

This file has been cleaned of potential threats.

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

Evaluation of visual perception in the context of the sensory city through artificial intelligence: A case study of Zand Complex urban spaces, Shiraz

Reihaneh Hadaegh 

M.A. in Urban Design, Faculty of Art and Architecture, Shiraz University, Shiraz, Iran

Mahsa Sholeh 

Associate Professor, Department of Urban Planning, Faculty of Art and Architecture, Shiraz University, Shiraz, Iran (Corresponding Author)

E-Mail: msholeh@shirazu.ac.ir

Sahand Lotfi 

Associate Professor, Department of Urban Planning, Faculty of Art and Architecture, Shiraz University, Shiraz, Iran

Alireza Sadeghi 

Associate Professor, Department of Urban Planning, Faculty of Art and Architecture, Shiraz University, Shiraz, Iran

Abstract

Visual perception is an important dimension of urban experience that directly shapes spatial behavior and the sense of place. However, it should be noted that in historical-cultural settings such as the Zand Complex in Shiraz, objectively assessing visual quality and linking it to the lived experiences of citizens poses significant challenges. The lack of integrated frameworks that combine sensory field-based observations with computational analysis limits the capacity to generate evidence-based design strategies. In the broader paradigm of the sensory city, where all senses are simultaneously engaged, vision is particularly influential, mediating security, comfort, aesthetics, identity, and place-making qualities that enhance urban vitality. From a neuroscientific perspective, vision is a system consisting of the retina, optic nerve, and visual cortex, in which rapid eye movements (eye saccade) and binocular vision play key roles in visual processing. In urban environments, the primary estimated components of visual perception include light and brightness, color and facades, and the visual environment, which are further influenced by secondary factors such as natural elements, spatial legibility, and behavior. Adequate lighting affects both perceived security and the duration of a user's presence, while color conveys symbolic and cultural meanings and influences psychological states such as calm or arousal. Facades and the visual environment, from a video ecology perspective, interact with the physiological and cognitive responses of the eye and brain, and visual environments are classified into three types: "comfortable", "homogeneous", and "aggressive" based on their compatibility with visual mechanisms and individual perceptual experience. This allows for a more accurate assessment of visual perception and supports urban design that is aligned with human visual processing.

This research develops and tests a framework for assessing visual perception within the framework of the sensory city model and applies it to the urban spaces of the Zand Complex. Specific objectives include redefining the components and processes of visual perception in this context; establishing measurable criteria for recording people's visual experience in urban environments (estimated as components including lighting and illumination, facades and visual environment, color and its harmony, natural elements, legibility and spatial recognition, and finally, people's behavior and activity in urban spaces); assessing the visual and functional performance of the study area using qualitative and quantitative methods; examining

the role of artificial intelligence, especially image processing, classification algorithms, and fuzzy logic, in diagnosing and guiding urban design interventions.

This study was conducted using a mixed-methods case study design. Data were collected through two primary methods and a complementary method for computing secondary data: (1) field surveys and sensory walks, (2) in-depth interviews, and (3) AI-based image processing and secondary visual data. The study area was divided into five spatial zones (A–E) to enable detailed analysis of environmental and visual features. The photographs and recorded videos were taken using professional cameras and their locations were calibrated to match the natural eye level and visual perception of the users. Field surveys and sensory walks were conducted in two seasons (summer and winter) and in both day and night sessions to ensure reliability and validity. In parallel with the field survey and sensory walks, qualitative data were collected from 33 in-depth interviews. The audio recordings were transcribed through an automated speech-to-text routine, and the resulting texts were coded and analyzed in ATLAS.ti, and AI-based sentiment and content analysis was integrated with image processing outputs to create a comprehensive interpretation of visual perception patterns. And at the end of each section of the two main methods, as well as at the end of each section of their main criteria, quantitative transformation of qualitative data was performed using Likert scale scoring for each spatial area and each criterion. Python-based image processing algorithms and AI-based fuzzy logic were used to extract and process secondary data from visual features. The methodological approach demonstrates how interdisciplinary techniques, combining spatial analysis, sensory ethnography, and computational modeling, can increase the accuracy and depth of urban perception studies.

The findings indicate that visual perception in the Zandieh complex in Shiraz is influenced by objective factors (light, color, texture, facade, greenery) and subjective factors (memory and historical identity), and user behavior and presence play a significant role in it. The analysis revealed significant variation in visual perception quality among the studied zones. Zones E and B demonstrated the highest levels of visual appeal and spatial presence. However, some zones such as C and D1 also showed relative desirability. Consequently, these zones demonstrated a more favorable situation compared to other sectors with lower scores. In spatial zones C and D1, short-term or tactical interventions can significantly enhance the visual quality and sensory experience of users. Other zones, however, require more extensive spatial planning and structural redesign to provide a more desirable sensory experience for urban users. Analyses of facades and the visual environment, based on videoecological criteria (Filin, 1997), showed that "aggressive" and "homogeneous" facades were associated with increased visual noise and eye fatigue, acting as factors that reduce the quality of experience. In-depth interviews revealed that factors such as accessibility, social functions, proximity to landmark elements, and diversity of activities can help mitigate these visual deficiencies. Methodologically, the integration of qualitative insights with AI-based image processing has increased the accuracy of visual index assessment and translated the findings into practical design recommendations. The proposed framework therefore bridges the gap between phenomenological research and computational analysis, providing a replicable model for assessing the sensory dimensions of urban space. Beyond the immediate case study, this research contributes to the broader discourse on urban design by highlighting how sense-based methods can be complemented by digital technologies to more effectively assess the quality of place in heritage contexts. This framework not only demonstrates the application of AI to urban perception studies, but also suggests pathways for integrating residents' experiential knowledge with computational models, thereby enriching participatory planning processes. In doing so, it provides a transferable methodology that can be adapted to other historic urban environments facing similar challenges of conservation, adaptation, and placemaking. Finally, this study emphasizes the necessity of multisensory and evidence-based approaches to designing resilient, legible, and engaging urban spaces that balance cultural continuity with contemporary urban needs while promoting long-term sustainability and civic identity.


Keywords: Visual perception, sensory city, artificial intelligence, Zand complex urban spaces, Shiraz

فصلنامه علمی نامه معماری و شهرسازی، ۱۸(۴۹)، ۵۷-۹۳

DOI: 10.30480/aup.2025.6044.2296

نوع مقاله: پژوهشی

ارزیابی ادراک بصری در چارچوب شهر حس پذیر با کاربری هوش مصنوعی: بررسی موردی فضاهای شهری مجموعه زندیه شیراز*


ریحانه حدائق  ID

کارشناس ارشد طراحی شهری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران


مهسا شعله  ID

دانشیار گروه طراحی شهری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران (نویسنده مسئول)

Email: msholeh@shirazu.ac.ir

سهند لطفی  ID

دانشیار گروه طراحی شهری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

علیرضا صادقی  ID

دانشیار گروه طراحی شهری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

چکیده

ادراک بصری، نقش محوری در تجربه و رفتار افراد در فضای شهری ایفاء می‌کند. کاربری چارچوب‌های ترکیبی که برداشت‌های میدانی حسی را با ابزارهای محاسباتی پیوند دهد، سبب ارائه راهکارهای هدفمند طراحی شهری می‌شود. پژوهش حاضر با هدف توسعه و آزمون چارچوبی برای «ارزیابی ادراک بصری در چارچوب شهر حس پذیر» و استخراج شاخص‌هایی جهت سنجش تجربه بصری افراد در فضاهای شهری؛ ارزیابی بصری و عملکردی فضاهای مجموعه زندیه شیراز به‌عنوان مطالعه موردی و بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در سنجش و هدایت مداخلات طراحی شهری است. پژوهش از نوع ترکیبی کیفی و کمی است و داده‌ها از طریق برداشت میدانی و حس‌گردی، ابزارهای هوش مصنوعی و پردازش تصویری و مصاحبه‌های عمیق گردآوری شده‌اند. برای تحلیل کمی از پردازش تصویر و استخراج ویژگی‌های بصری با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی و پردازش تصویر با استفاده از کد پایتون و روش‌های آماری برای مقایسه نواحی (A-E) بهره‌گرفته شده است. در مصاحبه‌های عمیق صورت گرفته (۳۳ مصاحبه‌شونده) داده‌ها به‌وسیله کد صوت به متن، به‌صورت نوشتار درآمد و سپس با نرم‌افزار اطلس‌تی‌آی، گروه‌بندی و کدگذاری و برای ارزیابی، تبیین معنا و اولویت‌های شهروندان تحلیل شدند. نتایج نشان می‌دهد که نواحی مطالعه‌شده در کیفیت ادراک بصری تفاوت معناداری دارند که در ارتباط مستقیم با مؤلفه‌های برآورد شده‌اند. کاربرد الگوریتم‌های پردازش تصویر قادر به استخراج شاخص‌های ساختاری و مکانمند شد و تلفیق آن با برداشت‌های میدانی و نتایج حاصل از مصاحبه‌های عمیق، دقت تحلیل را افزایش داد. براین اساس، مداخلات طراحی پیشنهادی برای ارتقای تجربه بینایی در فضاهای تاریخی پیشنهاد شد.

کلیدواژه‌ها: ادراک بصری، شهر حس پذیر، هوش مصنوعی، فضاهای شهری مجموعه زندیه، شیراز

* این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد ریحانه حدائق با عنوان «تدوین چارچوب طراحی فضای شهری با رویکرد شهر حس پذیر و کاربری هوش مصنوعی (نمونه موردی: فضاهای شهری مجموعه زندیه شیراز)» است که با راهنمایی دکتر مهسا شعله و مشاوره دکتر سهند لطفی و دکتر علیرضا صادقی در دانشکده هنر و معماری دانشگاه شیراز انجام شده است.

