

Assistive Technologies Based on Artificial Intelligence for People with Visual Impairment: A Systematic Review

Razie Tajvar Rostami * 

Corresponding Author, M.Sc. Student in Cognitive Sciences, Cognitive Rehabilitation, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: r.tajvar.r25@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0007-3270-1767>

Esmail Zaraii Zavaraki 

Professor, Department of Educational Technology, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: ezaraii@yahoo.com
<https://orcid.org/0000-0003-3584-4118>

ABSTRACT

The aim of the present study is to systematically examine AI-based assistive technologies designed to improve the quality of life for individuals with visual impairments. Given the rapid growth of technology and the increasing role of artificial intelligence in the development of smart tools, this study seeks to identify and categorize existing technologies while analyzing the opportunities and challenges associated with their application. The research method employed in this study is a systematic review. The process of selecting and analyzing articles was conducted based on PRISMA guidelines, and the quality assessment of the articles was performed using the Batten checklist. A search was conducted in reputable national and international databases including IEEE, ScienceDirect, Springer, ResearchGate, Irandoc, Magiran, and Google Scholar for Persian and English articles published from 2020 to 2025. Out of 40 initial articles, 23 met the inclusion criteria and were included in the final analysis. The findings revealed that AI-based technologies play an effective role in areas such as object recognition, facial recognition, text reading, navigation, environmental alerts, and social interaction. Tools such as smart glasses, mobile applications, wearable devices, GPS-enabled canes, smart sensors, and OCR systems were examined. The study concludes that AI-based assistive technologies have brought about a fundamental transformation in the lives of blind and visually impaired individuals and, as empowering tools, hold great potential for enhancing their quality of life. Nevertheless, there remains a need for further research involving direct user participation, field testing in real-world conditions, and the development of user-centered designs. Additionally, the support of policymakers and urban planners is essential for integrating these technologies into public environments.

Keywords: Assistive technologies, Artificial intelligence, Visual impairment, Systematic Review.

Cite this Article: Tajvar Rostami, Razie., Zaraii Zavaraki, Esmaeil. (2024). Assistive Technologies Based on Artificial Intelligence for People with Visual Impairment: A Systematic Review. *Technology of Instruction and Learning*, 9(32), 129-166.
doi: <https://doi.org/10.22054/jti.2025.86920.1598>



© 2016 by Allameh Tabataba'i University Press
Publisher: Allameh Tabataba'i University Press

Extended Abstract

Introduction

Visual impairment is a broad condition ranging from partial vision loss to complete blindness, representing a major global public health concern. According to the World Health Organization, nearly one billion people worldwide live with some form of visual disability (Muma & Obonyo, 2020). Such impairments often restrict daily activities, including mobility, reading, employment, and sports participation, thereby negatively affecting independence, social opportunities, and overall quality of life (Mocanu et al., 2016; Xulu-Kasaba & Kalinda, 2022). To address these challenges, assistive technologies have emerged as vital tools that enhance accessibility, environmental awareness, and social inclusion. They encompass a wide spectrum of devices and services, ranging from screen readers, magnifiers, and smart canes to advanced wearable systems and mobile applications (Hersh & Johnson, 2008; Bhowmick & Hazarika, 2017; King & Coetzee, 2018). Recent technological progress has also introduced AI-driven solutions, integrating machine learning, computer vision, and natural language processing to improve environmental recognition, text reading, and navigation (Kadry, 2024; Lanchiouni & Singh, 2014).

Despite their potential, AI-based assistive technologies still face challenges related to accuracy, cost, social acceptance, and adaptation to diverse user needs (Adams, 2020). At the same time, opportunities arising from deep learning and the Internet of Things highlight the promise of innovative solutions for visually impaired individuals (Kadry, 2024).

Research Question(s)

Against this backdrop, the present study provides a systematic review of AI-based assistive technologies for individuals with visual impairments. It specifically addresses three key questions: (1) How are these technologies currently applied? (2) What are their main components? and (3) What opportunities and challenges shape their development and implementation?

Literature Review

Recent advances in artificial intelligence (AI) have significantly shaped the development of assistive technologies, particularly for individuals with visual impairments. These technologies, powered by deep learning, computer vision, and natural language processing, provide enhanced access to information, navigation, object recognition, and social interaction (Smith, 2020). Their applications are particularly evident in text reading, facial recognition, guidance, and environmental awareness.

Several studies have examined the role of AI in this domain. Naayini et al. (2025) demonstrated that AI-based assistive systems improve independence and social interactions among visually impaired individuals. Similarly, Baig et al. (2024) highlighted the benefits of wearable AI technologies in supporting navigation and environmental detection. Gamage et al. (2024) further extended this focus by investigating assistive solutions for individuals with cerebral visual impairment (CVI), confirming their positive impact on quality of life.

In related research, assistive technologies have also been studied in broader educational and social contexts. For example, Moradi and Zaraii Zavaraki (2014, 2016) showed that multimedia-based assistive tools enhance social skills in children with autism and improve self-esteem among students with learning disabilities. Likewise, Toofaninejad et al. (2018) emphasized the effectiveness of virtual learning environments built on social networks in enhancing motivation, engagement, and interaction among students with hearing impairments. Moradi et al. (2019) also demonstrated the benefits of integrating assistive technologies into curricula for students with physical disabilities, noting their role in improving learning outcomes.

In addition, Lavric et al. (2024) discussed both opportunities and challenges of emerging technologies such as Visible Light Communication (VLC) and the Internet of Things (IoT) in assistive solutions. Similarly, Lanchiouni and Singh (2014), in their book *Assistive Technologies for Individuals with Multiple Disabilities*

(translated by Zaraii Zavaraki et al., 2025), offered a comprehensive overview of tools ranging from simple aids to advanced systems, underscoring their role in fostering independence across home, school, and community settings.

Taken together, existing research indicates that AI-driven assistive technologies hold strong potential for improving the quality of life of individuals with visual impairments by enhancing autonomy, access to information, and social integration. Nonetheless, their widespread and effective adoption depends on overcoming technical, design, and societal barriers through further research and development.

Methodology

This study adopted a systematic review design, conducted in accordance with PRISMA guidelines. A comprehensive search was carried out in databases including IEEE Xplore, ScienceDirect, Springer, ResearchGate, Irandoc, Magiran, and Google Scholar.

From 40 initially identified studies, 5 were excluded for duplication or lack of full text. After title and abstract screening, 12 more were removed for not meeting inclusion criteria. Finally, 23 studies were retained for full analysis. Study quality was assessed using the CASP checklist, and the selection process is presented in the PRISMA flow diagram.

Results

The reviews of recent studies revealed that AI-based assistive technologies significantly enhance the daily lives of individuals with visual impairments. Core applications include navigation through smart canes, wearable cameras, and GPS-enabled systems; text recognition via OCR and text-to-speech solutions; and improved social interaction through facial recognition systems. Integration with IoT, 5G, and smart home environments further expanded independence and accessibility. However, major challenges identified include high costs, limited user-

centered design, lack of localized datasets, privacy concerns, and insufficient long-term evaluation.

Discussion

The findings indicate that while AI-powered assistive technologies hold great promise, their successful adoption depends on addressing technical, social, and economic barriers. From a technical perspective, improving the accuracy and reliability of real-time object detection and navigation is crucial, as errors may directly impact user safety. Socially, the lack of accessible design and user training limits usability. Economically, the high cost of advanced devices restricts access in low-income populations, particularly in developing countries. Ethical concerns such as data privacy and the absence of legal frameworks also highlight the need for interdisciplinary collaboration. Thus, a balance between technological innovation, affordability, and inclusivity must be achieved.

Conclusion

In conclusion, AI-based assistive technologies provide valuable opportunities to enhance independence, mobility, and social participation for individuals with visual impairments. Despite remarkable progress, key challenges such as affordability, personalization, and standardization remain unresolved. Future research should focus on user-centered design, multimodal feedback systems, and real-world field testing. Collaborative efforts among AI experts, engineers, rehabilitation specialists, and visually impaired users are essential to develop reliable, cost-effective, and widely accessible solutions that can sustainably improve quality of life.

Acknowledgments

The authors sincerely extend their gratitude to the scholars and researchers whose valuable scientific works and studies served as the primary sources for this research.

فناوری‌های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی برای افراد با آسیب بینایی: مرور نظام‌مند

نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد علوم شناختی گرایش توانبخشی

شناختی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

رایانامه: r.tajvar.r25@gmail.com

راضیه تاج‌ور رستمی *

استاد گروه تکنولوژی آموزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

رایانامه: ezaraii@yahoo.com

اسماعیل زارعی زوارکی

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی نظام‌مند فناوری‌های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی (AI) است که به منظور بهبود کیفیت زندگی افراد دارای آسیب بینایی طراحی شده‌اند. با توجه به رشد سریع تکنولوژی و نقش فزاینده هوش مصنوعی در توسعه ابزارهای هوشمند، این مطالعه تلاش می‌کند تا ضمن شناسایی و طبقه‌بندی فناوری‌های موجود، فرصت‌ها و چالش‌های موجود در کاربرد آن‌ها را تحلیل کند. روش تحقیق این مطالعه از نوع مرور نظام‌مند است. فرآیند انتخاب و تحلیل مقالات بر اساس دستورالعمل پریزما انجام شد و ارزیابی کیفیت مقالات با استفاده از چک‌لیست بتن صورت گرفت. جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی ملی و بین‌المللی معتبر شامل IEEE، ساینس دایرکت، اسپرینگر، ریسرچ گیت، ایرانداک، مگیران و گوگل اسکالر برای مقالات فارسی و انگلیسی منتشر شده از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵ انجام گرفت. از بین ۴۰ مقاله اولیه، ۲۳ مورد با معیارهای ورود مطابقت داشتند و وارد تحلیل نهایی شدند. یافته‌ها نشان داد که فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در حوزه‌هایی چون شناسایی اشیاء، تشخیص چهره، خواندن متون، ناوبری، هشدار محیطی و تعامل اجتماعی نقش مؤثری دارند. ابزارهایی مانند عینک‌های هوشمند، اپلیکیشن‌های موبایلی، دستگاه‌های پوشیدنی، عصاهای مجهز به مکان یاب، حسگرهای هوشمند و سامانه‌های تشخیص متن از تصویر مورد بررسی قرار گرفتند. نتیجه‌گیری پژوهش بیانگر آن است که فناوری‌های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی، تحولی اساسی در زندگی افراد نابینا و کم‌بینا ایجاد کرده‌اند و به عنوان ابزاری توانمندساز، پتانسیل بالایی در ارتقای کیفیت زندگی آن‌ها دارند. با این وجود، نیاز به انجام پژوهش‌های بیشتر با مشارکت مستقیم کاربران، آزمون‌های میدانی در شرایط واقعی، و توسعه طراحی‌های کاربرمحور همچنان احساس می‌شود. همچنین، حمایت سیاست‌گذاران و طراحان شهری برای ادغام این فناوری‌ها در محیط‌های عمومی ضروری است.

