳/۳	
	راضی	۸	۳۳/۳	۶۶/۷	
	کاملاً راضی	۳	۱۲/۵	۷۹/۲	
	بی‌پاسخ	۵	۲۰/۸	۱۰۰	
	جمع	۲۴	۱۰۰		

جدول ۱۰، مبین این واقعیت است که برخی از کاربران سهولت استفاده از سامانه‌های «ایرانداک» را در حد متوسط و خوب (بیش از ۶۶ درصد) و برخی دیگر آن را نامناسب ارزیابی کردند (۱۲/۵ درصد). حدود ۵۵ درصد کاربران مشارکت‌کننده از عملکرد خود در استفاده از سامانه‌های «ایرانداک» راضی بودند و زمان صرف‌شده (۵۰ درصد) برای پیشبرد

وظیفه را مطلوب ارزیابی کردند. برخی کاربران نیز زمان صرف‌شده برای پیمایش در سامانه‌ها را طولانی و نامطلوب دانستند. میانگین کلی بالای ۳ و نزدیک به ۴ نشان‌دهنده اوضاع مساعد سامانه‌های «ایرانداک» است.

۶. بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر ارزیابی جامع میزان فراگیری و کاربردپذیری سامانه‌های «ایرانداک» بر اساس تجارب کاربران با آسیب‌بینایی و با تمرکز ویژه بر انطباق با آخرین ویرایش شاخص‌های استخراجی کنسرسیوم وب جهان‌گستر (۲۰۲۳) است. مشارکت فعال ۲۴ کاربر با آسیب‌بینایی در تعامل با هفت سامانه کلیدی «ایرانداک» (گنج، ثبت، پیشینه، همانندجو، پرسا، آموزش و پشتیبانی آنلاین) و ثبت ۴۸ بازدید، امکان درک چندوجهی از چالش‌ها و محدودیت‌های موجود را فراهم ساخت.

در ارزیابی فنی دسترس‌پذیری سامانه‌های «ایرانداک»، استفاده از ابزار خودکار Accessibility Insights و بررسی دستی بر اساس شاخص‌های WCAG 2.2 نشان داد که اگرچه تلاش‌هایی در جهت رعایت استانداردهای دسترس‌پذیری صورت گرفته است، هیچ‌یک از سامانه‌ها به‌طور کامل با این استانداردها مطابقت ندارند. سامانه «پیشینه» با بالاترین میزان تطابق با شاخص‌های دسترس‌پذیری WCAG 2.2 در سطوح A و AA، دسترس‌پذیرترین سامانه در میان سامانه‌های مورد بررسی بود، در حالی که سامانه «گنج» کمترین میزان تطابق را در سطح AA نشان داد و سایر سامانه‌ها نیز در سطوح مختلف، میزان دسترس‌پذیری متفاوتی را به نمایش گذاشتند. یافته‌ها، به‌ویژه در مورد پایگاه «گنج»، بر کمبود توجه به تضاد رنگ مناسب متن و پس‌زمینه تأکید دارد؛ مسئله‌ای که آن اشاره کرده‌اند و اهمیت آن برای کاربران کم‌بینا را برجسته می‌سازند. همچنین، فقدان جایگزین‌های متنی جامع برای عناصر غیرمتنی، برچسب‌گذاری ناکافی فرم‌ها، پیوندها و دکمه‌ها، از دیگر موانع شناسایی شده بود که لزوم بازنگری دقیق‌تر را آشکار می‌سازد. تحلیل انطباق با آخرین شاخص‌های WCAG 2.2 نشان داد که در اولویت‌های A و AA، به‌رغم رعایت نسبی بسیاری از معیارها، مواردی نظیر عدم امکان پرش آسان از بلوک‌های تکراری محتوا، عناوین صفحات غیرواضح و غیرمختصر، عدم شناسایی و توصیف مناسب خطاهای ورودی و فقدان برچسب‌ها و سرفصل‌های توصیفی با ترتیب منطقی همچنان