مقدمه

ادراک بصری به‌عنوان دروازه نخستین تعامل انسان با محیط ساخته‌شده، نقشی تعیین‌کننده در شکل‌گیری تجربه، معنا و رفتار شهری دارد؛ تجربه‌ای که هم‌زمان وجوه عینی و ذهنی - فرهنگی دارد (Merleau-Pon-ty, 1962; Pallasmaa, 2005). نظریه‌پردازانی مانند جین جیکوبز نیز به ادراک بصری در شهر با چشمان خیابان اشاره کرده و ابعاد مؤثر این ادراک را نیز به‌واقع در شهر شرح داده‌اند (Jacobs, 1992). به‌طور کلی توجه به ادراک بصری صرف، به‌خصوص در ذیل محیط شهری و معماری، عموماً مورد انتقاد پژوهشگران و نظریه‌پردازان مانند لینچ، شولتز و پالاسما قرار گرفته است. این پژوهشگران بینایی را در کنار سایر حواس و یکدیگر در ایجاد حسی مثبت از فضا و محیط شهری مؤثر می‌دانند (Lynch, 1960; Norberg-Schulz, 1976; Pallasmaa, 2005). به‌واسطه این امر، پژوهشگرانی چون زیمل (Simmel, 1997) و پالاسما با انتشار پژوهششان برای اولین بار به تأثیر حواس در شهر اشاره کردند و توجه صرف به یک حس را جایز نمی‌دانند. در پژوهش حاضر ادراک بصری در ذیل شهر حس‌پذیر بررسی و مؤلفه‌های آن همراه با شاخص‌های پیشنهادی جهت ارزیابی فضای شهری ارائه شده است. مرور پژوهش‌های اخیر درحوزه پژوهش‌های شهری و مبتنی بر حواس و تجارب حسی به‌خصوص بصری (Adams et al., 2009; Pallasmaa, 2005; Palmer, 1999; Pole, 2004; Rensink, 2004; Peca Amaral Gomes, 2023) نشان می‌دهد که با وجود رشد توجه به ابعاد حسی در شهر، مطالعاتی که به تحلیل هم‌زمان مؤلفه‌های بصری، تجربیات میدانی و ابزارهای هوشمند بپردازند، همچنان محدودند. به‌ویژه در بافت‌های تاریخی - فرهنگی مانند مجموعه زندیه شیراز، نیاز به روش‌هایی که هم حساسیت‌های کیفی ساکنان را ثبت کنند و هم با داده‌های کمی (تصویری و پردازشی) به تحلیل بپردازد، محسوس است. در این راستا اهداف این پژوهش عبارت‌اند از: بازتعریف مؤلفه‌ها و فرایند ادراک بصری در چارچوب «شهر حس‌پذیر» و استخراج معیارهایی شاخص‌پذیر جهت سنجش تجربه بصری افراد در فضاهای شهری، ارزیابی بصری و عملکردی فضاهای مجموعه زندیه شیراز به‌عنوان مطالعه موردی، و بررسی کاربردهای هوش مصنوعی (پردازش تصویر، الگوریتم‌های طبقه‌بندی و منطق فازی) در سنجش و هدایت مداخلات طراحی شهری.

این پژوهش با اتخاذ رویکردی ترکیبی، تلفیق برداشت‌های میدانی و مصاحبه‌های حسی با تحلیل‌های پردازش تصویر و الگوریتم‌های هوش مصنوعی (ازجمله طبقه‌بندی و منطق فازی)، درصدد است مؤلفه‌های ادراک بصری را بازتعریف کرده و کیفیت بصری و عملکردی فضاهای زندیه را ارزیابی نماید. انتظار می‌رود چنین چارچوبی هم به غنای نظری مطالعات حسی بپردازد و هم ابزارهای عملی جهت بهسازی و بازآفرینی بخشی از فضاهای شهری حس‌پذیر که در ارتباط با حس بینایی است را فراهم آورد.

پیشینه نظری

واژه انگلیسی حس‌پذیر^۱، «مربوط به حس یا احساس کردن؛ حامل احساس» است که در لاتین^۲، به‌معنای ادراک کردن، احساس کردن از طریق حواس پنجگانه برمی‌آید. در لغت‌نامه دهخدا واژه حس‌پذیر تعریف نشده است؛ اما می‌توان ترجمه دیگر این واژه را تحت عنوان «حسی» در این لغت‌نامه چنین یافت: منسوب به حس. منسوب به یکی از حواس. محسوس. مقابل معقول. تهانوی گوید: «هرآنچه منسوب به حس باشد، حسی گویند» (دهخدا، ۱۳۷۷، ۹۰۱۸). شهر قلمرویی برای موقعیت‌های حسی است که می‌تواند با توجه به زمان، فضا، فرهنگ، رسم و رسومات و مواردی که به‌طور مستقیم با زمینه محیط در ارتباط هستند، شکل‌های متنوعی بگیرد و این تجربه حسی منجر به حس تعلق به مکان عمیق در فرد شود (Adams et al., 2009). براساس گفته رایاپورت (1993) شهر و محله‌های آن جایی برای زندگی، دارای احساسی کیفی و شخصیت هستند که ما

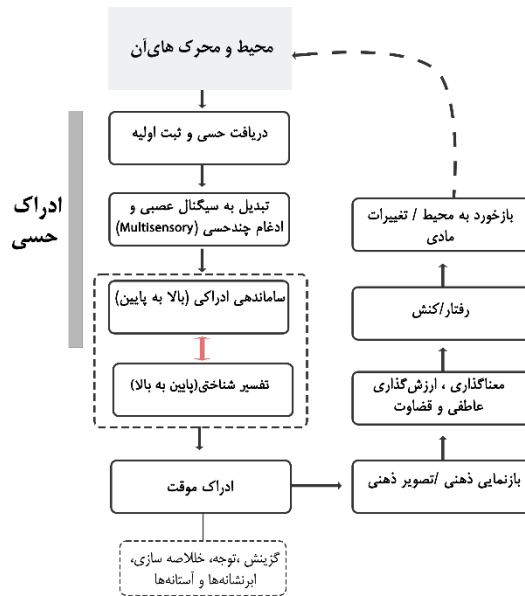
آن را به آسانی می‌توانیم حس کنیم. جک نسر در ادامه این بحث اضافه می‌کند که باینوجود احساس شما می‌توانند به موقعیت قرارگیری، علائم محیطی مؤثر بر ذهن‌تان و ارزیابی‌هایی که به احساسات، جمع‌بندی‌ها و رفتارهای شما شکل می‌دهند بستگی دارد (نسر، ۱۴۰۰، ۱). کافمن سه اصل نظری برای مطالعه شهر پیشنهاد می‌کند: آشتی دادن رویکردهای انتزاعی و حسی، گشودن مفهوم ایستایی فضا و نگاه به تحرک به‌عنوان تغییر ساختاری، نه صرفاً جابه‌جایی. او هشدار می‌دهد که مطالعات مرسوم شهری اغلب بعد حسی شهرها را نادیده می‌گیرند و بر فراتر رفتن از تحلیل‌های صرفاً غیرجسمی تأکید دارد (Kaufmann, 2016, 15–20). برایناساس می‌توان گفت طراحی شهری تمایل دارد که تنها حس بینایی را برتری دهد؛ اما ما جهان خود را از طریق پنج حس تجربه می‌کنیم (رو و مک‌کی، ۱۴۰۳، ۸۴). تعامل حسی با شهر را پالاسما به‌خوبی توصیف می‌کند و در برابر هژمونی بصری چنین استدلال می‌کند: «من با بدنم با شهر مواجه می‌شوم... من به‌واسطه خودم شهر را تجربه می‌کنم، و شهر در درون تجربه‌های مجسم شده من وجود دارد. شهر و بدن من یکدیگر را حمایت و مجهز می‌کنیم. شهر در من و من در شهر ساکن هستیم» (Pallasmaa, 2005, 40).

در شهر حس‌پذیر، مادیت و حسانیت شهر از طریق واسطه تجربه شخصی بدنی یکی می‌شوند؛ شهر عرصه‌ای از فرصت‌های حسی است که بسته به زمان، مکان، فرهنگ و سنت‌ها تغییر می‌کنند، و هر فرد در فرایند تعیین جایگاه خویش در آن با این فرصت‌ها تعامل برقرار می‌کند (Adams et al., 2009, 75). بنابراین می‌توان دریافت که تمرکز شهر حس‌پذیر در به‌کارگیری تمام حواس در کنار یکدیگر است؛ گرچه حس بینایی از مهم‌ترین حواس به‌کار برده شده در شهر محسوب می‌شوند؛ چراکه می‌تواند امنیت، آرامش و زیباشناسی، هویت و سایر ویژگی‌هایی را که یک مکان موفق در شهر دارد، در جهت افزایش حضور‌پذیری مردم و مکانسازی یک فضای شهری به‌کار گیرد (Jacobs, 1992; Pink, 2011; Rodaway, 1994; Simmel, 2023; Whyte, 1980). پس درصد یافتن مؤلفه‌ها و ارتباطات موجود میان آن‌ها در محیط جهت ادراک بصری افراد نیاز است تا ادراک و ادراک حسی و ارتباطات میان آن‌ها را شرح داده شود.

پارادایم موجود زنده و محیط به قرن بیستم ادامه یافت و به چارچوب پیش‌فرضی برای درک تعاملات انسانی با محیط‌های ساخته شده تبدیل شد. این پارادایم در مطالعات مختلفی مانند واکنش‌های انسانی به محیط‌ها و تفسیر فضا تجلی می‌یابد (Hillier, 2007, 311). همان‌طور که گلکار بیان کرده، در فرایند ارتباط انسان و فضای شهری رابطه دیالکتیکی میان ویژگی‌های محیط شهری، احساس، ادراک، شناخت، ارزیابی و رفتار انسان وجود دارد (شکوهی دولت‌آبادی و زارعی، ۱۴۰۰، ۱۵۵، به نقل از گلکار، ۱۳۸۷).

انسان‌ها محیط را نه تنها به‌عنوان اشیای خارجی، بلکه به‌عنوان چیزی که به‌طور مداوم با آن تعامل دارند، درک می‌کنند (Ingold, 2000) و درک آخرین مرحله در یکسری از سه مرحله متمایز است که یک انسان هنگام ارزیابی محیط خود از آن عبور می‌کند: ارزیابی، شناخت و درک (Rapoport, 1977). ادراک محیطی فرایندی چرخه‌ای است که از دریافت، سازمان‌دهی و ذخیره اطلاعات محیطی از طریق حواس آغاز شده و به تشکیل بازنمایی ذهنی و هدایت رفتار منتهی می‌شود (Asadia et al., 2023; Cassidy, 1997). این فرایند تعامل مستمر بین پردازش‌های «بالا به پایین» (دریافت‌های حسی) و «پایین به بالا» (طرحواره‌ها، انتظارات و تجربه‌های پیشین) را در برمی‌گیرد و مدل‌های ادراکی موقت را می‌سازد، آزمون و بازتصحیح می‌کند (Neisser, 1986; Rodaway, 1994; Cassidy, 1997, 17). در نتیجه می‌توان ادراک حسی را به‌عنوان بخشی از فرایند ادراک محیطی دانست که افراد از طریق حواس پنج‌گانه (بینایی، شنوایی، بویایی، چشایی و لامسه) با محیط شهری ارتباط برقرار می‌کنند و هر حس نقش منحصر به فردی در تجربه شهری ایفا می‌نماید (Steward, 2007, 10; Rodaway, 1994). حس‌ها پایه‌ای‌ترین واحد درک‌اند که اطلاعات محیطی را انتخاب، پالایش و ساختار می‌دهند و در فرایند معناسازی مشارکت فعال دارند (Merleau-Ponty, 1962; Rodaway, 1994).

