

# Improving Usability of Library Websites for Visually Impaired Users by Using Artificial Intelligence Capabilities

**Azam Najafgholinejad**

PhD of Knowledge and Information Science; Assistant Professor;  
National Library and Archives of I.R. of Iran; Tehran, Iran;  
Email: najafgholinezhad@gmail.com

Received: 28, Oct. 2023 | Accepted: 14, Apr. 2024

**Abstract:** The purpose of this research is to deal with some artificial intelligence solutions to help improving the usability of library websites for visually impaired users.

The current research is a qualitative one conducted with interview and think aloud protocol. In this research, through interview with visually impaired users, the best and worst features of library websites were questioned. Users were observed while using a library website and performing daily tasks while verbally expressing their thoughts, feelings, and opinions about their interaction experience. The interview was conducted individually and online or at a specific location. Four large library websites of the country (the National Library and Archives of Iran; Organization of Libraries, Museums and Documents Center of Astan Quds Razavi; Library, Museum and Document Center of Islamic Consultative Assembly, and the Central Library and Document Center of Tehran University) were selected to perform the tasks. The research community was visually impaired users who were selected using the targeted sampling method in the number of 33 people. The analysis of the users' conversations was done based on qualitative content analysis, and the MaxQDA software was used and placed in 90 final codes and 3 general categories and 8 subcategories. These codes were continuously expanded and revised while reviewing the transcripts. Another researcher participated in the content analysis and reviewed the transcripts and extracted categories, and the data were evaluated several times.

The best features of the websites from the users' point of view were: standard and accessibility of the elements on the pages, valuable content and honesty in introducing and presenting the content, logical segmentation and headings and proper organization of page elements, allocation of Alt tag for graphics, optimal organization of results search, etc. The worst features of the websites were: image and unknown security codes (captchas), lack of automatic correction of keywords spelling mistakes, problems of online conversations and unknown

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. 39 | No. 3 | pp. 957-982

Spring 2024

<https://doi.org/10.22034/ijpm.2024.2014540.1418>



sending and receiving messages, dynamic content, lack of adjustment of elements on the page with the keyboard, not having labels for graphics and user input elements, and non-principled page design, etc.

Automatic correction, intelligent voice assistants, result clustering, intelligent filtering, intelligent question and answer, text and image processing/ image description, text summarization, semantic search and natural language and user interface personalization are some of the ways to improve the usability of library websites.

**Keywords:** Usability, Library Websites, Artificial Intelligence, Visually Impaired Users, Blind People

# ارتقای کاربردپذیری وبگاه‌های کتابخانه‌ای برای کاربران با آسیب بینایی با بهره‌گیری از قابلیت‌های هوش مصنوعی

اعظم نجفقلی‌نژاد

دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛ استادیار؛  
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران؛ تهران، ایران؛  
najafgholinezhad@gmail.com



دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۰۶ | پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۶ | مقاله برای اصلاح به مدت ۱۲ روز نزد پدیدآوران بوده است.

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

شاپا (چاپی) ۲۲۵۱-۸۲۳۳

شاپا (الکترونیکی) ۲۲۵۱-۸۲۳۱

نمایه در SCOPUS و LISTA، ISC و  
jipm.irandoc.ac.ir

دوره ۳۹ | شماره ۳ | صص ۹۵۷-۹۸۲  
بهار ۱۴۰۳

<https://doi.org/10.22034/jipm.2024.2014540.1418>



**چکیده:** هدف پژوهش حاضر پرداختن به برخی راهکارهای هوش مصنوعی برای کمک به ارتقای کاربردپذیری وبگاه‌های کتابخانه‌ای برای کاربران با آسیب بینایی است.

پژوهش حاضر کیفی است که با ابزار مصاحبه و پروتکل بلنداندیشی انجام گرفت. در این پژوهش از طریق مصاحبه با کاربران با آسیب بینایی، بهترین و بدترین ویژگی‌های وبگاه‌های کتابخانه‌ای مورد سؤال قرار گرفت. کاربران در حین استفاده از یک وبگاه کتابخانه‌ای و در حال انجام وظایف در امور روزمره مورد مصاحبه قرار گرفتند و در عین حال افکار، احساسات و نظرات خود را به صورت کلامی در مورد تجربه تعامل خود بیان نمودند. مصاحبه به صورت فردی و به صورت آنلاین یا در مکان مشخصی انجام شد. چهار وبگاه کتابخانه‌ای بزرگ کشور (سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران؛ سازمان کتابخانه‌ها، موزه‌ها و مرکز اسناد آستان قدس رضوی؛ کتابخانه، موزه و مرکز اسناد مجلس شورای اسلامی؛ و کتابخانه مرکزی و مرکز اسناد دانشگاه تهران) برای انجام وظایف انتخاب شدند. جامعه پژوهش، کاربران با آسیب بینایی بود که با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند به تعداد ۳۳ نفر انتخاب شدند. تحلیل صحت‌های کاربران بر اساس تحلیل محتوای کیفی انجام شد و از نرم‌افزار «مکس کیودی‌ای» استفاده شد و در ۹۰ کد نهایی و ۳ مقوله کلی و ۸ زیرمقوله جای‌گذاری شد. این کدها در حین بررسی رونوشت‌ها به‌طور مداوم گسترش و بازنگری شدند. یک محقق دیگر در تحلیل محتوا شرکت کرد و رونوشت‌ها و مقوله‌های مستخرج را بررسی کرده و داده‌ها چندین بار مورد ارزیابی قرار گرفتند.

بهترین ویژگی‌های وبگاه‌ها از دید کاربران عبارت بودند از: استاندارد و دسترس‌پذیر بودن عناصر موجود در صفحات، محتوای ارزشمند و صداقت در معرفی و ارائه محتوا، بخش‌بندی و هدینگ‌بندی منطقی و سازماندهی مناسب عناصر صفحه، اختصاص تگ Alt برای گرافیک‌ها، سازماندهی مطلوب نتایج جست‌وجو و ... بدترین ویژگی‌های وبگاه‌ها عبارت بودند از: کدهای امنیتی (کچهاها) تصویری و نامعلوم؛ عدم تصحیح خودکار غلط‌های املائی کلیدواژه‌ها؛ مشکلات گفت‌وگوهای اینترنتی و نامعلوم بودن ارسال و دریافت پیام، محتوای پویا و دینامیک؛ تنظیم نبودن عناصر موجود در صفحه با صفحه کلید، برچسب نداشتن گرافیک‌ها و عناصر ورودی کاربر، و طراحی غیراصولی صفحات و ...

تصحیح خودکار، دستیارهای صوتی هوشمند، خوشه‌بندی نتایج، فیلتر هوشمند، پرسش و پاسخ هوشمند، پردازش متن و تصویر/توصیف تصاویر، خلاصه‌سازی متن، جست‌وجوی معنایی و به زبان طبیعی و شخصی‌سازی رابط کاربری از راهکارهای ارتقای کاربردپذیری وبگاه‌های کتابخانه‌ای است.

**کلیدواژه‌ها:** کاربردپذیری، وبگاه‌های کتابخانه‌ای، هوش مصنوعی، کاربران با آسیب بینایی، نابینایان

## ۱. مقدمه

کاربردپذیری صفحات وب برای اطمینان از برابری دسترسی به محتوای دیجیتال برای افراد دارای نیازهای ویژه از جمله افراد با آسیب بینایی مهم است. از آنجا که اکثر وبسایت‌ها اساساً برای تعامل بینایی طراحی شده‌اند، کاربران با آسیب بینایی باید زمان و تلاش بیشتری را صرف انجام کارهای اساسی وب کنند که هم‌تایان بینا می‌توانند در عرض چند ثانیه انجام دهند. در نتیجه، شکاف کاربردپذیری در تجربه تعامل ایجاد می‌شود. داده‌های موجود در وب به‌طور معمول، با بخش‌های کمکی صفحه وب، مانند فیلترها، گزینه‌های مرتب‌سازی، فرم جست‌وجو و پیوندهای چندصفحه‌ای همراه هستند تا کارایی تعامل و راحتی را برای کاربران نهایی افزایش دهند. با این حال، افراد با آسیب بینایی در حال حاضر قادر به بهره‌برداری کامل از این بخش‌ها نیستند، زیرا این بخش‌ها در سراسر صفحه پراکنده شده و به همین دلیل، فناوری‌های کمکی مورد استفاده کاربران با آسیب بینایی، به‌عنوان مثال، نرم‌افزار صفحه‌خوان و ابزارهای بزرگنمایی صفحه نمایش برای تعامل مؤثر با چنین محتوای پراکنده‌ای طراحی نشده‌اند. به‌طور خاص، برای کاربران صفحه‌خوان، پیمایش محتوا به‌طور عمده یک-بعدی است. بنابراین، پیمایش کاربر بین بخش‌های مختلف صفحه وب خسته‌کننده و آزاردهنده است (Ferdous et al. 2023).

فناوری‌های تطبیقی در زندگی آکادمیک کاربران نابینا و کم‌بینا بسیار مهم است. توسعه سریع فناوری، استفاده از منابع در دسترس را برای آسان کردن کارهای روزمره و بهبود استاندارد و کیفیت زندگی افراد با آسیب بینایی ترویج می‌کند (Bhukhya et al. 2023). طیف وسیعی از دستگاه‌های کمکی یا تطبیقی که به‌طور دائم در حال تکامل هستند، کاربران را قادر می‌سازد تا وظایف مربوط به بینایی را به‌طور مستقل انجام دهند. این دستگاه‌ها شامل بزرگنماهای صفحه نمایش<sup>1</sup>، صفحه‌خوان‌ها (برای خواندن اطلاعات متنی)، نرم‌افزار تشخیص صدا<sup>2</sup> (برای شبیه‌سازی صفحه‌کلید)، دستگاه‌های اشاره‌گر جایگزین<sup>3</sup> (برای شبیه‌سازی اشاره ماوس و فعال‌سازی دکمه‌ها)، اسکرین‌های نوری، ذره‌بین‌های نوری، ابزارهای یادداشت‌برداری<sup>4</sup> و فناوری‌هایی که چاپ بزرگ، خط بریل یا گفتار تولید می‌کنند (King & Coetzee 2018)، باتلر یا پیشخدمت مجازی<sup>5</sup> (با امکان دریافت بردار ادراک از سنسورهای خودکار خانه و همچنین درخواست‌ها و پاسخ‌ها برای کاربران) (Fiol-Roig et al. 2009)، سیستم رابط برای صحبت افراد دارای آسیب<sup>6</sup> (سیستم‌های کنترل زبان بر پایه دکمه‌های حساس به فشار برای امکان کنترل صندلی چرخدار و رایانه)، ساعت هوشمند Dot<sup>7</sup> (ساعت هوشمند بریل برای تبدیل متن مربوط به ایمیل یا پیام به خط بریل)، دستکش روباتیکی<sup>8</sup> (یک گجت<sup>9</sup> پوشیدنی برای شناسایی و حرکت اشیای موجود در محیط اطراف) (Park & Kim 2018)، متن خوان انگشتی<sup>10</sup> (اسکن متون و نوشته‌ها با قابلیت شناسایی کلمات و تبدیل آن به یک پیام صوتی) (Shilkrot et al. 2014)، عصای هوشمند<sup>11</sup> (مجهز به فناوری تشخیص چهره و سیستم موقعیت‌یاب جهانی<sup>12</sup> با قابلیت راهنمایی فرد در محیط بیرون از خانه) (Narayani et al. 2021)، چشمان من باش<sup>13</sup> (ارتباط با داوطلبان برای درخواست کمک از طریق یک تماس ویدیویی با فرد داوطلب)، عینک دسترسی معلولان به فناوری (یک گجت پوشیدنی مجهز به حسگر برای جهت‌یابی و مجهز به بلوتوث با قابلیت انتقال به موبایل و رایانه)، دیجیتال ساینج<sup>13</sup> (آموزش و اطلاع‌رسانی در خصوص دسترسی افراد معلول به محوطه دانشگاه و انتقال منابع متنی به‌عنوان راهنما از طریق متن یا صوت)، و گوشی‌های همراه هوشمند (با