به‌عنوان نقاط ضعف اساسی مطرح هستند. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های Yoon et al. (2016) و نجفقلی‌نژاد (۱۴۰۲) در زمینه وب‌سایت‌های کتابخانه‌ای همسو بوده و بر اهمیت این موارد برای کاربران صفحه‌خوان تأکید می‌کنند. افزون بر این، پیشنهاد Xie et al. (2020) در خصوص افزودن قابلیت «پرش به اولین نتیجه جست‌وجو» می‌تواند در بهبود تجربه کاربری این گروه مؤثر باشد. عدم ارائه پیام‌های وضعیت مناسب نیز، همان‌طور که Kutlutürk (2022) اشاره کرده است، درک اطلاعات مهم را برای کاربران فناوری‌های کمکی دشوار می‌سازد.

در ارزیابی کاربردپذیری از منظر کاربران با آسیب بینایی، یافته‌ها نشان داد که اثربخشی انجام وظایف در سطح به‌نسبت بالایی قرار دارد (بالای ۸۵ درصد)، اما کارایی بر اساس زمان صرف‌شده به‌طور قابل توجهی پایین است. این بدان معناست که کاربران با صرف زمان زیاد و تلاش قابل ملاحظه، موفق به انجام وظایف می‌شوند، که با یافته‌های Shera et al. (2021) در مورد کاربران نابینا در استفاده از برنامه‌های موبایلی مطابقت دارد. این امر بر لزوم توجه به تجربه واقعی کاربر فراتر از صرفاً رعایت استانداردهای فنی، همان‌گونه که Foley (2011) تأکید می‌کند، صحنه می‌گذارد. پژوهش‌های دیگر مانند Conway et al. (2012) نیز نشان داده‌اند که وب‌سایت‌های کتابخانه‌ها اغلب با استانداردهای دسترس‌پذیری مطابقت کامل ندارند یا سهولت استفاده ندارند. نتایج ارزیابی Rojas et al. (2020) نشان‌دهنده دسترس‌پذیری وب‌سایت بود.

نیاز مکرر کاربران به راهنمایی (بیش از ۸۰ درصد کاربران دست کم یک یا دو بار و در برخی موارد تا ۵ یا ۶ بار) در سامانه‌های «پرسا» و «ثبت»، مشکلات کاربردپذیری را به‌وضوح نمایان می‌سازد و با یافته‌های Lazar et al. (2012) همخوانی دارد. بازخورد کاربران در مورد سهولت استفاده از سامانه‌ها در مجموع، در سطح متوسط و خوب ارزیابی شد، اما نارضایتی برخی کاربران از زمان طولانی صرف‌شده برای پیمایش، نشان‌دهنده وجود موانع کارایی است که با نتایج پژوهش «نجفقلی‌نژاد» (۱۴۰۲) نیز همراستا است.

به‌منظور ارتقای سطح فراگیری و بهبود تجربه کاربری سامانه‌های «ایرانداک» برای کاربران با آسیب بینایی، یک رویکرد چندوجهی و یکپارچه ضروری به نظر می‌رسد. در وهله نخست، اصلاحات بنیادین در طراحی رابط کاربری با تمرکز بر اصول WCAG 2.2

باید در اولویت قرار گیرد. این امر شامل بازبینی و بهبود تضاد رنگ رنگ در تمامی سامانه‌ها، به‌ویژه در پایگاه «گنج» که پایین‌ترین سطح تطابق را نشان می‌دهد و اطمینان از ارائه جایگزین‌های متنی توصیفی و جامع برای تمامی عناصر بصری است. همچنین، بهینه‌سازی ساختار معنایی محتوا از طریق برچسب‌گذاری دقیق و واضح فرم‌ها، پیوندها و دکمه‌ها، استفاده از عناوین صفحات گویا و مختصر و پیاده‌سازی ساختار سرفصل‌های منطقی، نقش به‌سزایی در تسهیل پیمایش و درک محتوا توسط کاربران صفحه‌خوان ایفا می‌کند. افزودن قابلیت‌های ناوبری کلیدی نظیر «پیوندهای پرش» نیز می‌تواند به‌طور چشمگیری کارایی تعامل با سامانه‌ها را افزایش دهد.