شکل (۱) نشان داد: (1994; Grütter, 2020). براین اساس می‌توان فرایند ادراک محیطی را با در نظر گرفتن ادراک حسی به صورت



شکل ۱. فرایند ادراک محیطی و رابطه آن با ادراک حسی

در زبان انگلیسی دو واژه در معنای دید^۲ وجود دارد که هر دو به معنای «توانایی دیدن» و «ادراک بصری» به کار رفته‌اند. در فارسی «بینایی» به عنوان قوه باصره، روشنایی چشم تعریف شده‌است (دهخدا، ۱۳۷۷، ۵۲۸۳-۵۲۸۴). این ریشه‌یابی نشان می‌دهد که از آغاز مفهوم بینایی هم‌زمان جنبه حسی و نقشی بنیادین در شکل‌دادن ادراک جهان را داشته‌است (Merleau-Ponty, 1962). سیر اندیشه‌ها در این مبحث نشان می‌دهد بینایی هم نظریه‌پردازی فلسفی را شکل داده و هم به واسطه تغییر فرهنگ از شفاهی به مکتوب و سلطه فضای بصری در غرب، مرکزیت یافته‌است (Peca Amaral Pallasmaa, 2005; Merleau-Ponty, 1962; Gomes, 2023, 51). در شهر، بینایی نخستین مواجهه شهروند با مکان است و ترکیب مؤلفه‌های بعد عینی (نور، رنگ، بافت و...) و بعد ذهنی (تصویر ذهنی، خاطره، ارزش‌های فرهنگی و...) هویت، جذابیت و کارکرد اجتماعی فضا را در راستای ادراک آن می‌سازد؛ طراحان باید تضادهای بصری کنترل شده، علائم شاخص و تنوع عناصر را برای تقویت تجربه بصری و هم‌افزایی با دیگر حواس به کار گیرند (Steward, 2007; Alexander et al., 1977; Whyte, 1980; Palmer, 1999).

از منظر عصبی، بینایی سامانه‌ای شامل شبکه‌ی عصب بینایی و قشر بینایی است و مطالعات تصویربرداری عملکردی نقش نواحی متعدد مغز را در پردازش بصری نشان داده‌اند. دو سازوکار عملی کلیدی عبارت‌اند از حرکت‌های سریع چشم «ساکاد» که چشم را پیوسته برای اسکن محیط جابه‌جا می‌کنند (Kozlova, 2016)، به نقل از (Filin, 2009) و دید دوچشمی که مغز دو تصویر متفاوت هر چشم را با هم تلفیق می‌کند. هماهنگی این سازوکارها با ویژگی‌های تصویری مانند وضوح، نقاط تأکید، کنتراست، لبه‌ها و تنوع عناصر موجب «غنا بینایی» و کارکرد مطلوب چشم در ادراک بصری می‌شود (پورجعفر و علوی با المعنی، ۱۳۹۱؛ Bentley et al., 1985). حال مؤلفه‌هایی که بیشترین سهم را در ارزیابی ادراک (بصری) فرد در یک محیط شهری را دارند، شامل نور و نورپردازی، رنگ و بررسی نما و محیط بصری سه مؤلفه اصلی آن است که در بطن این موارد و

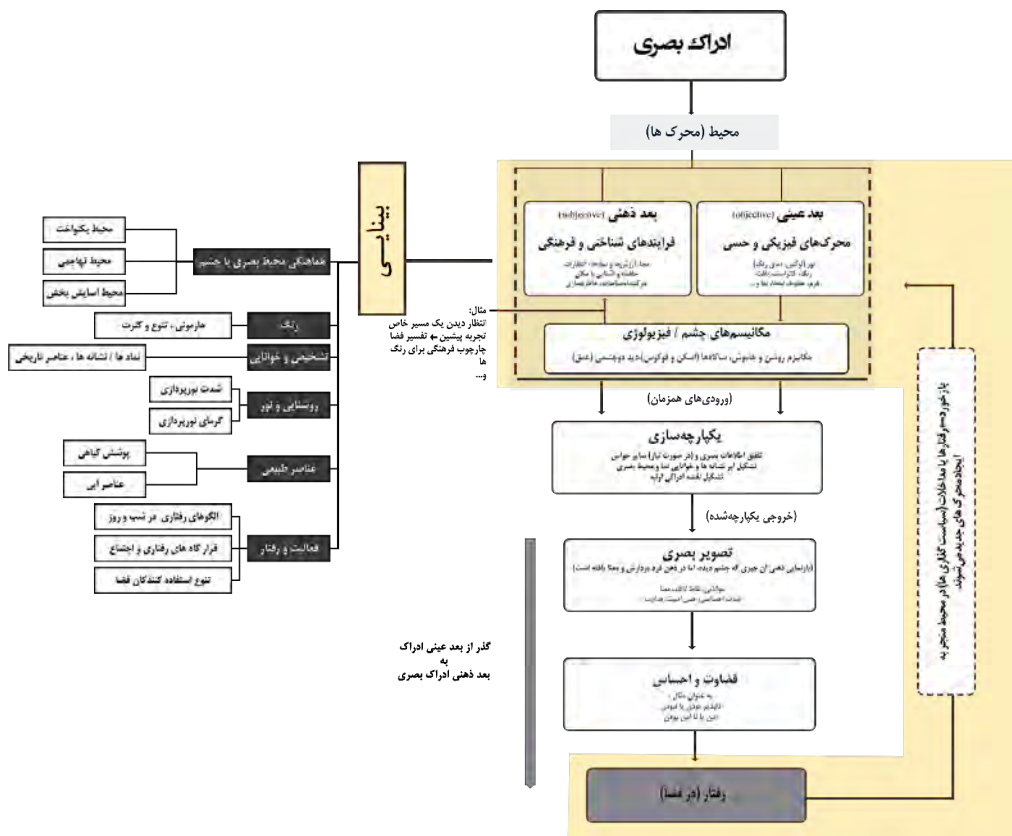
نحوه ادراک بصری و نتایج آن، عوامل دیگری چون عناصر طبیعی، بررسی تشخیص و خوانایی فضا و رفتار و فعالیت افراد در یک فضای شهری از جمله مؤلفه‌هایی است که قابل بررسی و ارزیابی است.

نوز اساس ادراک بصری است؛ یعنی دیدن منوط به رسیدن بازتاب نور به چشم است (Palmer, 1999, 15-17) و پردازش نور در عدسی، شبکیه و قشر بینایی معنا می‌گیرد (Palmer, 1999, 19-26). در شهر، نورپردازی باید استانداردهای روشنایی (۵۰-۲۰ لوکس در بافت‌های تاریخی) را رعایت کند (Karlen & Benya, 2004, 66) و دمای رنگ مناسب برای پیاده‌راه‌ها حدود ۲۷۰۰ کلوین توصیه شده است (Simmons et al., 2022, 5-10). مؤلفه‌های ارزیابی نور شامل شدت (لوکس)، دمای رنگ (کلوین)، کنتراست نور - سایه، توزیع و جهت تابش، نوع منبع^۴ و آلودگی نوری است (رو و مک‌کی، ۱۴۰۳). نور مطلوب بر احساس امنیت و مدت مکث افراد اثر می‌گذارد (Jacobs, 1992).

رنگ عنصر کلیدی دیگری در ادراک بصری شهری است که هم معانی نمادین و فرهنگی منتقل می‌کند و هم بر حالت‌های روانی مانند تعلق، آرامش یا هیجان تاثیر دارد (Jaglarz, 2023). کاربرد رنگ بسته به زمینه فرهنگی و هویتی متغیر است (Wang et al., 2023; Zhang et al., 2024)، و انتخاب پالت‌های هماهنگ یا متضاد کارکردها و تمرکز بصری را تعیین می‌کند (Cullen, 1961, 144-175). مؤلفه‌های ارزیابی رنگ شامل هارمونی پالت، اشباع و کنتراست، نقش فرهنگ و معنا، مقیاس به‌کارگیری در نما یا المان‌های کوچک، و هماهنگی با طبیعت و روشنایی محیط است (Dobrev, 2024, 15). رنگ‌های گرم حس دعوت‌کنندگی و رنگ‌های سرد حس آرامش منتقل می‌کنند (Jaglarz, 2023, 16-24; Zhang & Kim, 2023; Wang et al., 2023; Cullen, 1961).

محیط بصری و نما از اجزای جدایی‌ناپذیر فضای شهری است که در راستای ارزیابی آن در این پژوهش، علاوه بر موارد زیباشناسانه، رابطه آن با کارکرد چشم بررسی می‌شود که به بحث بوم‌شناسی بصری اشاره دارد. «بوم‌شناسی بصری» یا «ویدئو اکولوژی»^۵ دانشی میان‌رشته‌ای است که ارتباط میان ساختارهای بصری محیط و فرایندهای فیزیولوژیک و ادراکی بینایی انسان را بررسی می‌کند و این بحث اولین بار توسط فیلین (1997) مطرح شد (Filin, 1997; Kozlova, 2016). در این نظریه سه دسته‌بندی نما براساس شیوه دریافت چشم و به این واسطه ادراک فرد از تصویر دریافتی از محیط بصری به دست آمده که هر یک مؤلفه‌های مرتبطی براساس نوع محیط بصری که تأکید بر نمای ساختمان‌های جداره فضا است، در نظر گرفته شده و در سایر پژوهش‌های مرتبط معیارهای وی در فضاهای شهری متفاوت مورد سنجش قرار گرفته است (Kozlova, 2016; Dobrev, 2024; Filin, 2007). پورجعفر و همکاران، (۱۳۹۰). دلیل تقسیم‌بندی محیط‌های بصری به سه دسته (آسایش‌بخش، یکنواخت و تهاجمی) این است که واکنش چشم و مغز به ساختارهای بصری بسیار متفاوت است؛ طبقه‌بندی کمک می‌کند تا سازگاری یا تعارض طراحی‌های شهری با سازوکارهای بینایی (ساکاداها، میدان دید و پردازش کنتراست) سنجیده شود (Filin, 1997; 2007; 2009).

محیط آسایش‌بخش، دارای تنوع متناسب در مقیاس، بافت و رنگ و الهام‌گرفته از ساختارهای طبیعی؛ سازگار با سازوکارهای ساکادی، امکان تمرکز طولانی‌تر و تجربه بصری آرام را فراهم می‌آورد. محیط یکنواخت، سطوح وسیع، جزئیات کم و کنتراست ناکافی را که منجر به کاهش ساکاداها، افزایش دامنه دید و احساس بی‌قراری بینایی می‌شود، شامل است؛ مانند نماهای شیشه‌ای؛ محیط تهاجمی دارای تکرارهای منظم و عناصر مشابه بیش از حد (بیش از ۵ عنصر مشابه) که موجب اختلال در تثبیت دید، خستگی چشم و اختلاف سیگنال‌های دوچشمی می‌شود و ممکن است تجربه ادراکی ناخوشایند یا حتی اختلال‌های طولانی‌مدت ایجاد کند (Filin, 1997)؛ پورجعفر و همکاران، (۱۳۹۰).