- |                        |                               |  |
|------------------------|-------------------------------|--|
| 1. screen magnifiers   | 2. voice recognition software | 3. alternative pointing devices                  |
| 4. note taking devices | 5. virtual Butler             | 6. interface system for speaking disabled people |
| 7. robot glove         | 8. gadget                     | 9. fingerreader                                  |
| 10. smart cane         | 11. GPS                       | 12. Be My Eyes                                   |
| 13. digital signage    |                               |  |

قابلیت خدمات دسترسی مانند مکالمه، کنترل‌های حرکتی، بازخورد لمسی، ذره‌بین صفحه، متن بزرگ، کنتراست رنگ، رنگ‌های معکوس، روشنایی صفحه نمایش، میان‌برها و دستیارهای مجازی) از فناوری‌های مورد استفاده هستند. همچنین می‌توان به «کتابخوان» اشاره کرد که با استفاده از دوربین از دوربین از صفحات کتاب عکس می‌گیرد و «کتابخوان» با استفاده از نرم‌افزار OCR تصاویر را تجزیه و تحلیل می‌کند. پس از شناسایی تصویر توسط کتابخوان، کتاب با صدای بلند خوانده می‌شود (Harum et al. 2021). دستگاهی به نام دیزی پلیر<sup>۱</sup> نیز در دنیا وجود دارد که کتاب را در قالب همان صفحات کتاب و پاراگراف‌ها و خطوط کتاب به صورت صوتی آماده می‌کند و قابلیت جست‌وجو دارد (سرمدی ۱۳۹۵). برخی از این فناوری‌ها در حال حاضر در کشورهای توسعه‌یافته به کار می‌روند، ولی برخی دیگر توسط کشورهای کمتر توسعه‌یافته هم استفاده می‌گردد. به نظر می‌رسد که ورود ابزارهای هوش مصنوعی موهبت بزرگی برای افراد ویژه بوده است.

هوش مصنوعی ابزاری است برای کمک به خلق تجربه کاربری لذت‌بخش. برای برقراری تعامل بهتر میان هوش مصنوعی و تجربه کاربری، متخصصان تجربه کاربری باید به هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از متغیرهای دخیل در طراحی نگاه کنند. در حال حاضر، تحقیقات بر روی نسل جدیدی از رابط‌های کاربری است که بر مبنای عامل‌های هوشمند طرح‌ریزی می‌شوند تا رابط کاربری بتواند به صورت پویا با موقعیت فعلی و الگوهای رفتاری کاربر سازگار گردد (عبدنیکویی‌پور ۱۳۸۹).

در حال حاضر، با وجود اینکه تمامی سازمان‌ها و کتابخانه‌های بزرگ نسبت به راه‌اندازی وب‌سایت‌های متنوع اقدام کرده‌اند، اما به نظر می‌رسد رابط‌های کاربری وب‌سایت‌های مذکور به لحاظ دسترس‌پذیری و کاربردپذیری برای کاربران دارای آسیب بینایی با مشکلات اساسی روبه‌رو هستند. شاخص کاربردپذیری برای اندازه‌گیری میزان مفید بودن یک محصول استفاده می‌شود؛ اینکه آیا محصول به درستی کار می‌کند و آیا استفاده از آن برای کاربران آسان است یا نه. کاربردپذیری خوب تأثیر مثبتی بر روی کاربر دارد و تمایل کاربر به استفاده مکرر از محصول را افزایش می‌دهد (Sari, Sabariah & Effendy 2018).

سیستم‌های توصیه‌گر<sup>۲</sup> و شخصی‌سازی‌های رابط کاربری، رابط کاربری محاوره‌ای

1. daisy player: digital accessible information system

2. recommended systems

بر اساس پردازش زبان طبیعی، دستیارهای صوتی و استفاده از سرویس‌های شناختی بر اساس بینایی ماشین برای درک و توصیف تصاویر از جمله امکاناتی است که وجود آن‌ها در رابط‌های کاربری کتابخانه‌ای بسیار کم‌رنج دیده می‌شود. با توجه به اهمیت این موضوع، پژوهش حاضر در پی آن است که با توجه به نتایج تجربه کاربران با آسیب بینایی، راهکارهایی را برای ارتقای کاربردپذیری وبگاه‌های کتابخانه‌ای بر اساس پتانسیل‌های هوش مصنوعی ارائه دهد. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف پاسخ به پرسش‌های اساسی زیر انجام شده است:

۱. بهترین و بدترین ویژگی‌های وبگاه‌های کتابخانه‌ای از دید کاربران با آسیب بینایی چیست؟
۲. راهکارهای فناورانه برای ارتقای کاربردپذیری وبگاه‌های کتابخانه‌ای بر اساس قابلیت‌های هوش مصنوعی برای کاربران با آسیب بینایی چیست؟

پژوهش‌های متعدد کاربردپذیری بر اساس تجربه کاربران با آسیب بینایی در وب و در بافت کتابخانه‌ها در خارج از کشور انجام شده است. از آن جمله می‌توان به (2004) Leporini, Andronico & Buzzi؛ (2017) Babu & Xie و (2019) Mulliken اشاره کرد. پیشینه‌های داخلی چندانی درباره کاربردپذیری بر اساس تجربه کاربران با آسیب بینایی و رابط‌های کاربری هوشمند برای کاربران با آسیب بینایی یافت نشد. «عبد نیکویی پور» به بررسی و طراحی واسط‌های کاربری هوشمند با هدف تسریع دسترسی به اطلاعات مورد نیاز توسط افراد نابینا پرداخت. وی بدین منظور، پس از مراجعه به کاربران نابینا و استخراج ابزارهای مورد استفاده آن‌ها در هنگام جست‌وجو، اقدام به ارائه رویکردی مبتنی بر عامل برای مسئله شخصی‌سازی جست‌وجو با استفاده از قابلیت‌های هوشمندی، یادگیری و هدف‌گرایی نمود و سرانجام، چارچوبی جهت مقایسه سیستم‌های طراحی شده که قادر به بررسی سیستم‌های طراحی شده برای نابینایان است، ارائه کرد (۱۳۸۹). «نظری» با تکنیک دو گروهی، به صورت پیمایشی و با تکنیک مشاهده تام به نقش هوش مصنوعی فناوری‌های نوین ارتباطی در توسعه سواد رسانه‌ای نابینایان پرداخت. برای انجام این پژوهش ۱۵ نفر کاربر با آسیب بینایی که از فناوری‌های نوین ارتباطی استفاده می‌کنند و ۱۵ نفر افرادی که فاقد این فناوری هستند، انتخاب شدند. بر اساس نتایج این تحقیق، نابینایان با استفاده از این فناوری‌ها به اطلاعات و درکی از محیط اطراف خود می‌رسند که در طی زمان موجب ارتقای سطح سواد رسانه‌ای آن‌ها می‌شود (۱۳۹۹). «وهابی، اسدی و گنج‌فر» به

بررسی تعاملات کاربران پایگاه‌های اطلاعاتی با سیستم در حین جست‌وجو، به مدل‌سازی رفتار اطلاع‌یابی آن‌ها پرداختند. داده‌ها از طریق مشاهده رفتار کاربران در استفاده از پایگاه داده «ایرانداک» و مطالعه لاگ کاربران گردآوری شد. روش شبکه عصبی پیشنهادی در این مطالعه، امکان بهبود بازیابی اطلاعات را در مدت‌زمان کم فراهم می‌آورد. همچنین، با این روش می‌شد این امکان را به‌وجود آورد که مدل جست‌وجو هر مرتبه با جست‌وجوی کاربران به‌روزرسانی شده و نتایج کامل‌تر و دقیق‌تری به‌دست آید (۱۴۰۰). «صالحی مزده، زنجانی و عسگری‌نژاد امیری» به تحلیل و بررسی تخصصی مجموعه نرم‌افزارهای مبتنی بر دسکتاپ و تلفن همراه مخصوص نابینایان و بررسی اصول و استانداردهای موجود در طراحی نرم‌افزارهای نابینایان پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که در طراحی رابط‌های صوتی و لمسی برای نابینایان مهم‌ترین اصل سادگی است (۱۴۰۰).

«فلیکس، کومار و ویراموثو» پروژه دستیار شخصی هوشمند برای افراد با آسیب بینایی را با استفاده از هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، تشخیص تصویر و متن پیشنهاد دادند. این ایده از طریق اپلیکیشن موبایل اندرویدی اجرا شد که بر روی دستیار صوتی، تشخیص تصویر، تشخیص ارز، کتاب الکترونیک، ربات چت و غیره تمرکز داشت و قابلیت تجزیه و تحلیل متن را برای تشخیص متن در سند چاپی انجام می‌داد و کتاب چاپی یا الکترونیک را با استفاده از زبان طبیعی به فرمت صوتی تبدیل می‌کرد (Felix, Kumar & Veeramuthu 2018). «کو کاده» و همکاران بر روی گفتار به متن<sup>۱</sup>، متن به گفتار<sup>۲</sup>، تشخیص کاراکتر نوری<sup>۳</sup> و دستیار صوتی متمرکز شدند و سیستمی را برای پیاده‌سازی آن‌ها پیشنهاد دادند و راه‌های رسیدن به آن را مورد بحث قرار دادند (Kukade 2018).

«تمبورن» و همکاران نیز اجرای یک دستیار صوتی را برای افراد دارای چالش بصری مورد مطالعه قرار دادند. این مطالعه ماژول‌های مختلفی را که می‌توان در دستیار صوتی پیاده‌سازی کرد، مانند تماس‌ها، پیام‌ها، TTS، OCR و غیره مورد بحث قرار می‌دهد، و همچنین در مورد استفاده از Maps API برای ناوبری صحبت می‌کند (Tembhurne et al. 2019). «ماروین» یک برنامه دستیار دیجیتال DAVID را با هدف کمک به افراد نابینا در تشخیص متن روی اشیای دنیای واقعی و ارائه بازخورد صوتی در زمان واقعی معرفی کرد و از فناوری رابط کاربر صوتی مانند تشخیص گفتار و سنتز گفتار به‌عنوان ابزاری برای

1. speech-to-text

2. text-to-speech

3. optical character reader (OCR)

تعامل از طریق ورودی صوتی استفاده نمود. این برنامه در درک ورودی گفتار کاربر و اجرای پاسخ به دستور کاربر ماهر بود (Marvin 2020). «سینگ» و همکاران یک برنامه اندرویدی را پیشنهاد کردند که تشخیص متن، گفتار، تصویر و یک ربات چت را برای کاربر ارائه می‌داد تا با برنامه تعامل داشته باشد. این پژوهش استفاده از API‌های ابری گوگل و بستر مکالمه گوگل<sup>1</sup> را برای پیاده‌سازی ماژول‌های مختلف به‌جای آموزش مدل‌های یادگیری عمیق برای انجام فعالیت‌های مختلف پیشنهاد دادند (Singh et al. 2020).

