

Assessing Visual Attention and Perception of Hospital Wayfinding Pictograms: A Cognitive Neuroscience Approach Using Eye-Tracking Technology



DOI: 10.22034/jivsa.2026.579901.1164

Azadeh Sharifi Nowghabi¹ , AbdolAli Bagheri^{*2}

¹ Department of Art Research, Faculty of Advanced Art Research and Entrepreneurship, University of Art of Isfahan, Isfahan, Iran. Email: Azintypographic@gmail.com

^{2*} Corresponding author: Assistant Professor, Department of Visual Communication, Faculty of Advanced Art Research and Entrepreneurship, University of Art of Isfahan, Isfahan, Iran. Email: aa.paez@gmail.com

Received: 28 April 2025

Revised: 19 June 2026

Accepted: 17 July 2026

Published: 17 July 2026

ISSN (P): 2980-7956

ISSN (E): 2821-2452

Abstract

Hospital environments, characterized by heightened psychological stress and significant cognitive load, present formidable challenges for effective wayfinding. While the utility of pictograms for visual guidance is well-established, the systematic influence of their semantic content—specifically categorized as tools, body parts, or actions—on attentional capture and cognitive perception remains underexplored. This study aimed to investigate how the semantic composition of hospital wayfinding pictograms modulates attentional indices (fixation count) and cognitive processing (gaze duration). A curated selection of hospital signs from national and international sources was analyzed, filtered by semantic content and visual consistency (e.g., contrast, simplicity, and chromatic neutrality). To minimize confounding variables, specialized signs (e.g., warning or staff-specific) were excluded. A sample of fifty-three healthy adults (aged 18–35) participated in the study. Fifteen standardized pictograms across three content categories were presented across five clinical settings (Neurology, Emergency, Injection, Radiology, and CT Scan). Eye movements were recorded using an SMI 250 tracker at a sampling rate of 250 Hz. Data were analyzed via repeated measures ANOVA with Bonferroni post hoc adjustments.

The results revealed a significant main effect of location on fixation count ($p < 0.001$, $\eta^2 = 0.361$) and a marginally significant interaction between location and content ($p = 0.050$, $\eta^2 = 0.106$). Specifically, in neurology settings, tool-based pictograms elicited more fixations than body-part pictograms ($p = 0.042$), whereas in injection settings, body-part pictograms drew higher attentional capture than action-based ones ($p = 0.048$). Furthermore, a significant main effect of content on gaze duration was observed ($p = 0.033$, $\eta^2 = 0.181$), with action-oriented pictograms yielding the longest gaze durations, particularly in neurology and emergency settings ($p < 0.042$). These findings identify tool-based pictograms as the most efficient design paradigm for hospital wayfinding, offering superior cognitive fluency and effective attentional capture, particularly when anchored to specific technologies (e.g., radiology). In essence, this research suggests that the design of wayfinding pictograms should be dictated by contextual relevance and the brain's innate attentional mechanisms rather than purely aesthetic considerations.

Keywords: Wayfinding pictograms, eye-tracking, visual attention, semantic content, hospital design, cognitive neuroscience.

Citation: Sharifi Nowghabi, Azadeh & Bagheri, AbdolAli (2026), "Assessing Visual Attention and Perception of Hospital Wayfinding Pictograms: A Cognitive Neuroscience Approach Using Eye-Tracking Technology", *Journal of Interdisciplinary Studies of Visual Arts*, 2026, 5 (11), P. 51-66. DOI: <https://doi.org/10.22034/jivsa.2026.579901.1164>

1. Introduction

Hospital environments are complex, multidimensional spaces that impose significant navigational burdens on patients, visitors, and healthcare personnel. Unlike commercial or educational facilities, hospitals must accommodate individuals frequently experiencing acute physical or psychological distress, often exacerbated by anxiety, fatigue, or cognitive impairments induced by illness and medication (Morag & Pintelon, 2021). In such high-stress contexts, the capacity to efficiently locate critical units—such as emergency departments, radiology, injection clinics, neurology wards, or CT scan facilities—transcends mere convenience and becomes a critical determinant of clinical outcomes. Wayfinding inefficiencies can manifest as missed appointments, heightened patient frustration, and, in acute scenarios, potentially life-threatening delays.

Wayfinding pictograms, as cohesive sets of abstract pictorial representations, are designed to facilitate navigation by indicating desired actions or behaviors (Bakker, 2021). By transcending linguistic and educational barriers, pictograms offer a universal alternative to text-based signage, which often remains inaccessible to non-native speakers, illiterate individuals, or those with cognitive impairments (Kamran, 2021). Despite their established utility, the systematic influence of a pictogram's semantic content—specifically whether it depicts tools, body parts, or actions—on attentional capture and cognitive perception remains critically underexplored. Consequently, the present study examines which semantic category—action-based, tool-based, or body-part-based—exerts the most profound and rapid influence on user attention and perception within the hospital context. To address this overarching inquiry, several specific research questions are posed: First, how does the semantic type of the pictogram (tool, body part, action) affect the number of eye fixations? Second, to what extent does the specific clinical location (e.g., neurology, emergency, radiology) moderate this effect? And third, do action-oriented pictograms elicit longer gaze durations, indicating deeper cognitive processing? The primary objective of this research is to evaluate the impact of semantic content in hospital wayfinding pictograms on attentional indices (fixation count) and cognitive processing (gaze duration) through the utilization of eye-tracking technology. Furthermore, the study aims to compare these three content categories across five distinct clinical settings to determine the most efficient design paradigm for each specialized hospital department.

2-Research Review

In recent years, numerous studies have investigated the role of pictograms and visual signs in healthcare environments. Ghamari and Golshany (2022), using eye-tracking methodology, showed that identification signs (29.1%), information signs (20.8%), and

architectural features (11.3%) are the most prominent factors that capture users' visual attention in hospital environments (Ghamari & Golshany, 2022, p. 120). This finding highlights the predominance of directional and informational elements over decorative or non-functional visual stimuli in medical settings. In another study, Rousek and Hallbeck (2011) analyzed standard healthcare pictograms and found that high-contrast signs combined with human figures were more recognizable for both normally sighted and low-vision participants (Rousek & Hallbeck, 2011, p. 771). Their results further suggested that the inclusion of human forms in pictograms enhances comprehensibility across diverse user populations, particularly for those with visual impairments. Furthermore, Dermody, Hughes, and Smith (2020), in a systematic review of visual discharge recommendations in emergency departments, showed that visual instructions, compared to written ones, improved patient comprehension, compliance, and satisfaction (Dermody, Hughes & Smith, 2020, p. 1). This evidence collectively underscores the effectiveness of visual communication strategies in enhancing patient experience and adherence to medical guidance. Despite this, to the best of the authors' knowledge, previous studies have not addressed the impact of the semantic content of pictograms (tool, body part, action) on visual attention and perception in different hospital locations, and this research gap demonstrates the necessity of the present study. While existing literature has focused on general design features such as contrast, color, and human figures, the specific role of what a pictogram represents—whether an instrument, a bodily organ, or an action—remains largely unexplored in the context of hospital wayfinding. Therefore, the present study seeks to address this gap by systematically examining how these three content categories influence eye-tracking metrics, thereby providing empirical evidence to inform more effective pictogram design.

3-Research Methodology

Participants

A sample of 53 healthy adults (age range: 18–35 years, $M = 28.7$) was recruited via purposive and convenience sampling. Inclusion criteria required normal or corrected-to-normal vision, the absence of neurological or psychiatric disorders, and no formal training in visual arts or medical sciences. To ensure data integrity, only participants achieving a calibration accuracy of $\Delta > 5^\circ$ of visual angle and a minimum of 75% valid eye-tracking data were included in the final analysis. This study was approved by the Ethics Committee of the University of Art of Isfahan (IR.UI.REC.1405.007).

Visual Stimuli: Selection and Filtering

A comprehensive repository of wayfinding pictograms was compiled from national and international hospital sources, including the SEG standard healthcare set (56 symbols), field-documented signage from Bohloul Hospital in Gonabad (Mohsen Sazvar, 2024), and

curated internet-based symbols. After removing duplicates and visually redundant samples, pictograms were screened based on their functional and formal properties.

To minimize confounding variables, safety warnings, general non-specialized signs (e.g., stairways), general information signs, and signs specific to staff, patients, or cultural contexts were excluded. The remaining stimuli were categorized into three semantic groups: (1) treatment/examination procedures (action-oriented), (2) diagnostic instruments (tool-oriented), and (3) anatomical references (body-part-oriented), with a preference for schematic over purely abstract representations. To ensure visual consistency, all pictograms were rendered in a single fixed color (black and white) with a constant Michelson contrast of 0.85. The final stimulus set comprised 12 standardized pictograms, equalized to 300×300 pixels with uniform spatial alignment.

Eye-Tracking Apparatus and Procedure Gaze dynamics were recorded using an SMI-250 infrared eye-tracker (i-Link Company), integrated with BeGaze (v3.0) and TestCenter (v3.0). This system operates at a sampling rate of 250 Hz, providing a spatial accuracy of approximately 0.4° and a resolution of 0.03° . A 9-point intelligent calibration was conducted at a distance of 50–80 cm.

Following successful calibration, participants were positioned approximately 60 cm from the monitor with their heads stabilized. As part of a broader three-phase project, data were extracted specifically from the second phase. In this phase, 15 hospital pictograms were presented in a randomized sequence to mitigate order and fatigue effects, with each stimulus displayed for a maximum of 4 seconds. Each trial was separated by a 0.5-second gray screen and a central fixation cross (randomized duration: 0.8–1.2 s). Participants indicated their comprehension of each pictogram by pressing the down arrow key; any trial lacking a response was automatically terminated after 4 seconds.

Data Analysis

Eye-movement data were analyzed using repeated-measures ANOVA with Bonferroni post-hoc adjustments to control for Type I error. Statistical analyses were performed using SPSS version 26, with the significance threshold set at $\alpha = 0.05$.

4-Reaserch Finding

The following table, which pertains to the number of fixations, illustrates the pattern of attention distribution among the groups. Neurology shows the highest number of fixations for both tool-oriented and action-oriented pictograms, while in the injection group, the highest number of fixations is observed for body-part-oriented pictograms, and radiology shows the lowest values in most dimensions. Regarding gaze duration, the pattern of differences becomes more clearly evident. Specifically, the neurology group shows the highest mean gaze duration for the tool dimension, while in the injection group, the highest gaze duration is observed for the body-part dimension. Additionally, in

the CT scan and neurology groups, gaze duration values for the action component are reported to be relatively high. Table (1).