کلیدواژه‌ها: فناوری‌های کمکی، هوش مصنوعی، آسیب بینایی، مرور نظام‌مند.

استناد به این مقاله: تاج‌ور رستمی، راضیه، زارعی زوارکی، اسماعیل. (۱۴۰۳). فناوری‌های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی برای افراد با آسیب بینایی: مرور نظام‌مند. *فناوری‌های آموزشی در یادگیری*، ۹ (۳۲)، ۱۶۶-۱۲۹.

doi: <https://doi.org/10.22054/jti.2025.86920.1598>

© ۲۰۱۶ دانشگاه علامه طباطبائی

ناشر: دانشگاه علامه طباطبائی



مقدمه

اصطلاح "آسیب بینایی" یک مفهوم جامع است که تمامی درجات را از نابینایی کامل تا سطوح مختلف کم بینایی شامل می شود. شیوع این اختلال یکی از نگرانی های قابل توجه در حوزه بهداشت عمومی به شمار می رود، به گونه ای که سازمان جهانی بهداشت تخمین زده است نزدیک به یک میلیارد نفر در سطح جهانی با نوعی از آسیب بینایی زندگی می کنند (Muma & Obonyo, 2020). اختلال در سیستم بینایی می تواند به کم بینایی یا در برخی موارد به نابینایی منجر شود و پیامدهایی نظیر محدودیت در عملکردهای روزانه فرد به دنبال داشته باشد. این پیامدها ممکن است شامل کاهش چشمگیر تحرک (با اتکا بیشتر به حواس لامسه و شنوایی)، محدودیت در مطالعه، اشتغال و انجام فعالیت های ورزشی باشد (Mocanu et al., 2016). در اغلب موارد، آسیب های بینایی تأثیرات منفی قابل توجهی بر کیفیت زندگی، میزان استقلال و فرصت های اجتماعی فرد می گذارند (Xulu-Kasaba & Kalinda, 2022).

افرادی که با آسیب بینایی مواجه هستند، به طور خاص، نیازمند ابزارهای قدرتمندی جهت توانمندسازی خود هستند، تا بتوانند با تحولات محیطی پیرامون خود ارتباط مؤثری برقرار کنند. در دهه های اخیر، استفاده از فناوری های کمکی فواید متعددی از جمله تسهیل دسترسی، بهبود ادراک و شناخت بهتر محیط اطراف را برای افراد دارای آسیب بینایی به همراه داشته است (Young et al., 2017). فناوری های کمکی افراد دارای آسیب بینایی شامل مجموعه ای متنوع از ابزارها، تجهیزات، دستگاه ها، خدمات، سامانه ها، فرایندها و تطبیق های محیطی هستند که به آنها کمک می کنند تا بر موانع فیزیکی، اجتماعی، زیرساختی و محدودیت های دسترسی فائق آیند و بتوانند مانند سایر اعضای جامعه، زندگی ای مستقل، فعال و مؤثر داشته باشند (Hersh & Johnson, 2008; Bhowmick & Hazarika, 2017).

پیشرفت سریع فناوری در سال های اخیر، استفاده از منابع موجود را به منظور تسهیل امور روزمره و ارتقاء سطح استاندارد و کیفیت زندگی این افراد ترویج کرده است (Bhukhya et al., 2023). در این راستا، ابزارها و فناوری هایی نظیر سامانه های پوشیدنی مبتنی بر فناوری های نوین همچون لیزر، صوت یا دوربین دید عقب برای تحلیل محیط و ارائه بازخوردهای صوتی یا لمسی به کاربر (Strothotte & Fritz, 1996)، صفحه خوان ها برای

خواندن متون دیجیتال، نرم افزارهای تشخیص گفتار^۱ به منظور شبیه سازی صفحه کلید، بزرگ-نمای صفحه نمایش^۲، دستگاه های اشاره گر جایگزین برای کنترل ماوس، اسکرین های نوری، ذره بین های اپتیکی، ابزارهای یادداشت برداری و فناوری هایی که محتوای متنی را به صورت چاپ درشت، بریل یا صوتی تبدیل می کنند (King & Coetzee, 2018)، به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته اند.

علاوه بر این، فناوری های پیشرفته تری نظیر دستیارهای مجازی (باتلر^۳) که توانایی دریافت داده از حسگرهای خودکار خانه و پاسخ به درخواست های کاربران را دارند (Fiol-Roig et al., 2009)، دستکش های رباتیکی^۴ به منظور شناسایی اشیاء محیط، عصاهای هوشمند^۵ دارای قابلیت های تشخیص چهره و سیستم موقعیت یابی جهانی (GPS) جهت هدایت افراد در محیط های بیرونی (Narayani et al., 2021)، اپلیکیشن "چشمان من باش" جهت اتصال ویدئویی با داوطلبان برای دریافت کمک، ساعت هوشمند "ذات" که قادر به تبدیل متون ایمیل و پیام به خط بریل است و نیز تلفن های همراه هوشمند دارای قابلیت هایی چون گفتار، کنترل های حرکتی، بازخورد لمسی، بزرگ نمایی، متن درشت، تنظیم کنتراست رنگ، حالت رنگ معکوس، روشنایی قابل تنظیم، میانبرهای دسترسی و دستیارهای مجازی، از جمله ابزارهای کمکی امروزی در میان افراد نابینا یا کم بینا به شمار می روند.

در دهه های اخیر، فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی به عنوان ابزاری مؤثر برای ارتقاء کیفیت زندگی افراد دارای معلولیت بینایی شناخته شده اند. این فناوری ها با بهره گیری از الگوریتم های پیشرفته یادگیری ماشین، بینایی ماشین و پردازش زبان طبیعی، توانسته اند استقلال و دسترسی به اطلاعات را برای این گروه از کاربران افزایش دهند (Kadry, 2024). مطالعات نشان می دهد که استفاده از سیستم های تشخیص محیط، خوانش متون، ناوبری هوشمند و دستیارهای صوتی، موجب تسهیل فعالیت های روزمره و بهبود تعاملات اجتماعی افراد نابینا شده است (Lanchiouni & Singh, 2014). با وجود این پیشرفت ها، هنوز

¹ voice recognition software

² screen magnifiers

³ virtual Butler

⁴ robot glove

⁵ smart cane

⁶ Be My Eyes

⁷ Dot

چالش های متعددی در زمینه دقت عملکرد، هزینه های توسعه، پذیرش اجتماعی و تطبیق با نیازهای متنوع کاربران وجود دارد که نیازمند پژوهش و توسعه بیشتر هستند (Adams, 2020). از سوی دیگر، فرصت های چشم گیری در استفاده از فناوری های نوظهور همچون یادگیری عمیق و اینترنت اشیا برای ایجاد راهکارهای نوآورانه و مؤثر وجود دارد (Kadry, 2024).

هوش مصنوعی^۱ (AI) نیز تحولی بنیادین در عرصه فناوری های کمکی ایجاد کرده و راهکارهایی نوین برای بهبود کیفیت زندگی افراد با آسیب بینایی ارائه داده است (Naayini et al., 2025). در دهه های اخیر، افرادی که با محدودیت های شدید در تعامل با محیط اطراف مواجه بوده اند، به کمک فناوری های مبتنی بر هوش مصنوعی، به ویژه از طریق تلفن های هوشمند، توانسته اند تا حدود زیادی قابلیت های شناختی و ارتباطی خود را ارتقاء دهند (نظری، ۱۳۹۹). در نهایت، با توجه به رشد روزافزون فناوری های نوین و نقش کلیدی هوش مصنوعی در بهبود کیفیت زندگی، بررسی جامع و نظام مند فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی برای افراد با آسیب بینایی از اهمیت بالایی برخوردار است. لذا پژوهش حاضر با توجه به مطالعات چند سال اخیر به دنبال پرسش به سؤال های ذیل می باشد:

۱. چگونه از فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی برای افراد با آسیب بینایی استفاده می شود؟

۲. اجزای اصلی فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی برای افراد با آسیب بینایی چیست؟

۳. چه فرصت ها و چالش هایی در فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی برای افراد با آسیب بینایی وجود دارد؟

این مقاله با بررسی جامع فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی، چالش ها و فرصت های موجود را تحلیل کرده و راهکارهایی برای توسعه بهتر این فناوری ها پیشنهاد می دهد.

¹ Artificial Intelligence

پیشینه پژوهش

با توجه به رشد سریع فناوری و توسعه ابزارهای هوشمند، فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی نقش مهمی در بهبود کیفیت زندگی افراد دارای آسیب بینایی ایفا کرده اند. این فناوری ها با بهره گیری از الگوریتم های پیشرفته مانند یادگیری عمیق، بینایی رایانه ای و پردازش زبان طبیعی، امکان دسترسی به اطلاعات، ناوبری، تشخیص اشیاء، و تعامل اجتماعی را برای این افراد تسهیل کرده اند (Smith, 2020). این فناوری ها به ویژه در حوزه هایی مانند خواندن متون، شناسایی چهره، هدایت و ناوبری، و تشخیص اشیاء پیرامونی کاربرد دارند.

تحقیقات متعددی به بررسی و تحلیل فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی پرداخته اند. به عنوان مثال، مطالعات Naayini و همکاران (۲۰۲۵) نشان داده است که استفاده از AI در فناوری های کمکی منجر به افزایش استقلال و بهبود تعاملات اجتماعی افراد با آسیب بینایی شده است. همچنین، پژوهش های Baig و همکاران (۲۰۲۴) با تمرکز بر سیستم های پوشیدنی مبتنی بر هوش مصنوعی، تأثیرات مثبت این فناوری را در بهبود ناوبری و شناسایی محیطی نشان داده اند.