«شارما، سینگ و تانیرو» بر پیاده‌سازی سیستمی تمرکز داشتند که تشخیص چهره، تبدیل متن به گفتار و تشخیص شیء را در یک مرورگر وب که می‌تواند روی دستگاه تلفن همراه باز شود، ارائه می‌کرد. این مطالعه همچنین در مورد افزودن یک ویژگی برای افزودن چهره‌های ناشناخته به پایگاه داده با ضربه زدن بحث می‌کند (Sharma, Singh & Thanneeru 2020). «رغوان» و همکاران نیز یک اپلیکیشن اندرویدی برای کمک به افراد دارای اختلال بینایی پیشنهاد دادند. این برنامه از فناوری‌هایی مانند تشخیص چهره، تشخیص اشیا و متن، اسکنر بارکد و یک ربات گفت‌وگوی مبتنی بر صدا استفاده می‌کند که می‌تواند برای اجرای دستورات اولیه استفاده شود. این برنامه از طریق یادگیری عمیق، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین پیاده‌سازی شد. این برنامه قادر است تعداد چهره‌ها را تشخیص دهد، شیء را در قاب دوربین برنامه تشخیص دهد، متن را از روزنامه‌ها، اسناد و غیره بخواند، و پیوند شناسایی شده از بارکد را باز کند و همه را به صورت صدا به‌عنوان خروجی به کاربر ارائه دهد (Raghavan et al. 2021). «آیشک» و همکاران نیز بینشی را در مورد اجرای نرم‌افزار فناوری کمکی ارائه دادند که از فناوری‌های تشخیص صدا برای کمک به معلولان بینایی در دسترسی به برنامه‌های کاربردی رایانه و اینترنت استفاده می‌کند. این نرم‌افزار می‌تواند با استفاده از یک دستیار نوشتاری مجهز به هوش مصنوعی به نام GingerIt، خطاهای املائی و دستوری در محتوا را بسته به بافت کل عبارت شناسایی و اصلاح کند (Abhishek et al. 2022).

«بوخیا» و همکاران نیز یک گجت پوشیدنی را پیشنهاد کردند که ایجاد سیستمی از عینک دستیار مجازی برای کمک به افراد با آسیب بینایی برای پیمایش در محیط را پیشنهاد می‌کند. از جمله ماژول‌های این سیستم می‌توان به این موارد اشاره کرد: ماژول

1. Google Dialogflow

تشخیص مانع برای یافتن موانع و اطلاع دادن به کاربر از طریق بازخورد لمسی، ماژول تشخیص تابلوها و ماژول تشخیص متن که می‌تواند هر متنی را که شناسایی می‌کند، به گفتار تبدیل کند و کاربر می‌تواند با استفاده از بلندگوهای داخلی در عینک خود بشنود (Bhukhya et al. 2023).

«فردوس» و همکاران امکان تعامل کارآمد داده‌های وب برای افراد دارای اختلالات بینایی از طریق رابط‌های پراکسی را فراهم کردند. آن‌ها یک افزونه مرورگر به نام InSupport را ارائه دادند؛ افزونه‌ای که از الگوریتم‌های مبتنی بر یادگیری ماشین سفارشی برای استخراج خودکار بخش‌های کمکی هر صفحه وب حاوی رکوردهای داده استفاده می‌کند و سپس، این بخش‌ها را در صورت تقاضا به‌فوریت از طریق یک رابط پراکسی به کاربران با آسیب بینایی می‌فرستد تا امکان پیمایش آسان بخش‌های کمکی استخراج‌شده با استفاده از میان‌برهای اصلی صفحه‌کلید یا اقدامات ماوس فراهم شود. ارزیابی با ۱۴ شرکت‌کننده نابینا و ۱۶ شرکت‌کننده کم‌بینا، بهبود قابل توجهی در کاربردپذیری وب با InSupport نشان داد که ناشی از کاهش زمان تعامل و تلاش کاربر در مقایسه با راه‌حل‌های پیشرفته بود (Ferdous et al. 2023).

مرور پیشینه‌ها نشان می‌دهد که مداخلات فناوری متعددی با بهره‌گیری از قابلیت‌های هوش مصنوعی در دنیا در مرحله پژوهش و اجراست. از جمله این راهکارها می‌توان به رابط‌های کاربری هوشمند برای شخصی‌سازی جست‌وجو، استفاده از روش شبکه عصبی برای بهبود بازیابی اطلاعات کاربران، پیشنهاد دستیارهای صوتی و هوشمند، سیستم‌های تشخیص چهره، تصویر، متن با خروجی صوتی و ربات‌های گفت‌وگویی مبتنی بر صدا، دستیارهای نوشتن برای اصلاح خطاهای املائی و دستوری و افزونه‌های استخراج خودکار محتوای وب اشاره کرد. این راهکارهای هوشمند به‌صورت پویا می‌توانند با شرایط فرد و ویژگی‌های محیط سازگار شوند و از این رو، پرداختن به چنین پژوهش‌ها معرفی راهکارهای هوشمندسازی می‌تواند گام کوچکی در جهت تفکر و حرکت در این زمینه را فراهم آورد.

### ۳. روش پژوهش

روش پژوهش حاضر کیفی است که با ابزار مصاحبه و پروتکل بلنداندیشی همزمان انجام گرفت. در این پژوهش از طریق مصاحبه با کاربران با آسیب بینایی در حین استفاده

از یک وبگاه کتابخانه‌ای، بهترین ویژگی‌ها و بدترین ویژگی‌های وبگاه‌ها مورد سؤال قرار گرفت. بدین منظور، وظایف مشابهی در مورد امور روزمره مانند جست‌وجوی منبعی مشخص، مکان‌یابی آن منبع، نحوه استفاده از آن منبع و ارتباط با کتابدار برای کاربران با آسیب بینایی در رابط‌های کاربری کتابخانه‌ای تعریف شد<sup>۱</sup>. با استفاده از پروتکل بلنداندیشی، کاربران همزمان با انجام وظیفه تعریف‌شده در یک وبگاه مورد مصاحبه قرار گرفتند و در عین حال افکار، احساسات و نظرات خود را در مورد تجربه تعامل خود به‌صورت کلامی بیان کردند. به گفته دیگر، کاربر در حین انجام وظایف با هر مشکلی که مواجه می‌شد و به هر چیزی که فکر می‌کرد، با صدای بلند بیان می‌کرد. این تکنیک به‌طور معمول برای ارزیابی کاربردپذیری صفحات وب استفاده می‌شود، زیرا بینشی در مورد آنچه کاربر در حال فکر کردن است و احساس آن‌ها هنگام مواجهه با مشکلات خاص را ارائه می‌دهد. این پروتکل می‌تواند مشکلات پیش‌بینی‌نشده را به همراه پیشنهادهای برای رسیدگی به آن‌ها آشکار کند. با صدای بلند فکر کردن (بلنداندیشی)، داده‌های کیفی مفیدی را از تعداد کمی از کاربران فراهم می‌کند (Jay, Lunn & Michailidou 2008).

مصاحبه به‌صورت فردی و آنلاین یا در مکانی مشخص انجام شد. کاربران مجاز به انجام وظایف در انواع وبگاه‌های کتابخانه‌ای از جمله «سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران»، «سازمان کتابخانه‌ها، موزه‌ها و مرکز اسناد آستان قدس رضوی»، «کتابخانه، موزه و مرکز اسناد مجلس شورای اسلامی»، و «کتابخانه مرکزی و مرکز اسناد دانشگاه تهران» به‌عنوان کتابخانه‌های مطرح در کشور بودند. مصاحبه در قالب سؤالاتی مشخص و در محورهای بهترین و بدترین ویژگی‌های وبگاه‌ها در پیمایش از دید کاربران با آسیب بینایی و صحبت درباره راهکارهای فناورانه‌ای بود که آنان برای حل مشکلات خود به کار می‌گیرند. جامعه پژوهش، کاربران با آسیب بینایی بودند که با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند (کاربران دارای تحصیلات دانشگاهی و آشنا به مفاهیم جست‌وجو، اینترنت و وب) به تعداد ۳۳ نفر انتخاب شدند.

۱. داده‌های مربوط به وضعیت کمی کاربردپذیری وبگاه‌های کتابخانه‌های مورد مطالعه در انجام وظایف تعریف‌شده در مقاله‌ای از همین نویسنده با مشخصات کتابشناختی زیر منتشر شده است. در مقاله حاضر صرفاً به راهکارهای ارتقای کاربردپذیری پرداخته می‌شود:

نجفقلی‌نژاد، اعظم (۱۴۰۲). دسترس‌پذیری و کاربردپذیری رابط‌های کاربری نظام‌های بازیابی اطلاعات کتابخانه‌ای از دید کاربران با آسیب بینایی. پذیرفته‌شده و انتشار آنلاین در مجله کتابداری و اطلاع‌رسانی.

[https://lis.aqr-libjournal.ir/article\\_183065.html](https://lis.aqr-libjournal.ir/article_183065.html)

تحلیل داده‌های کلامی بر اساس تحلیل محتوای کیفی و در قالب کدگذاری اولیه و ثانویه که به تعیین مقوله‌ها، زیرمقوله‌ها و مفاهیم ختم می‌گردد، انجام شد و از نرم‌افزار «مکس کیودی‌ای»<sup>۱</sup> استفاده شد. رونوشت‌های داده‌های کلامی حداقل سه بار خوانده شده و چندین بار کدگذاری شدند و بر اساس موضوع به مقوله‌هایی تقسیم، و در ۹۰ کد نهایی و ۳ مقوله کلی و ۸ زیرمقوله جای‌گذاری شدند. این کدها در حین بررسی رونوشت‌ها به‌طور مداوم گسترش و بازنگری می‌شدند. یک محقق دیگر در تحلیل محتوا شرکت کرده و رونوشت‌ها و مقوله‌های مستخرج را بررسی نمود. داده‌ها چندین بار مورد بررسی قرار گرفتند و هر گونه اختلاف نظر با بحث گروهی حل شد.

#### ۴. یافته‌ها

داده‌های جمعیت‌شناختی نشان داد که حدود ۵۰ درصد مشارکت‌کنندگان با آسیب بینایی دارای تحصیلات تکمیلی بودند و بیش از ۸۰ درصد آنان شاغل یا دانشجو بودند. در ادامه، مقوله‌ها و زیرمقوله‌های حاصل از تحلیل داده‌های کلامی مشارکت‌کنندگان در استفاده از وبگاه‌های کتابخانه‌ای ارائه می‌شود.