Table 1. Descriptive Statistics of Mean and Standard Deviation for Hospital Wayfinding Pictogram Content (Sharifi et al., 2025)

Group	Content	Variable	Mean	Standard Deviation
Radiology	Tool	Fixation Count	2.7222	1.043
Radiology	Tool	Gaze Duration	2863.058	776.919
Radiology	Body Part	Fixation Count	2.462	1.100
Radiology	Body Part	Gaze Duration	3016.764	739.618
Radiology	Action	Fixation Count	2.981	1.592
Radiology	Action	Gaze Duration	2957.405	715.472
CT Scan	Tool	Fixation Count	2.907	1.469
CT Scan	Tool	Gaze Duration	2845.418	912.256
CT Scan	Body Part	Fixation Count	3.222	1.511
CT Scan	Body Part	Gaze Duration	3079.195	929.006
CT Scan	Action	Fixation Count	3.666	1.387
CT Scan	Action	Gaze Duration	3192.028	1074.186
Emergency	Tool	Fixation Count	3.092	1.323
Emergency	Tool	Gaze Duration	3107.491	961.779
Emergency	Body Part	Fixation Count	3.129	1.427
Emergency	Body Part	Gaze Duration	2809.610	778.245
Emergency	Action	Fixation Count	3.611	1.614
Emergency	Action	Gaze Duration	3058.455	1203.761
Neurology	Tool	Fixation Count	4.537	1.696
Neurology	Tool	Gaze Duration	3294.805	1226.509
Neurology	Body Part	Fixation Count	3.166	1.397
Neurology	Body Part	Gaze Duration	3129.441	981.526
Neurology	Action	Fixation Count	4.555	1.594
Neurology	Action	Gaze Duration	3192.860	1149.608
Injection	Tool	Fixation Count	3.648	1.668
Injection	Tool	Gaze Duration	3054.151	1146.810
Injection	Body Part	Fixation Count	4.277	1.603
Injection	Body Part	Gaze Duration	3533.758	1245.668
Injection	Action	Fixation Count	3.314	1.823
Injection	Action	Gaze Duration	2882.795	1149.683

Table 2. Classification of Pictograms by Domain and Content, Along with Their Heatmap Representations

Group	Action		Body Part		Tool	
	Heatmap	Pictogram	Heatmap	Pictogram	Heatmap	Pictogram
Neurology						
Emergency						
CT Scan						
Radiology						
Injection						

Based on the results of the repeated-measures analysis of variance (ANOVA), for the fixation count variable, the main effect of location was significant ($F(4, 68) = 9.60$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.361$), indicating that different clinical locations have a strong and significant effect on fixation count, while the main effect of content was not significant ($p = 0.823$). The location $\times$ content interaction effect was marginally significant ($p = 0.050$, $\eta^2 = 0.106$), suggesting a tendency toward a weak interaction between these two factors. For the gaze duration variable, the main effect of content was significant ($F(4, 68) = 3.76$, $p = 0.033$, $\eta^2 = 0.181$), indicating a significant effect of content on gaze duration, but the main effect of location and the location $\times$ content interaction effect were not significant ($p = 0.114$ and $p = 0.092$, respectively). Overall, location has a greater influence on fixation count, while content has a greater influence on gaze duration, and the interaction between these two factors is limited or marginal for both variables. Table (3).

Table 3. Repeated-Measures Analysis of Variance (ANOVA) for Fixation Count and Gaze Duration (Sharifi et al., 2025)

Variable	Source	F (df1, df2)	p-value	η^2
Fixation Count	Location	$F(4, 68) = 9.60$	$p < 0.001$	0.361
Fixation Count	Content	$F(2, 34) = 0.20$	$p = 0.823$	0.011
Fixation Count	Location $\times$ Content	$F(8, 136) = 2.01$	$p = 0.050$	0.106
Gaze Duration	Location	$F(4, 68) = 1.94$	$p = 0.114$	0.102
Gaze Duration	Content	$F(4, 68) = 3.76$	$p = 0.033$	0.181
Gaze Duration	Location $\times$ Content	$F(4, 68) = 1.75$	$p = 0.092$	0.093

Based on the results of the post-hoc tests for the fixation count variable across locations, significant differences were observed only in two cases: in the neurology department, the mean fixation count for the "tool" condition was significantly higher than for the "body part" condition (mean difference = 1.09, $p = 0.042$). Additionally, in the injection department, the mean fixation count for the "body part" condition was significantly higher than for the "action" condition (mean difference = 0.94, $p = 0.048$). Other comparisons across all locations (including emergency, radiology, and CT scan) and between other pairs (tool-action and body part-action in neurology, as well as all comparisons in other locations) did not show

significant differences ($p > 0.05$). Overall, the significant pattern is limited and location-specific; such that in neurology, "tool" and in injection, "body part" are superior to other conditions, but in the remaining locations, no notable differences are observed between tool, body part, and action. Table (4).

Table 4. Results of Bonferroni Post-Hoc Pairwise Comparisons for Fixation Count Across Content Types Within Each Hospital Location (Sharifi et al., 2025)

Location	Comparison	Mean Difference	p-value	Significance
Neurology	Tool – Body Part	1.09	0.042	Significant
Neurology	Tool – Action	0.35	1.000	Non-significant
Neurology	Body Part – Action	-0.74	0.187	Non-significant
Emergency	Tool – Body Part	-0.73	0.201	Non-significant
Emergency	Tool – Action	-0.51	0.512	Non-significant
Emergency	Body Part – Action	0.22	1.000	Non-significant
Injection	Tool – Body Part	-0.74	0.198	Non-significant
Injection	Tool – Action	0.20	1.000	Non-significant
Injection	Body Part – Action	0.94	0.048	Significant
Radiology	Tool – Body Part	0.56	0.348	Non-significant
Radiology	Tool – Action	0.52	0.401	Non-significant
Radiology	Body Part – Action	-0.04	1.000	Non-significant
CT Scan	Tool – Body Part	0.00	1.000	Non-significant
CT Scan	Tool – Action	-0.24	1.000	Non-significant
CT Scan	Body Part – Action	-0.24	1.000	Non-significant

Based on the results of the post-hoc tests for the gaze duration variable across locations, several significant differences were observed. In the neurology department, the mean gaze duration for the "tool" condition was significantly higher than for the "action" condition (mean difference = 407, $p = 0.042$). In the emergency department, the "tool" condition also showed significantly longer gaze duration compared to "action" (mean difference = 428, $p = 0.038$). The difference between "body part" and "action" was marginally significant (mean difference = 394, $p = 0.056$). In the injection department, both comparisons—tool vs. body part (mean difference = 486, $p = 0.024$) and body part vs. action (mean difference = 438, $p = 0.041$)—were significant, indicating that both "tool" and "body part" showed longer gaze duration compared to "action," and "tool" also showed longer duration compared to "body part." In contrast, in the radiology and CT scan departments, none of the comparisons showed significant differences ($p > 0.05$). The overall pattern indicates that in neurology, emergency, and particularly injection departments, gaze duration in "tool" and "body part" conditions is greater than in "action," while in radiology and CT scan, no notable differences are observed between conditions. Table (5).

Table 5. Results of Bonferroni Post-Hoc Pairwise Comparisons for Gaze Duration Across Content Types Within Each Hospital Location (Sharifi et al., 2025)

Location	Comparison	Mean Difference	p-value	Significance
Neurology	Tool – Body Part	270	0.186	Non-significant
Neurology	Tool – Action	407	0.042	Significant
Neurology	Body Part – Action	137	0.512	Non-significant
Emergency	Tool – Body Part	34	1.000	Non-significant
Emergency	Tool – Action	428	0.038	Significant
Emergency	Body Part – Action	394	0.056	Marginally significant
Injection	Tool – Body Part	486	0.024	Significant
Injection	Tool – Action	-48	1.000	Non-significant
Injection	Body Part – Action	438	0.041	Significant
Radiology	Tool – Body Part	100	0.512	Non-significant
Radiology	Tool – Action	155	0.201	Non-significant
Radiology	Body Part – Action	55	1.000	Non-significant
CT Scan	Tool – Body Part	269	0.198	Non-significant
CT Scan	Tool – Action	382	0.078	Non-significant
CT Scan	Body Part – Action	113	0.512	Non-significant

5-Conclusion

The findings of this study provide the first neurocognitive evidence that the semantic content of hospital wayfinding pictograms—categorized by tools, body parts, or actions—systematically and distinctively modulates visual attention and cognitive processing. Our results underscore that no single pictogram typology is universally optimal; rather, the efficacy of a pictogram is contingent upon its congruence with the cognitive schema activated by the specific clinical environment. This necessitates a shift from "one-size-fits-all" design paradigms toward context-sensitive strategies tailored to the unique demands of each clinical setting. Notably, body-part-based pictograms exhibited prioritized attentional capture in action-focused locations, such as injection units. When the primary information pertains to the anatomical site of an intervention, these pictograms align more closely with the users' mental representations of procedures involving direct physical contact, thereby attracting and maintaining attention more effectively. Conversely, action-oriented pictograms elicited the longest gaze durations, particularly within neurology and emergency departments. This suggests that action-based symbols demand more intensive semantic processing, reflecting a greater mental effort required to decode event sequences or cause-and-effect relationships. While semantically rich, such symbols impose a higher cognitive load that may impede rapid comprehension—a critical drawback in high-stress or time-sensitive environments. Consequently, designers must exercise caution with action-oriented imagery, ensuring that depictions are sufficiently unambiguous

to compensate for this increased processing demand and avoid communicative failure in critical moments. Furthermore, tool-based pictograms emerged as the most efficient design model, especially when anchored to specific technologies, such as radiology or CT scans. The observed cognitive fluency in processing these symbols suggests a direct and potent association with recognizable medical equipment, which facilitates rapid identification and minimizes interpretive effort. However, the effectiveness of tool-based symbols is strictly context-dependent; they may fail to capture attention in settings where the tool is not the primary "meaning-maker" (e.g., injection units). In conclusion, the efficiency of hospital wayfinding is not merely a product of visual salience but is deeply rooted in the semantic alignment between a pictogram's content and the user's mental expectations. Designing for the brain requires designing for context; each pictogram must synchronize with the expectations, goals, and specific environmental conditions of its location. This study establishes the foundation for a neuro-centered design framework for wayfinding systems, transitioning the objective from mere "visibility" toward "cognitive clarity."

Funding

This research was conducted as part of a master's thesis at the University of Art of Isfahan and received no external funding.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approve of the content of the manuscript and agree on all aspects of the work.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the persons for scientific consulting in this paper.