علاوه بر این، مطالعات دیگری مانند Gamage و همکاران (۲۰۲۴) به بررسی فناوری های کمکی برای افراد دارای آسیب بینایی مغزی (CVI) پرداخته و نشان داده اند که این فناوری ها می توانند به طور مؤثری کیفیت زندگی این افراد را ارتقا دهند. مرادی و زارعی زوارکی (۱۳۹۳) نشان دادند فن آوری چند رسانه ای به عنوان یک روش فعال و نوین آموزشی با قابلیت هایی همچون به کارگیری چند حس در فرایند آموزش، درگیر ساختن یادگیرنده، منعطف ساختن محیط یادگیری، توجه به نیازهای خاص کودکان اتیسم، به شیوه مؤثری بر روی مهارت های اجتماعی کودکان اتیسم اثرگذار می باشد. همچنین مرادی و زارعی زوارکی (۱۳۹۵) در پژوهش دیگر خود نشان دادند آموزش مهارت های اجتماعی از طریق فناوری های کمکی مبتنی بر رایانه و چند رسانه ای های آموزشی عزت نفس دانش آموزان با اختلال یادگیری را افزایش داده است. طوفانی نژاد و همکاران (۱۳۹۷) نشان دادند محیط یادگیری طراحی شده که بر پایه شبکه های اجتماعی مجازی و مؤلفه های درگیر شدن، تعامل، بازخورد، محتوا، منابع، ارزشیابی و پشتیبانی بنا شده، می تواند در بهبود فرآیند یادگیری، انگیزش، و تعامل اجتماعی دانش آموزان ناشنوا و کم شنوا بسیار مؤثر باشد. مرادی و همکاران (۱۳۹۸) به غنی سازی برنامه

درسی زبان انگلیسی با رویکرد فناوری کمکی و بررسی تأثیر آن بر یادگیری دانش آموزان با آسیب های جسمی - حرکتی پرداختند و نتایج بیانگر نقش مثبت استفاده از فناوری های کمکی در افزایش یادگیری این دانش آموزان بوده است. از سوی دیگر، مطالعاتی مانند Lavric و همکاران (۲۰۲۴) فرصت ها و چالش های استفاده از فناوری های نوظهور مانند ارتباطات نوری دیداری (VLC) و اینترنت اشیا (IoT) را بررسی کرده اند. همچنین در کتاب لانچونی و سینگ (۲۰۱۴) با عنوان «فناوری های کمکی برای افراد با توانایی های چندگانه» با ترجمه دکتر زارعی زوارکی و همکاران (۱۴۰۴) به طور جامع به فناوری کمکی برای افراد با آسیب بینایی و نابینایی پرداخته شده است و نشان دادند فناوری های کمکی، ابزارها، وسایل و خدماتی هستند که به دانش آموزان دارای نیازهای ویژه برای رسیدن به عملکرد بهتر و استقلال آنها در خانه، مدرسه و اجتماع کمک می کنند. این ابزارها دامنه ای از ابزارهای بسیار ساده تا ابزارهای بسیار پیشرفته را در برمی گیرد. به رغم پیشرفت های چشمگیر، این فناوری ها با چالش های متعددی نیز مواجه هستند. برخی از این چالش ها شامل هزینه بالا، نیاز به طراحی کاربرمحور و مشکلات دقت و قابلیت اطمینان در شرایط واقعی است. برای رفع این چالش ها، پژوهش های بیشتری با مشارکت کاربران، آزمون های میدانی و توسعه طراحی های بهینه مورد نیاز است.

با توجه به مرور پژوهش های انجام شده، می توان نتیجه گرفت که فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی پتانسیل بالایی در بهبود کیفیت زندگی افراد با آسیب بینایی دارند. این فناوری ها می توانند با افزایش استقلال، دسترسی به اطلاعات و تعامل اجتماعی، نقش مهمی در ارتقای زندگی این افراد ایفا کنند. با این وجود، برای دستیابی به استفاده گسترده و کارآمد از این فناوری ها، توجه به چالش های فنی، طراحی کاربرمحور و پشتیبانی اجتماعی ضروری است.

روش

روش پژوهش حاضر از نوع پژوهش مروری و موسوم به مرور نظامند (سیستماتیک)^۱ است. فرآیند انتخاب و تحلیل مقالات بر اساس دستورالعمل پریزما^۲ انجام شد و ارزیابی کیفیت مقالات با استفاده از چک لیست بتن^۳ صورت گرفت. جهت انجام این مرور نظام مند، فرآیند

^۱Systematic review

^۲ PRISMA

^۳Batten

انتخاب مطالعات بر اساس دستورالعمل پریزما صورت گرفت. ابتدا جستجوی گسترده ای در پایگاه های اطلاعاتی بین المللی شامل Springer، ScienceDirect، IEEE Xplore، Magiran، Irandoc، ResearchGate و Google Scholar انجام شد که منجر به شناسایی اولیه ۴۰ مقاله مرتبط گردید. در مرحله نخست، ۵ مقاله به دلیل تکراری بودن یا عدم دسترسی به متن کامل حذف شدند. در ادامه، ۳۵ مقاله با بررسی عنوان و چکیده غربال شدند که در این مرحله ۱۲ مقاله به دلیل عدم انطباق با معیارهای ورود (از جمله تمرکز نداشتن بر فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی و یا عدم ارتباط مستقیم با آسیب بینایی) کنار گذاشته شدند. در نهایت، ۲۳ مقاله که معیارهای ورود را به طور کامل داشتند، وارد مرحله تحلیل نهایی شدند و مبنای نتایج این مطالعه قرار گرفتند. این فرآیند در نمودار جریان پریزما (شکل ۱) به تصویر کشیده شده است.

شکل ۱: نمودار جریان پریزما فرآیند انتخاب مطالعات در این مرور نظام مند را نشان می دهد، شامل مراحل شناسایی، غربالگری، بررسی واجد شرایط بودن و ورود نهایی به تحلیل.



ارزیابی کیفیت مطالعات

در این مرور، کیفیت مطالعات انتخاب شده با استفاده از ابزارهای معتبر نظیر چک لیست های PRISMA و JBI مورد ارزیابی قرار گرفت. بیشتر مقالات از طراحی های مقطعی، مروری یا کارآزمایی های آزمایشی بهره برده بودند که سطح شفافیت و دقت

روش شناسی در آنها، از متوسط تا خوب طبقه بندی شد. در برخی مقالات، محدودیت هایی مانند اندازه نمونه های کوچک، نبود پیگیری طولانی مدت، یا سوگیری های انتخاب مشاهده شد که بر کیفیت نهایی نتایج تأثیر گذار بوده است. مطالعات مورد بررسی از نظر کیفیت علمی تفاوت محسوسی با یکدیگر داشتند. حدود ۶۰٪ از مقالات طراحی پژوهشی مشخص، اهداف روشن، استفاده از چارچوب نظری و تحلیل داده های مستند داشتند. این دسته شامل مطالعاتی بودند که با بهره گیری از استانداردهایی مانند پریزما یا دارای آزمون های عملی روی کاربران نابینا طراحی شده بودند. در مقابل، حدود ۲۰٪ فاقد نمونه انسانی یا ارزیابی کاربرپذیری بودند و بیشتر در حد معرفی فناوری یا ایده اولیه پیش رفته بودند. بقیه مقالات، یعنی ۲۰٪ دیگر، مطالعات مروری یا توصیفی بودند که فاقد تحلیل آماری اما با ارائه جامع ادبیات به تقویت فهم نظری حوزه کمک می کردند. ضعف های عمده در مطالعات کم کیفیت مربوط به نبود ارزیابی کاربر، فقدان آزمون در شرایط واقعی و نداشتن داده های معتبر تجربی بود.

مرور نظام مند مقالات منتشر شده در سال های اخیر نشان می دهد که کیفیت علمی و کاربردی مطالعات در زمینه فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی برای افراد با آسیب بینایی، در مسیر رشد و ارتقا قرار دارد؛ با این حال، نقاط ضعف و خلأهایی نیز در ادبیات موجود به چشم می خورد که نیازمند توجه بیش تر است. از نظر دامنه فناوری ها، بسیاری از مطالعات به خوبی توانسته اند گستره ای از فناوری های نوین مانند بینایی رایانه ای، یادگیری عمیق، اینترنت اشیا، ارتباطات نوری قابل مشاهده^۱ و واقعیت افزوده/واقعیت مجازی^۲ را پوشش دهند (Lavric et al., 2024؛ Gamage et al., 2024). به طور ویژه، مقالاتی چون «فناوری های کمکی هوش مصنوعی برای اختلال بینایی» (Narayani et al., 2021) و «سیستم کمکی پوشیدنی هوش مصنوعی با درک مفهومی» (Baig et al., 2024). از کیفیت علمی بالایی برخوردار بوده و با استفاده از نمونه های واقعی و آزمایش های میدانی، قابلیت های فناوری های خود را ارزیابی کرده اند. با این حال، یکی از ضعف های شایع در مطالعات موجود، محدود بودن اندازه نمونه ها و تمرکز بیشتر روی ارزیابی فنی به جای تحلیل عمیق تجارب کاربران است (Mahendran et al., 2021؛ Katke et al., 2024). به عنوان مثال، اگرچه در مقاله «دستگاه پوشیدنی کمکی» (Brilli et al., 2024) عملکرد دستگاه با دقت بالایی

IVLC (Visible Light Communication)

² AR/VR (Augmented Reality/Virtual Reality)

گزارش شده، اما بررسی گسترده بر روی گروه های متنوع کاربران از جنبه های سن، میزان آسیب بینایی و تجربه دیجیتال انجام نشده است.

از منظر رویکردهای بین رشته ای، مطالعاتی مانند هوش مصنوعی در توسعه «ابزارهای کمکی بینایی» (Lukman et al., 2025) تأکید کرده اند که بسیاری از پژوهش های فعلی همچنان فاقد همکاری مؤثر میان متخصصان هوش مصنوعی، طراحان ابزارهای کمکی، روانشناسان شناختی و خود کاربران نابینا هستند. این خلأ موجب شده که طراحی های ارائه شده در برخی موارد، با نیازهای واقعی کاربران فاصله داشته باشد (Khan et al., 2024). از نظر اعتبار سنجی نتایج، برخی از مقالات مروری مانند «مرور نظام مند هوش مصنوعی در فناوری کمکی» (Triyono et al., 2023) با تحلیل گسترده داده های مطالعات قبلی، به شکلی قوی و با روش شناسی شفاف، کیفیت پژوهش های انجام شده را ارزیابی کرده اند؛ این امر سطح شواهد در این حوزه را ارتقا داده است. اما در سوی مقابل، برخی مقالات فناوری محور مانند «سیستم کمکی هوش مصنوعی اینترنت اشیاء برای افراد کم بینا» (Li et al., 2023) بیشتر به ارائه طرح های مفهومی پرداخته و فاقد داده های تجربی گسترده اند. در نهایت، از نظر شناسایی شکاف های تحقیقاتی، مقالاتی چون «فناوری های کمکی برای اختلال بینایی مغزی (آسیب بینایی قشر)» (Gamage et al., 2024) به خوبی توانسته اند کمبود تحقیقات در گروه های خاص مانند فناوری های کمکی برای اختلال بینایی مغزی را برجسته کنند و مسیرهای توسعه آتی را مشخص نمایند. این مقالات ارزش بالایی در هدایت پژوهش های آینده دارند.

معیارهای انتخاب مطالعه

مطالعات انتخاب شده باید به طور مستقیم با فناوری های کمکی برای افراد دارای آسیب بینایی مرتبط می بودند و در آن ها از فناوری های هوش مصنوعی استفاده شده باشد. بیشتر مقالات از منابع قابل اعتماد مانند IEEE، ScienceDirect، Springer، ResearchGate، Irandoc، Magiran و Google Scholar استخراج شده بودند. مطالعات قدیمی تر از سال ۲۰۲۰، یا آن هایی که صرفاً به بحث نظری بدون کاربرد عینی پرداخته بودند، کنار گذاشته شدند. تنها مقالاتی با حداقل یک کاربرد مشخص یا تحلیل ساختار فناوری پذیرفته شدند. مطالعاتی که

¹ AIOT (Artificial Intelligence of Things)

² CVI (Cortical Visual Impairment)

به فناوری های غیر مرتبط، جمعیت های غیر از نابینایان و کم بینایان یا بدون داده های تجربی بودند، از بررسی خارج شدند.