#### ۴-۱. پاسخ به پرسش‌های اساسی

۱. بهترین و بدترین ویژگی‌های وبگاه‌های کتابخانه‌ای از دید کاربران با آسیب بینایی چیست؟

برای پاسخ به این پرسش ابتدا پژوهشگر تلاش کرد از طریق مصاحبه بهترین ویژگی‌ها و بدترین ویژگی‌های وبگاه‌ها را از دید مشارکت‌کنندگان مورد سؤال قرار دهد (استخراج ۵۱ مفهوم در این مرحله). با علم بر این ویژگی‌ها، وبگاه‌های کتابخانه‌ای برای تناسب با نیازهای کاربران با آسیب بینایی تبیین گردید. برخی از پاسخ‌های مشارکت‌کنندگان به همراه نقل قول‌ها در جدول ۱، آمده است.

1. Maxqda

## جدول ۱. بهترین و بدترین ویژگی‌های وبگاه‌های کتابخانه‌ای از دید کاربران با آسیب بینایی

ویژگی‌ها	مقوله‌ها	نمونه‌هایی از نقل قول مشارکت‌کنندگان
بهترین ویژگی‌های وبگاه‌ها	سایت‌های دسترس‌پذیر	«سایت‌هایی که دسترس‌پذیر باشند، جذاب هستند. برخی سایت‌ها با هزار ترفند قابل استفاده هستند. باید دقیق فوکوس کنیم و این فرایند را سخت می‌کند. مثلاً لینک به جای اینتر با ترفند‌های دیگر باز می‌شود و آزاردهنده است» (م.۲۸).
	محتوای ارزشمند	«گاه ویتترین قضیه مرتب است، ولی وقتی ورود پیدا می‌کنی اسیر می‌شوی. صداقت در معرفی و ارائه محتوا برایم جذابیت دارد» (م.۲۷).
	سازماندهی منطقی وبگاه	«گاهی من نمی‌دانم که در صفحه وب، کسرسم <sup>۱</sup> کجاست، گاهی مکان خودم را تشخیص نمی‌دهم. اگر شلوغی و سطح گرافیک صفحه کم شود، یا برای کاربر کم‌بینا و نابینا مناسب‌سازی شود، بسیار مطلوب است. انتظار دارم هر آن چیزی که وبگاه در داخل خودش دارد را بشنوم، اما به گونه‌ای سازماندهی و نظم داشته باشد که از بین آن‌ها بتوانم انتخاب کنم» (م.۲۰)؛ «در یک نگاه «اسکیپ تو مین کانتنت» <sup>۲</sup> (برای امکان پرش از عناصر تکراری) را داشته باشد و هدینگ‌بندی شده باشد» (م.۶)؛ «هدینگ‌های مشخص، لندمارک، عنوان صفحه درست و منطقی؛ دکمه‌ها (باتن‌ها) و برجسب آن‌ها و اینکه مثلاً ادیت‌باکس‌ها برای چه کاری هستند، مهم است. منظم بودن وب‌سایت خیلی مهم است» (م.۱۱)؛ «داشتن هدینگ، برجسب داشتن عناصر، برجسب ادیت‌باکس‌ها، کد امنیتی دسترس‌پذیر جزو ویژگی‌های مثبت یک وب‌سایت است» (م.۳۲).
	برجسب‌گذاری عناصر جایگزین‌های متنی برای گرافیک‌ها	«اگر قرار است فرمی پر کنیم، باکس‌ها برجسب داشته باشند. برای گرافیک‌ها تگ Alt در نظر گرفته شده باشد» (م.۲۶).
بدترین ویژگی‌های وبگاه‌ها	کدهای امنیتی (کپچا)	«اولین کاری که ما می‌توانیم در هر سایتی انجام دهیم ورود به سایت و ثبت‌نام است. در فرایند ثبت‌نام، کد امنیتی مانع کار ما است و مشکل محسوب می‌شود و برای حل آن به ابزار و شخص نیاز پیدا می‌کنیم» (م.۱۸)؛ «با دیدن کدهای امنیتی صوتی یا حل معادله واقعاً کیف می‌کنم و حال‌مون رو بهتر می‌کنه. آنقدر محرومیت از این بابت داشته‌ایم که با دیدن چنین امکانی حاضریم چندین بار فرم را پر کنیم» (م.۲۹؛ م.۶؛ م.۱۹).
	عدم اعلام پیام‌های خطا و اقدام توسط نرم‌افزار صفحه‌خوان	«من معمولاً با چت‌های اینترنتی نتوانستم به نتیجه برسم (اشاره به گفت‌وگوی هم‌زمان سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران). چون ارسال و دریافت پیام را متوجه نمی‌شوم، نه آلازمی نه صدایی. در گوگل‌میت و خیلی از نرم‌افزارها با ارسال پیام جدید در صورتی که پنجره چت باز باشد پیام را می‌خواند» (م.۲۱؛ م.۶؛ م.۱۹).
	عدم طراحی اصولی کامبویاکس‌ها	«در برخی سایت‌ها خیلی از کامبویاکس‌ها با حرکت توسط جهت‌نما همه محتویات کامبویاکس را می‌خواند» (م.۲۱).

1. cursor

2. skip to main content

ویژگی‌ها	مقوله‌ها	نمونه‌هایی از نقل قول مشارکت‌کنندگان
محتوای پویا و رفرش بی دلیل صفحه	محتوای پویا و رفرش صفحه	«محتوای پویا و رفرش صفحه آزاردهنده است، فوکوس صفحه با محتوای پویا جابه‌جا می‌شود» (م.م؛ ۱۹)؛ «گاهی حرکت و پویایی صفحه اذیت‌کننده است، هر لحظه صفحه‌خوان چیزی می‌خواند و با رد کردن تصویر، صفحه‌خوان آنها را می‌خواند. گاهی به گونه‌ای طراحی شده است که تصاویر متحرک را مدام می‌خواند البته در سایت کتابخانه ملی ایران تصاویر پویا اذیت‌کننده نبود. پرگویی صفحه‌خوان آزاردهنده است» (م.م).
ناهماهنگی صفحه با کیبورد	استفاده از منوهایی که با کیبورد قابل دسترس نیستند و با اینتر باز نمی‌شوند. هر سایت متشکل از منوهایی است و اگر با کیبورد نتوان با آن‌ها کار کرد عملاً ناراحت‌کننده است» (م.م؛ ۶).	«استفاده از منوهایی که با کیبورد قابل دسترس نیستند و با اینتر باز نمی‌شوند. هر سایت متشکل از منوهایی است و اگر با کیبورد نتوان با آن‌ها کار کرد عملاً ناراحت‌کننده است» (م.م؛ ۶).
دسترس‌ناپذیری و عدم سهولت استفاده	سهولت استفاده از سایت سازمان اسناد و کتابخانه ملی خوب نیست ولی دسترس‌پذیر است. نرم‌افزار مدیریت منابع (رسا) دسترس‌پذیر نیست و این یکی از تلخ‌کامی‌های ماست» (م.م؛ ۶).	«سهولت استفاده از سایت سازمان اسناد و کتابخانه ملی خوب نیست ولی دسترس‌پذیر است. نرم‌افزار مدیریت منابع (رسا) دسترس‌پذیر نیست و این یکی از تلخ‌کامی‌های ماست» (م.م؛ ۶).
ارائه تصویر محتوا	تأکید بر قالب‌های دسترس‌پذیر توسط اکثر کاربران	

مشارکت‌کننده (م. ۲۵) با ورود به صفحه جست‌وجوی «کتابخانه مرکزی و مرکز اسناد دانشگاه تهران» گفت: «ویژگی خیلی خوبی که در صفحه جست‌وجو بود، وقتی وارد صفحه شدم نشانگر در باکس جست‌وجو بود. بدون هیچ معطلی فرد به کارش می‌رسد». مشارکت‌کننده (م. ۲۱) هم با ورود به جست‌وجوی پیشرفته «کتابخانه ملی» چنین گفت: «در کتابخانه ملی جست‌وجوی پیشرفته، باتن (دکمه) است و در جست‌وجوی پیشرفته نشانگر (مکان‌نما) در باکس جست‌وجو قرار می‌گیرد و خوب است». مشارکت‌کننده (م. ۱۹) در مورد «کتابخانه، موزه و مرکز اسناد مجلس شورای اسلامی» چنین گفت: «هدینگ‌بندی<sup>۱</sup> صفحه منبع دیجیتال خوب است. در صفحه ثبت‌نام، باکس‌ها لیبل دارند». مشارکت‌کننده (م. ۱۱) هم در مورد صفحه نتایج بازیابی شده «کتابخانه، موزه و مرکز اسناد مجلس شورای اسلامی» چنین گفت: «خروجی اکسل دارد و خوب است». مشارکت‌کننده (م. ۵) در مورد صفحه تحویل خدمات منبع «سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران» گفت: «تحویل منبع در این صفحه، «رفتن به محتوا» دارد و جالب است. باکس‌ها لیبل دارند و خیلی خوب است. با کلید «تب»<sup>۲</sup> سریع روی باکس‌ها حرکت می‌کنم. همه باکس‌ها هم برچسب دارند. خیلی صفحه خوب و قابل قبولی دارد. رفتن به محتوا را که می‌زنی توضیحات کامل می‌شنوی، دسترسی این صفحه خوب است گرچه با یک هدینگ آن را هم نشان می‌داد

1. heading

2. tab

عالی می‌شد». مشارکت‌کننده (م.۵) درباره صفحه نتایج «کتابخانه، موزه و مرکز اسناد مجلس شورای اسلامی» چنین گفت: «جدول برای ارائه نتایج خوب است به شرطی که اصولی طراحی شود؛ گرچه هدینگ بودن نتایج بهتر است» (م.۵). مشارکت‌کننده (م.۱۹) درباره سایت «سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران» چنین گفت: «کتابخانه ملی از نظر دسترس‌پذیری مشکل زیادی ندارد، ولی سهولت استفاده ندارد. سایت کتابخانه ملی از نظرها کامیوباکس‌ها و غیره مشکلی ندارد».