مطالعه توجه و ادراک در محتوای پیکتوگرام‌های مسیریابی بیمارستان از منظر علوم اعصاب شناختی مبتنی بر ردیاب چشمی



DOI: 10.22034/jivsa.2026.579901.1164



آزاده شریفی نوغابی^{۱*}، عبدالعلی باقری^۲

^{۱*} نویسنده مسئول: دانشجوی دکتری پژوهش هنر، دانشکده پژوهش‌های عالی هنر و کارآفرینی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

Azintypographic@gmail.com

^۲ استادیار گروه ارتباط تصویری، دانشکده پژوهش‌های عالی هنر و کارآفرینی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۰۲/۰۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۵/۰۴/۲۶

ISSN (P): 2980-7956

ISSN (E): 2821-2452

چکیده

بیمارستان‌ها به دلیل فشار روانی و بار شناختی بالا، از چالش‌برانگیزترین محیط‌ها برای مسیریابی هستند. پیکتوگرام‌ها ابزاری مؤثر برای هدایت بصری محسوب می‌شوند، اما تأثیر محتوای معنایی آن‌ها (ابزار، عضو، عمل) بر توجه و ادراک بصری کمتر بررسی شده است. پرسش اصلی این است که محتوای پیکتوگرام‌های مسیریابی بیمارستان چه تأثیری بر تعداد تثبیت (شاخص توجه) و زمان ماندگاری نگاه (شاخص پردازش شناختی) دارد. پیکتوگرام‌ها از میان مجموعه‌ای گسترده از علائم بیمارستانی (داخلی و بین‌المللی) بر اساس معیارهای محتوایی (عمل، ابزار، عضو) و بصری (یکنواختی، کنتراست، حذف رنگ، سادگی بصری) انتخاب شدند. پیکتوگرام‌های هشداردهنده ایمنی، عمومی، ویژه پرسنل، وابسته به فرهنگ خاص، و مرتبط با بیماران خاص از چرخه آزمایش حذف شدند تا متغیرهای مداخله‌گر فرهنگی و زمینه‌ای کاهش یابد. ۵۳ بزرگسال سالم (۱۸-۳۵ سال) در مطالعه شرکت کردند. ۱۵ نمونه استاندارد بیمارستانی در سه گروه محتوایی (ابزار، عضو، عمل) و پنج مکان بالینی (نورولوژی، اورژانس، تزریقات، رادیولوژی، سی‌تی اسکن) از میان هزاران پیکتوگرام انتخاب و ارائه شد. حرکات چشم با دستگاه SMI-250 با نرخ ۲۵۰ هرتز ثبت گردید. داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی تحلیل شدند.

یافته‌ها نشان داد که اثر اصلی مکان بر تعداد تثبیت معنادار بود ($\eta^2 = 0.361, p < 0.001$) اثر تعامل مکان×محتوا در سطح مرزی معناداری قرار داشت ($\eta^2 = 0.106, p = 0.050$). به علاوه، در نورولوژی، پیکتوگرام‌های ابزار تعداد تثبیت بیشتری نسبت به عضو داشتند ($p = 0.042$). همچنین، در تزریقات، پیکتوگرام‌های عضو نسبت به عمل تعداد تثبیت بیشتری جلب کردند ($p = 0.048$)، اثر اصلی محتوا بر زمان ماندگاری نگاه معنادار بود ($p = 0.033$)، $\eta^2 = 0.181$ و پیکتوگرام‌های کنش‌محور در نورولوژی و اورژانس طولانی‌ترین زمان ماندگاری را داشتند ($p < 0.042$). یافته‌های این پژوهش، پیکتوگرام‌های «ابزار-محور» را به عنوان کارآمدترین الگوی طراحی مسیریابی بیمارستان معرفی می‌کند. این مدل بر خلاف الگوهای «عضو-محور» یا «کنش-محور»، به دلیل پردازش شناختی روان‌تر، توجه را مؤثرتر جلب کرده و نیازمند تعریف بر پایه فناوری خاص (مانند رادیولوژی) است. به عبارت ساده، طراحی پیکتوگرام باید بر اساس «بافتار» و «نحوه» پردازش توجه در مغز طراحی شود، نه صرفاً زیبایی بصری.

کلیدواژه‌گان: پیکتوگرام مسیریابی، ردیابی چشم، توجه بصری، محتوای معنایی، طراحی بیمارستان.

۱. مقدمه

محیط‌های بیمارستانی فضاهایی پیچیده و چندبعدی هستند که چالش‌های ناوبری قابل توجهی برای بیماران، بازدیدکنندگان و حتی کادر درمان ایجاد می‌کند. برخلاف ساختمان‌های تجاری یا مؤسسات آموزشی، بیمارستان‌ها باید افرادی را پذیرا باشند که اغلب تحت فشارهای جسمی یا روحی قرار دارند، دچار اضطراب، خستگی یا اختلالات شناختی ناشی از بیماری، آسیب یا مصرف دارو هستند (Morag & Pintelon, 2021, p.1). در چنین شرایط استرس‌زایی، توانایی یافتن کارآمد بخش‌های حیاتی، مانند اورژانس، رادیولوژی، کلینیک تزریقات، واحد نورولوژی یا سیتی‌اسکن، نه تنها یک مسئله راحتی، بلکه عاملی تعیین‌کننده در پیامدهای درمانی محسوب می‌شود. تأخیر در مسیریابی می‌تواند منجر به از دست رفتن نوبت‌ها، افزایش اضطراب، ناامیدی و در شرایط اضطراری، عواقب تهدیدکننده حیاتی شود. پیکتوگرام‌های مسیریابی^۱، تصویرنگاره‌هایی گرافیکی و انتزاعی هستند که اغلب در قالب مجموعه‌ای منسجم برای هدف یا کاربری خاص طراحی می‌شوند و عمدتاً برای نشان‌دادن عملکردها یا رفتارهای مطلوب، از جمله مسیریابی، به کار می‌روند (Bakker, 2021, p.3). برخلاف تابلوهای متنی که ممکن است برای افراد بی‌سواد، غیر بومی، یا افراد دارای اختلالات بینایی یا شناختی قابل دسترس نباشد، پیکتوگرام‌ها موانع زبانی و آموزشی را از بین می‌برند و باعث سهولت دسترسی به مکان مورد نظر می‌گردند (Kamran, 2021, p.38-39). اما پژوهش‌های موجود، کمتر به تأثیر محتوای معنایی خود پیکتوگرام‌ها (ابزار، عضو یا عمل) بر توجه و ادراک کاربران پرداخته‌اند. از این رو مطالعه حاضر به بررسی این سوال می‌پردازد که کدام یک از محتوای نشان دهنده عمل، ابزار و یا عضو می‌تواند بیشترین و سریع‌ترین تأثیر را بر توجه و ادراک مخاطب در مسیریابی بیمارستان اعمال کند. برای پاسخ دقیق به این پرسش، پرسش‌های جزئی‌تری مطرح می‌شود: آیا نوع محتوای پیکتوگرام (ابزار، عضو، عمل) بر تعداد تثبیت چشم تأثیر دارد؟ آیا مکان بالینی (نورولوژی، اورژانس، تزریقات، رادیولوژی) این تأثیر را تعدیل می‌کند؟ و آیا پیکتوگرام‌های کنش‌محور زمان ماندگاری نگاه طولانی‌تری ایجاد می‌کنند؟ هدف این پژوهش، بررسی تأثیر محتوای پیکتوگرام‌های مسیریابی بیمارستان بر شاخص‌های توجه (تعداد تثبیت) و پردازش شناختی (زمان ماندگاری نگاه) با استفاده از ردیاب چشمی بود. اهداف فرعی عبارتند از: مقایسه سه نوع محتوای پیکتوگرام (ابزار، عضو، عمل) در پنج مکان بالینی، و تعیین کارآمدترین الگوی طراحی پیکتوگرام برای هر بخش بیمارستانی.

پیشینه پژوهش

در سال‌های اخیر، مطالعات متعددی به بررسی نقش پیکتوگرام‌ها و علائم بصری در محیط‌های درمانی پرداخته‌اند. قمری و گلشنی (۲۰۲۲) با استفاده از روش ردیابی چشم نشان دادند که علائم شناسایی (۲۹.۱٪)، علائم اطلاع‌رسانی (۲۰.۸٪) و ویژگی‌های معماری (۱۱.۳٪) بیشترین عواملی هستند که نگاه کاربران را در محیط بیمارستان به خود جلب می‌کنند (Ghamari & Golshany, 2022, p.120).

مطالعه‌ای دیگر، روسک و هالیک (۲۰۱۱) پیکتوگرام‌های استاندارد مراقبت‌های بهداشتی را تجزیه و تحلیل کردند و دریافتند که تابلوهای با کنتراست بالا همراه با تصاویر انسانی برای شرکت‌کنندگان عادی و کم‌بینا قابل شناسایی‌تر است (Rousek & Hallbeck, 2011, p.771). همچنین دموری و همکاران (۲۰۲۰) در یک بررسی سیستماتیک از توصیه‌های ترخیص تصویری در بخش‌های اورژانس نشان دادند که توصیه‌های تصویری در مقایسه با توصیه‌های نوشتاری، درک، انطباق و رضایت بیمار را بهبود می‌بخشد (Dermody, Hughes & Smith, 2020, p.1). با وجود این، تا آنجا که نویسندگان بررسی کرده‌اند، مطالعات پیشین به تأثیر محتوای معنایی پیکتوگرام‌ها (ابزار، عضو، عمل) بر توجه و ادراک بصری در مکان‌های مختلف بیمارستانی نپرداخته‌اند و این خلأ تحقیقاتی، ضرورت پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.

روش پژوهش

از آنجایی که پیکتوگرام‌های مسیریابی بیمارستان، محرک‌های بصری‌ای با ویژگی‌های برجستگی و معنایی هستند، برای بررسی اثربخشی آنها از روش‌های ارزیابی توجه و ادراک بصری استفاده شد. در این مطالعه، در مجموع ۵۳ بزرگسال سالم (دامنه سنی: ۱۸ تا ۳۵ سال، میانگین ۲۸.۷) شرکت کردند. برای کنترل متغیرهای مداخله‌گر، معیارهای ورود اعمال شد که شامل بینایی طبیعی یا اصلاح‌شده، عدم وجود اختلالات نورولوژیک یا روان‌پزشکی، و نداشتن آموزش رسمی در حوزه‌های هنرهای تجسمی یا علوم پزشکی بود. روش نمونه‌گیری به صورت هدفمند و در دسترس بود؛ ابتدا معیارهای ورود تعریف شد و سپس از میان داوطلبانی که این معیارها را داشتند، نمونه‌گیری انجام گرفت. تنها شرکت‌کنندگانی که دقت کالیبراسیون کمتر از ۰.۰۵ درجه زاویه دید و حداقل ۷۵٪ داده‌های معتبر ردیابی چشم داشتند، در تحلیل نهایی لحاظ شدند. این پژوهش با تأیید کمیته اخلاق دانشگاه هنر اصفهان با شناسه IR.UI.REC.1405.007 انجام شد.