شکل ۲. چارچوب مفهومی: ادراک بصری و فرایند بینایی و مؤلفه‌های آن

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش با هدف ارزیابی فضاهای شهری مجموعه زندیه شیراز با رویکرد شهر حس‌پذیر و تمرکز بر حس بینایی است. بر پایه این مبانی، شاخص‌هایی برای ارتقای حس‌پذیری و حضورپذیری افراد در محدوده از طریق مطالعات کتابخانه‌ای استخراج و سپس داده‌های مورد نیاز به روشی که در ادامه ذکر می‌شود جمع‌آوری شده است. به‌طور کلی این پژوهش ماهیتی ترکیبی دارد و بر داده‌های کیفی متکی است که در مراحل بعد تا حد ممکن به داده‌های کمی تبدیل می‌شوند. در ابتدا سه روش اصلی گردآوری شامل: (۱) پیمایش میدانی و پیاده‌روی حسی، (۲) مصاحبه‌های عمیق، و (۳) استفاده از ابزارهای تصویری و رسانه‌ای همچون عکس برداری، فیلم برداری است. شایان ذکر است که مراحل برداشت میدانی و مصاحبه‌های عمیق در شلوغ‌ترین و پرترددترین زمان‌های استفاده افراد از فضا در دو فصل زمستان (اسفندماه) و تابستان (تیرماه) در دو نوبت شب و روز در راستای تقویت روایی و پایایی این پژوهش صورت گرفته است. در تصویربرداری در راستای تحلیل نور و رنگ سعی شده با تنظیم مواردی چون ایزو، دوربین و سرعت شاتر تصاویر منطبق بر واقعیت دریافتی چشم در زمان تصویربرداری صورت گیرد و فیلم برداری و تصویربرداری‌های زمان‌دار بر روی سه پایه و با قراردادن دوربین در راستای ارتفاع چشم یک فرد با قد ۱۷۰ سانتی متر، صورت گرفتند تا موارد ضبط شده در زاویه مناسب دید یک فرد باشد. افزون براین، برای تقویت تحلیل‌ها از الگوریتم‌های هوش مصنوعی در زمینه‌هایی مانند پردازش تصویر، تحلیل صدا و استخراج احساسات و نظرات افراد استفاده شده است. انتخاب مجموعه تاریخی زندیه در شهر شیراز به‌عنوان نمونه موردی این پژوهش، به واسطه ویژگی‌های

ارزیابی ادراک بصری در چارچوب شهر حس‌پذیر با کاربست هوش مصنوعی: بررسی موردی فضاهای شهری مجموعه زندیه شیراز
ریحانه حدادق

تاریخی، فرهنگی و کالبدی منحصر به فرد آن صورت گرفته است. این محدوده که در قلب بافت تاریخی شهر و در منطقه هشت شهرداری شیراز واقع شده، یکی از کهن‌ترین و مهم‌ترین محوره‌های شکل‌دهنده ساختار شهری شیراز به شمار می‌رود و در مجاورت عناصر شاخصی چون ارگ کریم‌خان، بازار و مسجد وکیل و باغ نظر قرار دارد. حضور پیوسته فعالیت‌های اجتماعی، اقتصادی و گردشگری در این محدوده، آن را به یکی از پررفت‌وآمدترین فضاهای شهری شهر بدل کرده است؛ فضایی که در آن لایه‌های تاریخی و ادراکی شهر به وضوح در هم تنیده‌اند. از این رو، مجموعه زندیه به عنوان نمونه‌ای زنده از تعامل میان تاریخ، فرهنگ و تجربه حسی شهروندان، بستر مناسبی برای بررسی مؤلفه‌های ادراک بصری و کیفیت‌های حسی فضاهای شهری به شمار می‌آید. به واسطه گستردگی این مجموعه شهری، این فضا را به بخش‌ها و فضاهای شهری کوچک‌تری تقسیم‌بندی نموده تا بتوان بر جزئیات و ویژگی‌های محیطی و درنهایت تجارب حسی افراد در این فضای شهری را بررسی نمود.

با پیشرفت فناوری‌های هوش مصنوعی، امکان تحلیل دقیق‌تری از تجربیات حسی و طراحی فضاهای شهری متناسب با آن‌ها فراهم شده است. این امر می‌تواند به ارتقای کیفیت زندگی شهری کمک کند. در طراحی شهری، هوش مصنوعی شامل یادگیری ماشین، پردازش زبان و بینایی رایانه‌ای است. هوش مصنوعی می‌تواند به تحلیل داده‌های حس‌پذیری و بهینه‌سازی طراحی فضاهای شهری و شناسایی الگوهای رفتاری و نیازهای ساکنان کمک کند (Zhou et al., 2017; Kitchin, 2014). یادگیری ماشین به طور کلی به سه دسته تقسیم می‌شود: یادگیری ماشین نظارت‌شده، یادگیری ماشین بدون نظارت، و یادگیری تقویتی (Bishop & Nasrabadi, 2006). از روش دوم معمولاً برای دسته‌بندی داده‌ها، کاهش ابعاد، و تحلیل خوشه‌ای استفاده می‌شود. برای مثال می‌توان از روش‌های خوشه‌بندی جهت دسته‌بندی رنگ‌های موجود در تصویر استفاده و رنگ‌های غالب را مشخص کرد.

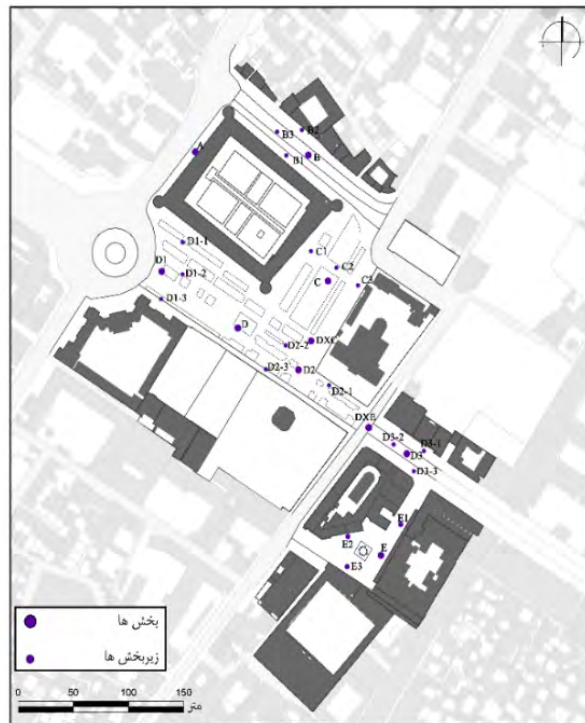
در هوش مصنوعی منطق فازی اغلب با روش‌های یادگیری ترکیب می‌شود؛ در خوشه‌بندی فازی نمونه‌ها می‌توانند با درجات مختلف به چند خوشه تعلق یابند و در طبقه‌بندی فازی احتمال تعلق نمونه‌ها به هر کلاس تخمین زده می‌شود که انعطاف و تفسیرپذیری مدل‌ها را افزایش می‌دهد. کاربرد عملی نمونه‌ای آن، برآورد روشنایی (لوکس^۲) و دمای رنگ (کلوین^۱) از تصاویر است؛ با در نظر گرفتن شدت نور و رنگ به عنوان ورودی‌های فازی و تعریف توابع عضویت و قوانین، می‌توان مقادیر نورسنجی را در شرایط متغیر یا مبهم با دقت و پایداری بیشتر تخمین زد.

پردازش تصویر^۱ شاخه‌ای مهم در بینایی ماشین و هوش مصنوعی است که با تحلیل تصاویر دیجیتال، اطلاعات کاربردی استخراج می‌کند (Gonzalez & Woods, 2007). این فناوری در نقشه‌برداری شهری، تشخیص اشیاء، تحلیل تصاویر ماهواره‌ای و پایش ترافیک کاربرد دارد. در طراحی شهری نیز به بررسی الگوهای رشد، تراکم، فضای سبز و کیفیت سطوح شهری کمک کرده و نقش مهمی در توسعه پایدار ایفاء می‌کند. مراحل اصلی پردازش تصویر شامل پیش‌پردازش، استخراج ویژگی، بخش‌بندی و طبقه‌بندی است (Bengio et al., 2017; Zhou et al., 2017). همچنین، شبکه‌های عصبی عمیق^۲ در شناسایی اشیاء و تحلیل الگوهای پیچیده به کار می‌روند (LeCun et al., 2015).

کدنویسی در پایتون و کتابخانه‌های مرتبط^۳، امکان تبدیل داده‌های حسی به اطلاعات قابل تحلیل را فراهم می‌کند. به این ترتیب، عناصر کالبدی و رفتاری فضا همچون رنگ، نور، فعالیت‌ها، نویزها و بافت‌ها ثبت و در قالب داده‌های متنوع بررسی می‌شوند. به طور کلی پس از تهیه نقشه‌های شناخت اولیه، محدوده به بخش‌های متفاوت تقسیم شد (شکل ۳) تا ارزیابی فضای شهری موجود گویاتر و مکان‌مندتر باشند. شاخص‌های مورد بررسی که در ادراک بصری افراد مؤثر هستند، براساس جدول (۱) گردآوری و بررسی می‌شوند.