تعدادی از مشارکت‌کنندگان غلط‌املائی در وارد کردن کلیدواژه‌ها را در وبسایت‌ها مشکل دانستند که عدم پیشنهاد املائی درست توسط سیستم را باعث رفت‌وبرگشت زیاد کاربر می‌دیدند. مشارکت‌کننده (م.۶) درباره بدترین ویژگی‌های وبسایت‌ها چنین گفت: «ممکن است گزینه دانلود یک منبعی در یک سایت موجود باشد، ولی تی‌تی‌اس آن را صرفاً یک دکمه (باتن) گرافیکی می‌خواند و کاربر نمی‌تواند آن را دانلود کند». مشارکت‌کننده (م.۵) در صفحه نتایج بازبازی شده منبع «سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران» گفت: «Blank‌های زیادی در صفحه وجود دارد. اگر بتوان آن‌ها را کنار گذاشت عالی می‌شود»؛ مشارکت‌کننده (م.۸) در مورد وبگاه‌های ایرانی چنین گفت: «وبگاه‌های ایرانی خیلی اصولی طراحی نمی‌شوند». وی به ثبت‌نام کتابخانه دیجیتال «سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران» اشاره کرد و گفت: «شناسایی شهروند در ثبت‌نام کتابخانه دیجیتال چه مفهومی دارد؟ اینجا به‌عنوان کتابخانه ملی دیجیتال باید منابع را در اختیار عموم قرار دهد تا ببیند و لذت ببرند نه اینکه شهروند را شناسایی کنند». او ادامه داد: «چالش‌های امنیتی که هر سایتی روش و ابتکار خود را دارد، بدترین ویژگی وبسایت‌هاست. گاهی حتی کدها به‌گونه‌ای طراحی می‌شود که من کاربر نمی‌توانم روی تصویر کد امنیتی قرار بگیرم تا آن را انتخاب کرده و از طرق مختلف مثل ان‌ویژن‌آی<sup>۲</sup> یا گوگل‌لنز<sup>۳</sup> آن را حل کنم. فقط قابل دیدن است و بس. بنابراین، گاهی به‌عنوان یک عنصر در صفحه، نمایش داده نمی‌شود تا من روی تصویر قرار بگیرم». تقریباً همه مشارکت‌کنندگان ارائه تصویر متن و محتوای منابع را یکی از موانع دسترس‌پذیری دانستند و بر قالب‌های دسترس‌پذیر منابع تأکید داشتند.

۱. راهکارهای فناورانه برای ارتقای کاربردپذیری وبگاه‌های کتابخانه‌ای بر اساس

1. text to speech (TTS)

2. Nvision AI

3. Google Lens

تکنولوژی‌های هوش مصنوعی برای کاربران با آسیب بینایی چیست؟  
برای پاسخ به این پرسش، راهکارهای فناورانه برای حل مشکلات از فحوای صحبت‌های کاربران با آسیب بینایی استخراج گردید (۳۹ مفهوم). طبق جدول ۱، بیشترین نیاز کاربران با آسیب بینایی، پردازش متن و تصویر برای متون مختلف موجود بیان شد. دیگر راهکارها عبارت بودند از هوشمندسازی، دستیارهای صوتی، پشتیبانی آنلاین، پردازش زبان طبیعی، پردازش متن و تصویر، جست‌وجوی معنایی، و پیشنهاد سیستمی که در ادامه، به همراه نقل قول مشارکت‌کنندگان در جدول ۲، ذکر می‌شود.

## جدول ۲. راهکارهای فناورانه برای ارتقای کاربردپذیری وبگاه‌های کتابخانه‌ای

مقوله‌ها	نمونه‌هایی از نقل قول مشارکت‌کنندگان
راهکارهای فناورانه	«خوشه‌ای کردن نتایج بازبایی شده (اشاره به صفحه نتایج بازبایی کتابخانه دیجیتال آستان قدس رضوی) با هوش مصنوعی مهم است. ما در این مرحله مشکلات زیادی داریم» (م.۳۳)؛ «استفاده از هوش مصنوعی برای خواندن کپچاهای تصویری برای کاربران کم‌بینا و نابینا موهبتی است. کپچاها آزاردهنده هستند» (م.۳۰)؛ «خیلی اتفاقات را هوش مصنوعی می‌تواند رقم بزند اما تا چه حد این اتفاقات عملیاتی شود دو چیز متفاوت است» (م.۲۱).
دستیارهای صوتی	«دستیارهای صوتی هوشمند در بستر وبگاه‌های کتابخانه‌ای می‌تواند پیمایش را برای کاربران با آسیب بینایی آسان کند. اینکه من کاربر، به صورت صوتی فرمان دهم و کار انجام شود» (م.۶).
پشتیبانی آنلاین	«هوش مصنوعی می‌تواند از کاربر بسیار دستگیری کند. اینکه کاربر از طریق چت‌های هوشمند از جمله چت جی‌پی‌تی بداند کتاب چاپ چندم هست، اینکه بداند چه تعداد نقد برای این کتاب نوشته شده است، اینکه بداند چگونه این نقدها را می‌تواند پیدا کند، این کتاب در چه کتابخانه‌هایی موجود است، آیا فرمت صوتی دارد یا نه، بریل دارد یا نه، برای کاربر موهبت بزرگی است. به عبارتی در صفحات وبی کتابخانه‌ها می‌توان از یک چت پیشرفته حرفه‌ای، هوشمند و تخصصی بهره گرفت» (م.۲۱)، با اشاره به خدمات مرجع مجازی؛ «احتمالاً سؤال و جواب و دستگیری در حین جست‌وجو و راهنمایی کارشناس به صورت آنلاین می‌تواند حرکت خوبی باشد (سرردگمی در جست‌وجوی منبع در کتابخانه دیجیتال آستان قدس رضوی). یک دستگیری که در حین حرکت من در صفحه و بر اساس الگوی حرکت، من را راهنمایی کند. یک ربات و دستیار پیمایش که بتواند با زبان طبیعی کار کند» (م.۱۷).
پردازش زبان طبیعی	«برخی از موتورهای جست‌وجو به هوش مصنوعی مجهز شده‌اند و جست‌وجوها را با زبان طبیعی انجام می‌دهند. مثلاً شما سؤال خود را به زبان طبیعی می‌توانید پرسید و سیستم بر مبنای آن پردازش می‌کند» (م.۳۲).
توصیف تصاویر	«در اینستاگرام خدمتی است که در توصیف تصاویر، اطلاعاتی را مبتنی بر هوش مصنوعی ارائه می‌دهد» (م.۸)؛ «در کار نرم‌افزارهای تبدیل عکس به متن، انسان مداخله ندارد و تماماً هوش مصنوعی مداخله می‌کند» (م.۲۹).

مقوله‌ها	نمونه‌هایی از نقل قول مشارکت‌کنندگان
پردازش متن و تصویر	«نرم‌افزارهای ان‌ویژن و اینستاریدر از جمله نرم‌افزارهایی هستند که Pdf را به Word یا عکس را به متن تبدیل می‌کنند و زبان فارسی را هم پشتیبانی می‌کنند. اگر یک چنین خدمت‌هایی به صورت پیشرفته به کتابخانه‌های دیجیتال اضافه شود همان لحظه می‌توان متن صفحه اسکن شده را تا حدودی درک کرد» (م. ۲۱؛ م. ۲۶)؛ «کاربران کم‌بینا معمولاً در خواندن دست‌خط‌ها مشکل دارند و نسخه خطی برای آن‌ها سخت است. یکسری بات‌هایی موجود است که دست‌نویس‌ها را به تایپ تبدیل کند ولی خیلی گسترده نیست و در حد یک صفحه و یا چند صفحه ممکن است کار کند و دقت آن ۸۰ درصد است. اگر برنامه‌هایی در دل خود کتابخانه دیجیتال تعیبه شود که این دست‌نویس‌ها را به قالب متنی و قابل خواندن تبدیل کند خدمت خوبی خواهد بود» (م. ۱۴).
جست‌وجوی معنایی	«بعضی وقت‌ها بعضی سایت‌ها به گونه‌ای در جست‌وجو خوب عمل می‌کنند (سردرگمی در جست‌وجوی کتابخانه آستان قدس) که انگار سیستم می‌داند دنبال چه می‌گردی. اگر کتابخانه‌ها سرچ محتوایی و معنایی و با زبان طبیعی را پشتیبانی کنند، به این ویژگی‌ها نزدیک می‌شوند» (م. ۳۲).
پیشنهاد سیستمی	«پایگاه‌های کتابخانه‌ای به فاصله، حساس هستند. «پولشویی» بدون فاصله نتیجه‌ای نیاورد. اگر پیشنهاد سیستمی در سایت‌ها باشد عالی خواهد بود» (م. ۳۲)؛ «پیشنهاد املائی درست واژه‌ها توسط وب‌سایت‌های کتابخانه‌ای موهبت خوبی برای کاربران می‌تواند باشد» (م. ۶).

در این راستا مشارکت‌کنندگان به نرم‌افزارهای متعددی در زمینه تبدیل عکس و pdf به متن اشاره کردند که به تأمین استقلال کاربر کمک می‌کند. به‌عنوان نمونه، مشارکت‌کننده (م. ۲۸) با دیدن منبع بازیابی شده در کتابخانه دیجیتال «آستان قدس رضوی» چنین گفت: «نرم‌افزار ان‌ویژن‌آی نرم‌افزاری است برای تبدیل عکس به متن و در گوشی کاربرد دارد»؛ مشارکت‌کننده (م. ۲۵) هم با رسیدن به مرحله نمایش منبع کتابخانه دیجیتال دانشگاه تهران گفت: «اینستاریدر<sup>۱</sup> نرم‌افزاری است که متون pdf عکسی را به فایل قابل خواندن با صفحه‌خوان (به‌صورت ورد، تکست و یا فایل صوتی) تبدیل می‌کند و برای متون طولانی به کار می‌رود (۴۰۰ و ۵۰۰ صفحه عکس در قالب pdf را به فایل ورد تبدیل می‌کند) و نسبتاً دقت خوب و قابل قبولی دارد. ان‌ویژن‌آی هم این کار را می‌کند، اما ویژگی اصلی آن این است که قابلیت اسکن از کتاب‌های متنی را دارد. ان‌ویژن‌آی کار OCR را انجام می‌دهد و دقت کار خوب است». مشارکت‌کننده (م. ۲۷) نیز با نامیدی به منبع دیجیتال بازیابی شده کتابخانه دیجیتال دانشگاه تهران به نرم‌افزار کرزویل<sup>۲</sup> اشاره کرد و گفت: «کرزویل نرم‌افزاری است که عکس و متن شما را به فایلی تبدیل می‌کند

1. InstaReader

2. Cursewile

که توسط صفحه‌خوان خوانده می‌شود. کرزویل صفحات بالا را پوشش می‌دهد. در حال حاضر یکسری بات‌هایی هستند که پی‌دی‌اف را به متن تبدیل می‌کنند. اضافه‌شدن این ویژگی‌ها به کتابخانه‌های دیجیتال می‌تواند انقلاب بزرگی باشد». مشارکت‌کننده (م. ۲۸) درباره این نرم‌افزارها چنین گفت: «نرم‌افزارهای ویژه نابینایان ۵۰ درصد جای چشم‌نداشته را برای ما پر می‌کنند».

مشارکت‌کننده (م. ۸) نیز درباره پردازش تصاویر چنین گفت: «در اینستاگرام خدمت توصیف تصاویر با جزئیات تصویر را بیان می‌کند. خود محیط اینستاگرام این ویژگی را دارد و در تعامل با صفحه‌خوان وقتی کاربر روی تصویر می‌رود، توصیفی از تصویر ارائه می‌دهد. مثلاً می‌گوید این تصویری که مشاهده می‌کنید تصویری است که دو نفر ایستاده است که کنار آن‌ها کودکانی نشسته است و ... البته شاید خیلی موفق نباشد، ولی باز اطلاعات مفیدی ارائه می‌دهد. توصیف در مورد عکس را هوش مصنوعی تشخیص می‌دهد. این کار برای کاربر نابینا به شدت مفید است. البته اولش هم می‌گوید: Maybe، یعنی «شاید» و بعد توضیحاتی را ارائه می‌دهد. این قضیه به وضوح و کیفیت عکس نیز بستگی دارد».