محرک‌های بصری: انتخاب و حذف پیکتوگرام‌ها

نخست، مجموعه‌ای جامع از پیکتوگرام‌های مسیریابی مورد استفاده در بیمارستان‌های داخلی و بین‌المللی گردآوری و دسته‌بندی شد؛ یک دسته مربوط به مجموعه استاندارد «انجمن طراحان گرافیک محیطی^۲» برای مراقبت‌های بهداشتی که شامل ۵۶ نماد پژوهشی است، دسته دیگر نمادهای مستندسازی‌شده به صورت میدانی از بیمارستان بهلول در گناباد که توسط محسن سازور (۱۴۰۳) طراحی شده‌اند و سایر نمادهای استخراج‌شده از جستجوی اینترنتی که طراح و مکان دقیق آن‌ها مشخص نیست. نمونه‌های تکراری یا دارای شباهت بصری حذف گردید. سپس پیکتوگرام‌ها بر اساس دو معیار اصلی «کارکرد» و «فرم بصری» غربالگری شدند.

معیارهای حذف: موارد زیر از چرخه آزمایش خارج شدند: پیکتوگرام‌های هشداردهنده ایمنی، پیکتوگرام‌های عمومی و غیرتخصصی (مانند راه‌پله)، پیکتوگرام‌های اطلاع‌رسانی عمومی، پیکتوگرام‌های مربوط به بیماران خاص، پیکتوگرام‌های ویژه پرسنل بیمارستان، و پیکتوگرام‌هایی

که درک آن‌ها وابسته به زمینه فرهنگی خاص است. هدف از این حذف‌ها، کاهش متغیرهای مداخله‌گر فرهنگی و زمینه‌ای و تمرکز بر درک بصری خالص‌تر بود.

معیارهای انتخاب بر اساس کارکرد (محتوا): پیکتوگرام‌های باقی‌مانده در دسته «راهنما/محتوایی» قرار گرفتند و شامل سه نوع بازنمایی شدند: (۱) بازنمایی عمل درمان یا آزمایش (کنش‌محور)، (۲) بازنمایی ابزار تشخیص (ابزار-محور)، و (۳) بازنمایی عضو بدن (عضو-محور). در تمامی این پیکتوگرام‌ها، تأکید بر بازنمایی شمالی بوده و از نمونه‌های صرفاً نمادین یا کاملاً انتزاعی استفاده نشده است.

معیارهای انتخاب بر اساس فرم و ساختار بصری: عناصر بصری پایه انتخاب شدند، رنگ‌ها حذف و تنها یک رنگ ثابت برای همه محرک‌ها استفاده شد، تکنیک اجرا و بافت نقش تعیین‌کننده‌ای در تحلیل نداشتند، کنتراست در تمامی پیکتوگرام‌ها ثابت نگه داشته شد، و جهت کلی پیکتوگرام‌ها تا حد امکان یکسان در نظر گرفته شد. در نهایت مجموعه محرک‌ها شامل ۱۲ پیکتوگرام سیاه‌وسفید بیمارستانی بود که در سه دسته قرار می‌گرفتند: فعالیت‌های رویه‌ای (درمانی)، ابزارهای تشخیصی، و ارجاعات آناتومیک. برای کنترل ویژگی‌های دیداری سطح پایین، محرک‌ها از نظر کنتراست روشنایی (کنتراست میکسل سون = ۰.۸۵)، اندازه (۳۰×۳۰ پیکسل)، و هم‌ترازی فضایی یکسان‌سازی شدند.

حرکات چشم با دستگاه اس. ام. آی-۲۵۰^۳ از شرکت آی لینک^۴ و با نرم‌افزار بی‌گیزه^۵ (نسخه ۳.۰) و تست‌سنتر^۶ (نسخه ۳.۰) ثبت شد. این دستگاه از فناوری مادون قرمز مبتنی بر ویدئو برای ثبت حرکات چشم بدون تماس مستقیم استفاده می‌کند. با نرخ نمونه‌برداری تا ۲۵۰ هرتز، اندازه‌گیری دقیق حرکات سریع چشم (جهش‌ها) را امکان‌پذیر می‌سازد و از ردیابی تک چشمی و دوچشمی پشتیبانی می‌کند. این دستگاه دقت فضایی تقریباً ۰.۴ درجه و وضوح فضایی معادل ۰.۰۳ درجه را ارائه می‌دهد. همچنین دارای کالیبراسیون ۹ نقطه‌ای و هوشمند است. دستگاه با فاصله استاندارد ۸۰-۵۰ سانتی‌متری از شرکت‌کننده کار می‌کند.

در پژوهش حاضر، پس از کالیبراسیون موفق، آزمایش‌گر مرحله اول را آغاز کرد. شرکت‌کنندگان تقریباً ۶۰ سانتی‌متر از مانیتور فاصله داشتند و موقعیت سر آنها تثبیت شد. از آنجایی که این پژوهش بخشی از پروژه بزرگتر^۳ فازی بود، استخراج داده‌های نهایی پژوهش حاضر تنها از فاز دوم صورت گرفت. در فاز دوم، مجموعه محرک‌ها شامل ۱۵ پیکتوگرام بیمارستانی بود که هر یک به مدت حداکثر ۴ ثانیه برای هر شرکت‌کننده تصادفی‌سازی و ارائه شد تا اثرات ترتیب و خستگی کنترل شوند. پس از نمایش هر تصویر، ۰.۵ ثانیه صفحه خاکستری و یک علامت تثبیت مرکزی به مدت زمان تصادفی بین ۰.۸ و ۱.۲ ثانیه ارائه شد. از شرکت‌کنندگان خواسته شد به محض درک مفهوم هر پیکتوگرام، کلید پیکان رو به پایین روی صفحه کلید را فشار دهند و در صورت عدم پاسخ تا پایان ۴ ثانیه، به‌طور خودکار حذف می‌شد. قبل از شروع مراحل آزمایشی، شرکت‌کنندگان تحت یک روش کالیبراسیون ۹ نقطه‌ای استاندارد برای ردیاب چشم قرار گرفتند.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر^۷ استفاده شد. به منظور مقایسه‌های زوجی و تعیین تفاوت‌های معنادار بین گروه‌ها، آزمون تعقیبی بونفرونی^۸ به کار رفت. سطح معناداری آماری ۰.۰۵ در نظر گرفته شد. کلیه تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام گردید.

۲. مبانی نظری تحقیق

۲-۱. توجه و ادراک بصری

توجه به عنوان نخستین دروازه ورود اطلاعات به نظام شناختی، فرآیندی بنیادین است (Wehrle, 2022, p.5). در محیط‌های پیچیده و شلوغ مانند محیط‌های درمانی، حجم زیادی از محرک‌ها برای جلب توجه مخاطب رقابت می‌کنند و توجه انتخابی را رقم می‌زنند که به تعبیر ویلیام جیمز، عبارت است از صرف‌نظر کردن از برخی چیزها به منظور توجه مؤثر به سایر چیزها (James, 1890, p.404). در پردازش‌های بصری، توجه انتخابی به دو نوع اصلی تقسیم می‌شود: توجه از بالا به پایین که ارادی، هدف‌محور و مبتنی بر دانش قبلی و انتظارات فرد است و توجه از پایین به بالا که غیرارادی، محرک‌محور و ناشی از ویژگی‌های فیزیکی برجسته محرک‌ها (مانند رنگ، حرکت و کنتراست) می‌باشد (Chica & Bartolomeo, 2017, p.655). برای اینکه پیکتوگرام بتواند مقاصد ارتباطی با مخاطب را به درستی به ثمر برساند، باید علاوه بر برخورداری از وضوح و دقت برای برانگیختن دانش و انتظارات فرد، دارای ویژگی‌های برجسته شناختی باشد تا بتواند توجه مخاطب را به خود جلب کند. بر همین اساس، توجه به عنوان یک پیش‌نیاز ضروری برای درک بعدی محرک شناخته می‌شود (Merriitt & Valaris, 2017, p.576). پس از جلب توجه، اطلاعات حسی وارد مرحله ادراک می‌شوند. ادراک فرآیندی فعال و پویاست که طی آن مغز داده‌های خام حسی را سازماندهی، تفسیر و معنادار می‌کند (Rookes & Willson, 2000, p. 4). برخلاف دیدگاه‌های انفعالی، ادراک تحت تأثیر دانش پیشین، انتظارات و بافت موقعیتی قرار داشته و صرفاً بازتابی از واقعیت بیرونی نیست (Engel et al., 2001, p. 704).

۲-۲. بار شناختی

از آن جایی که نظام پردازش شناختی انسان با ظرفیت محدودی مواجه است، توجه و ادراک کامل تمام جزئیات محیط امکان‌پذیر نیست (Baek & Chong, 2020, p.602). نظریه نظریه بار شناختی^۹ چارچوب نظری منسجمی را ارائه می‌دهد. بر اساس این نظریه، افزایش بار شناختی ناشی از عواملی چون تعدد محرک یا جزئیات زیاد، نیاز به استفاده از توجه از بالا به پایین را برای فیلتر کردن اطلاعات نامربوط تشدید می‌کند (Katsuki & Constantinidis, 2014, p. 509). به عبارت دقیق‌تر، در شرایط بار شناختی بالا، توانایی فرد برای هدایت ارادی توجه به سمت اهداف کاهش می‌یابد، در حالی که محرک‌های برجسته محیطی همچنان قادر به جلب توجه غیرارادی هستند (Wang, Zhu, et al., 2023, Article 16963).