جدول ۱. معیارها و شاخص‌های مرتبط با بینایی و روش‌های گردآوری داده‌های اولیه و ثانویه

حس	معیار	شاخص	روش گردآوری اولیه و ثانویه			
			برداشت میدانی (حسی)	مصاحبه عمیق	هوش مصنوعی	
تایید	هماهنگی محیط بصری با چشم	محیط یکنواخت				
		محیط تهاجمی				
		محیط آسایش بخش				
	رنگ	هارمونی، تنوع و کثرت				
	تشخیص و خوانایی	نمادها / نشانه‌ها، عناصر تاریخی				
	روشنایی و نور	شدت نورپردازی در شب				
		گرمای نورپردازی				
	عناصر طبیعی	پوشش گیاهی و تراکم آن				
		عناصر آبی (وجود عنصر آب)				
	فعالیت و رفتار	فعالیت و رفتار	الگوهای رفتاری (روز و شب) [رفتارها و فعالیت‌های صورت گرفته در راستای بینایی]			
			تنوع گروه‌های استفاده‌کننده از فضا			
			گره‌ها و قرارگاه‌های رفتاری [و محل اجتماع]			



شکل ۳. نقشه تقسیم بندی محدوده مورد مطالعه به بخش‌های کوچک‌تر

در نهایت جهت ارزیابی نتایج به دست آمده از مصاحبه‌ها و برداشت‌های میدانی و حسی با رویکرد تمرکز بر حس بینایی، از طیف لیکرت جهت امتیازدهی به هر بخش جدولی تدوین شده تا امتیازات براساس شرایط موجود از ۱ تا ۵ (کاملاً نامطلوب تا کاملاً مطلوب) در آن‌ها درج شود. این امتیازدهی در بخش تحلیل داده‌های به دست آمده از برداشت‌های میدانی و حس‌گردی صورت گرفته براساس نظر متخصص (که به واسطه حس‌گردی و براساس داده‌های ثانویه به دست آمده توسط هوش مصنوعی) امتیازدهی شده‌اند. این ترکیب روش‌ها، تصویری چندلایه از تجربه ادراکی کاربران در فضاهای شهری موجود مجموعه زندیه ایجاد می‌کند و امکان مقایسه و ارزیابی نتایج را می‌دهد.

پیمایش و برداشت میدانی به‌عنوان روشی ساختارمند، توصیفی و درعین‌حال انعطاف‌پذیر، به سنجش وضعیت فعلی محیط کمک می‌کند. در این پژوهش، روش «پیاپاده روی حسی» یا «حس‌گردی» نیز به کار گرفته شده است؛ روشی کیفی که طی آن به‌طور آگاهانه بر حواس خود متمرکز و تجربیات بینایی را در محیط ثبت می‌کند. این برداشت‌ها با ابزارهایی مانند عکس و فیلم‌برداری تکمیل می‌شوند و امکان تحلیل جامع‌تری از جنبه‌های حسی فضا را فراهم می‌کنند. در کنار این روش‌ها، مصاحبه‌های عمیق با کاربران فضا صورت گرفته تا درک و نقشه ذهنی آن‌ها از محیط شهری، به زبان خودشان و از زاویه تجربه زیسته‌شان، بازتاب یابد. مصاحبه‌ها با استفاده از ضبط صوت مستند شده تا علاوه بر ثبت دقیق روایت‌ها، امکان تحلیل جزئیات صوتی و متنی فراهم شود. جامعه هدف شامل تمامی استفاده‌کنندگان فضای شهری است که با توجه به آنکه ۳۰ نفر در پژوهش با روش مصاحبه عمیق مطلوب در نظر گرفته شده است (Rutakumwa et al., 2020)، در این پژوهش ۳۳ مصاحبه صورت گرفته است. با توجه به ماهیت کیفی پژوهش، برای اطمینان از تنوع دیدگاه‌ها و حذف سوگیری احتمالی، از نمونه‌گیری تصادفی ساده در میان جامعه هدف استفاده شد. این کار با انتخاب تصادفی میان افراد حاضر در فضای شهری شامل کسبه و استفاده‌کنندگان از فضاهای مجموعه زندیه صورت گرفت. مصاحبه‌ها پس از تبدیل به متن مدون از طریق کد مورد نظر، با نرم افزار اطلس‌تی‌آی^{۱۳} کدگذاری و داده‌های قابل محاسبه تبدیل شده‌اند. داده‌های به دست آمده از مصاحبه‌ها به‌عنوان مکمل برداشت‌های میدانی، تصویری غنی‌تر از مکان فراهم می‌کند.

در تکمیل داده‌های میدانی، ابزارهای رسانه‌ای^{۱۴} برای ثبت لایه‌های کالبدی - مکانی و تصاویر هوایی به کار گرفته شده‌اند. عکس و فیلم‌برداری‌های میدانی نیز با دوربین حرفه‌ای و تلفن همراه ثبت گردیده‌اند. تنظیمات دوربین در راستای بازنمایی نزدیک به تجربه واقعی چشم انسان صورت گرفته تا امکان تحلیل دقیق رنگ‌ها، نور و رفتارها فراهم شود. این داده‌ها علاوه بر مستندسازی، برای محاسبه تراکم رنگ‌ها، شدت نور (لوکس و کلومین) و تحلیل تغییرات محیطی در بازه‌های زمانی مختلف به کار رفته‌اند. در نهایت، هوش مصنوعی به‌عنوان ابزاری ثانویه نقش مهمی در مرحله تحلیل و ایجاد داده‌های ثانویه ایفاء کرده است. الگوریتم‌های یادگیری عمیق در پردازش صدا (تشخیص نویز، تبدیل صدا به متن، دسته‌بندی گفتار)، تحلیل بصری (تشخیص نماها، رنگ‌ها، کنتراست‌ها و...) و حتی استخراج احساسات کاربران از داده‌های مصاحبه به کار گرفته شده‌اند. بدین ترتیب، پژوهش با ترکیب روش‌های کیفی - کمی و فناوری‌های نوین، چارچوبی چندبعدی برای شناخت و طراحی فضاهای شهری حس‌پذیر ارائه می‌دهد. کدهای به کار رفته در پایتون در جهت پردازش تصویری و هوش مصنوعی و نحوه کارکرد هر یک را به‌صورت خلاصه بیان کرد.

کد نما: این کد پایتون برای تحلیل بصری نماهای ساختمانی طراحی شده است و با استفاده از کتابخانه‌های اوپن‌سی‌وی^{۱۴} و نامپی^{۱۵}، ابتدا با میانگین‌گیری پیکسل‌های تصاویر ورودی، یک تصویر ترکیبی تولید می‌شود. سپس، ویژگی‌های کلیدی مانند تعداد عناصر تکراری، پراکندگی و واریانس رنگ، کنتراست، نویز بصری و ریتم

را از تصویر استخراج می‌کند. سپس، براساس معیارهای استخراج‌شده، به یکی از سه دسته «یکنواخت»^{۱۶} (عناصر کمتر از ۱۰۰۰۰)، «تهاجمی»^{۱۷} (عناصر ۵۰۰۰۰ تا ۱۴۰۰۰۰، نویز بالای ۱۰ و ریتم) یا «آسایش بخش»^{۱۸} (سایر موارد) طبقه‌بندی می‌شود. نتایج در فایل‌های اکسل و ورد ذخیره شده و تصویر ترکیبی نیز نگهداری می‌شود. کد رنگ: این کد پایتون برای تحلیل رنگ‌های غالب در تصاویر نمای ساختمانی طراحی شده است و با بهره‌گیری از کتابخانه‌های اوپن‌سی‌وی، نامپی و سای - کیت لرن^{۱۹}، رنگ‌های اصلی تصویر را شناسایی و استخراج می‌کند. ابتدا کاربر یک تصویر و تعداد خوشه‌های رنگی مورد نظر را وارد می‌کند. سپس، با استفاده از الگوریتم کی - مین^{۲۰}، پیکسل‌های تصویر خوشه‌بندی شده و رنگ‌های غالب به همراه درصد حضور هر رنگ محاسبه می‌شوند. نتایج در قالب یک فایل اکسل (شامل مقادیر RGB، کد هگزادسیمال و درصد هر رنگ) و یک تصویر نمونه^{۲۱} حاوی رنگ‌های استخراج‌شده ذخیره می‌گردند. این کد جهت تحلیل پالت رنگی نماهای شهری در مطالعات مورد استفاده قرار گرفت.

کد نور: این کد پایتون برای تحلیل ویژگی‌های نوری تصاویر چراغ‌های معابر طراحی شده است و با استفاده از کتابخانه‌های اوپن‌سی‌وی، نامپی و سای - کیت فازی^{۲۲}، شدت نور (لوکس) و دمای رنگ (کلوین) را به صورت خودکار ارزیابی می‌کند. تصویر ورودی ابتدا به فضای رنگی YUV تبدیل شده تا میانگین روشنایی (کامپوننت Y) استخراج شود که نشان‌دهنده شدت نور است. همچنین، با تبدیل تصویر به فضای رنگی HSV، میانگین رنگ مایه^{۲۳} محاسبه می‌شود تا دمای رنگ (گرم، خنثی یا سرد) تعیین شود. این ویژگی‌ها به یک سیستم فازی وارد می‌شوند که شامل دو متغیر ورودی (روشنایی در بازه [۰, ۲۵۵] و رنگ مایه در بازه [۰, ۱]) و دو متغیر خروجی (لوکس در بازه [۰, ۵۰۰] و کلوین در بازه [۱۰۰۰, ۸۰۰۰]) است، هر یک با سه تابع عضویت مثلثی (کم، متوسط، زیاد برای لوکس؛ گرم، خنثی، سرد برای کلوین). سیستم فازی با شش قانون ساده (مانند «اگر روشنایی کم باشد، لوکس کم است» یا «اگر رنگ مایه گرم باشد، کلوین گرم است») و با استفاده از روش استنتاج مامدانی^{۲۴}، مقادیر لوکس و کلوین را محاسبه می‌کند.

کد صوت به متن: این کد پایتون برای تبدیل فایل صوتی به متن با استفاده از کتابخانه ویسپر^{۲۵} و قالب‌بندی خروجی در یک سند ورود با بهره‌گیری از کتابخانه مرتبطش^{۲۶} طراحی شده است. مدل لارج از کتابخانه ویسپر^{۲۷} که یک سیستم پیشرفته تشخیص گفتار مبتنی بر یادگیری عمیق است، برای تبدیل صوت به متن استفاده می‌شود. این مدل فایل صوتی را به صورت خودکار تحلیل کرده و متن پیاده شده را به همراه بازه‌های زمانی هر قطعه گفتاری^{۲۸} تولید می‌کند. ویسپر با بهره‌گیری از شبکه‌های عصبی مبدل، قادر به تشخیص گفتار در زبان‌های مختلف (از جمله فارسی) با دقت بالا بوده و نیازی به پیش‌پردازش پیچیده صوت ندارد. متن استخراج‌شده شامل قطعات گفتاری مجزا همراه با زمان‌بندی شروع و پایان (به ثانیه) است. متن استخراج شده به صورت پاراگراف‌هایی با تراز راست (مناسب برای فارسی) و همراه با برچسب زمانی در سند ورود قالب‌بندی می‌شود. این ابزار برای تبدیل گفتار به متن در تحلیل محتوای مصاحبه‌ها، مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در روش‌شناسی گفته شد ارزیابی هم با برداشت‌های میدانی و حسی و مصاحبه‌های عمیق صورت گرفته است. در ابتدا به بررسی داده‌های به دست آمده از برداشت‌های میدانی و سپس مصاحبه‌ها پرداخته می‌شود. در بررسی مؤلفه‌های بینایی براساس جدول (۱)، داده‌ها در راستای موقعیت در هریک از دسته‌های مربوطه جهت تحلیل، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نما و محیط بصری