مشارکت‌کننده (م. ۲۹) گفت: «lookout google هدفش کمک به افراد کم‌بینا و نابیناست تا بتوانند چیزهای اطراف خود را بهتر شناسایی کنند. برنامه‌ای است که به فرد پله‌ها را نشان می‌دهد، آشپزخانه را نشان می‌دهد. مثلاً شما جایی نشسته‌اید و نمی‌دانید در کجا هستید. پله کجاست، راه کجاست، می‌توانید آن را روشن کنید. می‌گوید اینجا جالباسی است، در هست». گوگل حالا می‌گوید برنامه Lookout در واقع با تشخیص تصویری که روی محصولات بسته‌بندی شده است، می‌تواند آن‌ها را برای افراد کم‌بینا و نابینا بخواند.

## ۵. بحث و نتیجه‌گیری

کاربران ویژه به دلیل محدودیت‌های جسمی و یا ذهنی نیاز به امکانات خاصی دارند، اما این محدودیت‌ها به معنای عدم نیاز به اطلاعات نیست. پژوهشگر تلاش کرد بهترین و بدترین ویژگی‌های وبگاه‌ها را از دید کاربران با آسیب بینایی مورد سؤال قرار دهد و با علم بر این ویژگی‌ها و با استخراج راهکارهای فناورانه از صحبت‌های کاربران با آسیب بینایی و با مطالعه وبگاه‌های کتابخانه‌ای مختلف در سطح جهان، راهکارهای فناورانه با بهره‌گیری از پتانسیل‌های هوش مصنوعی برای تناسب با نیازهای کاربران با آسیب بینایی پیشنهاد گردد.

بهترین ویژگی‌های وبگاه‌ها از دید مشارکت‌کنندگان عبارت بود از: استاندارد و دسترس‌پذیر بودن عناصر موجود در صفحات وبگاه‌ها، محتوای ارزشمند و صداقت در معرفی و ارائه محتوا، بخش‌بندی و هدینگ‌بندی منطقی و سازماندهی مناسب عناصر صفحه (لینک‌ها، لیست‌ها، هدینگ‌ها، لندمارک‌ها و تعریف محتوای اصلی در هر صفحه ...)، اختصاص تگ Alt برای گرافیک‌ها، تعریف حضور نشانگر در ورود به صفحه، برچسب داشتن عناصر ورودی کاربر در فرم‌ها، و سازماندهی مطلوب نتایج جست‌وجو. بدترین ویژگی‌های وبگاه‌ها نیز گدهای امنیتی (کیچاهای) تصویری و نامعلوم، عدم تصحیح خودکار غلط‌های املائی کلیدواژه‌ها، مشکلات گفت‌وگوهای اینترنتی، و نامعلوم بودن ارسال و دریافت پیام با هشدارهای صوتی، محتوای پویا و دینامیک، تنظیم نبودن عناصر موجود در صفحه با صفحه کلید، برچسب نداشتن گرافیک‌ها و عناصر ورودی کاربر، طراحی غیراصولی صفحات به دست آمد. (Babu & Xie, Leporini, Andronico & Buzzi (2004) Mulliken (2019) و (2017) نیز به برخی از این ویژگی‌ها اشاره کردند و نبود هدینگ‌های توصیفی در سازماندهی محتوا، مشکل در نمایش منبع‌بازیبی شده و فقدان برچسب‌های معنادار برای عناصر، اشیای رابط مانند دکمه‌ها و فیلدهای ورودی را یکی از مشکلات کتابخانه‌های مورد مطالعه برشمردند.

با علم بر این ویژگی‌ها لازم است در طراحی هر وبگاه کتابخانه‌ای تمام سطوح کاربران در نظر گرفته شود و توانایی و مهارت کاربر در تمام سطوح لحاظ شود و ناسازگاری سایت‌ها نباید مشکلی بر مشکلات کاربران اضافه کند. بر اساس نتایج تحقیق «نظری» (۱۳۹۹)، نابینایان با استفاده از فناوری‌های نوین اطلاعات به درکی از محیط اطراف خود می‌رسند که در طی زمان موجب ارتقای سطح سواد رسانه‌ای آن‌ها می‌شود. برای کاربردپذیر کردن وبگاه‌های کتابخانه‌ای با توجه به ویژگی‌های مثبت و منفی بیان‌شده توسط کاربر، نکات مهم زیر ضرورت دارد:

هدینگ‌بندی منطقی صفحات و ساختار اصلی آن اهمیت زیادی دارد. با چنین ساختاربندی کاربر مجبور نیست از طریق جهت‌نماها در صفحه پیمایش کند. ممکن است یک صفحه گزینه‌های زیادی داشته باشد که مورد نیاز کاربر نباشد. بهتر است در هر صفحه ضمن بخش‌بندی منطقی صفحه از طریق تعریف لندمارک، چند هدینگ مشخص تعریف کرد و در زیر آن‌ها لینک‌های مربوط را قرار داد. رعایت نظم و یکدستی در ساختار و سازماندهی صفحات وبسایت‌های کتابخانه‌ای نیز نکته کلیدی است. همچنین بهتر است

صفحات، «رفتن به محتوای اصلی»<sup>۱</sup> داشته باشند تا در هر صفحه کاربر به راحتی به اصل مطلب برسد. آنچه در طراحی صفحات وبسایت‌ها اهمیت زیادی دارد، این است که اصول اجرا شده قاعده‌مند باشد، به گفته دیگر، باید یک قاعده منطقی به نسبت آسان در صفحات یک وبسایت تعریف و با یک راهنما بتوان به کاربر اعلام کرد. در این زمینه وبسایت‌های مناسب‌سازی شده برای کاربران با آسیب بینایی می‌تواند الگوی مناسبی باشد. در مورد ساختار منطقی هدینگ‌ها، لندمارک‌ها و غیره می‌توان به «مؤسسه ملی نابینایان کانادا»<sup>۲</sup> و خدمات کتابخانه ملی RNIB در انگلستان<sup>۳</sup> اشاره کرد.

یکدستی در طراحی صفحات یک وبسایت نیز مهم است. اگر برای ارائه نتایج بازیابی شده در یک وبسایت کتابخانه‌ای، جدول طراحی شود، باید سطر و ستون جدول مشخص باشد و به صورت اصولی طراحی شود تا کاربر به راحتی در بین سطرها و ستون‌های جدول حرکت کند. عناصر موجود در صفحه هم با صفحه کلید کار کند. اگر استاندارد استفاده از وبسایت صفحه کلید باشد و اگر برنامه‌نویس استاندارد کار کند، کاربر به راحتی می‌تواند در وب پیمایش کند. موقعیت نشانگر هم در ورود به هر صفحه مهم است و بهتر است در محلی قرار گیرد که کاربر قرار است کار را از آنجا شروع کند. طراحی گفت‌وگوهای اینترنتی و آگاهی از ارسال و دریافت پیام و ... نیز باید اصولی باشد. برچسب‌گذاری عناصر و ارائه جایگزین‌های متنی گویا برای گرافیک‌ها، عناصر و آیکن‌های تصویری در هر وبسایتی لازم و ضروری است. هرچه برچسب‌ها گویاتر و مشخص‌تر باشند، برای کاربران آسان‌تر است.

سازماندهی منطقی نتایج جست‌وجو نیز از مهم‌ترین ویژگی‌هاست. اسکن لیست نتایج جست‌وجو می‌تواند با قالب‌بندی عناوین بازیابی شده به‌عنوان «هدینگ» کارآمدتر شود تا کاربران صفحه‌خوان بتوانند از یک کلید میان‌بر برای «تب کردن» بین آن‌ها استفاده کنند. در کل، هدینگ‌بندی‌ها و جدول‌بندی‌ها اگر اصولی طراحی شوند، بسیار کمک‌کننده است. از آنجا که هدف اصلی یک نظام، بازیابی اطلاعات است، بسیار مهم است که خروجی جست‌وجو (یعنی تعداد نتایج و مرور نتایج بازیابی شده) به‌وضوح برجسته شود و نتیجه را قابل استفاده‌تر کند (Leporini, Andronico & Buzzi (2004). برای

1. skip to main content

2. <https://www.cnib.ca/>3. <https://www.rnib.org.uk/search/?query=story#search-results-title>

آگاهی از سازماندهی مناسب نتایج بازیابی‌شده، کتابخانه ملی سلیا<sup>۱</sup> در فنلاند و خدمات کتابخانه ملی RNIB در انگلستان، کتابخانه بریتانیا، کتابخانه ملی استرالیا و کتابخانه و آرشیو ملی کانادا و ... الگوهای مناسبی می‌توانند باشند. در این سایت‌ها، نتایج جست‌وجو و عناوین بازیابی‌شده به‌صورت هدینگ مرتب شده‌اند و کاربر به‌راحتی با کلید h قادر است در بین عناوین حرکت کند.

محتوای پویا و دینامیک در وب‌سایت‌ها لازم است ساماندهی شود و امکان توقف و مکث تصاویر پویا فراهم باشد. با تعبیه پیوندهای پرش از محتوای پویا که در واقع، نوعی از پیوندهای نامرئی هستند، به کاربران امکان می‌دهد از منوها و از چنین محتواهایی بگذرند. یک کاربر نابینا به‌طور معمول، ترجیح می‌دهد پیوندهای صفحه را با کلید «تب» یا با استفاده از دستورات و میان‌برهای ویژه برای حرکت سریع در صفحات مشاهده کند. توسعه‌دهندگان باید از نحوه عملکرد صفحه‌خوان صفحه وب و نحوه درک کاربران نابینا یا کم‌بینا از محتوای صفحه و تعامل با رابط آگاه باشند. افزودن پیوندهای راهنما یا پیمایش برای حرکت در صفحه مانند «رفتن به محتوای اصلی»، «پرش به نتایج»، «رفتن به قسمت ویرایش جست‌وجو» و «رفتن به صفحه نتیجه» مفید خواهد بود. برای مثال، قرار دادن پیوند «پرش به نتایج» در بالای صفحه جست‌وجوی فهرست، بالای منوهای پیمایش و گزینه‌های فیلتر به کاربران این امکان را می‌دهد که به‌طور مستقیم با یک ضربه کلید و بدون استفاده از تب زیاد به نتایج بپردازند. این پیوندها را فقط کاربرانی که دارای صفحه‌خوان هستند، می‌شنوند و می‌توانند گزینه‌های پیمایش را رد کنند و به محتوای اصلی برسند. در مورد «پرش به محتوای اصلی» و «پرش به جست‌وجو» می‌توانید خدمات کتابخانه ملی RNIB در انگلستان و کتابخانه ملی استرالیا<sup>۲</sup> را مشاهده کنید.