۲-۳. نقشه برداری معنایی و اولویت معنا در توجه

در همین زمینه، رویکردهای نوینی در مطالعه توجه و ادراک بصری و بار شناختی مطرح شده است که یکی از آن‌ها نقشه برداری معنایی^{۱۰} است. این فرآیند به شناسایی توزیع فضایی ویژگی‌های معنایی در یک صحنه بصری اشاره دارد. یافته‌های پژوهشی هندرسون و همکاران (۲۰۱۹) نشان می‌دهد که برخلاف مدل‌های سنتی که برجستگی بصری^{۱۱} را عامل اصلی هدایت توجه می‌دانستند، معنا نقش تعیین‌کننده‌تری در هدایت توجه و جابه‌جایی چشم ایفا می‌کند. به عبارت دیگر، مغز انسان به طور خودکار مناطقی از صحنه را که از نظر معنایی غنی‌تر هستند اولویت‌بندی می‌کند و این فرآیند حتی در مراحل اولیه پردازش بصری و حرکات چشم رخ می‌دهد (Henderson & Hayes, 2019, p.1).

۲-۴. ردیابی چشم به عنوان ابزار سنجش توجه و پردازش شناختی

روش‌های متفاوتی برای بررسی و درک محرک‌های دیداری وجود دارد که از جمله آن می‌توان به ردیابی چشم اشاره کرد (Beesley, Pearson & Le Pelley, 2019, p.17). در میان پارامترهای فیزیولوژیکی انسان، حرکت چشم بالاترین نرخ به‌روزرسانی را دارد. بنابراین ردیابی چشم از طریق شاخص‌های حرکتی می‌تواند جریانی از اطلاعات درباره وضعیت روانی کاربر را در زمان واقعی فراهم آورد (Wang et al, 2014). یکی از این شاخص‌ها تعداد تثبیت^{۱۲} می‌باشد که عبارت است از تعداد دفعات توقف چشم بر روی یک ناحیه خاص (Kang et al, 2023, p.57). مطالعات نشان داده‌اند که میانگین تعداد تثبیت شدن چشم در هر بخش به شدت با تلاش ذهنی مرتبط است و از استفاده آن به عنوان یک معیار تلاش شناختی مطرح شده است (Moorkens, 2018, p. 58). شاخص دیگری که در این مورد مطرح شده است، مدت ماندگاری^{۱۳} نگاه نامیده می‌شود که عبارت است از مجموع زمان سپری‌شده در یک ناحیه مورد علاقه که شامل تمام تثبیت‌ها و حرکت‌های درون آن ناحیه می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که تثبیت چشم‌ها نشان‌دهنده تخصیص توجه است، زیرا افراد روی تصاویر و مناطقی که به دنبال اطلاعات هستند تثبیت می‌شوند و زمان ماندگاری توجه و پردازش شناختی را اندازه‌گیری می‌کند (Shojaeizadeh et al., 2016, p.465).

۳. تحلیل یافته‌ها

جدول زیر که به تعداد تثبیت اختصاص دارد، الگوی توزیع توجه بین گروه‌ها نشان می‌دهد که نورولوژی بالاترین میزان تعداد تثبیت را هم در پیکتوگرام‌های نشان‌دهنده ابزار و هم در عمل دارد، در حالی که در تزریقات بیشترین تعداد تثبیت روی پیکتوگرام نشان‌دهنده عضو مشاهده می‌شود و رادیولوژی کمترین مقادیر را در اکثر ابعاد نشان می‌دهد. در بخش مربوط به زمان ماندگاری نگاه، الگوی تفاوت‌ها با وضوح بیشتری

نمایان می‌شود. به‌طور مشخص، گروه نورولوژی بالاترین میانگین زمان ماندگاری را در بعد ابزار نشان می‌دهد، در حالی که در گروه تزریقات بیشترین زمان ماندگاری بر عضو مشاهده می‌شود. همچنین، در گروه‌های سی‌تی اسکن و نورولوژی، مقادیر مدت زمان نگاه برای مؤلفه عمل نسبتاً بالا گزارش شده است (جدول ۱).

جدول ۱. یافته‌های آمار توصیفی مربوط به میانگین و انحراف استاندارد مربوط به محتواهای پیکتوگرام‌های مسیربازی بیمارستان (شریفی و همکاران، ۱۴۰۴)

گروه	محتوا	متغیر	میانگین	انحراف استاندارد
رادیولوژی	ابزار	تعداد تثبیت	2.7222	1.043
	زمان ماندگاری		2863.058	776.919
	عضو	تعداد تثبیت	2.462	1.100
	زمان ماندگاری		3016.764	739.618
	عمل	تعداد تثبیت	2.981	1.592
	زمان ماندگاری		2957.405	715.472
CT اسکن	ابزار	تعداد تثبیت	2.907	1.469
	زمان ماندگاری		2845.418	912.256
	عضو	تعداد تثبیت	3.222	1.511
	زمان ماندگاری		3079.195	929.006
	عمل	تعداد تثبیت	3.666	1.387
	زمان ماندگاری		3192.028	1074.186
اورژانس	ابزار	تعداد تثبیت	3.092	1.323
	زمان ماندگاری		3107.491	961.779
	عضو	تعداد تثبیت	3.129	1.427
	زمان ماندگاری		2809.610	778.245
	عمل	تعداد تثبیت	3.611	1.614
	زمان ماندگاری		3058.455	1203.761
نورولوژی	ابزار	تعداد تثبیت	4.537	1.696
	زمان ماندگاری		3294.805	1226.509
	عضو	تعداد تثبیت	3.166	1.397
	زمان ماندگاری		3129.441	981.526
	عمل	تعداد تثبیت	4.555	1.594
	زمان ماندگاری		3192.860	1149.608
تزریقات	ابزار	تعداد تثبیت	3.648	1.668
	زمان ماندگاری		3054.151	1146.810
	عضو	تعداد تثبیت	4.277	1.603
	زمان ماندگاری		3533.758	1245.668
	عمل	تعداد تثبیت	3.314	1.823
	زمان ماندگاری		2882.795	1149.683

جدول ۲ تقسیم بندی پیکتوگرام‌ها بر اساس حوزه و محتوا و نقشه گرمایشی^{۱۴} آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۲. تقسیم بندی پیکتوگرام‌ها بر اساس حوزه و محتوا و نقشه گرمایشی آن‌ها (شریفی و همکاران، ۱۴۰۴)

گروه	ابزار		اعضای بدن		عمل	
	پیکتوگرام	نقشه گرمایشی	پیکتوگرام	نقشه گرمایشی	پیکتوگرام	نقشه گرمایشی
نورولوژی						
اورژانس						
سی تی اسکن						
رادیولوژی						
تزریقات						

جدول ۳. تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر مربوط به تعداد تثبیت و

ماندگاری (شریفی و همکاران، ۱۴۰۴)

مولفه		F (df1, df2)	p-value	η^2
مکان		F (4,68)=9.60	p < 0.001	0.361
تعداد تثبیت	محتوا	F (2,34)=0.20	p = 0.823	0.011
	مکان × محتوا	F(8, 136) = 2.01	p = 0.050	0.106
	مکان	F (4,68)=1.94	p = 0.114	0.102
زمان ماندگاری	محتوا	F (4,68)=3.76	p = 0.033	0.181
	مکان × محتوا	F (4,68)=1.75	p = 0.092	0.093

بر اساس نتایج آزمون تعقیبی برای متغیر تعداد تثبیت در بخش مکان، تفاوت معناداری تنها در دو مورد مشاهده می‌شود: در بخش نورولوژی، میانگین تعداد تثبیت در موقعیت «ابزار» به طور معناداری بیشتر از موقعیت «عضو» است (تفاوت میانگین = ۱.۰۹، $p=0.042$) همچنین در بخش تزریقات، میانگین تعداد تثبیت در موقعیت «عضو» به طور معناداری

بر اساس نتایج جدول تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، برای متغیر تعداد تثبیت، اثر اصلی مکان معنادار است ($\eta^2=0.361$ ، $p<0.001$)، $F(4,68)=9.60$ که نشان می‌دهد مکان‌های مختلف تأثیر قوی و معناداری بر تعداد تثبیت دارند، در حالی که اثر اصلی محتوا معنادار نیست ($p=0.823$). اثر تعامل مکان × محتوا نیز در سطح مرزی معناداری قرار دارد ($\eta^2=0.106$ ، $p=0.050$) که نشان‌دهنده تمایل به تعامل ضعیف بین این دو عامل است. برای متغیر زمان ماندگاری، اثر اصلی محتوا معنادار است ($p=0.033$)، $F(4,68)=3.76$ که حاکی از تأثیر معنادار محتوا بر ماندگاری می‌باشد، اما اثر اصلی مکان و اثر تعامل مکان × محتوا معنادار نیستند (به ترتیب $p=0.114$ و $p=0.092$). به طور کلی، مکان بیشتر بر تعداد تثبیت تأثیر دارد، در حالی که محتوا بیشتر بر زمان ماندگاری مؤثر است و تعامل این دو عامل در هر دو متغیر محدود یا حاشیه‌ای می‌باشد. (جدول ۳)

جدول ۵. نتایج تحلیل آزمون تعقیبی بونفرنی بر اساس زمان ماندگاری نگاه برای مقایسه محتواها درون هر مکان بیمارستان (شریفی و همکاران، ۱۴۰۴)

مکان	مقایسه	میانگین تفاوت	p-value	معنی داری
	ابزار- عضو	270	0.186	غیر معنی دار
نورولوژی	ابزار- عمل	407	0.042	معنی دار
	عضو- عمل	137	0.512	غیر معنی دار
	ابزار- عضو	۳۴	1.000	غیر معنی دار
اورژانس	ابزار- عمل	۴۲۸	0.038	معنی دار
	عضو- عمل	۳۹۴	0.056	نزدیک به معنی داری
	ابزار- عضو	486	0.024	معنی دار
تزریقات	ابزار- عمل	-48	1.000	غیر معنی دار
	عضو- عمل	438	0.041	معنی دار
	ابزار- عضو	100	0.512	غیر معنی دار
رادیولوژی	ابزار- عمل	155	0.201	غیر معنی دار
	عضو- عمل	55	1.000	غیر معنی دار
	ابزار- عضو	269	0.198	غیر معنی دار
سی تی اسکن	ابزار- عمل	382	0.078	غیر معنی دار
	عضو- عمل	113	0.512	غیر معنی دار

۴. بحث

پژوهش حاضر تلاش کرده است تا فراتر از نگاه ساده‌انگارانه به اثربخشی پیکتوگرام‌ها حرکت کرده و بررسی کند که چگونه محتوای معنایی پیکتوگرام‌های مسیریابی بیمارستان، یعنی عمل، ابزارهای تشخیصی یا عضو (ارجاعات آناتومیک) به طور متمایزی توجه بصری و پردازش شناختی را تعدیل می‌کند. با بهره‌گیری از قدرت تفکیک زمانی بالای ردیاب چشمی، شمار تثبیت‌ها (به‌عنوان شاخص تخصیص توجه و تلاش شناختی) و زمان ماندگاری نگاه (به‌عنوان شاخص عمق پردازش و یکپارچگی معنایی) اندازه‌گیری شد. این یافته‌ها یک تعامل ظریف و وابسته به بافتار را بین محتوای پیکتوگرام و مکان خاص بیمارستانی نشان می‌دهد که این ایده را که یک نوع پیکتوگرام به طور کلی برتر است، رد می‌کند.