در بخش نما که براساس نظریه «بوم‌شناسی بصری^{۲۹}» فیلین (۱۹۹۸) طبقه‌بندی شده است، با استفاده از کد پایتون طراحی شده، ابتدا تصاویر مربوط به نمای ساختمان‌ها و محیط بصری بخش مورد نظر انتخاب می‌شوند. پس از بارگذاری چند تصویر از نماهای مختلف در محیط کد، تمامی تصاویر به ابعاد یکسان بازنمونه‌سازی شده و در نهایت یک تصویر تلفیقی، به صورت میانگین بصری از کل تصاویر تولید گردید. این تصویر ترکیبی، نمایی کلی از ویژگی‌های مشترک میان نماهای انتخابی ارائه می‌دهد که تصاویر براساس بخش‌های مربوطه طبقه‌بندی شده و در نهایت در یکی از دسته‌بندی‌های آسایش بخش، تهاجمی و یا یکنواخت قرار می‌گیرند. همچنین نظر متخصص که براساس پیمایش میدانی و حس‌گردی به دست آمده در تحلیل نهایی داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۲. امتیازات و دسته‌بندی نماها و محیط‌های بصری براساس معیارهای بوم‌شناسی بصری

name	elements	color_dispersion	color_variance	contrast	rhythm	noise	class
A	19207	61.24	3813.49	2994.3	FALSE	52340.03	Comfortable
B	80630	71.96	5197.38	5104.3	TRUE	100421.2	Aggressive
C1	26558	63.12	4039.18	3148.13	FALSE	41047.1	Comfortable
C3	9348	68.21	4658.43	4326.78	FALSE	38703.37	Homogeneous
D1-1	19207	61.24	3813.49	2994.3	FALSE	52340.03	Comfortable
D1-3	2418	64.55	4173.5	4192.82	FALSE	13503.82	Homogeneous
D2-1	11063	70.75	5041	4148.19	FALSE	46260.79	Comfortable
D2-3	24576	67.74	4596.01	4278.28	FALSE	56740.63	Comfortable
D3-1	16440	65.64	4308.9	4179.54	TRUE	40410.23	Comfortable
D3-3	25655	80.98	6592.17	5943.34	FALSE	62070.55	Comfortable
E1	24766	62.84	3949.44	3841.31	FALSE	48896.08	Comfortable
E2	51411	60.95	3739.24	3368.75	TRUE	65325.09	Aggressive
E3	10596	58.73	3460.4	3227.75	FALSE	20965.03	Comfortable

بررسی کمی نتایج نشان می‌دهد برخی مقادیر به‌طور چشمگیری از سایرین بالاترند (در جدول (۲) با رنگ قرمز مشخص شده‌اند). به‌عنوان نمونه، در ستون «نویز» محدوده‌های E2، D3-3 و B بیشترین مقدار اغتشاش را دارند که لازم است در فرایند طراحی مورد توجه قرار گیرند. این مقادیر به‌عنوان شاخص‌های کمی برای اولویت‌بندی مداخلات محیطی استفاده می‌شوند. علاوه بر شاخص‌های عددی، شاخص‌های کالبدی - فضایی مانند تنوع خط آسمان، میزان محصوریت و نشانه‌های شهری (المان‌های جهت‌دهنده و جاذب حرکت) نیز در ارزیابی نهایی لحاظ شده‌اند. به همین دلیل محدوده B، با وجود وجود نمای تجاری با ویژگی‌های «تهاجمی» که توسط کد و تشخیص خبره مشخص شده، در مجموع می‌تواند نسبت به محدوده A امتیاز بالاتری کسب کند؛ زیرا خط آسمان آن یکنواخت نیست و محصوریت مطلوب‌تری دارد و بنابراین پتانسیل آسایش بیشتری در بخش‌هایی از محیط نشان می‌دهد. در محدوده C نیز علی‌رغم جداره‌های نرم

و عناصر مطلوبی چون فضای سبز و نشانه‌ها، حضور نمای بانک ملی با محصوریت کمتر و کفسازی یکنواخت عاملی کاهنده در امتیاز آسایش محسوب می‌شود؛ نشان‌دهنده آن است که ترکیب عناصر بصری و کالبدی می‌تواند عملکرد عددی کد را تعدیل کند. درنهایت، امتیازات جدول (۳) بر پایه طیف لیکرت تعریف شده‌اند (مقدار ۵ بیشترین «آسایش بخشی نما و محیط بصری»؛ بنابراین تفسیر نتایج باید هم‌زمان مبتنی بر مقادیر کمی (نویز، تراکم، رنگ و غیره) و بازخوانی کیفی ویژگی‌های کالبدی - عملکردی هر محدوده باشد.

جدول ۳. امتیازدهی به مطلوبیت نما و محیط بصری محدوده

حس - بخش	محدوده	۱	۲	۳	۴	۵
بنایی - نما و محیط بصری	A					
	B					
	C					
	D1					
	D2					
	D3					
	E					

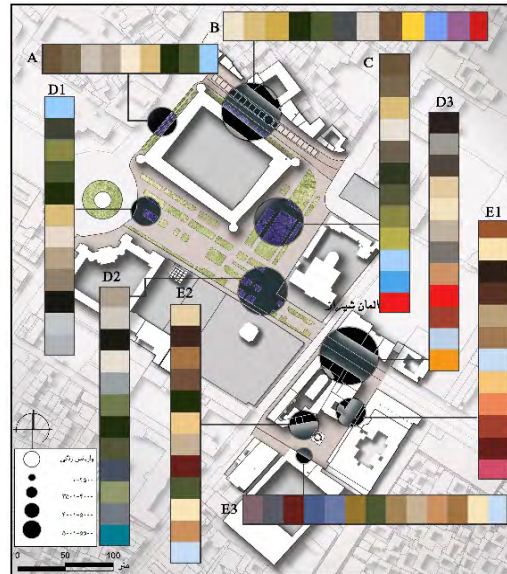
رنگ و واریانس آن

مورد بعدی بررسی رنگ و هارمونی آن در محدوده مورد بررسی است. در نقشه مشاهده می‌شود که در تمامی محدوده‌ها به جز بخش‌های E1 و D3 پوشش گیاهی (طیف سبز) غالب و شاخص است؛ سبزی‌نگی حاضر نقش واضحی در تقویت آرامش ذهنی و سرزندگی کاربران دارد و بدون ایجاد اغتشاش بصری، به تجربه مثبت فضایی کمک می‌کند. کاهش پوشش در E1 به دلیل قرارگیری در راسته تجاری ضلع بازار وکیل است؛ لذا درمیانه این بخش اقدام به کاشت درختچه‌ها و باغچه‌های کوچک شده تا پوشش سبز و اثر آرامش بخش آن تقویت شود. در D3 اگرچه فضای سبز و درختان فصلی وجود دارد، ارتفاع بلند تاج درخت‌ها سبب شده سبزی‌نگی در دید عابران پیاده کم‌اثر دیده شود؛ ازاین‌رو تنظیم ارتفاع، انتخاب گونه و توزیع سبزی‌نگی در سطح دید پیاده اهمیت کلیدی دارد.

جدول ۴. میانگین واریانس رنگی به تفکیک بخش‌های محدوده

name	av-color var
A	3813.49
B	5197.38
C	4039.18
d1	3,993.50
d2	4,818.51

d3	5,450.54
e1	3949.44
e2	3739.24
e3	3460.4



شکل ۴. نقشه پالت رنگی و واریانس آن در محدوده

همچنین فقدان قالب یا دسته رنگی هماهنگ میان واحدهای تجاری و محیط پیرامون، به‌ویژه تابلوها و میل‌مان خیابانی با رنگ‌های پرشور مانند قرمز و زرد، با وجود جلب توجه، می‌تواند بر آرامش بصری تاثیر معکوس بگذارد.

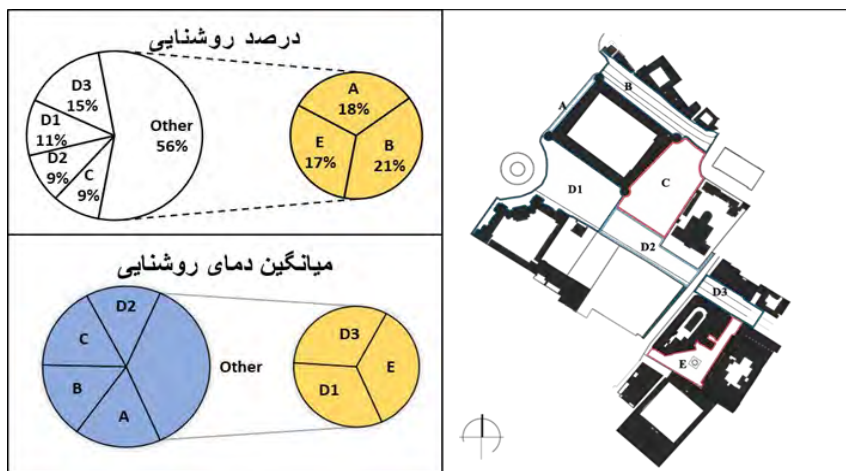
تحلیل نماها نشان می‌دهد محدوده‌های D3 و B به‌واسطه رنگ‌های ناهمگون و تابلوهای با کنتراست بالا در وضعیت بصری نامطلوب قرار دارند. المان‌های کوچک مانند سطوح زباله قرمز یا باجه تلفن زرد، اگرچه برجسته‌اند، انسجام رنگی فضا را کاهش می‌دهند و آستانه تحریک بصری را بالا می‌برند. ازسوی دیگر، حضور گسترده «آبی آسمانی» در نماها نشان‌دهنده حفظ خط افق و امکان ایجاد پس‌زمینه‌ای منسجم است؛ بنابراین همسوسازی عناصر با این پس‌زمینه می‌تواند انسجام کلی را تقویت کند. بخش‌های A و D عمدتاً به رنگ‌های خنثی و خاکستری تیره متمایل‌اند که ناشی از مجاورت با بسترهای عبوری، تیرهای برق و کف‌سازی یکنواخت است و پالت کلی را خنثی کرده است. درنهایت، پیشنهاد‌های طراحی باید هم‌زمان مبتنی بر داده‌های کمی جدول لیکرت (جدول ۵) و بازخوانی کیفی ترکیب‌های رنگی و کالبدی هر محدوده باشد تا پوشش گیاهی دیداری و همچنین هماهنگی رنگی به‌روشنی ارتقاء یابد. درنهایت می‌توان امتیازدهی این بخش را در جدول زیر مشاهده کرد. به‌نحوی که می‌توان گفت تمامی بخش‌ها در بخش رنگ ضعیف عملکردند؛ به‌جز محدوده E البته شایان ذکر است که فضای سبز و سبزی‌نگی آن منجر شده تا امتیازات سایر محدوده‌ها به‌واسطه آرامشی که این رنگ در ذهن افراد و ادراکشان از فضا بجای می‌گذارد از حد واقعی تا حدی بیشتر محاسبه شود.