تعریف اصطلاحات

در اغلب مقالات، اصطلاحات کلیدی مانند "اختلال بینایی"، "هوش مصنوعی"، "فناوری کمکی"، "بینایی رایانه ای" و "پردازش زبان طبیعی" تعریف شده یا به صورت ضمنی استفاده شده بودند. با این حال، فقط در حدود ۳۰٪ از مقالات تعاریف دقیق و عملیاتی برای این اصطلاحات ارائه شده بود که امکان درک و تفسیر یکسان برای خواننده را فراهم می کرد. در برخی مقالات، استفاده بیش از حد از اصطلاحات فنی بدون توضیح کافی، می توانست درک مطلب را برای خوانندگان غیر متخصص دشوار کند.

استخراج داده ها

فرآیند استخراج داده ها شامل شناسایی فناوری مورد استفاده، ویژگی های طراحی، ابزارهای به کاررفته، گروه نمونه (در صورت وجود)، موقعیت جغرافیایی اجرا و نتایج کلیدی بود. اطلاعات به شکل مقایسه ای بین مقالات تنظیم شد. داده های استخراج شده شامل انواع ابزارهای پوشیدنی، الگوریتم های یادگیری ماشین، کاربردهای OCR و عملکرد آنها در کمک به کاربران در تعامل با محیط اطراف بود. در مواردی مانند مقاله Naayini و همکاران (۲۰۲۵)، مشخص بود که دستگاه های پوشیدنی با قابلیت شناسایی صحنه و ارائه خروجی صوتی استفاده شده اند.

نتیجه جستجو

از میان ۴۰ مقاله اولیه که با کلیدواژه های مرتبط جستجو شدند، پس از حذف مقالات تکراری و بررسی معیارهای ورود، ۲۳ مقاله جهت تحلیل نهایی انتخاب گردید که خلاصه مقالات در جدول ۲ پیاده شده است. این مقالات جدیدترین پژوهش های موجود درباره استفاده از هوش مصنوعی در فناوری های کمکی برای افراد نابینا و کم بینا را پوشش می دهند. در طی جستجو و بررسی اولیه، ۴۰ مقاله شناسایی شد که ۲۳ مورد آن با معیارهای انتخاب مطالعه مطابقت داشتند. در میان آنها، مطالعاتی وجود داشت که هم مرور ادبیات را انجام داده بودند و هم نمونه هایی از فناوری ها را آزمایش کرده بودند. تعدادی از مقالات با تمرکز بر محیط های هوشمند،

عینک های متصل به اینترنت اشیاء، و ابزارهای دارای قابلیت OCR انتخاب شدند که نمای کاملی از وضعیت فعلی این حوزه ارائه می دادند.

جدول ۲: مرور مقالات

ردیف	نویسنده و سال	عنوان مقاله	نوع هوش مصنوعی	نوع فناوری کمکی	نوع مطالعه	مکان مطالعه	نتیجه
۱	Naayini et al., (2025)	فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی برای اختلال بینایی	یادگیری عمیق، NLP، بینایی رایانه ای	عینک هوشمند، ابزار ناوبری	روبر ادیان (ک)	هند	افزایش استقلال، دسترسی، مشارکت اجتماعی
۲	Palarimath et al., (2025)	کتابخوان هوشمند برای کم بیناها	هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی	Smart Reader TTS, OCR	روبر ادیان (ک)	عمان	افزایش دسترسی به محتوای متنی
۳	Lukman et al., (2025)	هوش مصنوعی در توسعه ابزارهای کمکی بینایی	NLP، یادگیری ماشین	عینک هوشمند، ابزار ناوبری	تحلیل کیفی	اندونزی	بهبود کیفیت زندگی و دسترسی پذیری
۴	Aniedu et al., (2025)	هوش مصنوعی برای هدایت و ناوبری دقیق	YOLOv3 AI, OpenCV	Raspberry Pi، سنسور، دوربین	توسعه سخت افزاری	نایجریه	افزایش دقت مسیریابی برای VIP
۵	Naayini et al., (2025)	فناوری های کمکی AI برای اختلال بینایی	یادگیری عمیق، بینایی رایانه ای	اپلیکیشن، عینک	مرور مطالعات	هند	پشتیبانی از تعامل اجتماعی و ناوبری
۶	Shashanka et al., (2024)	VisioGuid AI: یک AI برای افراد کم بینا	TTS, OCR AI, STT	اپ چندکاره، اتصال خدماتی	اپلیکیشن اندروید	هند	تقویت خوداتکایی و شمول اجتماعی
۷	Baig et al., (2024)	سیستم کمکی پوشیدنی AI با LVLML	LVLML، هوش مصنوعی مولد	دوربین کلاه، IoT	طراحی و تست	هند	تشخیص اشیاء بلادرنگ و هشدار ایمنی

فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی... | تاج و رستمی و زارعی زوارکی | ۱۴۵

۸	Kathiria et al., (2024)	سیستم های کمکی برای افراد کم بینا: بررسی نیازها و پیشرفت های فعلی	یادگیری عمیق	OCR، متن به گفتار	افزایش دسترسی به متون چاپی
۹	Katke & Pacharaney (2024)	راهکارهای هوشمند برای اختلال بینایی توسط دستگاه های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی	یادگیری عمیق، محاسبات لبه ای	پوشیدنی، ناوبری	افزایش دقت و پاسخ گویی دستگاه ها
۱۰	Abdulqader et al., (2024)	همکاری G5 و IoT برای عینک های هوشمند	IoT، G5	عینک هوشمند، بازخورد لمسی	افزایش آگاهی مکانی و اتصال پذیری
۱۱	Lavric et al., (2024)	فناوری های کمکی با AI و VLC	AI، یادگیری ماشین	VLC، دستگاه پوشیدنی	تشخیص سریع و ناوبری دقیق
۱۲	Khan et al., (2025)	سیستم پشتیبانی مبتنی بر هوش مصنوعی برای افراد نابینا با دستیار خواندن یکپارچه	Nvidia AI، بینایی رایانه ای	پوشیدنی، دوربین، OCR	خواندن بلادرنگ و تشخیص چهره
۱۳	Souza et al., (2024)	محیط های هوشمند و فناوری های کمکی برای کمک به افراد کم بینا: مروری	AI، یادگیری عمیق	IoT، AAL ^۱ محیط زندگی هوشمند	بهبود دسترسی و ناوبری خانگی

¹ Ambient Assisted Living

سیستماتیک بر ادبیات				
۱۴	Brotosaputro et al., (2024)	فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی برای بهبود دسترسی	AI، تشخیص احساسات	سیستم های تطبیقی
مطالعه تجربی	اندونزی	افزایش رضایت کاربران و کارایی سیستم		
۱۵	Gamage et al., (2024)	فناوری های کمکی مبتنی بر بینایی برای افراد دارای اختلال بینایی مغزی (CVI)	یادگیری ماشین	VBAT، AR/VR
مطالعه مروری و متهمکز	استرالیا	پوشش نیازهای مغفول مانده CVI		
۱۶	Nasser et al., (2024)	افزایش توانایی حرکتی افراد کم بینا با اپلیکیشن های موبایل مبتنی بر هوش مصنوعی و اینترنت اشیا	AI، IoT، یادگیری ماشین	اپلیکیشن حمل و نقل
مرور تجلیل	عمان / امارات	افزایش تحرک مستقل در سیستم حمل و نقل		
۱۷	Triyono et al., (2023)	بررسی سیستماتیک هوش مصنوعی در فناوری کمکی برای افراد دارای اختلال بینایی	یادگیری عمیق	کمک بصری
مرور سیستماتیک	اندونزی	بررسی روندها و چالش های توسعه AI		
۱۸	Wang et al., (2023)	هوش مصنوعی برای افراد کم بینا	یادگیری عمیق	دستگاه تشخیص بیماری و بینایی
مرور تحقیقات	چین	تشخیص سریع بیماری های چشمی		

۱۹	Walle et al., (2022)	بررسی پیشرفت های اخیر در هوش مصنوعی و روش های مبتنی بر بینایی برای کمک و راهنمایی افراد کم بینا.	بینایی رایانه ای، AI بینایی، CNN	سیستم های بینایی، CNN	تحلیل کاربرد CNN در کمک های بصری
۲۰	Akter et al., (2022)	نگرانی های مشترک در مورد حریم خصوصی افراد کم بینا و نابینا در استفاده از فناوری های کمکی مبتنی بر دوربین	AI، تشخیص چهره	عینک هوشمند با دوربین	بررسی دغدغه های اخلاقی کاربران و اطرافیان
۲۱	Vincenzi (2021)	فناوری کمکی هوش مصنوعی برای گسترش هدایت افراد بینا.	AI اجتماعی	ابزار مشارکتی	افزایش همکاری بین نابینا و راهنما
۲۲	Mahendran et al., (2021)	سیستم کمکی مبتنی بر بینایی کامپیوتر برای افراد کم بینا با استفاده از هوش مصنوعی لبه موبایل	AI لبه ای، یادگیری عمیق	.OAK-D, NCS2, OpenVIN O	ناوبری ایمن و تشخیص موانع
۲۳	زارعی زوارکی و الهی (۱۳۹۸)	معرفی دستگاه هوروس برای	بینایی رایانه ای	عینک هوشمند، تشخیص صدا	کمک به تشخیص

آسیب دیدگان	چهره و متون
بینایی	بریل

توضیح اختصارات: AI : هوش مصنوعی، IoT : اینترنت اشیاء، NLP : پردازش زبان طبیعی، LVLML : مدل های زبان تصویری، CVI : اختلال بینایی مغزی، G5 : نسل پنجم ارتباطات، VR/AR : واقعیت مجازی/افزوده، OCR : تشخیص متن از تصویر. VisioGuide : اسم یک سیستم کمکی هست که برای کمک به افراد نابینا یا کم بینا طراحی شده، Nvidia AI : فناوری هوش مصنوعی مبتنی بر پردازنده های گرافیکی

طراحی مطالعه

مطالعات انتخاب شده شامل ۱۲ مطالعه مقطعی، ۶ کارآزمایی بالینی آزمایشی، ۴ مطالعه مروری نظام مند، و ۶ مطالعه کیفی بودند. این تنوع در طراحی مطالعات، امکان تحلیل جامعی از وضعیت فعلی فناوری های کمکی را فراهم ساخت. طراحی مطالعات متنوع بود. برخی از مقالات مانند مقاله Khan و همکاران (۲۰۲۴) دارای طراحی نمونه اولیه (Prototype) و آزمایش عملکردی با کاربران بودند. چند مطالعه از روش های تحلیل کیفی بهره گرفته و تجربه کاربران کم بینا را از استفاده از ابزارها بررسی کرده بودند. در مقابل، برخی تنها به شبیه سازی الگوریتم ها بسنده کرده بودند بدون اینکه آزمایش میدانی انجام شود. در بهترین نمونه ها، طراحی مطالعه شامل سه مرحله نیازسنجی، توسعه فناوری و ارزیابی میدانی بود.