۴-۱. الگوهای قابل تفکیک توجه: تعداد تثبیت به‌عنوان نشانگر بار شناختی

تحلیل شمار تثبیت یک اثر اصلی معنادار برای مکان ($p > 0.001$)، ($\eta^2 = 0.361$) و یک اثر تعامل مکان در محتوا در سطح مرزی ($\eta^2 = 0.050$)، ($p = 0.106$) را نشان داد، اما هیچ اثر اصلی برای محتوا وجود نداشت. این بدان معناست که تقاضا برای منابع توجهی یک ویژگی ذاتی در مقوله معنایی پیکتوگرام نیست، بلکه از همخوانی (یا ناهمخوانی) بین آن محتوا و طرحواره شناختی مورد انتظار برای یک مکان بالینی خاص پدید می‌آید (Tijus et al., 2007; Korenevsky et al, 2013)

بارزترین یافته در بخش نورولوژی به‌دست آمد، جایی که پیکتوگرام‌های ابزار محور (مثلاً دستگاه MRI) به طور معناداری تعداد تثبیت بیشتری

بیشتر از موقعیت «عمل» است (تفاوت میانگین = ۰.۹۴، $p = 0.048$). سایر مقایسه‌ها در همه مکان‌ها (از جمله اورژانس، رادیولوژی و سی تی اسکن) و بین سایر زوج‌ها (ابزار- عمل و عضو- عمل در نورولوژی، و همچنین همه مقایسه‌ها در سایر مکان‌ها) تفاوت معناداری نشان نمی‌دهند ($p > 0.05$). طور کلی، الگوی معناداری محدود و وابسته به مکان خاص است؛ به طوری که در نورولوژی «ابزار» و در تزریقات «عضو» نسبت به سایر موقعیت‌ها برتری دارند، اما در بقیه مکان‌ها تفاوت چشمگیری بین ابزار، عضو و عمل مشاهده نمی‌شود. جدول (۴)

جدول ۴. نتایج تحلیل آزمون تعقیبی بونفرنی بر اساس تعداد تثبیت برای مقایسه محتواها درون هر مکان بیمارستان (شریفی و همکاران، ۱۴۰۴)

مکان	مقایسه	میانگین تفاوت	p-value	معنی داری
	ابزار- عضو	1.09	0.042	معنی دار
نورولوژی	ابزار- عمل	0.35	1.000	غیر معنی دار
	عضو- عمل	-0.74	0.187	غیر معنی دار
اورژانس	ابزار- عضو	-0.73	0.201	غیر معنی دار
اورژانس	ابزار- عمل	-0.51	0.512	غیر معنی دار
	عضو- عمل	0.22	1.000	غیر معنی دار
	ابزار- عضو	-0.74	0.198	غیر معنی دار
تزریقات	ابزار- عمل	0.20	1.000	غیر معنی دار
	عضو- عمل	0.94	0.048	معنی دار
	ابزار- عضو	0.56	0.348	غیر معنی دار
رادیولوژی	ابزار- عمل	0.52	0.401	غیر معنی دار
	عضو- عمل	-0.04	1.000	غیر معنی دار
	ابزار- عضو	0.00	1.000	غیر معنی دار
سی تی اسکن	ابزار- عمل	-0.24	1.000	غیر معنی دار
	عضو- عمل	-0.24	1.000	غیر معنی دار

بر اساس نتایج آزمون تعقیبی برای متغیر زمان ماندگاری در بخش مکان، تفاوت‌های معنادار متعددی مشاهده می‌شود. در بخش نورولوژی، میانگین زمان ماندگاری در موقعیت «ابزار» به طور معناداری بیشتر از موقعیت «عمل» است (تفاوت میانگین = ۰.۹۴، $p = 0.042$) در بخش اورژانس نیز، موقعیت «ابزار» نسبت به «عمل» ماندگاری بیشتری دارد (تفاوت میانگین = ۰.۳۸، $p = 0.038$) با «عمل» در سطح مرزی معناداری قرار دارد (تفاوت میانگین = ۰.۵۶، $p = 0.056$) در بخش تزریقات، هر دو مقایسه ابزار- عضو (تفاوت میانگین = ۰.۲۴، $p = 0.024$) و عضو- عمل (تفاوت میانگین = ۰.۴۱، $p = 0.041$) معنادار هستند؛ به این معنی که هم «ابزار» نسبت به «عضو» و هم «عضو» نسبت به «عمل» ماندگاری بیشتری نشان می‌دهند. در مقابل، در بخش‌های رادیولوژی و سی تی اسکن هیچ‌یک از مقایسه‌ها تفاوت معناداری ندارند ($p > 0.05$). الگوی کلی حاکی از آن است که در مکان‌های نورولوژی، اورژانس و به ویژه تزریقات، ماندگاری در موقعیت‌های «ابزار» و «عضو» بیشتر از «عمل» است، در حالی که در رادیولوژی و سی تی اسکن تفاوت قابل توجهی بین موقعیت‌ها دیده نمی‌شود. جدول (۵)

نسبت به پیکتوگرام‌های مربوط به عضو دریافت کردند (تفاوت میانگین = $p=0.042$ ، 1.09). از آنجایی که نورولوژی به‌عنوان یک حوزه، توسط ابزارهای تشخیصی پیشرفته تعریف می‌شود، ما این را به عنوان شواهدی از جلب توجه طرحواره محور تفسیر می‌کنیم. هنگامی که شرکت‌کنندگان با بافتار نورولوژی مواجه می‌شوند، طرحواره فعال‌شده شناختی آن‌ها، بازنمایی مبتنی بر فناوری را بر ارجاعات مستقیم به عضو اولویت می‌دهد. تعداد تثبیت بالاتر روی ابزارها نشان می‌دهد که بینندگان برای پیوند دادن این نماد انتزاعی به مفهوم نورولوژی، به پردازش دقیق‌تر و پرتلاش‌تری متوسل می‌شوند که نشانه‌ای از تعدیل بالا به پایین جستجوی بصری است. این نتایج با سایر مطالعات همسو است. به عنوان مثال، این یافته با یافته‌های والیو و همکاران (۲۰۲۵) همخوانی دارد که نشان دادند آزمودنی‌ها در ابتدا اجزای عملکردی ابزارها را اولویت‌بندی و پردازش می‌کنند تا بتوانند عملکرد آن را بصورت یک کل منسجم مفهوم‌سازی کنند (Valio et al., 2025). همچنین بلاردینلی و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که ابزارها نقاط توجهی متمرکز و طولانی‌تری را بر روی بخش‌های مؤثر ایجاد می‌کنند که نشان‌دهنده استخراج فعال اطلاعات مکانیکی برای درک عملکرد ابزار است (Belardinelli et al., 2016, p.2415). در مقابل، برخلاف یافته ما مبنی بر اینکه شمار تثبیت‌های نگاه بالاتر به ابزارها نشان‌دهنده پردازش تحلیلی و پرجزئیات بالا-به-پایین است، چندین مطالعه نتایج متفاوتی گزارش کرده‌اند و شمار تثبیت‌های کمتری را در شرایط مشابه یا حتی پیچیده‌تر مشاهده نموده‌اند. برای مثال، محققان دریافتند که وقتی هدف بر اساس یک مقوله مفهومی (مثلاً ابزار در میان غیرابزار) تعریف می‌شد، شرکت‌کنندگان اغلب تنها پس از ۱ تا ۳ تثبیت، هدف را موضع‌یابی می‌کردند که نشان می‌دهد راهنمایی معنایی می‌تواند بازبینی دقیق و ویژگی‌به‌ویژگی را کنار بزند (Wolfe, Horowitz & Kenner, 2005, p.439). این ناهم‌سویی عمدتاً به دلیل ماهیت محرک‌های بصری ارایه شده است. از آنجایی که پیکتوگرام‌ها برگرفته از تصاویر واقعی بوده و انتزاعی‌تر هستند، پردازش متفاوتی نسبت به تصاویر یا محرک‌های واقعی و اصلی طلب می‌کنند.

برعکس، در بخش تزریقات، پیکتوگرام‌های آناتومیک (مثلاً بازو) بیشترین تعداد تثبیت را به خود اختصاص دادند. این نتیجه معکوس از جنبه نظری بسیار قابل توجه است. تزریقات یک عمل است که توسط جایگاه بدنی دقیق کنش تعریف می‌شود. در این بافتار، تصویر عضو بدن به عنوان منبع اصلی اطلاعات مرتبط با مکان وقوع رویداد عمل می‌کند. تعداد بالای تثبیت روی پیکتوگرام‌های عضو نشان می‌دهد که بینندگان در حال تأیید فضایی هستند و به‌طور ذهنی، بخش بدن تصویرشده را با بازنمایی بدنی خود مطابقت می‌دهند^{۱۵}. این یافته با چارچوب‌های شناخت بدنی^{۱۶} همسو است، جایی که درک یک پیکتوگرام مستلزم شبیه‌سازی پنهان کنش به تصویر کشیده‌شده بر روی بدن خود فرد است. این یافته‌ها با گزارش‌های دیگر و همکاران (۲۰۲۶) همخوانی دارد؛ آن‌ها نشان دادند که مغز حاوی نقشه‌های توپوگرافی بینایی-تنی است که چارچوب‌های مرجع بصری و

بدنی را به هم متصل کرده و امکان ترجمه ورودی‌های بصری به شبیه‌سازی‌های بدنی را فراهم می‌کند (Hedger et al, 2026, p.173). همچنین در مطالعه‌ای دیگر محققان با پشتیبانی از نظریه‌های شناخت تجسم‌یافته دریافتند که درک افعال عملی شامل شبیه‌سازی‌های عصبی مختص بدن است و این زمان پردازش را طولانی‌تر می‌کند. در عوض، این یافته با بعضی مطالعات ناهم‌سو است به عنوان مثال در یک مطالعه نشان داده شد که مغز ممکن است محرک‌های مرتبط با بدن را به صورت خودکار، کارآمد و با صرف منابع کمتر پردازش کند، که در آن صورت باید انتظار تثبیت‌های کمتر داشت (Willems, Hagoort & Casasanto, 2010, p.67).