جدول ۵. جدول امتیاز دهی به مطلوبیت رنگ‌ها و هارمونی‌شان در محدوده

حس - بخش	محدوده	۱	۲	۳	۴	۵
پهنای رنگ	A		■			
	B		■			
	C			■		
	D1		■			
	D2			■		
	D3				■	
	E					■

شدت و گرمای نورپردازی

با استفاده از ماژول‌های تحلیلی و ابزارهای هوش مصنوعی، میانگین روشنایی و برآورد دمای رنگ (لوکس، کلوین) برای هر محدوده استخراج شد. تصاویر میدانی طوری انتخاب و تنظیم شدند که بازتابی دید انسانی را تقویت کنند تا نتایج با تجربه عابران هم‌خوانی بیشتری داشته باشند. تحلیل مقایسه‌ای نشان می‌دهد محدوده‌های A، B، E و بیشترین میانگین روشنایی را دارند؛ هرچند به دلیل مساحت کمتر و مجاورت خیابان، جایگاه A ممکن است پایین‌تر قرار گیرد و D3 به عنوان جایگزین مطرح شود. از نظر دمای رنگ، E، D1 و D3 گرم‌ترین پروفیل را نشان می‌دهند و E در هر دو شاخص در وضعیت نسبتاً مطلوبی قرار دارد. در مقابل، محدوده C (محدوده اصلی در مجاورت ورودی ارگ کریم‌خان) کمترین روشنایی و سردترین دمای نور را دارد که نشانه ناکافی بودن سازوکار نورپردازی و ناسازگاری دیداری با نیاز کاربران است.



شکل ۵. نقشه تقسیم‌بندی بخش‌های محدوده (راست) و نمودار درصد و میانگین دمای روشنایی در بخش‌ها (چپ)

تحلیل جزئی‌تر توزیع منابع نور نشان می‌دهد در D3 بخش عمده روشنایی شبانه از ویتترین‌های تجاری تأمین می‌شود و سمت مقابل (جلوخان مسجد وکیل تا محدوده بانک‌ها و مهمانسرا) تجهیزات محیطی کمتری دارد. این نابرابری توزیع باعث ناپایداری روشنایی علی‌رغم میانگین متوسط می‌شود. در D2 ردیف پایه‌های

روشنایی به دلیل نقص فنی اغلب کامل فعال نیست و حتی در صورت فعالیت، شدت نور ناکافی بود که به ایجاد نقاط تاریک و تجمع ناامن در پیاده‌روها منجر شده و نیازمند افزایش لوکس یا بازطراحی شبکه است. D1 با وجود دمای نور گرم، به واسطه میانگین روشنایی پایین فضایی نامناسب برای مکث ایجاد می‌کند. همچنین محدوده B که در رتبه دوم روشنایی قرار دارد، از سه منبع اصلی نور بهره می‌برد: ورودی واحدهای تجاری، «تونل نور» و نورپردازی بر جداره ارگ. در این محدوده جز در نقطه تلاقی با خیابان A پایه‌های روشنایی سطحی وجود ندارند. بدین سان سطح روشنایی کلی در B مطلوب ارزیابی می‌شود؛ اما تنوع و شدت متفاوت منابع موجب شده میانگین دمای نور در آن کمی سردتر از برخی محدوده‌های منتخب باشد. در جمع‌بندی، ارقام جدول کارکردی نشان‌دهنده تفاوت‌های نسبی و نابرابری‌های توزیع روشنایی و کیفیت دمایی‌اند.

جدول ۶. جدول شدت و گرمای روشنایی برآورد شده از کد مدل فازی

partition	name	Image	Avg Brightness	Avg Hue	Lux (num)	Lux (word)	Kelvin (num)	Kelvin (word)
A	A-ROAD	_MG_4234.JPG	0.25	0.27 3	50	fifty	4250	four thousand, two hundred and fifty
B	1	20250227_200602_COPY.jpg	0.26	0.27 6	50	fifty	4250	four thousand, two hundred and fifty
B	2	IMG_4220.JPG	0.36	0.11 7	50	fifty	2780	two thousand, seven hundred and eighty
B	3	_MG_4223.JPG	0.35	0.39 3	50	fifty	4250	four thousand, two hundred and fifty
B	(mix)4	_MG_4215.JPG	0.22	0.37 1	50	fifty	4250	four thousand, two hundred and fifty
C	1	_MG_4211.JPG	0.13	0.32 6	50	fifty	4250	four thousand, two hundred and fifty
C	2	_MG_4206.JPG	0.11	0.41 2	50	fifty	4382	four thousand, three hundred and eighty-two
C	3	_MG_4184.JPG	0.13	0.51 7	50	fifty	6500	six thousand, five hundred
D1	1	_MG_4035.JPG	0.19	0.09 9	50	fifty	2000	two thousand
D1	2	_MG_4024.JPG	0.14	0.15 9	50	fifty	4250	four thousand, two hundred and fifty
D1	3	_MG_4011.JPG	0.13	0.40 5	50	fifty	4302	four thousand, three hundred and two
D1	4	_MG_4032.JPG	0.15	0.12 7	50	fifty	3184	three thousand, one hundred and eighty-four
D1	5	_MG_4045.JPG	0.18	0.16 7	50	fifty	2000	two thousand
D2	1	_MG_4078.JPG	0.09	0.33 7	50	fifty	4250	two thousand, five hundred and fifty
D2	2	_MG_4063.JPG	0.12	0.18	50	fifty	2500	four thousand, two hundred and fifty
D2	3	_MG_4103.JPG	0.12	0.18 5	50	fifty	4250	four thousand, two hundred and fifty
D2	4	_MG_4067.JPG	0.2	0.26 2	50	fifty	3700	three thousand, seven hundred and fifty
D3	1	_MG_4122.JPG	0.17	0.10 5	50	fifty	2227	two thousand, two hundred and twenty-seven
D3	3+5F	_MG_4121.JPG	0.27	0.11 1	50	fifty	2524	two thousand, five hundred and twenty-four
D3	3	_MG_4108.JPG	0.13	0.12	50	fifty	2889	two thousand, eight hundred and eighty-nine
D3	4	_MG_4104.JPG	0.28	0.18 1	50	fifty	4250	four thousand, two hundred and fifty
E	1	_MG_4176.JPG	0.28	0.26 2	50	fifty	4250	four thousand, two hundred and fifty
E	2	_MG_4170.JPG	0.16	0.09	50	fifty	2000	two thousand
E	3	_MG_4166.JPG	0.14	0.09 4	50	fifty	2000	two thousand
E	واحد 5+ های تجاری	_MG_4163.JPG	0.15	0.14 9	50	fifty	4191	four thousand, one hundred and ninety-one
E	5	_MG_4139.JPG	0.36	0.11 3	50	fifty	4000	four thousand
E	ARG00	_MG_4138.JPG	0.32	0.14 7	50	fifty	4068	four thousand and sixty-eight
ARG	4	_MG_4199.JPG	0.4	0.09 1	50	fifty	2000	two thousand

در بررسی صورت گرفته میزان روشنایی محدوده B در رتبه دوم قرار دارد و از سه منبع اصلی تأمین می شود (ورودی واحدهای تجاری، «تونل نور» و نورپردازی روی جداره ارگ)؛ درحالی که پایه های روشنایی ثابت در داخل محدوده جز در تقاطع با خیابان A وجود ندارد. در تحلیل تصویر کلی (نمای چپ داده شده به کد جهت پردازش) شدت نور منتشرشده از ویتترین ها دارای دمای سردتری هستند؛ هم زمان حدود ۹۰٪ تونل نور و نور جداره ارگ در حوالی ۳۰۰۰ کلوین (دمای نور گرم محسوب می شود) قرار دارند و در ایام سوگواری نور قرمز - صورتی موجود در مجاورت نور سفید (در نورپردازی جداره ارگ) بر سردی رنگ [نور] دیداری محیط تأثیر می گذارد. باین حال روشنایی کلی در B در مجموع مطلوب گزارش شده اما میانگین دمای رنگ نسبت به برخی محدوده ها سردتر برآورد شده است. محدوده C (بزرگ ترین فضای مجموعه و جلوخان ارگ) کمترین روشنایی و سردترین پروفیل نوری را دارد؛ تنوع اندک پایه های نورپردازی و ارتفاع و تنظیم نامناسب آن ها باعث ایجاد نقاط تاریک و کاهش جذابیت بصری شبانه شده است؛ حتی پروژکشن مپینگ^{۳۰} که در ایام خاص بر روی این جداره ارگ پردازش می شود نیز، شدت نور کلی را «مطلوب» نکرده است و منجر به نادیده گرفتن زیبایی شبانه این فضا شده است. محدوده های D1 و D2 نیز به دلیل شدت پایین نور و نقص در عملکرد پایه ها شرایط مناسبی ندارند؛ به ویژه در D2، خاموشی برخی پایه ها و نور سردتر موجب ناایمنی و بروز فعالیت های ناهنجار شده است. در D3 گرچه نورها عمدتاً گرم اند، شدت آن ها برای ارتقای کیفیت کافی نیست و تنها در مقایسه با محدوده A جایگاه بهتری دارد. در مقابل، محدوده E (جلوخان مسجد وکیل) بهترین وضعیت را از نظر ترکیب روشنایی و گرمای نور دارد و تجربه بصری مطلوب تری را در شب فراهم می سازد، هر چند همچنان بخشی از روشنایی وابسته به واحدهای تجاری است. در نهایت، براساس ارزیابی طیف لیکرت (جدول ۷)، محدوده های B و E بالاترین امتیاز و محدوده های D1، D2 و A پایین ترین امتیاز را دریافت کردند؛ درحالی که C و D3 در سطح متوسط قرار گرفتند.

جدول ۷. امتیاز دهی به مطلوبیت شدت و دمای نورپردازی در محدوده

حس - بخش	محدوده	۱	۲	۳	۴	۵
بینایی - نورپردازی	A		■			
	B				■	
	C			■		
	D1		■			
	D2		■			
	D3			■		
	E				■	

تشخیص و خوانایی

بخش «تشخیص و خوانایی» بر شناسایی هویت تاریخی از طریق تحلیل عناصر و نشانه های موجود در مجموعه زندیه شیراز متمرکز است. این محدوده شامل بناها و مجموعه های شاخص دوره زندیه (از جمله ارگ کریم خان، مسجد وکیل، حمام وکیل و بازار وکیل) و نیز مجموعه ای از بناهای متعلق به دوره های پهلوی

و معاصر مانند باغ نظر، ساختمان بانک ملی، دادگستری و مسجد سپهسالار است. داده‌های این بخش بر پایه برداشت‌های میدانی و مشاهدات رفتاری (حس‌گردی) جمع‌آوری شده و نشان می‌دهد که بناها و المان‌ها علاوه بر نقش بصری، از طریق انگیزش‌های حافظه‌ای و الگوهای رفتاری کاربران، به خوانایی و هویت بخشی فضای شهری می‌افزایند.