در کنار این اصلاحات ساختاری، توجه ویژه به بهبود تعامل پذیری و کاهش بار شناختی کاربران ضروری است. ارائه بازخوردهای مناسب و واضح در هنگام بروز خطا، پیاده‌سازی پیام‌های وضعیت دسترس‌پذیر برای اطلاع‌رسانی تغییرات پویا و از همه مهم‌تر، بازبینی و بهینه‌سازی فرایندهای انجام وظایف در سامانه‌هایی نظیر «پرسا» و «ثبت» که بیشترین میزان نیاز به راهنمایی را نشان می‌دهند، می‌تواند منجر به کاهش زمان صرف‌شده و افزایش رضایت کاربران گردد. در نهایت، توسعه و ارائه راهنمایی‌ها و مستندات دسترس‌پذیر، به‌عنوان یک منبع پشتیبانی حیاتی، به کاربران در استفاده مؤثرتر از سامانه‌ها کمک خواهد کرد. اجرای این پیشنهادات، نه‌تنها انطباق سامانه‌های «ایرانداک» با استانداردهای بین‌المللی را ارتقا می‌بخشد، بلکه تجربه کاربری بهتری را برای این گروه از کاربران فراهم می‌آورد و گامی مهم در راستای تحقق عدالت دسترسی به اطلاعات علمی محسوب می‌شود.

داده‌های این مطالعه، سرنخ‌های ارزشمندی را در مورد چالش‌های کاربران با آسیب بینایی در پیمایش سامانه‌های «ایرانداک» ارائه می‌دهند و از اولین تلاش‌ها برای بررسی نظام‌مند تعامل کاربران صفحه‌خوان با سامانه‌های «ایرانداک» محسوب می‌شود. این مطالعه دو سهم مهم در تحقیقات تعامل انسان با کامپیوتر دارد:

◇ آگاهی از تجربه کاربران نابینا: به درک وسیعی از تجربه کاربران با آسیب بینایی در استفاده از سامانه‌ها می‌انجامد که برای تعیین الزامات دسترس‌پذیری و کاربردپذیری وب ضروری است.

◇ استفاده از تکنیک مؤثر و عملی برای ارزیابی: یک روش عملی (تعریف وظایف واقعی) برای ردیابی مشکلات دسترس‌پذیری و کاربردپذیری وب را ارائه می‌دهد که

می‌تواند به حل مشکلات کاربران نابینا کمک کند. این پژوهش، راهبردهایی برای توسعه رابط کاربری سازگار با نیازهای خاص نابینایان ارائه می‌دهد و رویکرد آن برای جوامع آسیب‌پذیر دیگر نیز قابل استفاده است.