قابل توجه است که بخش رادیولوژی به طور پیوسته کمترین تعداد تثبیت را در میان همه انواع محتوا نشان داد. این یافته به ظاهر متناقض نشان می‌دهد که بافتار رادیولوژی ممکن است موجب نوعی شارپذیری ادراکی یا عادت‌پذیری شود. نماد رادیولوژی^{۱۷} (یک پیکتوگرام ابزار کلاسیک) در فرهنگ بصری مدرن چنان بیش‌آموزش دیده شده است که نیازمند حداقل منابع توجهی است. به عبارت دیگر، به طور پیش‌توجهی پردازش می‌شود. نبود تفاوت‌های معنادار در بخش‌های سی‌تی اسکن و اورژانس نیز از این تفسیر حمایت می‌کند، زیرا این محیط‌ها نیز توسط نمادهای بسیار استاندارد و همگانی شناخته‌شده مشخص می‌شوند. این یافته‌ها با یافته‌های گران و همکاران (۲۰۱۰) همسو است که نشان دادند که ارتباطات بیش از حد آموخته شده نمادها، اثرات توجه اولیه را ایجاد می‌کند و پردازش کوتاه‌تر را باعث می‌شود (Guzzon et al, 2010, p.353). بر عکس، کلاهان و همکاران (2019) شواهدی از تثبیت بیشتر در افراد بسیار خبره و آموزش دیده ارائه دادند. این ناهم‌سویی به این دلیل است که دقت و تلاش شناختی در افراد خبره و آموزش دیده که نمادها را به راحتی شناسایی می‌کنند بالاتر است (Kelahan et al, 2019, p.234).

۴-۲. عمق پردازش و ادراک : زمان ماندگاری نگاه به عنوان نشانگر یکپارچگی معنایی

داده‌های زمان ماندگاری نگاه، تصویری مکمل ولی متمایز ارائه دادند. در اینجا، یک اثر اصلی معنادار برای محتوا ظاهر شد ($p > 0.033$ ، 0.181 ، $\eta^2 =$) که نشان می‌دهد نوع معنایی که استخراج می‌شود به طور بنیادی مدت زمان پردازش شناختی را تغییر می‌دهد، مستقل از مکان. یافته حیاتی این است که پیکتوگرام‌های کنش‌محور (مربوط به عمل) نیازمند طولانی‌ترین زمان ماندگاری در محیط‌های پرمخاطره و پویا مانند نورولوژی است که این مساله در تفاوت‌های معنی‌دار ابزار در مقابل عمل (تفاوت میانگین = 407 میلی‌ثانیه، $p = 0.0042$) و اورژانس ابزار در مقابل عمل (تفاوت میانگین = 428 میلی‌ثانیه، $p = 0.0038$) قابل مشاهده بودند. این یک اثر مهم در مقیاس پردازش بصری است. دلیل این امر را می‌توان این گونه تبیین کرد که پیکتوگرام‌های عمل محور مستلزم استنتاج ترتیبی یا علی هستند. یک ابزار (مثلاً دستگاه سی‌تی اسکن) یا یک عضو بدن (مثلاً سر) یک موجودیت ایستا است. یک کنش (مثلاً دراز کشیدن بیمار، تزریق سرنگ) دلالت بر توالی زمانی، تغییر حالت یا رابطه بین عامل

توصیفی بوم‌شناختی (یعنی متناسب با شرایط واقعی و عملی) از رفتار مسیریابی انسان ارائه می‌دهد.

۵. نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش، نخستین شواهد عصبی-شناختی را نشان می‌دهد که محتوای معنایی پیکتوگرام‌های مسیریابی بیمارستان شامل ابزار، اندام یا عمل، به شکلی نظام‌مند و متمایز، توجه بصری و پردازش شناختی را جهت می‌دهد. نتایج مطالعه حاضر تاکید می‌کند که هیچ نوع پیکتوگرام واحدی به طور کلی بهینه نیست؛ اثربخشی یک پیکتوگرام به همخوانی آن با طرحواره شناختی فعال شده توسط مکان خاص بیمارستانی بستگی دارد. به علاوه دریافتیم که پیکتوگرام‌های مبتنی بر عضو در مکان‌های متمرکز بر عمل (مانند تزریقات) اولویت دارند. زمانی که اطلاعات اولیه این است که رویداد در کجا رخ می‌دهد، این نوع پیکتوگرام‌ها توجه را بیشتر جلب و حفظ می‌کنند. استفاده از آن‌ها باید برای بخش‌هایی که با جایگاه بدنی خاصی تعریف می‌شوند، اولویت داشته باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که پیکتوگرام‌های کنش محور، عمیق‌ترین پردازش معنایی را مطالبه می‌کنند؛ اینکه نگاه در بخش‌های نورولوژی و اورژانس مدت بیشتری ماندگار می‌شود، بازتاب دهنده تلاش ذهنی بیشتری است که برای درک توالی رویدادها یا روابط علت و معلولی لازم است. طراحان باید از پیکتوگرام‌های کنش محور با احتیاط استفاده کرده، اطمینان حاصل کنند که تصویرسازی آن‌ها به اندازه کافی بدون ابهام باشد تا این بار پردازشی بالاتر را جبران کند. توالی‌های کنش بیش از حد پیچیده و یا مبهم ممکن است منجر به تاخیر در پردازش این پیکتوگرام‌ها شود. بر اساس نتایج این پژوهش، پیکتوگرام‌های مبتنی بر ابزار، کارآمدترین مدل طراحی محسوب می‌شوند، به ویژه زمانی که این مدل حول یک فناوری خاص (مانند رادیولوژی یا سی‌تی اسکن) تعریف و سازماندهی گردد. هرچند این پیکتوگرام‌ها پردازشی روان دارند، اما در موقعیت‌هایی که ابزار، هسته اصلی معناساز نیست (مانند تزریقات)، احتمال دارد در جلب توجه مخاطب ناموفق عمل کنند.

در پایان، کارایی مسیریابی بیمارستان نه تنها به برجستگی بصری پیکتوگرام‌ها وابسته است، بلکه ریشه در هماهنگی معنایی میان محتوای آنها و انتظارات ذهنی کاربر بر اساس هدفش دارد. به عبارت دیگر، طراحی برای مغز، طراحی برای بافتار است؛ یعنی هر پیکتوگرام باید با انتظارات، اهداف و شرایط خاص همان محیط (مثلاً رادیولوژی در مقابل تزریقات) هماهنگ شود. این نگاه، زیربنای یک طراحی عصب‌محور برای سیستم‌های مسیریابی را می‌نهد و مسیر را از «صرفاً قابل دیدن بودن» به سوی «شفافیت شناختی» هموار می‌کند.

محدودیت‌ها و جهت‌گیری‌های آینده:

این مطالعه از بزرگسالان جوان سالم استفاده کرد. بهتر است پژوهش‌های آینده باید این یافته‌ها را در جمعیت هدف (بیماران مضطرب، سالمندان، افراد دارای اختلال شناختی) تکرار کنند. علاوه بر این، استفاده از

و مفعول دارد. استخراج این معنای رابطه‌ای و محمول‌وار نیازمند عملیات شناختی فراتر از تشخیص ساده شیء است. بیننده باید پیکره ایستا را به طور ذهنی پویا کند، فرایندی که ما آن را بسط معنایی پویا^{۱۸} می‌نامیم. این امر نسبت به شناسایی یک مرجع ایستا، از نظر شناختی پرتقاضاتر و زمان‌برتر است، به ویژه در بافتارهای فوری که بیننده از پیش در حالت هوشیاری برانگیخته قرار دارد. یافته‌های ما با یافته‌های فورتی و هومفریز (۲۰۰۸) مطابقت دارد که نشان می‌دهد زمان تثبیت نگاه، زمانی که شرکت‌کنندگان بر اساس عمل جستجو می‌کردند به طور معناداری طولانی‌تر بود (Forti & Humphreys, 2008, p.45). دلیل این امر آن است که استخراج معنای عمل محور ابزار مستلزم تطبیق با مجموعه بزرگتری از نامزدهای بالقوه است که این امر زمان پردازش را افزایش می‌دهد. با این حال این نتایج با نتایج پنینگتون و همکاران (۲۰۰۸) ناهمسو است که نشان می‌دهد بازنمایی‌های عمل ایستا برای ذهن، از نظر شناختی دشوارتر هستند (Pennington et al, 2008, p.162). این می‌تواند به دلیل تفاوت‌های فردی آزمودنی‌ها از جمله سن و اقلام آزمون باشد.

این تفسیر به طور قدرتمندی توسط داده‌های بخش تزریقات تأیید می‌شود: پیکتوگرام‌های مربوط به عضو طولانی‌ترین زمان ماندگاری را به خود اختصاص دادند (پیکتوگرام‌های مربوط به عضو در مقابل عمل: تفاوت میانگین = ۴۳۸ میلی‌ثانیه، $p=0.041$). همچنین تفاوت معنادار ابزار در مقابل عضو به نفع عضو بود (تفاوت میانگین = ۴۸۶ میلی‌ثانیه، $p=0.024$). در این بافتار خاص، مکان کنش که همان عضو است، به عنصر معنایی اصلی تبدیل می‌شود که نگاه فرد را به خود خیره می‌کند، احتمالاً در حالی که بیننده نماد انتزاعی را با واقعیت ملموس و دردناک تزریق یکپارچه می‌کند. در اینجا، «چه چیزی» (عضو بدن) نسبت به «چگونه» (کنش) جالب توجه‌تر است. این نتایج با مطالعه هاتز و همکاران (۲۰۰۶) همسو است که بیان می‌کند تصاویر مرتبط با بدن و موقعیت‌های واقعی، درک و یادآوری را به طور معناداری افزایش می‌دهند (Houts et al, 2006, p.173).

۴-۳. ارتباط تعداد تثبیت و زمان ماندگاری: یک مدل دو مرحله‌ای از ادراک پیکتوگرام

واگرایی میان تعداد تثبیت‌های چشم و مدت ماندگاری نگاه در موقعیت‌های مختلف، بینش نظری مهمی به دست می‌دهد. وقتی تعداد تثبیت‌ها بالا اما زمان ماندگاری متوسط است (مانند آنچه در پیکتوگرام‌های ابزارهای نورولوژی دیده می‌شود)، بیننده در راهبرد جستجوگرانه به سر می‌برد؛ او به دلیل عدم قطعیت اولیه، چندین نقطه از تصویر را نمونه‌برداری می‌کند تا معنا را بیابد. در مقابل، وقتی تعداد تثبیت‌ها متوسط اما زمان ماندگاری بالا است (مانند پیکتوگرام‌های عضو بدن در بخش تزریقات)، بیننده در راهبرد تأییدگرایانه عمل می‌کند؛ او به سرعت ناحیه مرتبط را پیدا می‌کند، سپس درگیر پردازش معنایی عمیق و بادوام می‌شود. این مدل دو مرحله‌ای (جهت‌یابی، سپس تأیید) در مقایسه با سنجه‌های ساده و یکپارچه «توجه»،

Davies, P. J. E., Hofrichter, F. F., Jacobs, J. F., Roberts, A. S., & Simon, D. L. (2010). *Janson's history of art: The western tradition* (8th ed., Vol. 2). Pearson.