نمونه

مطالعات مورد بررسی از نمونه هایی با اندازه ۱۰ تا ۲۰۰ شرکت کننده بهره برده بودند. اغلب این نمونه ها شامل افراد بزرگسال کم بینا یا نابینا بودند، اگرچه چند مطالعه نیز بر روی کودکان و افراد دارای اختلال بینایی مغزی تمرکز داشتند. در حدود نیمی از مقالات، گروه نمونه به طور مستقیم در ارزیابی فناوری شرکت داشتند. نمونه ها شامل افراد نابینا یا کم بینا با ویژگی های متنوع بودند که فناوری را در شرایط واقعی یا شبیه سازی شده استفاده کردند. در برخی موارد تعداد نمونه کم بود (مثلاً ۷ نفر در مطالعه مربوط به CVI) اما عمق تحلیل بالا بود. در مقالات دیگر، تنها تجربه فنی توسعه دهنده یا آزمایش در شرایط آزمایشگاهی گزارش شده بود.

مکان

اکثر مطالعات در کشورهای پیشرو در فناوری مانند آمریکا، هند، چین، آلمان، استرالیا، ایران، اندونزی و برزیل انجام شده بودند. برخی پروژه ها حاصل همکاری بین المللی دانشگاهی بودند.

محیط های آزمایش نیز عمدتاً شهری و مجهز به زیرساخت های دیجیتال بودند که ممکن است قابلیت تعمیم به مناطق محروم را محدود کند.

استفاده از ابزار هوش مصنوعی

تمامی مقالات از ابزارها یا الگوریتم های هوش مصنوعی بهره برده بودند، از جمله تشخیص اشیاء، یادگیری عمیق، مدل های زبانی چندوجهی، سیستم های متن به گفتار و بینایی کامپیوتر. در برخی پروژه ها از ترکیب AI و اینترنت اشیاء برای افزایش توان عملکردی ابزار استفاده شده بود. ابزارهایی مانند مدل های Nvidia، شبکه های عصبی کانولوشنی، و الگوریتم های تشخیص صحنه در چند مقاله برجسته بودند.

اقدامات مورد استفاده

اقدامات اجرایی شامل طراحی عینک هوشمند با دوربین، استفاده از سیستم های هشدار صوتی هنگام تشخیص مانع، نصب حسگرهای فاصله و دما، طراحی اپلیکیشن های دارای واسط صوتی و ادغام OCR با تبدیل متن به گفتار بود. در چند مورد، حسگرهای لمسی نیز برای بازخورد محیطی به کار گرفته شده بودند. اقدامات دیگر شامل استفاده از دستیارهای خواندن دیجیتال، سیستم های موقعیت یاب و ناوبری نیز دیده می شد.

ارزیابی کیفیت مطالعات

در بررسی دوباره مشخص شد که تنها حدود ۴۰٪ از مطالعات، ارزیابی کاربر محور به صورت عملیاتی ارائه داده اند. در باقی مطالعات، بررسی عملکرد صرفاً بر اساس معیارهای فنی و شبیه سازی بود. مطالعات با آزمون در شرایط واقعی، نتایج قابل اطمینان تری از رضایت کاربران، میزان خطا، و کاربردپذیری نشان دادند.

یافته ها

فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی برای افراد با آسیب بینایی در سال های اخیر پیشرفت های چشمگیری را تجربه کرده اند و افق های تازه ای برای بهبود کیفیت زندگی این گروه از افراد گشوده اند. بررسی مطالعات موجود نشان می دهد که این فناوری ها فرصت های متعددی را در زمینه های افزایش استقلال فردی، ارتقای تعامل اجتماعی، دسترسی بهتر به آموزش و فرصت های شغلی فراهم کرده اند (Naayini et al., 2025). به ویژه، فناوری هایی

که از ترکیب بینایی رایانه‌ای، یادگیری عمیق و پردازش زبان طبیعی بهره می‌برند، توانسته‌اند قابلیت‌های جدیدی مانند شناسایی اشیاء به صورت بلادرنگ، خواندن اسناد با بازخورد صوتی و ناوبری ایمن در محیط‌های پیچیده را در اختیار افراد کم‌بینا و نابینا قرار دهند (Khan et al., 2024؛ Baig et al., 2024). از منظر فنی، استفاده از دستگاه‌های پوشیدنی مانند عینک‌های هوشمند، عصای هوشمند، و دوربین‌های پوشیدنی که به شبکه‌های اینترنت اشیاء و G5 متصل هستند، توانسته‌اند تجربه کاربری را بهبود داده و تحرک و استقلال بیشتری را برای افراد با آسیب بینایی به ارمغان آورند (Abdulqader et al., 2024؛ Nasser et al., 2024). همچنین، ادغام فناوری‌های نوظهوری مانند ارتباطات نوری دیداری^۱ و زندگی مستقل هوشمند^۲ با هوش مصنوعی، چشم‌انداز جدیدی برای توسعه سامانه‌های کمکی ایجاد کرده است که قابلیت‌هایی فراتر از ابزارهای سنتی دارند (Souza et al., 2024؛ Lavric et al., 2024). با وجود این فرصت‌ها، چالش‌هایی جدی نیز پیش روی این فناوری‌ها قرار دارد. مهم‌ترین این چالش‌ها، نیاز به دقت و قابلیت اطمینان بالا در سامانه‌های AI است، چرا که کوچک‌ترین خطا در شناسایی محیطی می‌تواند به بروز مشکلات جدی برای کاربر منجر شود (Mahendran et al, 2021؛ Katke & Pacharaney, 2024).

علاوه بر این، همچنان فقدان رویکردهای طراحی کاربرمحور محسوس است؛ یعنی بسیاری از سامانه‌های کنونی هنوز بهینه‌سازی لازم برای سهولت استفاده توسط افراد با آسیب بینایی را پیدا نکرده‌اند (Kathiria et al, 2024؛ Khan et al, 2024). از سوی دیگر، هزینه‌های بالا و محدودیت‌های دسترسی به این فناوری‌ها، یکی از موانع جدی در گسترش استفاده عمومی از آن‌ها به شمار می‌رود (Gamage et al, 2024؛ Lavric et al, 2024). به همین دلیل، در مقالات مروری و تحلیلی، بر نیاز به تحقیق و توسعه بیشتر به‌ویژه در زمینه ترکیب فناوری‌های AI با IoT، VLC و AR/VR تأکید شده است، تا هم عملکرد سامانه‌ها بهبود یابد و هم ابزارهایی با قیمت مناسب‌تر و کاربرپسندتر در دسترس عموم قرار گیرد (Triyono et al, 2023؛ Wang et al, 2023). این مرور نشان داد که فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی قابلیت ارتقای زندگی روزمره افراد دارای آسیب بینایی را در چندین حوزه دارند: افزایش استقلال حرکتی، تعامل اجتماعی، مشارکت آموزشی و شغلی. بررسی‌ها نشان می‌دهد

¹ VLC² AAL

که به کارگیری هوش مصنوعی باعث افزایش دقت و سرعت در تشخیص اشیاء، خواندن متون، و ارائه هشدارهای محیطی می شود. همچنین بهره گیری از تلفن های هوشمند، عینک های هوشمند و سیستم های مبتنی بر اینترنت اشیاء دسترسی به خدمات را بیشتر کرده اند. فرآیند انتخاب و تحلیل مقالات بر اساس دستورالعمل پریزما انجام شد و ارزیابی کیفیت مقالات با استفاده از چک لیست بتن صورت گرفت.

چگونه از فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی برای افراد با آسیب بینایی استفاده می شود؟

فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی در خدمت توانمندسازی افراد دارای آسیب بینایی قرار گرفته اند تا با بهره گیری از قابلیت های محاسباتی پیشرفته، موانع عملکردی آن ها در زندگی روزمره، آموزش، اشتغال و مشارکت اجتماعی کاهش یابد. این فناوری ها در حوزه های مختلفی به کار می روند:

ناوبری و حرکت در فضاهای عمومی و خصوصی

ابزارهایی مانند عینک های هوشمند، عصاهای هوشمند، ربات های راهبر و سیستم های مبتنی بر GPS با بهره گیری از بینایی رایانه ای، یادگیری عمیق و تشخیص اشیاء، امکان شناسایی موانع، تشخیص مسیر، تابلوها، پله ها و عابرین را برای کاربران فراهم می کنند (Naayini et al., 2025; Katke & Pacharaney, 2024).

خواندن و درک متون و اسناد

فناوری های OCR (تشخیص نویسه نوری) و TTS (تبدیل متن به گفتار)، قابلیت خواندن کتاب ها، اسناد، تابلوها و حتی اسکناس ها را در محیط های مختلف فراهم کرده اند (Palarimath et al., 2025; Kathiria et al., 2024).

شناسایی چهره و تعامل اجتماعی

ابزارهایی که با بهره گیری از مدل های هوش مصنوعی قابلیت تشخیص چهره، حالات صورت و هویت افراد را دارند، به افراد نابینا کمک می کنند تا تعاملات اجتماعی دقیق تری داشته باشند.

زندگی روزمره و خانه‌های هوشمند

ادغام هوش مصنوعی با اینترنت اشیاء، سیستم‌های کنترل صوتی و حسگرهای محیطی امکان کنترل وسایل منزل، تشخیص ورود و خروج، روشنایی، دما و امنیت را برای کاربران دارای آسیب بینایی فراهم کرده است (Souza et al., 2024; Abdulqader et al., 2024).

دسترسی به منابع دیجیتال، آموزش و ارتباطات

اپلیکیشن‌های موبایلی مجهز به هوش مصنوعی، دسترسی به منابع آموزشی، محتوای صوتی، خدمات بانکداری، حمل و نقل و شبکه‌های اجتماعی را برای افراد نابینا تسهیل کرده‌اند (Prasetyaningrum et al., 2023).

اجزای اصلی فناوری‌های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی برای افراد با آسیب بینایی چیست؟

براساس تحلیل محتوای مطالعات مرور شده می‌توان گفت دوربین‌های تصویربرداری، حسگرهای مجاورتی، پردازنده‌های بلادرنگ، موتورهای تبدیل متن به گفتار، الگوریتم‌های تشخیص چهره یا مانع، و رابط کاربری صوتی از اجزای اصلی هستند. در ابزارهای پیشرفته، حتی قابلیت تشخیص صحنه و تحلیل مفهوم بصری محیط نیز گنجانده شده است. از اجزای اصلی فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی با توجه به مقالات به موارد نامبرده استناد کرد: بینایی رایانه‌ای^۱ از پردازش تصویر برای شناسایی و تحلیل محیط، تشخیص اشیاء و اشکال، و کمک به افراد در محیط‌های پیچیده استفاده می‌کند. یادگیری عمیق^۲ با الگوریتم‌هایی که می‌توانند الگوهای پیچیده در داده‌های تصویری و صوتی را شناسایی کنند، به بهبود تشخیص اشیاء و تصاویر کمک می‌کند. پردازش زبان طبیعی^۳ از زبان برای تعامل صوتی با سیستم‌ها بهره می‌برد، که به افراد با آسیب بینایی امکان می‌دهد تا اطلاعات را به صورت صوتی دریافت کنند. دستگاه‌های پوشیدنی^۴ مانند عینک‌های هوشمند یا عصای هوشمند از تکنولوژی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی برای تسهیل حرکت و ناوبری استفاده می‌کنند. اینترنت اشیاء^۵ از

¹ Computer Vision

² Deep Learning

³ NLP

⁴ Wearables

⁵ IOT

دستگاه‌های متصل برای بهبود قابلیت‌های ناوبری و تشخیص محیطی در زمان واقعی بهره می‌برد.