فهرست منابع

- آیین‌نامه اجرایی ماده (۳) قانون حمایت از حقوق معلولان. ۱۳۹۸. بازیابی شده از: https://rc.majlis.ir/fa/law/print_version/1385205 (دسترسی در ۱۴۰۱/۶/۲۰)
- ادیب، یوسف، و احد عظیمی آقبلاغ. ۱۳۹۹. واکاوی محدودیت‌های تحصیلی دانشجویان نابینا: یک پژوهش کیفی. *روان‌شناسی افراد استثنایی* ۱۰ (۴۰): ۹۹-۱۳۲. doi: 10.22054/jpe.2021.56797.2251
- ساختار کلی شیوه‌نامه WCAG و معرفی سطوح مطابقت A, AA, AAA. ۱۴۰۰. ترجمه امیدهاشمی، ویراستاری آرتا مکبری و حسین شرفی. شیوه‌نامه فارسی دسترس‌پذیری محتوای وب. بازیابی شده از: <https://pwcag.ir/inclusive/> (دسترسی در ۱۴۰۱/۱۲/۸)
- صالحی‌مزده، فاطمه، نسترن زنجانی، و زهرا عسگری‌نژاد امیری. ۱۴۰۰. نقش هوش مصنوعی در تعامل نابینایان با دنیای دیجیتال. سومین کنفرانس ملی پژوهش‌های نوین در مهندسی و علوم کاربردی. دانشگاه آیت ... العظمی بروجردی.
- صدیقی، زینب. ۱۳۹۵. بررسی مؤلفه‌های رابط کاربر کتابخانه‌های دیجیتال از نظر ارائه خدمات به نابینایان ناشنویان و ارائه الگوی پیشنهادی. رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان
- صیامیان، حسن، محمد حسن زاده، فاطمه نوشین‌فرد، و نجلا حریری. ۱۳۹۳. بررسی میزان استفاده نابینایان ایران از فناوری اطلاعات و ارتباطات جهت تأمین نیازهای اطلاعاتی. *فصلنامه فناوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی* ۴ (۴ پیاپی ۱۶): ۵-۲۱.
- عبد نیکویی پور، الهام. ۱۳۸۹. تعامل انسان-کامپیوتر مبتنی بر عامل برای نابینایان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک).
- گرت، جسی جیمز. ۲۰۱۱. *المان‌های تجربه کاربری طراحی کاربرمحور در وب و فراتر از آن*. مترجمان: الهام راسخ و همکاران. ۱۳۹۵. تهران: ناقوس
- معینی، سهیل. ۱۳۹۸. *نشست تخصصی چالش‌های نشریات نابینایان و کم‌بینایان*. وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی رسانه.
- مکبری، آرتا. ۱۴۰۰. دسترس‌پذیری چیست و چرا تولید محصول فراگیر (Inclusive) مهم است؟ شیوه‌نامه فارسی دسترس‌پذیری محتوای وب نسخه ۲.۲. بازیابی شده از: <https://pwcag.ir/inclusive/> (دسترسی در ۱۴۰۲/۸/۲۲)
- نجفقلی‌نژاد، اعظم. ۱۴۰۲. دسترس‌پذیری و کاربردپذیری رابط کاربری نظام‌های بازیابی اطلاعات کتابخانه‌ای

بر اساس تجربه کاربران با آسیب بینایی و ارائه الگو. طرح پژوهش مؤظف معاونت پژوهش و منابع دیجیتال سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران.

نظری، مینا. ۱۳۹۹. نقش هوش مصنوعی فناوری‌های نوین ارتباطی در توسعه سواد رسانه‌ای نایبانیان. فصلنامه رسانه ۳۱ (۲): ۶۷-۸۲.