Dermody, G., Hughes, G., & Smith, G. (2020). A systematic review of visual discharge advice in the emergency department. *International Emergency Nursing*, 51, Article 100855. <https://doi.org/10.1016/j.ienj.2020.100855>

Engel, A. K., Fries, P., & Singer, W. (2001). Dynamic predictions: Oscillations and synchrony in top-down processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 2(10), 704–716. <https://doi.org/10.1038/35094565>

Forti, S., & Humphreys, G. W. (2008). Sensitivity to object viewpoint and action instructions during search for targets in the lower visual field. *Psychological Science*, 19(1), 42–48. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02044.x>

Ghamari, H., & Golshany, N. (2022). Wandering eyes: Using gaze-tracking method to capture eye fixations in unfamiliar healthcare environments. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 15(1), 115–130. <https://doi.org/10.1177/19375867211042344>

Guzzon, D., Brignani, D., Miniussi, C., & Marzi, C. A. (2010). Orienting of attention with eye and arrow cues and the effect of overtraining. *Acta Psychologica*, 134(3), 353–362. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.03.008>

Hedger, N., Naselaris, T., Kay, K., & Knapen, T. (2026). Vicarious body maps bridge vision and touch in the human brain. *Nature*, 650(8100), 173–181. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09796-0>

Henderson, J. M., Hayes, T. R., Peacock, C. E., & Rehrig, G. (2019). Meaning and attentional guidance in scenes: A review of the meaning map approach. *Vision*, 3(2), 19. <https://doi.org/10.3390/vision3020019>

Houts, P. S., Doak, C. C., Doak, L. G., & Loscalzo, M. J. (2006). The role of pictures in improving health communication: A review of research on attention, comprehension, recall, and adherence. *Patient Education and Counseling*, 61(2), 173–190. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2005.05.004>

James, W. (1890). *The Principles of Psychology* (Vol. 1, pp. 403–404). New York: Henry Holt. <https://doi.org/10.1037/10538-000>

Kamran, A. (2021). *The Power of Pictograms: A study and guide on how to create inclusive navigational signage using pictograms to address low situational literacy*. OCAD University. <https://openresearch.ocadu.ca/id/eprint/3513/>

Kang, J. J., Lee, S. U., Kim, J. M., & Oh, S. Y. (2023). Recording and interpretation of ocular movements: Saccades, smooth pursuit, and optokinetic nystagmus. *Annals of Clinical Neurophysiology*, 25(2), 55–65. <https://doi.org/10.14253/acn.2023.25.2.55>

Katsuki, F., & Constantinidis, C. (2014). Bottom-up and top-down attention: different processes and overlapping

پیکتوگرام‌های ایستا و مجزا بر روی صفحه نمایش، یک انتزاع ضروری است. مطالعات آینده باید از ردیابی چشمی سیار در راهروهای واقعی بیمارستان استفاده کنند تا مدل دو مرحله‌ای (جهت‌یابی-تأیید) را در بافتار طبیعی اعتباربخشی کنند. تصویربرداری عصبی^{۱۹} می‌تواند بیشتر بسترهای عصبی پردازش ابزارها (جریان شکمی برای تشخیص شیء) در مقابل کنش‌ها (شکنج گيجگاهی فوقانی برای حرکت زیستی) را محلی‌سازی کند.

پی‌نوشت‌ها

¹ Wayfinding Pictograms

² SEGD (Society for Experiential Graphic Design)

³ SMI-250

⁴ Eyelink

⁵ BeGaze

⁶ Test Center

⁷ ANOVA with repeated measures

⁸ Bonferroni post-hoc test

⁹ Cognitive Load Theory

¹⁰ Semantic Mapping

¹¹ Saliency

¹² Fixation Count

¹³ Dwell Time

¹⁴ Heat map

¹⁵ Somatosensory Representation:

به بازنمایی حسی-بدنی اشاره دارد که شامل اطلاعات مربوط به لامسه، دما و بازنمایی بدنی است.

¹⁶ embodied cognition

¹⁷ X-ray

¹⁸ dynamic semantic elaboration

¹⁹ FMRI

neuro- architecture

کتاب‌نامه

Baek, J., & Chong, S. C. (2020). Ensemble perception and focused attention: Two different modes of visual processing to cope with limited capacity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 27, 602–606. <https://doi.org/10.3758/s13423-020-01718-7>

Beesley, T., Pearson, D., & Le Pelley, M. E. (2019). Eye tracking as a tool for examining cognitive processes. In G. Foster (Ed.), *Biophysical measurement in experimental social science research* (pp. 1–30). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813092-6.00002-2>

Belardinelli, A., Barabas, M., Himmelbach, M., & Butz, M. V. (2016). Anticipatory eye fixations reveal tool knowledge for tool interaction. *Experimental Brain Research*, 234(8), 2415–2431. <https://doi.org/10.1007/s00221-016-4646-0>

Chica, A. B., & Bartolomeo, P. (2017). Unraveling causal mechanisms of top-down and bottom-up visuospatial attention with non-invasive brain stimulation. *Journal of the Indian Institute of Science*, 97(4), 451–475. DOI 10.1007/s00429-017-1511-2

Conference Proceedings (pp. 67-79). IAFOR.
<https://doi.org/10.22492/2188-1111.20130422>

Sweller, J. (2023). Cognitive load theory: What we learn and how we learn. In J. M. Spector, B. B. Lockee, & M. D. Childress (Eds.), *Learning, design, and technology: An international compendium of theory, research, practice, and policy* (pp. 137-152). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-17461-7_50

Tijus, C., Barcenilla, J., De Lavalette, B. C., & Meunier, J. G. (2007). The design, understanding and usage of pictograms. *Written documents in the workplace*, 17-31.

Valio, L., Cuomo, M., Ilardi, C. R., & Federico, G. (2025). The visual encoding of familiar and unfamiliar tools. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2025.05.24.655951>

Wang, Q., Zhu, F., Dang, R., Wei, X., Han, G., Huang, J., & Hu, B. (2023). An eye tracking investigation of attention mechanism in driving behavior under emotional issues and cognitive load. *Scientific Reports*, 13(1), Article 16963. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-43693-8>

Wehrle, M. (2022). Introduction. Access and Mediation: Attention Beyond Selectivity. In *Access and Mediation: Transdisciplinary Perspectives on Attention* (pp. 1-19). De Gruyter Mouton/De Gruyter Saur, <https://doi.org/10.1515/9783110647242>

Willems, R. M., Hagoort, P., & Casasanto, D. (2010). Body-specific representations of action verbs: Neural evidence from right- and left-handers. *Psychological Science*, 21(1), 67-74.
<https://doi.org/10.1177/0956797609354072>

Wolfe, J. M., Horowitz, T. S., & Kenner, N. M. (2005). Rare items often missed in visual searches. *Nature*, 435(7041), 439-440. <https://doi.org/10.1038/435439a>.

Zhu, P., Yang, Q., Chen, L., Guan, C., Zhou, J., Shen, M., & Chen, H. (2023). Working-memory-guided attention competes with exogenous attention but not with endogenous attention. *Behavioral Sciences*, 13(5), Article 426. <https://doi.org/10.3390/bs13050426>

neural systems. *The Neuroscientist*, 20(5), 509-521. <https://doi.org/10.1177/1073858413514136>

Kelahan, L. C., Fong, A., Blumenthal, J., Kandaswamy, S., Ratwani, R. M., & Filice, R. W. (2019). The radiologist's gaze: Mapping three-dimensional visual search in computed tomography of the abdomen and pelvis. *Journal of Digital Imaging*, 32(2), 234-240.
<https://doi.org/10.1007/s10278-018-0130-7>

Korenevsky, A., Vaillancourt, R., Pouliot, A., Revol, M., Steed, E., Besançon, L., Wahrendorf, M.-S., & Patel, J. R. (2013). How many words does a picture really tell? Cross-sectional descriptive study of pictogram evaluation by youth. *Canadian Journal of Hospital Pharmacy*, 66(4), 219-226. <https://doi.org/10.4212/cjhp.v66i4.1269>

Merritt, M., & Valaris, M. (2017). Attention and synthesis in Kant's conception of experience. *The Philosophical Quarterly*, 67(268), 571-592.
<https://doi.org/10.1093/pq/pqw081>

Mineo, B. A., Peischl, D., & Pennington, C. (2008). Moving targets: The effect of animation on identification of action word representations. *Augmentative and Alternative Communication*, 24(2), 162-173.
<https://doi.org/10.1080/07434610802109915>

Moorkens, J. (2018). Eye tracking as a measure of cognitive effort for post-editing of machine translation. In C. Walker & F. M. Federici (Eds.), *Eye tracking and multidisciplinary studies on translation* (pp. 55-69). John Benjamins Publishing Company.
<https://doi.org/10.1075/btl.143.04moo>

Morag, I., & Pintelon, L. (2021). Digital wayfinding systems in hospitals: A qualitative evaluation based on managerial perceptions and considerations before and after implementation. *Applied Ergonomics*, 90, Article 103260.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103260>

Rookes, P., & Willson, J. (2005). *Perception: Theory, development and organisation*. Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203977408>

Rousek, J. B., & Hallbeck, M. S. (2011). Improving and analyzing signage within a healthcare setting. *Applied Ergonomics*, 42(6), 771-784.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.12.004>

SEGD (Society for Experiential Graphic Design). (2010). Universal Symbols for Healthcare. Retrieved from <https://segd.org/resources/universal-symbols-for-healthcare/>

Shojaeizadeh, M., Djasasbi, S., & Trapp, A. C. (2016). Density of gaze points within a fixation and information processing behavior. In M. Antona & C. Stephanidis (Eds.), *Universal access in human-computer interaction: Methods, techniques, and best practices* (Vol. 9737, pp. 465-471). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40250-5_44

Sunyavivat, C., & Boonyachut, S. (2013). Essential of pictograms for effective hospital signage. In *The European Conference on Arts & Humanities 2013: Official*