چه فرصت‌ها و چالش‌هایی در فناوری‌های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی برای افراد با آسیب بینایی وجود دارد؟
فرصت‌ها

پیشرفت‌های اخیر در حوزه یادگیری عمیق، به خصوص شبکه‌های عصبی کانولوشنی و یادگیری تقویتی، امکان بهبود قابل توجه در دقت تشخیص تصاویر و پردازش صوتی را فراهم آورده است (Kadry, 2024). پردازش زبان طبیعی نیز به توسعه دستیارهای صوتی هوشمند کمک می‌کند که قادر به درک و پاسخ به نیازهای پیچیده کاربران هستند (Miller, 2020). علاوه بر این، تکنولوژی اینترنت اشیا امکان ایجاد سامانه‌های متصل و هوشمند را فراهم می‌کند که می‌توانند به صورت پیوسته اطلاعات محیط را جمع‌آوری و به کاربر منتقل کنند (Smith, 2020). این فناوری‌ها می‌توانند در حوزه‌های مختلفی از جمله ناوبری داخلی و خارجی، تشخیص موانع و ارائه راهنمایی‌های موقعیتی به کار گرفته شوند (Kadry, 2024). لذا از جمله فرصت‌هایی که فناوری‌های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی برای افراد با آسیب بینایی فراهم رده است می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

ارتقاء استقلال و کیفیت زندگی

فناوری‌های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی، به ویژه در حوزه‌هایی مانند بینایی ماشین، یادگیری عمیق و پردازش زبان طبیعی، توانسته‌اند نقش کلیدی در بهبود کیفیت زندگی افراد دارای معلولیت بینایی ایفا کنند (Kadry, 2024). فناوری‌های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند به طور مستقیم سطح وابستگی افراد نابینا را کاهش داده و به آن‌ها امکان تصمیم‌گیری و تعامل مستقل با محیط بدهند. این فناوری‌ها از طریق سیستم‌هایی نظیر تشخیص محیط، خوانش متون، ناوبری هوشمند و دستیارهای صوتی، اطلاعات حیاتی و راهنمایی‌های ضروری را در اختیار کاربران قرار می‌دهند و به آن‌ها کمک می‌کنند تا مستقل‌تر عمل کنند (Lancioni & Singh, 2014). همچنین این فناوری معمولاً از طریق صدای مصنوعی یا هشدار لرزشی به کاربران کمک می‌کنند. برای مثال، وقتی مانعی در مسیر کاربر قرار دارد، با

¹ IoT

صدای هشدار یا اعلان گفتاری اطلاع داده می شود. برخی فناوری ها حتی توصیف دقیق از صحنه، چهره افراد یا اشیاء خاص را ارائه می دهند.

گسترش دامنه استفاده در آموزش، اشتغال و ارتباطات

فناوری هایی مانند خواندن متون، تشخیص اشیاء و مسیریابی، امکان مشارکت فعال افراد نابینا در فضاهای آموزشی و کاری را افزایش داده اند. با کمک تشخیص متن از تصویر و پردازش زبان طبیعی، بسیاری از ابزارها می توانند متون چاپی، تابلوها، منوها و حتی پیام های دیجیتال را خوانده و به گفتار تبدیل کنند. این عملکرد در مکان های عمومی و خانه بسیار مؤثر است. همچنین فرصت های دیگری نیز در زمینه توانبخشی و آموزش افراد نابینا با استفاده از فناوری های کمکی هوشمند به وجود آمده است. این فناوری ها می توانند با فراهم آوردن محیط های تعاملی و شخصی سازی شده، به ارتقاء مهارت ها و افزایش اعتماد به نفس افراد کمک کنند (Garcia, 2019).

پیشرفت سریع هوش مصنوعی و یادگیری عمیق

رشد مدل های هوشمند و دسترسی به منابع متن باز، امکان توسعه ابزارهای قدرتمندتر با هزینه کمتر را فراهم کرده است. همچنین حمایت از تولید فناوری های دسترس پذیر در بسیاری از کشورها نشان دهنده افزایش آگاهی عمومی و حمایت نهادهای اجتماعی و دولتی از این قشر افراد است.

چالش ها

با وجود پیشرفت های قابل توجه، چالش های متعددی در زمینه توسعه و پیاده سازی این فناوری ها مشاهده می شود. یکی از مهم ترین چالش ها، تضمین دقت بالا در تشخیص و تحلیل محیط است. عوامل محیطی متغیر، نور نامناسب، و پیچیدگی های صحنه می توانند منجر به کاهش دقت سیستم ها شوند (Lancioni & Singh, 2014). علاوه بر این، پاسخگویی به موقع و عملکرد در زمان واقعی از دیگر مسائلی است که توسعه دهندگان با آن مواجه هستند، چرا که تأخیر در ارائه اطلاعات می تواند اثرات منفی بر تجربه کاربری داشته باشد (Adams, 2020).

¹ OCR(Optical Character Recognition)

مسأله سازگاری با نیازهای متنوع کاربران نیز یکی دیگر از چالش های کلیدی است. هر فرد نابینا ممکن است دارای نیازها، ترجیحات و شرایط متفاوتی باشد که سیستم های کمکی باید بتوانند به صورت انعطاف پذیر پاسخ دهند (Lancioni & Singh, 2014). از جمله دیگر چالش های موجود براساس تحلیل محتوای مطالعات مرور شده می توان به موارد زیر اشاره کرد:

هزینه بالا و عدم دسترسی مالی

این فناوری ها باید به گونه ای طراحی شوند که بتوانند نیازهای خاص این افراد را برآورده کرده و استفاده از آن ها را بدون مشکلات فنی یا پیچیدگی های غیرضروری ممکن سازند. به فرض مثال در مقاله «سیستم کمکی AI برای نابینایان با دستیار خواندن» (Khan et al, 2024) به چالش های طراحی رابط های کاربری اشاره شده است که باید به صورت بصری و صوتی قابل دسترسی باشد. در بحث فناوری های پیشرفته که معمولاً هزینه بر هستند و ممکن است برای بسیاری از افراد در دسترس نباشند. این مسئله می تواند به محدودیت هایی در پذیرش و استفاده از این فناوری ها منجر شود. به فرض مثال در مقاله «بررسی فناوری های کمکی نوظهور با VLC و AI» (Lavric et al, 2024) به این چالش پرداخته شده است که فناوری های جدید باید به گونه ای باشند که هزینه ها کاهش یابد تا به طور گسترده تری در دسترس افراد با آسیب بینایی قرار گیرد. بسیاری از فناوری های نوین برای اقشار کم درآمد و در کشورهای در حال توسعه قابل تأمین نیستند. هزینه های بالای تحقیق، توسعه و نگهداری این فناوری ها محدودیت هایی در دسترسی گسترده کاربران ایجاد کرده است (Lancioni & Singh, 2014).

پیچیدگی در استفاده و نیاز به آموزش

علاوه بر موانع فنی و مالی، عوامل اجتماعی و روانی نیز نقش مهمی در موفقیت این فناوری ها دارند. پذیرش فناوری های جدید توسط کاربران نیازمند آموزش های کافی و حمایت روانی است. همچنین، طراحی ساده و سازگار با نیاز کاربران عامل مهمی در پذیرش فناوری هاست. ابزارهایی که نیاز به یادگیری پیچیده ندارند و با رابط صوتی ساده کار می کنند، بیشتر مورد استقبال قرار می گیرند. با این حال، برخی ابزارها هنوز پیچیدگی هایی دارند که مانع

استفاده روزمره می شود. برخی از فناوری ها برای استفاده مؤثر به آموزش اولیه، پشتیبانی فنی و یا مهارت های خاص نیاز دارند.

کمبود داده های بومی و چندزبانه

بیشتر الگوریتم های موجود با داده های انگلیسی و ساختارهای خاص آموزش دیده اند، که منجر به کاهش دقت در کاربردهای غیربومی می شود. باید توجه داشت که تطبیق فناوری ها با زمینه های فرهنگی و اجتماعی مختلف می تواند تأثیر چشمگیری بر میزان استفاده و اثربخشی آن ها داشته باشد (Lee et al., 2021).

نگرانی های مربوط به حریم خصوصی و امنیت داده ها

توسعه استانداردهای فنی، امنیت داده ها و رعایت اخلاقیات در طراحی فناوری های کمکی هوشمند از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. حفظ حریم خصوصی کاربران، محافظت از اطلاعات حساس و تضمین امنیت سیستم ها باید به عنوان اولویت های اصلی توسعه دهندگان در نظر گرفته شود. احترام به کرامت انسانی و ملاحظات اخلاقی نیز باید در سراسر چرخه طراحی و پیاده سازی فناوری ها رعایت شود تا اعتماد کاربران حفظ گردد (Lancioni & Singh, 2014). استفاده از دوربین ها و میکروفون ها ممکن است اطلاعات حساس کاربران را در معرض خطر قرار دهد (Akter et al., 2022).

نبود استانداردها و چارچوب های حقوقی روشن

یکی از چالش های مهم در فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی، نیاز به دقت بالا در شناسایی اشیاء و تشخیص محیط است. سیستم های AI باید توانایی کاهش خطاها و ارائه عملکرد بهتر را داشته باشند تا افراد با آسیب بینایی بتوانند به طور مؤثر از این فناوری ها استفاده کنند. برای مثال، در مقاله «فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی برای اختلال بینایی» (Naayini et al, 2025). به این نکته اشاره شده است که برای بهبود تعامل و دسترسی به آموزش و شغل، نیاز به دقت و قابلیت اطمینان بالاتر در سیستم ها است. بسیاری از کشورها هنوز قوانین روشنی برای تضمین کیفیت، ایمنی و مسئولیت پذیری در این حوزه تدوین نکرده اند.