صداها و محتوای مختلف برای رویدادهای مختلف باید اطلاعات مفیدی را برای کاربران نابینا فراهم آورد. به‌عنوان مثال، ممکن است از دو صدای مختلف برای نشان دادن موفقیت (حداقل یک نتیجه) یا شکست (بدون نتیجه) جست‌وجو استفاده شود. در مورد گفت‌وگوهای اینترنتی و چت با کاربر نیز لازم است با پخش صدا به‌صورت آلازم برای ارسال و دریافت پیام لحاظ شود.

قالب‌های مبتنی بر تصویر، مانند فرمت‌های فقط گرافیکی PDF، GIF یا TIF، غیرقابل

1. [www.celianet.fi/en/book-search/?search=story](http://www.celianet.fi/en/book-search/?search=story)

2. <https://catalogue.nla.gov.au/>

دسترس هستند و بهتر است از قالب‌های مبتنی بر متن برای ارائه اطلاعات و کدهای کپچا استفاده شود. با توجه به همه‌گیر بودن مشکل کدهای امنیتی و کپچای تصویری بهتر است از مدل‌های جایگزین کپچاهای تصویری استفاده کرد. اولین نکته، جایگزینی کپچاهای متنی با کپچاهای تصویری است. نمونه صوتی کدهای امنیتی، چالش‌های صوتی، تیک «من ربات نیستم» یا «حل معادله» (ضرب و تقسیم و جمع) یا پرسش‌های متنی منطقی، پیشنهادهای جایگزین کد امنیتی تصویری هستند. اگر کتابخانه‌ها کدهای امنیتی را از درگاهی استفاده کنند که دسترس‌پذیر و قابل حل برای نابینا باشد، بهتر است. گوگل امکانات خوبی برای ارائه کپچا دارد و نابینایان را در طراحی خود لحاظ کرده است و سایت‌ها می‌توانند از آن استفاده کنند. استفاده از هوش مصنوعی برای خواندن کپچاها نیز برای کاربران کم‌بینا و نابینا موهبت بزرگی می‌تواند باشد.

بر مبنای راهکارهای فناورانه کاربران با آسیب بینایی، راهکارهای زیر با الهام از هوش مصنوعی برای کمک به کاربران با آسیب بینایی در وبگاه‌های کتابخانه‌ای ارائه می‌شود. گرچه خیلی از این راهکارها در سیستم‌های کتابخانه‌ای در حال حاضر فعال نیست، ولی برخی از آن‌ها زمینه پیاده‌سازی دارند.

**تصحیح خودکار:** با توجه به نتایج پژوهش حاضر و وجود غلط املایی در ورود واژه‌های جست‌وجو، برای اصلاح املای واژه‌ها بهتر است راهکاری وجود داشته باشد. پایگاه‌های کتابخانه‌ای حتی به فاصله هم حساس هستند. پیشنهاد سیستم اصلاح واژه‌ها می‌تواند راهکار مناسبی برای تمامی انواع کاربران از جمله کاربران با آسیب بینایی باشد. دستیار نوشتاری مجهز به هوش مصنوعی پیشنهادی (Abhishek et al. (2022 می‌تواند خطاهای املایی و دستوری در محتوا را بسته به بافت کل عبارت شناسایی و اصلاح کند و در این زمینه می‌تواند کمک‌کننده باشد.

**دستیارهای صوتی هوشمند:** برخی دستیارهای صوتی هوشمند در دنیا وجود دارند که با کمک هوش مصنوعی کار را جلو می‌برند. دستیار صوتی، نرم‌افزار یا اپلیکیشنی است که به فرمان و پرسش‌های صوتی کاربر واکنش نشان داده و درخواست وی را اجرا می‌کند. «سیری»<sup>۱</sup> در اپل، دستیار صوتی دیجیتال مایکروسافت «کورتانا»<sup>۲</sup>، دستیار گوگل و الکسای آمازون از جمله دستیارهای صوتی هوشمند هستند. البته، این دستیارهای صوتی

1. Siri

2. Cortana

زبان فارسی را پشتیبانی نمی‌کنند. در ایران دستیار صوتی «یارا» وجود دارد. بهره‌گیری از چنین دستیارهای صوتی هوشمند در بستر وبگاه‌های کتابخانه‌ای می‌تواند پیمایش را برای کاربران دارای معلولیت بینایی تسهیل کند. نتایج پژوهش Tembhurne, (2018)، Kukade et al. (2021)، Raghavan et al. (2021)، Marvin (2020)، et al. (2019) در زمینه پیشنهاد یک برنامه دستیار صوتی دیجیتال می‌تواند کمک‌کننده باشد. دستیار مجازی از کاربر در حین جست‌وجو و راهنمایی او به‌صورت آنلایین می‌تواند حرکت جدیدی باشد؛ دستیاری که در حین حرکت کاربر در صفحه او را راهنمایی کند و در قالب یک پنجره مجازی پیشرفت کاربر را رصد کند (یک ربات و دستیار پیمایش که بتواند با زبان طبیعی کار کند).

**خوشه‌بندی نتایج:** با توجه به نتایج پژوهش حاضر، کاربران با آسیب بینایی سازماندهی نتایج بازیابی شده را مهم دانستند. تکنیک‌هایی مانند خوشه‌بندی نتایج بر مبنای قالب منابع بازیابی شده با هوش مصنوعی مهم است و سردرگمی کاربر را کاهش می‌دهد. به گفته دیگر، برای کنار هم قرار دادن نتایج مشابه باید از تکنیک‌های گروه‌بندی مانند خوشه‌بندی استفاده کرد تا فقط یک نمای کلی از نتایج در اختیار کاربران صفحه‌خوان‌ها قرار گیرد. به این ترتیب، جست‌وجوگران می‌توانند خلاصه نتایج بازیابی شده را دریافت کنند و در صورت مفید بودن می‌توانند نتایج خاص‌تری را در هر گروه مشاهده کنند. (2002) Ferworm, Bodner & Chignell نمونه اولیه موتور جست‌وجوی شنیداری را طراحی و آزموده‌اند که از این ویژگی استفاده کرده است.

**فیلتر هوشمند:** فیلتر هوشمند راهکار مناسبی برای کاربران با ویژگی‌های خاص می‌تواند باشد. فیلتر هوشمند فیلتری است که اطلاعات اضافی را بر اساس بافت، ویژگی‌های کاربر و استفاده فردی حذف می‌کند. به‌عنوان مثال، ممکن است تکرار برخی از اطلاعات مانند سرصفحه‌ها و پاورقی‌ها در هر صفحه غیرضروری باشد، اما می‌تواند پس از اولین نمایش در صورت تقاضا برای خواننده قابل دسترس باشد. بنابراین، یک فیلتر هوشمند، الگوی استفاده خواننده و محتوا را در نظر می‌گیرد. تلاشی در این راستا توسط Yesilada et al. (2007) انجام شده است که آن‌ها سرصفحه‌ها و پاورقی‌های یک صفحه را در بازدهای مکرر حذف کردند. چنین قابلیت‌های راهکار خوبی برای ساده‌سازی وبگاه‌های کتابخانه‌ای است. شلوغی صفحات برای کاربران با آسیب بینایی بار شناختی مضاعفی را تحمیل می‌کند. (2023) Ferdous et al. نیز افزونه‌ای را پیشنهاد دادند که برای استخراج خودکار

بخش‌های کمکی هر صفحه وب دارای رکوردهای داده استفاده می‌کند تا امکان پیمایش آسان بخش‌های کمکی استخراج شده با استفاده از میان‌برهای اصلی صفحه کلید یا اقدامات ماوس فراهم شود. بر اساس نتایج پژوهش «صالحی مزده، زنجانی و عسگری نژاد امیری» (۱۴۰۰) در طراحی رابط‌های کاربری برای نابینایان مهم‌ترین اصل سادگی است.

**پرسش و پاسخ هوشمند:** استفاده از قابلیت چت «چی‌پی‌تی» در بستر کتابخانه‌ها هم حرکت مطلوبی است. هوش مصنوعی می‌تواند دستیار بسیار خوبی برای کاربر باشد. در صفحات وبی کتابخانه‌ها می‌توان از یک چت پیشرفته، هوشمند، حرفه‌ای و تخصصی بهره گرفت. در برنامه پیشنهادی (Singh et al. (2020 نیز یک ربات چت برای کاربر ارائه می‌شود تا با برنامه تعامل داشته باشد. (Raghavan et al. (2021 نیز در اپلیکیشن پیشنهادی خود یک ربات گفت‌وگوی مبتنی بر صدا پیشنهاد دادند.

**پردازش متن و تصویر / توصیف تصاویر:** ارائه محتوا در کتابخانه‌های دیجیتال در فرمت‌های قابل خواندن توسط نرم‌افزار صفحه‌خوان نکته کلیدی است. با یک اسکن خوب و به کمک برخی ابزارها می‌توان عکس را به متن تبدیل کرد. ابزار تبدیل تصویر به متن در کتابخانه‌های دیجیتال می‌تواند خدمت جدیدی باشد که با بهره‌گیری از هوش مصنوعی می‌توان آن را به انجام رساند. اگر برنامه‌هایی در دل خود کتابخانه دیجیتال تعبیه شود که تصاویر، جداول، نمودارها و دست‌نویس‌ها و نسخ خطی را به قالب متنی و قابل خواندن تبدیل کند، خدمت خوبی خواهد بود. بارزترین فناوری موجود برای نابینایان در حال حاضر، تشخیص تصویر و ارائه توصیف برای تصاویر و عکس‌ها و تبدیل عکس به متن با فناوری بینایی ماشین است که می‌تواند خدمت خوبی باشد و با تعبیه این فناوری در خود سایت بتواند تشخیص تصویر و توصیفی از تصویر را ارائه دهد. خود مرورگر کروم از این ویژگی استفاده می‌کند. گوگل به تازگی الگوریتم "Show and Tell" را برای توسعه‌دهندگان عرضه کرده است؛ الگوریتمی که می‌توان آن را برای شناسایی سوژه‌های موجود در عکس‌ها با ۹۳/۹ درصد دقت آموزش داد. شرکت گوگل کدهای منبع این الگوریتم را روی سامانه TensorFlow خود در اختیار تمام علاقه‌مندان قرار داده است. در کتابخانه‌های دیجیتال برای تصاویر تاریخی می‌توان از این قابلیت استفاده کرد و به جای کپشن‌های دستی از آن بهره گرفت و تحلیلی از هر عکس را به کاربر ارائه داد. تبدیل فایل به صوت هم با ابزارهای هوش مصنوعی توفیق بزرگی است. پروژه پیشنهادی (Felix, Kumar & Veeramuthu (2018 قابلیت تجزیه و تحلیل متن را برای تشخیص متن

در سند چاپی انجام می‌داد؛ بدین صورت که کتاب چاپی یا الکترونیک را با استفاده از زبان طبیعی به فرمت صوتی تبدیل می‌کرد. سیستم پیشنهادی (Tembhurne et al. و Kukade et al. (2018). (2019). al. نیز بر مازول‌های گفتار به متن، متن به گفتار و OCR متمرکز بودند. برنامه پیشنهادی (Raghavan et al. (2021) قادر است متن را از روزنامه‌ها، اسناد و غیره بخواند و پیوند شناسایی شده از بارکد را باز کند و همه را به صورت صدا به عنوان خروجی به کاربر ارائه دهد. در گجت پیشنهادی (Bhukhya et al. (2023) نیز مازول تشخیص متن وجود داشت که می‌توانست هر متنی را که شناسایی می‌کند، به گفتار تبدیل کند.