References

- Abdnikoyipour, E. 2010. Agent-based Human-Computer Interaction for the Visually-Impaired Users. Master's Thesis of Amirkabir University of Technology (Polytechnic). [In Persian]
- Adib, Y. and A. Azimi Aqbolagh, A. 2020. An Analysis of the Academic Limitations of Blind and visually impaired students: A Qualitative Research. *Psychology of Exceptional Individuals* 10 (40): 99-132. [In Persian]
- Alahmadi, T., and S. Drew. 2017. Accessibility evaluation of top-ranking university websites in world, Oceania, and Arab categories for home, admission, and course description webpages. *Journal of Open, Flexible and Distance Learning* 21 (1): 7-24.
- Babu, R., and R. Singh. 2009. Evaluation of web accessibility and usability from blind user's perspective: the context of online assessment. In Proceedings of the Fifteenth Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2009) (Paper 623). San Francisco, CA. Retrieved from <https://aisel.aisnet.org/amcis2009/623> (accessed Oct. 12, 2025).
- Comeaux, D., and A. Schmetzke. 2013. Accessibility of academic library web sites in North America: Current status and trends (2002-2012). *Library hi tech* 31 (1): 8-33.
- Conway, V., J. Brown, S. Hollier, and C. Nicholl. 2012. Website accessibility: A comparative analysis of Australian national and state/territory library websites. *The Australian Library Journal* 61 (3): 170-188.
- Executive Regulations of Article 3 of the Law on Protection of the Rights of Persons with Disabilities. 2019. https://rc.majlis.ir/fa/law/print_version/1385205 (accessed Sep. 11, 2022). [In Persian]
- Fakrudeen, M. 2024. Evaluation of the accessibility and usability of university websites: a comparative study of the Gulf region. *Universal Access in the Information Society* 24 (2): 1883-1898: 1-16.
- Ferdous, J., H. N. Lee, S. Jayarathna, and V. Ashok. 2023. Enabling Efficient Web Data-Record Interaction for People with Visual Impairments via Proxy Interfaces. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems* 13 (3): 1-27.
- Fichten, C. S., V. Ferraro, J. V. Asuncion, C. Chwojka, M. Barile, M. N. Nguyen, ... and J. Wolforth. 2009. Disabilities and e-learning problems and solutions: An exploratory study. *Journal of Educational Technology & Society* 12 (4): 241-256.
- Foley, A. 2011. Exploring the design, development and use of websites through accessibility and usability studies. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia* 20 (4): 361-385.
- Garrett, J. J. 2011. *The elements of user experience: user-centered design for the Web and beyond*. Translated by Elham Rasekh, Mohsen Lotfalipour, Meysam Hadigheh, and Mohsen Faghghi (2016). Tehran: Nagoos. [In Persian]
- ISO/TS 20282-2. 2013. Usability of consumer products and products for public use. <https://www.iso.org/standard/62733.html> (accessed Aug. 29, 2021)
- Kulikauskienė, K., and L. Liukinevičienė. 2020. The theoretical model of an inclusive library for people with disabilities and its practical implementation. *Izzivi prihodnosti* 2: 79-101.
- Kutlutürk, L. 2022. ENGELLİ AKADEMİSYENLER BAĞLAMINDA AKADEMİK ATAMA/ YÜKSELTME KRİTERLERİ İÇİN KULLANILAN WEB SİTELERİNİN ERİŞİLEBİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ. *Uluslararası Toplumsal Bilimler Dergisi* 6 (2): 1-17.