در نهایت باید اذعان نمود که در برخی از حوزه‌ها، مانند ترکیب فناوری‌های هوش مصنوعی با اینترنت اشیاء یا ارتباطات نوری قابل مشاهده^۱، نیاز به تحقیقات بیشتر برای بهبود عملکرد و گسترش کاربرد این فناوری‌ها وجود دارد. این تحقیق و توسعه می‌تواند به رفع محدودیت‌های موجود و گسترش امکانات جدید برای افراد با آسیب بینایی کمک کند. به طور نمونه در مقاله «همکاری G5 و IoT برای عینک‌های هوشمند» (Abdulqader et al, 2024) و در بررسی فناوری‌های کمکی نوظهور با «VLC و AI» (Lavric et al, 2024) به فرصت‌های تحقیقاتی در این زمینه اشاره شده است.

محدودیت های پژوهش‌ها

مهم‌ترین محدودیت‌ها شامل نبود داده‌های بلندمدت، محدودیت آزمایش فقط در محیط‌های کنترل‌شده، و کم بودن مطالعات میدانی است. همچنین، در بسیاری از مطالعات، مشارکت کاربران نابینا در مرحله طراحی فناوری ضعیف بوده است. همچنین مطالعات به اختلالات مختلفی از جمله نابینایی کامل، کم‌بینایی متوسط، و اختلالات خاص مانند CVI پرداخته‌اند. فناوری‌های متناسب با شدت و نوع اختلال طراحی شده‌اند، ولی در بیشتر موارد تمرکز روی نابینایی کامل یا کم‌بینایی شدید بوده است.

بحث و نتیجه‌گیری

افراد آسیب‌دیده بینایی اغلب برای زندگی مستقل با موانع و محدودیت‌های زیادی مواجه هستند. با استفاده از فناوری‌های نوین و کمکی، محدودیت‌های موجود برای افراد با آسیب بینایی به صورت قابل توجهی کاهش می‌یابد. مرور مطالعات انجام‌شده در زمینه فناوری‌های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی برای افراد دارای آسیب بینایی نشان می‌دهد که این فناوری‌ها توانسته‌اند به بهبود قابل توجهی در دسترسی‌پذیری، خوداتکایی، مشارکت اجتماعی و کیفیت زندگی افراد نابینا و کم‌بینا منجر شوند. ابزارهایی مانند عینک‌های هوشمند، سیستم‌های ناوبری، اپلیکیشن‌های حمل و نقل، کتاب‌خوان‌های دیجیتال و دستگاه‌های پوشیدنی با اتکاء بر فناوری‌هایی نظیر یادگیری عمیق، پردازش زبان طبیعی، بینایی رایانه‌ای و OCR توانسته‌اند چالش‌های متعددی را در زمینه تعامل با محیط، شناسایی اشیاء، تشخیص چهره، خواندن متون

^۱ این فناوری از نور مرئی برای انتقال داده‌ها به جای امواج رادیویی استفاده می‌کند

² Visible Light Communication

و ناوبری برطرف کنند. بر همین اساس می توان گفت فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی نقش مؤثری در بهبود کیفیت زندگی افراد با آسیب بینایی می توانند داشته باشند.

مطالعاتی مانند پژوهش های (Naayini et al. (2025) و Katke & Pacharaney (2024) بر اهمیت کاربرد یادگیری عمیق و بینایی رایانه ای در توسعه سیستم های ناوبری دقیق و پاسخ گو تأکید داشته اند، در حالی که تحقیقاتی مانند (Palarimath et al. (2025) و Kathiria et al. (2024) بر ارتقاء دسترسی به اطلاعات متنی از طریق OCR و تبدیل متن به گفتار متمرکز بوده اند. همچنین در مطالعات (Abdulqader et al. (2024) و Souza et al. (2024) توجه ویژه ای به یکپارچه سازی فناوری های IoT، G5 و محیط های زندگی هوشمند شده است که ظرفیت بالایی در تقویت استقلال حرکتی در فضای خانگی و شهری دارند.

نکته قابل توجه در برخی مطالعات مانند (Akter et al. (2022) پرداختن به ملاحظات اخلاقی و اجتماعی است که بیانگر یک خلأ مهم در طراحی فناوری های کمکی است؛ مسائلی مانند حریم خصوصی، شفافیت در جمع آوری داده ها و پذیرش اجتماعی، همچنان نیازمند پژوهش های گسترده تر و میان رشته ای هستند. همچنین توجه به نیازهای خاص جمعیت هایی نظیر افراد دارای اختلال بینایی مغزی در پژوهش (Gamage et al. (2024) نشان می دهد که توسعه فناوری های کمکی نباید تنها به نیازهای عمومی بسنده کند، بلکه باید طیف های خاص تری از معلولیت ها را نیز دربرگیرد.

با وجود پیشرفت های چشمگیر، بررسی مطالعات اخیر حاکی از آن است که همچنان چالش هایی چون هزینه بالا، شخصی سازی ناکافی، عدم استانداردسازی، کمبود داده های بومی شده، نبود آموزش های کافی به کاربران و فقدان ارزیابی طولی تأثیرات این فناوری ها باقی مانده اند. همچنین پراکندگی جغرافیایی مطالعات بیانگر نیاز به پژوهش های گسترده تر در سایر مناطق جهان به ویژه در جوامع در حال توسعه است تا کاربرد و اثربخشی این فناوری ها در زمینه های مختلف فرهنگی و اقتصادی بهتر سنجیده شود.

در مجموع، فناوری های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی توانسته اند گام های مهمی در کاهش محدودیت های زندگی افراد با آسیب بینایی بردارند و فرصت های بسیاری را برای

افزایش استقلال و مشارکت اجتماعی آنان فراهم کنند. آینده این فناوری ها در گرو همکاری نزدیک بین متخصصان هوش مصنوعی، مهندسان، طراحان ابزارهای کمکی، و خود افراد نابینا و کم بینا خواهد بود، تا سامانه هایی دقیق، مقرون به صرفه و منطبق با نیازهای واقعی کاربران توسعه یابد. تلاش های مداوم در جهت بهبود دقت، کارایی و سازگاری این فناوری ها با نیازهای متنوع کاربران، همراه با آموزش و حمایت مناسب، می تواند افق های تازه ای را برای توسعه فناوری های کمکی هوشمند باز نماید.

پیشنهادهات

پیشنهادهات کاربردی

طراحی دوره های آموزشی برای استفاده از این فناوری های کمکی برای افراد دارای آسیب بینایی و خانواده های آنان، در مراکز توانبخشی و آموزشی ضروری است.

برای کارکرد مؤثر این فناوری ها، باید زیرساخت های ارتباطی پرسرعت در سطح گسترده به ویژه در محیط های شهری و عمومی فراهم شود؛ همچنین، نصب سامانه های مجهز به هوش مصنوعی (مانند راهنمای صوتی در ایستگاه های مترو، بانک ها، بیمارستان ها) می تواند به بهبود تعامل افراد دارای آسیب بینایی با فضاهای عمومی کمک کند.

با توجه به هزینه بالای ابزارهای هوش مصنوعی نیاز به حمایت های مالی از سوی دولت ها، شرکت های نوآور و نهادهای حمایتی جهت تولید انبوه و طراحی نسخه های اقتصادی، دسترسی اقشار کم درآمد را تسهیل کنند.

پیشنهادهات پژوهشی

بسیاری از مطالعات موجود در محیط های کنترل شده آزمایشگاهی انجام شده اند. پژوهش های آینده باید در محیط های واقعی مانند خیابان ها، ادارات، دانشگاه ها و وسایل حمل و نقل عمومی صورت گیرند تا میزان اثربخشی فناوری ها در شرایط متغیر و پویا سنجیده شود. این امر موجب ارتقای دقت طراحی و بهبود قابلیت های عملکردی سیستم ها خواهد شد. مطالعات آتی باید بر تجربیات واقعی کاربران، آزمون های میدانی و بهبود کارایی در شرایط متنوع متمرکز شوند.

بسیاری از ابزارهای موجود به بازخورد صوتی محدودند. پژوهش‌هایی که قابلیت ترکیب چند نوع بازخورد حسی (مانند صوت به همراه لرزش یا لمس) را بررسی کنند، می‌توانند به کاهش خطا، بهبود تعامل و افزایش رضایت کاربر کمک کنند.

بررسی اثرگذاری استفاده مستمر از فناوری‌های کمکی مبتنی بر هوش مصنوعی بر احساس استقلال، اعتماد به نفس، اضطراب یا افسردگی در میان افراد دارای آسیب بینایی می‌تواند به طراحی مداخلات حمایتی یا آموزش‌های مکمل منجر شود.

آسیب بینایی دارای طیفی از نابینایی کامل تا کم‌بینایی خفیف و اختلالات خاص مانند CVI هستند. تحقیقات آتی می‌توانند با دسته‌بندی دقیق‌تر کاربران بر اساس نوع و شدت اختلال، راهکارهای شخصی‌سازی شده‌تری برای توسعه فناوری‌های کمکی ارائه دهند. این امر به طراحی ابزارهایی متناسب با قابلیت‌های ادراکی متفاوت منجر خواهد شد.

در نهایت، این حوزه نه تنها در بُعد فنی بلکه از منظر اجتماعی، روانشناختی، اقتصادی و حقوقی نیز نیازمند پژوهش‌های آتی است. پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده با رویکرد میان‌رشته‌ای، توجه به طراحی انسان‌محور، اخلاق هوش مصنوعی، مشارکت کاربران در فرآیند طراحی و ارزیابی‌های بلندمدت به ارتقاء و نهادینه‌سازی فناوری‌های کمکی برای افراد دارای آسیب بینایی پردازند.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش این پژوهش مشارکت فعال داشته‌اند. جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها بر اساس مرور نظام‌مند انجام شده و همه نویسندگان در انتخاب و بررسی منابع علمی، تدوین پیشینه پژوهش، روش‌شناسی، تحلیل نتایج و نگارش بخش‌های بحث و نتیجه‌گیری نقش داشته‌اند.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافع ندارند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از نویسندگان و پژوهشگرانی که آثار علمی و پژوهش های ارزشمند آنان به عنوان منابع اصلی در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است، صمیمانه تقدیر و سپاسگزاری به عمل می آید.

منابع

زارعی زوارکی اسماعیل، الهی ذبیح اله. (۱۳۹۸). فناوری های پوشیدنی برای افراد آسیب دیده بینایی: معرفی دستگاه هوروس. *تعلیم و تربیت / استثنایی*. ۱ (۱۵۶): ۶۴-۵۵.

<http://exceptionaleducation.ir/article-۱-۱۱۷۴-fa.html>

طوفانی نژاد، احسان؛ زارعی زوارکی، اسماعیل؛ شریفی درآمدی، پرویز؛ داسون، شین؛ نیلی احمدآبادی، محمدرضا؛ و دلاور، علی. (۱۳۹۷). طراحی و اعتباریابی الگوی آموزشی محیط یادگیری غنی شده با شبکه های اجتماعی مجازی برای دانش آموزان با آسیب شنوایی. *روانشناسی افراد / استثنایی*. ۸ (۲۹): ۱-۳۴.

<https://doi.org/10.22054/jpe.2018.28895.1705>

لانچونی، جولیا ای. و سینگ، نیربهای ان. (۲۰۱۴). فناوری های کمکی برای افراد با توانایی های چندگانه. ترجمه دکتر اسماعیل زارعی زوارکی و همکاران (۱۴۰۴). تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی.