**خلاصه‌سازی متن:** کاربران نابینا در پردازش متون طولانی نیز مشکل دارند. خلاصه‌سازی متن با ابزارهای هوش مصنوعی در این زمینه می‌تواند کمک‌کننده باشد. خلاصه‌های شفاهی نمودارها و چارت‌ها نیز می‌تواند بسیار کمک‌کننده باشد.

**جست‌وجوی معنایی و به زبان طبیعی:** تجهیز سیستم‌ها به قابلیت جست‌وجوی معنایی و به زبان طبیعی برای کاربران با آسیب بینایی موهبت بزرگی است. موتور جست‌وجوی بینگ با استفاده از مدل هوش مصنوعی OpenAI یعنی چت‌بات ChatGPT، توانایی پاسخ به سؤالات کاربران را دارد. سایت phind.com هم دارای جست‌وجو بر اساس هوش مصنوعی است و به زبان طبیعی است که بیشتر برای توسعه‌دهندگان وب کاربرد دارد. در پژوهش «وهابی، اسدی و گنجه‌فر» (۱۴۰۰) استفاده از روش شبکه عصبی در سیستم جست‌وجو امکان بهبود بازیابی اطلاعات را در مدت‌زمان کم فراهم می‌آورد.

**شخصی‌سازی رابط کاربری:** لازم است طیف متنوع کاربران نابینا تا کم‌بینا در طراحی سایت در نظر گرفته شود. فرد کم‌بینا در سایت لازم است از امکاناتی برخوردار باشد. امکان افزایش و کاهش فونت و تغییر پس‌زمینه به حالت تاریک و متناسب با شرایط بینایی کاربر مهم هستند. برخی سایت‌ها از جمله موتور جست‌وجوی گوگل امکان تایپ صوتی کلیدواژه‌ها را دارند. «نویسالاو»<sup>۱</sup> در ایران ادعا می‌کند با استفاده از آخرین دستاوردهای هوش مصنوعی جهان در حوزه تشخیص گفتار، گفتار رسمی و محاوره‌ای را به متن تبدیل می‌کند. وب‌سایت‌های کتابخانه‌ای هم می‌توانند این ویژگی‌ها را به کار گیرند. «عبد نیکویی‌پور» (۱۳۸۹) در پژوهش خود رویکردی مبتنی بر عامل برای مسئله

1. <https://nevisalive.com/>

شخصی سازی جست و جو با استفاده از قابلیت‌های هوشمندی ارائه نمود.

بیشتر سایت‌های خارجی به استانداردهای دسترس پذیری نزدیک تر شده‌اند. به عنوان نمونه ویندوز در روزآمدسازی‌های خود همیشه در دسترس است و زاویه‌ای با کاربران با آسیب بینایی ندارد. استفاده از این ویژگی‌ها در روزآمدسازی‌های وبسایت‌های کتابخانه‌ای هم مهم است. موتور جست و جوی گوگل و برنامه‌های کاربردی آن برای کاربران با آسیب بینایی در دسترس است. در هر صورت دنیا به سمت استفاده از هوش مصنوعی حرکت کرده و به نقطه مطلوب رسیده است، اما نکته این است که سازمان متبوع و کتابخانه‌ها و مراکز اطلاع‌رسانی چقدر هزینه کنند تا آن تکنولوژی‌ها را به خدمت بگیرند. سهم اصلی این مطالعه، تلاش برای بهبود تجربه کاربری افراد دارای آسیب بینایی در استفاده از وبگاه‌های کتابخانه‌ای است که با کمک راهکارهای فناورانه بتوان آن را به تجربه مثبتی تبدیل کرد. راهکارهای فناورانه در پژوهش حاضر به این معنا نیست که طراحان و توسعه‌دهندگان تمامی آن‌ها را در طراحی‌های خود مد نظر قرار دهند، بلکه به این معناست که تأمل و اندیشه و حرکت به سمت آن‌ها با در نظر گرفتن کاربران ویژه باعث می‌شود دنیا را جای بهتری برای زیستن کنیم. با علم بر این راهکارها و توجه به ارائه آن‌ها در رابط کاربر نظام‌های بازیابی اطلاعات کتابخانه‌ای، فاصله میان کاربران، طراحان و کتابداران کاهش می‌یابد و زمینه برای تعامل بهتر و بیشتر افراد دارای مشکل بینایی با کتابخانه فراهم می‌شود.

## فهرست منابع

- سرمدی، امیر. ۱۳۹۵. آشنایی با فرمت دیزی. بازیابی شده از: (دسترس در ۱۴۰۲/۷/۱۰)
- <https://sepid.samanpl.ir/Learns/Learnsdetail/15>
- صالحی مزده، 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. بروجرد: دانشگاه آیت‌الله بروجردی.
- عبد نیکویی پور، الهام. ۱۳۸۹. تعامل انسان- کامپیوتر مبتنی بر عامل برای نابینایان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک).
- نظری، مینا. ۱۳۹۹. نقش هوش مصنوعی فناوری‌های نوین ارتباطی در توسعه سواد رسانه‌ای نابینایان. فصلنامه رسانه ۳۱ (۲): ۶۷-۸۲.

وهابی، فتنه، سعید اسدی، و سهیل گنجه‌فر. ۱۴۰۰. مدل‌سازی رفتار اطلاعاتی کاربران پایگاه‌های اطلاعاتی با روش شبکه عصبی با تأکید بر تعاملات پیشین آن‌ها با نتایج جست‌وجو. پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات ۳۷ (۱): ۲۵۵-۲۷۶.

## References

- Abhishek, S., H. Sathish, A. Kumar & T. Anjali. 2022. Aiding the visually impaired using artificial intelligence and speech recognition technology. In 2022 4th International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA): 1356-1362. IEEE. Coimbatore, Tamil Nadu.
- Babu, R., & I. Xie. 2017. Haze in the digital library: design issues hampering accessibility for blind users. *The Electronic Library* 35 (5): 1052-1065.
- Bhukhya, C., K. Bhumireddy, H. V. R. Palakonalu, S. K. Singh, S. Bansod, P. Pal & Y. Kumar. 2023. Virtual Assistant and Navigation for Visually Impaired using Deep Neural Network and Image Processing. Preprint. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2867156/v1>
- Felix, S. M., S. Kumar & A. Veeramuthu. 2018. A smart personal AI assistant for visually impaired people. In 2018 2nd international conference on trends in electronics and informatics (ICOEI): 1245-1250. IEEE. Tirunelveli, India.
- Ferdous, J., H. H. N. Lee, S. Jayarathna & 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.
- Ferworm, A., B. Bodner & M. H. Chignell. 2002. Auditory WWW search tools. In Proceedings of Int. Conference on Auditory Display: 2-5. Kyoto, Japan.
- Fiol-Roig, G., D. Arellano, F. J. Perales, P. Bassa & M. Zanlongo. 2009. The intelligent butler: A virtual agent for disabled and elderly people assistance. In International symposium on distributed computing and artificial intelligence 2008 (DCAI 2008) (pp. 375-384). Berlin Heidelberg: Springer.
- Harum, N., N. I. MSK, N. A., Emran, N. Abdullah, N. A. Zakaria, E. Hamid & S. Anawar. 2021. A development of multi-language interactive device using artificial intelligence technology for visual impairment person. *International Journal of Interactive Mobile Technologies* 15 (19): 79-92.
- Jay, C., D. Lunn, & E. Michailidou. 2008. End user evaluations. In: *Web accessibility* (pp. 107-126). London: Springer.
- King, L., & A. Coetzee. 2018. The everyday life information behaviour of visually impaired students at Stellenbosch University. *Innovation: journal of appropriate librarianship and information work in Southern Africa* 56: 140-162.
- Kukade, R. V., R. G. Fengse, K. Rodge, S. Ransing & V. Lomte. 2018. *Virtual Personal Assistant for the Blind*. Maharashtra, India: Dept. of Computer Engineering, RMD Sinhgad School of Engineering, Pune.
- Leporini, B., P. Andronico & M. Buzzi, M. 2004. Designing search engine user interfaces for the visually impaired. In Proceedings of the 2004 international cross-disciplinary workshop on Web accessibility (W4A): 57-66. New York, USA.
- Marvin, E. 2020. Digital assistant for the visually impaired. In 2020 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIC): 723-728. IEEE. Fukuoka, Japan.
- Mulliken, A. 2019. Eighteen blind library users' experiences with library websites and search tools in US academic libraries: A qualitative study. Retrieved from <http://dspace.fudutsinma.edu.ng/xmlui/handle/123456789/1672> (accessed Sept. 5, 2022)
- Narayani, T. L., M. Sivapalanirajan, B. Keerthika, M. Ananthi & M. Arunarani. 2021. Design of Smart Cane with integrated camera module for visually impaired people. In 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS): 999-1004. IEEE. Coimbatore, Tamilnadu, India.

- Park, M. C., & T. S. Kim. 2018. Implementation of Smart Gloves for the Blind and Visually Impaired. *Journal of the Korea Society of Computer and Information* 23 (8): 101-106.
- Raghavan, R., V. Krishnan, H. Nishad & B. Shaikh. 2021. Virtual ai assistant for person with partial vision impairment. In *ITM Web of Conferences* (Vol. 37, p. 01019). France: EDP Sciences.
- Sari, U. R., M. K. Sabariah & V. Effendy. 2018. Information architecture design for travel website using top-down approach on card sorting method. In: *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1977, No. 1, p. 030027). United States: AIP Publishing LLC.
- Sharma, V., V. M. Singh & S. Thanneeru. 2020. Virtual assistant for visually impaired. *Available at SSRN 3580035*.
- Shilkrot, R., J. Huber, C. Liu, P. Maes & S. C. Nanayakkara. 2014. FingerReader: a wearable device to support text reading on the go. In *CHI'14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*: 2359-2364. New York: Association for Computing Machinery.
- Singh, G., O. Kandale, K. Takhtani & N. Dadhwal. 2020. A Smart Personal AI Assistant for Visually Impaired People. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* 7 (06); 1450-1454.
- Temburne, N. M., S. V. Vaidya, P. Afrin Shiekh & S. Dravyakar. 2019. Voice Assistant for Visually Impaired People. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* 5 (4): 1404-1409.
- Yesilada, Y., R. Stevens, S. Harper & C. Goble. 2007. Evaluating DANTE: semantic transcoding for visually disabled users. *ACM Trans. Comput. Hum. Interact* 14 (3): 14.

#### اعظم نجفقلی نژاد

دارای مدرک تحصیلی دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی است. ایشان هم‌اکنون استادیار گروه علوم داده، اطلاعات و هوش مصنوعی سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران است.

سواد اطلاعاتی و مرجع، پژوهش در حوزه خدمات دیجیتال و مطالعات کاربری در کتابخانه‌ها و مراکز اطلاع‌رسانی و کاربرپذیری و دسترس‌پذیری خدمات از جمله علائق پژوهشی وی است.