- Lazar, J., A. Olalere, & B. Wentz. 2012. Investigating the accessibility and usability of job application web sites for blind users. *Journal of Usability Studies* 7 (2): 68-87.
- Mocini, S. 2019. *Specialized meeting on the challenges of publications for the blind and visually impaired*. Ministry of Culture and Islamic Guidance, Office for Media Studies and Planning. [In Persian]
- Mokaberi, A. 2021. What is accessibility and why is creating inclusive products important? Persian Web Content Accessibility Guidelines (Version 2.2). <https://pwcag.ir/inclusive/> (accessed November 13, 2023) [In Persian]
- Mulliken, A. 2019. Eighteen blind library users' experiences with library websites and search tools in US academic libraries: A qualitative study. <http://dspace.fudutsinma.edu.ng/xmlui/handle/123456789/1672> (accessed Oct. 5, 2022)
- Najafgholinejad, A. 2023. Accessibility and usability of user interfaces of library information retrieval systems Based on the experiences of users with visual impairments and a proposed model. Research project commissioned by the Research and Digital Resources Deputy, National Library and Archives of Iran. [In Persian]
- Nazari, M. 2020. The role played by the artificial intelligence and modern technologies in promotion of media literacy of the blind. *Rasaneh* 31 (2): 67-82. [In Persian]
- Pitts, J. E., L. C. Bonella, J. M. Coleman, and A. Wathen. (Eds.). 2019. *Library services for online patrons: A manual for facilitating access, learning, and engagement*. California: Libraries Unlimited.
- Rojas, H., R. Renteria, E. Acosta, H. Arévalo, and M. Pilares. 2020. Application of accessibility guidelines in a virtual museum. In *2020 3rd International Conference of Inclusive Technology and Education (CONTIE)* (pp. 73-79). IEEE.
- Salehi-Mazdeh, F., N. Zanjani, & Z. Asgarinezhad Amiri. 2021. The role of artificial intelligence in the interaction of visually impaired people with the digital world. In *Proceedings of the 3rd National Conference on New Research in Engineering and Applied Sciences*, Ayatollah Borujerdi University, Borujerd, Iran. [In Persian]
- Shera, A., M. W. Iqbal, S. K. Shahzad, M. Gul, N. A. Mian, M. R. Naqvi, and B. A. Khan. 2021. Blind and visually impaired user interface to solve accessibility problems. *Intelligent Automation and Soft Computing* 30 (1): 285-301.
- Siamian, H., M. Hassanzadeh, F. Noshinfard, & N. Hariri. 2014. Investigating the extent of information and communication technology use by blind people in Iran to meet their information needs. *Information and Communication Technology in Educational Sciences* 4 (4 [16]): 5-21. [In Persian]
- Swierenga, S. J., J. Sung, G. L. Pierce, D. B. and Propst. 2011. Website design and usability assessment implications from a usability study with visually impaired users. In *Universal Access in Human-Computer Interaction. Users Diversity: 6th International Conference, UAHCI 2011, Held as Part of HCI International 2011, Orlando, FL, USA, July 9-14, 2011, Proceedings, Part II 6* (pp. 382-389).
- The general structure of the WCAG guideline and an introduction to conformity levels A, AA, AAA. 2021. Persian Web Content Accessibility Guideline (Trans. Omid Hashemi; Eds. Arta Mokaberi & Hossein Sharafi). <https://pwcag.ir/inclusive/> (accessed Feb. 27, 2023). [In Persian]
- The WebAIM Million. 2023. <https://webaim.org/projects/million/> (accessed Mar. 1, 2022)
- UN Flagship Report on Disability and Development. 2018. Realization of the Sustainable Development Goals by, For and with Persons with Disabilities. <https://www.ohchr.org/sites/default/files/Documents/HRBodies/CRPD/UN2018FlagshipReportDisability.pdf> (accessed Oct. 8, 2022)
- Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2. 2023. W3C Recommendation. <https://www.w3.org/TR/WCAG22/> (accessed Nov. 1, 2023)
- World Summit on the Information Society (WSIS). 2013. WSIS+10 Review and Strategic Directions for Building Inclusive Knowledge Societies for Persons with Disabilities. Published by United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). <https://g3ict.org/publication/wsis-10-review-and-strategic-directions-for-building-inclusive-knowledge-societies-for-persons-with-disabilities> (accessed Oct. 18, 2022)
- Xie, I., R. Babu, T. H. Lee, M. D. Castillo, S. You, and A. M. Hanlon. 2020. Enhancing usability of digital libraries:

Designing help features to support blind and visually impaired users. *Information Processing & Management* 57 (3): 102110.

Xie, I., S. Wang, H. S. Lee, and T. H. Lee. 2023. Designing Digital Libraries to Support Blind and Visually Impaired Users: A methodological reflection on a large-scale project. *Qualitative and Quantitative Methods in Libraries* 12 (4): 529-547.

Yoon, K., R. Dols, L. Hulscher, and T. Newberry. 2016. An exploratory study of library website accessibility for visually impaired users. *Library & Information Science Research* 38 (3): 250-258.

Zare, S., S. Rahmatizadeh, and S. Valizadeh-Haghi. 2021. Academic Medical Libraries and Accessibility Challenges: The Conformance of the Websites with the WCAG2 1. *DESIDOC Journal of Library and Information Technology*, 41 (2): 102-107.

اعظم نجفقلی نژاد

دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی و استادیار گروه علوم داده، اطلاعات و هوش مصنوعی سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران است. سواد اطلاعاتی و مرجع، پژوهش در حوزه خدمات اطلاعاتی و هوش مصنوعی، مطالعات کاربری در کتابخانه‌ها و مراکز اطلاع‌رسانی و کاربردپذیری و دسترس‌پذیری خدمات از جمله علایق پژوهشی وی است.



پژوهش نامه
پردازش و
مدیریت
اطلاعات