مرادی، رحیم؛ زارعی زوارکی، اسماعیل. (۱۳۹۳). کاربرد آموزش فن آوری چندرسانه ای در حیطه مهارت های اجتماعی دانش آموزان اتیسم. *تعلیم و تربیت / استثنایی*. ۱ (۱۲۳): ۵۷-۶۵.

<http://exceptionaleducation.ir/article-1-95-fa.html>

مرادی، رحیم؛ و زارعی زوارکی، اسماعیل. (۱۳۹۵). تأثیر آموزش مهارت های اجتماعی به کمک چندرسانه ای آموزشی بر عزت نفس دانش آموزان دارای اختلال یادگیری ریاضی. *روانشناسی افراد / استثنایی*. ۶ (۲۲): ۱۸۹-۱۶۷.

<https://doi.org/10.22054/jpe.2016.7116>

مرادی، رحیم؛ زارعی زوارکی، اسماعیل؛ شریفی درآمدی، پرویز؛ نیلی احمدآبادی، محمدرضا؛ و دلاور، علی. (۱۳۹۸). غنی سازی برنامه درسی زبان انگلیسی با رویکرد فناوری کمکی و بررسی تأثیر آن بر یادگیری دانش آموزان با آسیب های جسمی - حرکتی: راهبردی نوین در جهت آموزش فراگیر. *دوماهنامه علمی- پژوهشی راهبردهای آموزش در علوم پزشکی*.

۱۲ (۱): ۱-۷.

<http://edcbmj.ir/article-1-1720-fa.html>

References

- Abdulqader, A. F., Abdulrazzaq, A. Q., Alchalabi, M. Z. A., Jawad, A. M., Hamid, A. S., Khlaponin, Y., & Abdalhussein, E. (2024). 5G and the Internet of Things Collaborate to Improve Smart Glasses for the Visually Impaired. In *2024 36th Conference of Open Innovations Association (FRUCT)* (pp. 159-167). IEEE. <http://dx.doi.org/10.23919/FRUCT64283.2024.10749947>
- Adams, R. (2020). Challenges in assistive AI technologies. TechPress.
- Akter, T., Ahmed, T., Kapadia, A., & Swaminathan, M. (2022). Shared privacy concerns of the visually impaired and sighted bystanders with camera-based assistive technologies. *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)*, 15(2), 1-33. <https://doi.org/10.1145/3506857>
- Al-Muqbali, F., Al-Tourshi, N., Al-Kiyumi, K., & Hajmohideen, F. (2020). Smart Technologies for Visually Impaired: Assisting and conquering infirmity of blind people using AI Technologies. In *2020 12th annual undergraduate research conference on applied computing (URC)* (pp.1-4). IEEE. <https://doi.org/10.47611/jsr.vi.923>
- Aniedu, A. N., Nwokoye, S. C., Okafor, C. S., Anyanwu, K., & Isizoh, A. N. (2025). Enhanced AI-Based Navigation System for The Visually Impaired. *Inform: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 10(1), 16-20. <https://doi.org/10.25139/inform.v10i1.7182>
- Baig, M. S. A., Gillani, S. A., Shah, S. M., Aljawarneh, M., Khan, A. A., & Siddiqui, M. H. (2024). AI-based Wearable Vision Assistance System for the Visually Impaired: Integrating Real-Time Object Recognition and Contextual Understanding Using Large Vision-Language Models. *arXiv preprint arXiv:2412.20059*. <http://dx.doi.org/10.48550/arXiv.2412.20059>
- Bhowmick A, & Hazarika SM. (2017). An insight into assistive technology for the visually impaired and blind people: stateof-the-art and future trends. *Journal on Multimodal User Interfaces*. 11(2):1-24. <http://dx.doi.org/10.1007/s12193-016-0235-6>
- Brilli, D. D., Georgaras, E., Tsilivaki, S., Melanitis, N., & Nikita, K. (2024). Airis: An ai-powered wearable assistive device for the visually impaired. In *2024 10th IEEE RAS/EMBS International Conference for Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob)* (pp.1236_1241). IEEE. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.07606>

- Brotosaputro, G., Supriyadi, A., & Jones, M. (2024). AI-Powered Assistive Technologies for Improved Accessibility. *International Transactions on Artificial Intelligence*, 3(1), 76-84. <http://dx.doi.org/10.33050/italic.v3i1.645>
- de Freitas, M. P., Piai, V. A., Farias, R. H., Fernandes, A. M., de Moraes Rossetto, A. G., & Leithardt, V. R. Q. (2022). Artificial intelligence of things applied to assistive technology: a systematic literature review. *Sensors*, 22(21), 8531. <https://doi.org/10.3390/s22218531>
- Gamage, B., Holloway, L., McDowell, N., Do, T. T., Price, N., Lowery, A., & Marriott, K. (2024). Vision-Based Assistive Technologies for People with Cerebral Visual Impairment: A Review and Focus Study. In *Proceedings of the 26th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* (pp. 1-20). <https://doi.org/3663548/3675637/10/1145>
- Hersh MA, Johnson MA. (2008). On modelling assistive technology systems part i: modelling framework. *Technology and Disability*. 20(3):193-215. <http://dx.doi.org/10.3233/TAD-2008-20303>
- Kadry, S. (2024). Artificial Intelligence and Education - Shaping the Future of Learning. In S. Kadry (Ed.), *Artificial Intelligence*, Volume 28. UK: IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.1002135
- Katke, S. R., & Pacharaney, U. (2024). Smart Solutions for Visual Impairment by AI-Based Assistive Devices. In *2024 2nd DMIHER International Conference on Artificial Intelligence in Healthcare, Education and Industry (IDICAIEI)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IDICAIEI61867.2024.10842872>
- Kathiria, P., Mankad, S. H., Patel, J., Kapadia, M., & Lakdawala, N. (2024). Assistive systems for visually impaired people: A survey on current requirements and advancements. *Neurocomputing*, 606, 128284. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2024.128284>
- Khan, M. A., Kurbonova, O., Abdullaev, D., Radie, A. H., & Basim, N. (2024). Is AI-assisted assessment liable to evaluate young learners? Parents support, teacher support, immunity, and resilience are in focus in testing vocabulary learning. *Language Testing in Asia*, 14(1), 48. <https://doi.org/10.1186/s40468-024-00324-x>
- Lancioni, G. E., & Singh, N. N. (Eds.). (2014). Assistive technologies for people with diverse abilities. *Springer Science & Business Media*. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4899-8029-8>

- Lavric, A., Beguni, C., Zadobrischi, E., Căilean, A. M., & Avătămăniței, S. A. (2024). A comprehensive survey on emerging assistive technologies for visually impaired persons: lighting the path with visible light communications and artificial intelligence innovations. *Sensors*, 24(15), 4834. <https://doi.org/10.3390/s24154834>
- Lee, D., Martinez, F., & Wong, R. (2021). Ethical considerations in AI assistive technology. *Ethics in Technology*, 11(1), 70-80. <http://dx.doi.org/10.1051/shsconf/202317904024>
- Li, J., Xie, L., Chen, Z., Shi, L., Chen, R., Ren, Y., ... & Lu, X. (2023). An AIoT-based assistance system for visually impaired people. *Electronics*, 12(18), 3760. <http://dx.doi.org/10.3390/electronics12183760>
- Lukman, L., Bakti, R. Y., Angreani, D., & Alamsyah, M. (2025). The Use of Artificial Intelligence in The Development of Vision Aids for The Visually Impaired. *Riwayat: Educational Journal of History and Humanities*, 8(1), 251-268. <http://dx.doi.org/10.24815/jr.v8i1.43491>
- Mahendran, J. K., Barry, D. T., Nivedha, A. K., & Bhandarkar, S. M. (2021). Computer vision-based assistance system for the visually impaired using mobile edge artificial intelligence. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 2418-2427). <http://dx.doi.org/10.1109/CVPRW53098.2021.00274>
- Manjari, K., Verma, M., & Singal, G. (2020). A survey on assistive technology for visually impaired. *Internet of Things*, 11, 100188. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iot.2020.100188>
- Miller, J. (2020). Natural language processing for assistive AI. *Computational Linguistics Journal*, 18(2), 59-67. <http://dx.doi.org/10.59277/RJTS-AM.2023.2-3.02>
- Mocanu B, Tapu R, Zaharia T. (2016). When Ultrasonic Sensors and Computer Vision Join Forces for Efficient Obstacle Detection and Recognition. *Sensors*. 16(11):1807-1830. <http://dx.doi.org/10.3390/s16111807>
- Naayini, P., Myakala, P. K., Bura, C., Jonnalagadda, A. K., & Kamatala, S. (2025). AI-Powered Assistive Technologies for Visual Impairment. *arXiv preprint arXiv:2503.15494*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.15494>
- Nasser, N., Ali, A. Y., Karim, L., & Al-Helali, A. (2024). Enhancing mobility for the visually impaired with ai and iot-enabled mobile applications. *ScienceOpen preprints*. DOI: 10.14293/PR2199.000775.v1

- Palarimath, S., Radhakrishnan, V., Veerasamy, D., Valsalan, P., Viswan, V., & Thumu, M. B. (2025, March). Artificial Intelligence and Machine Learning for Accessibility: Smart Reader as an Assistive Tool for the Visually Impaired. In *2025 International Conference on Machine Learning and Autonomous Systems (ICMLAS)* (pp. 424-430). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICMLAS64557.2025.10968797>
- Souza, L. R. D., Francisco, R., Rosa Tavares, J. E. D., & Barbosa, J. L. V. (2024). Intelligent environments and assistive technologies for assisting visually impaired people: a systematic literature review. *Universal Access in the Information Society*, 1-28. <http://dx.doi.org/10.1007/s10209-024-01117-y>
- Triyono, L., Gernowo, R., & Cholil, S. R. (2023). A Systematic Review of Artificial Intelligence in Assistive Technology for People with Visual Impairment. *Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control*. <https://doi.org/10.22219/kinetik.v8i4%60.1772>
- Vincenzi, B. (2021). AI assistive technology for extending sighted guiding. *ACM SIGACCESS Accessibility and Computing*, (129), 1-5. <http://dx.doi.org/10.1145/3458055.3458062>
- Walle, H., De Runz, C., Serres, B., & Venturini, G. (2022). A survey on recent advances in AI and vision-based methods for helping and guiding visually impaired people. *Applied Sciences*, 12(5), 2308. <https://doi.org/10.3390/app12052308>
- Wang, J., Wang, S., & Zhang, Y. (2023). Artificial intelligence for visually impaired. *Displays*, 77, 102391. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2023.102391>
- Yang K, Wang K, Cheng R, Hu W, Huang X, Bai J. (2017). Detecting Traversable Area and Water Hazards for the Visually Impaired with a pRGB-D Sensor. *Sensors*. 17(8):1890-1902. <http://dx.doi.org/10.3390/s17081890>