تحلیل موقعیت و عملکرد المان‌ها در محدوده‌ها به صورت متمرکز ارائه شده است: محدوده A عمدتاً مسیر پیاده‌رو کنار ارگ را شامل می‌شود و به واسطه حضور مسجد سپهسالار و ساختمان شهرداری قدیمی، سه بنای واجد ارزش تاریخی را در دو سوی خود سامان می‌دهد؛ محدوده B پرفت و آمد است و ترکیب المان‌ها و نشانه‌های محلی (تونل نور، بستنی فالوده، نانوايي) همراه با بناهای با ارزش تاریخی (ارگ، مسجد شکرالله‌خان، خانه چهره‌نگار) و پیوستگی دید و مسیر میان این عناصر، شفافیت و سهولت مسیره‌های حرکتی را تقویت می‌کند. محدوده C به سبب همجواری با B و ارتباط با D1 و D2، وجود ارگ و بانک ملی را به عنوان شاخصه‌های بصری و تاریخی برجسته دارد؛ المان‌های تعبیه شده در مسیر فضاهای سبز و المان «SHIRAZ» به عنوان نقاط مکث، تمایل به عکاسی و توقف را افزایش می‌دهند و از نظر رنگ بندی در شب نیز جلب توجه می‌کنند.



شکل ۶. نقشه المان و نشانه‌های محدوده

محدوده‌های D1 تا D3 و E شامل ترکیبی از المان‌ها، نشانه‌ها و عناصر تاریخی ثابت و موقت، از جمله دادگستری، مدرسه نمازی، باغ نظر، مجسمه‌ها، ایستگاه تلفن تاریخی، دوچرخه نمادین، موسیقی‌های خیابانی و حوضچه آب هستند که عملکردهایی چون ایجاد نقاط مکث به عنوان قرارگاهی رفتاری، امکانات استراحت و تقویت حضورپذیری اجتماعی را فراهم می‌آورند. در پایان، امتیازبندی شاخص‌های مربوط به مؤلفه بینایی براساس مقیاس لیکرت (۱ تا ۵) برای هر محدوده در جدول (۸) ارائه شده است.

جدول ۸. امتیاز دهی به میزان خوانایی بخش‌های محدوده

حس - بخش	محدوده	۱	۲	۳	۴	۵
بینایی - خوانایی	A					
	B					
	C					
	D1					
	D2					
	D3					
	E					

عناصر طبیعی محدوده

عناصر طبیعی محدوده به دو دسته فضای سبز (باغچه و درختان) و عنصر آب (حوضچه‌ها و مسیره‌های تزئینی آب) تقسیم می‌شوند. فضای سبز شامل باغچه‌های گل کاری و گیاهان کوتاه و درختانی است که به صورت ردیفی یا منفرد قرار گرفته‌اند. تراکم کلی باغچه‌ها نسبت به مساحت مسیره‌ها و کف‌سازی حدود ۲۳٪ است؛ بیشترین تراکم در بخش D1 و کمترین در بخش E ثبت شده‌است. درختان بلند و سایه‌انداز عمدتاً در بخش‌های A، B، D1 و D2 حضور دارند (در بخش B این درختان در لبه کاربری‌های تجاری و کنار تونل نور متمرکزند) و در سایر بخش‌ها در لبه‌ها قرار گرفته‌اند. در محدوده‌های C، D1 و E درختان اغلب نهال یا کاج‌های مینیاتوری‌اند و تأثیر سایه‌اندازی قابل توجهی ندارند.

جدول ۹. میزان تراکم فضای سبز در بخش‌های مورد مطالعه

تراکم	مساحت - فضای سبز	مساحت	نام بخش
0.727	227	643	A
1.006	314.3	5425	B
6.769	2443.37	7548	C
9.696	3027.4	8195	D1
3.172	990.5	3707	D2
0.163	51	2092	D3
0.105	33	3610	E
22.698	7086.57	31220	Total

باغچه‌های مشخص شده در C، D1 و D2 به‌عنوان فضاهای نشستن و نقاط مکث، به‌ویژه در هوای گرم، استفاده می‌شوند و گل‌کاری‌های حاشیه‌ارگ بیشترین جلب توجه را دارند. عنصر آب در بخش‌های B، E و D1 به‌صورت دائم و در C به‌صورت موقت (فواره) وجود دارد؛ در E و B دسترسی مستقیم به آب و امکان تماس

فیزیکی فراهم است. این عنصر علاوه بر نقش بصری، در ایجاد آرامش بینایی مؤثر است. در جمع بندی، توزیع و تراکم فضای سبز نامتناسب است؛ بیشترین تمرکز اطراف آرگ و کمترین در سایر بخش هاست؛ دیدپذیری عناصر طبیعی در D3 به دلیل بلندی درختان کاهش یافته است. امتیازدهی این بخش در جدول (۱۰) ارائه شده است.

جدول ۱۰. امتیاز دهی به وضعیت عناصر طبیعی در محدوده

حس - بخش	محدوده	۱	۲	۳	۴	۵
بینایی - عناصر طبیعی	A					
	B					
	C					
	D1					
	D2					
	D3					
	E					

بررسی رفتارها و فعالیت های در ارتباط با ادراک و تجربه بصری

بخش آخری که به واسطه حس گردی و برداشت میدانی به آن پرداخته می شود، رفتار و فعالیت است که در دو نوبت شب و روز مورد بررسی قرار گرفته است. در واقع می توان این بخش را حاصل از ادراک بصری افراد در فضا دانست و ترکیبی از ادراک فعال و غیرفعال آن هاست که با یادداشت برداری و تصویربرداری جمع آوری و در نهایت در نقشه های مرتبط ثبت شده اند. به طور کلی تقریباً سه فعالیت اصلی مرتبط در فضا رخ می دهد که رفتارهای مرتبط با آن را می توان به واقع در این محدوده لمس کرد. این فعالیت ها شامل نشستن، ایستادن، راه رفتن، عکاسی است، راه رفتن نسبت به سایرین در جایگاه متفاوت تری قرار دارد به صورتی که می توان گفت در راستای پیوستگی مسیر و خوانایی محدوده است که ایجاد می شود و در نتیجه کلی ادراک محیطی است گرچه با بینایی رابطه مستقیم دارد و حس جهت یابی افراد را به این واسطه درگیر می کند.

سه فعالیت نشستن، ایستادن و عکاسی در میدان قابل تفکیک به رفتارهایی متنوع هستند؛ نشستن بر زمین و روی صندلی/لبه ها در اطراف فضاهای سبز مرکزی و طول مسیرهای پیاده رو مشاهده شده و نشان دهنده وجود مبلمان شهری و تمایل به استفاده از سطوح غیررسمی برای استراحت و تماشا است؛ این رفتارها که در قلمرو فعالیت های اختیاری قرار می گیرند، عمدتاً در نقاط تجمع یا مجاورت فضای سبز برای آرامش و نظاره رخ می دهند. ایستادن به خودی خود صرفاً رفتاری مکتبی است؛ اما مشاهدات میدانی نشان می دهد مکث کنندگان معمولاً به تماشای پیرامون پرداخته اند که دلالت بر ویژگی های بصری محل و تمرکز آن در نقاط تجمع دارد. عکاسی، مطابق مطالعات موجود، هم زمان رفتار و فعالیت اجتماعی - فرهنگی محسوب می شود (Kislinger & Kotrschal, 2021; Ames, 2006; Pole, 2004)؛ هم شامل عمل فردی و خودجوش و هم برنامه ریزی شده است، وابستگی کامل به حس بینایی دارد و عمدتاً در حوالی عناصر شاخص به واسطه استمرار این فعالیت به عنوان یک «قرارگاه رفتاری» در نقشه (شکل ۸ و ۷) ثبت شده است.



شکل ۷. نقشه رفتار و فعالیت های -بینایی درشب (چپ) و نقشه قرارگاه های رفتاری و محدوده های تجمع درشب (راست)

در روز، بر پایه مشاهدات میدانی، محدوده A عمدتاً مسیر عبور پیاده با راه رفتن آرام است و قرارگاه رفتاری مشخصی ندارد؛ مکث‌ها محدود به لبه‌ها و سایه‌های احتمالی هستند. محدوده B شامل دو قرارگاه و یک حوزه گردهمایی است که رفتارها عمدتاً در چهار گروه طبقه‌بندی شده و پیاده روی آرام برای عبور و تماشا در مسیرهای اصلی برجسته است. در C تقریباً تمامی رفتارها به جز ایستادن/مکث ثبت شده‌اند و قرارگاه‌های رفتاری محدود، عمدتاً حوالی المان «SHIRAZ»، مشاهده می‌شوند. محدوده E (جلوخان مسجد وکیل) با وجود مساحت کوچک، بیشترین تنوع فعالیتی مرتبط با بینایی را دارد و در روز رابطه فضایی نزدیک با راسته بازار وکیل موجب جذب افراد می‌شود؛ D3 در روز اغلب گذر سریع را نمایش می‌دهد مگر در موارد اجرای موسیقی خیابانی.

در شب، برخی محدوده‌ها (C, B, D2, D3) گردهمایی‌ها و مکث‌های طولانی‌تری را نشان می‌دهند (میانگین مکث ۵-۱۰ دقیقه) که ناشی از نورپردازی، پروژکشن مپینگ، روشن شدن تونل نور و نمایش‌های خیابانی است. در D1 عمدتاً رفتار عبوری وابسته به دیداری ثبت شده و روشنایی این بخش نیاز به بهبود دارد؛ در بخش‌هایی از جمله جداره (در کفسازی) ارگ، نورپردازی موجب نشستن و تعامل نور-سایه (و بازی کودکان بر روی نورها) شده است. در D3 شبانه، فعالیت‌های خوراکی و موسیقی خیابانی مهم‌ترین محرک‌های مکث و تجمع‌اند که در نهایت یا نتیجه ادراک بصری یا همان دیدن افراد است یا این رفتار به واسطه آنکه بازخوردی به محیط می‌دهد می‌تواند محرک‌های بصری جدید تولید کرده و چرخه ادراک بصری را از نو آغاز کند. براساس تحلیل رفتار و فعالیت‌های موجود روز و شب و امتیازبندی لیکرت ارائه شده، بیشترین تنوع و جذابیت بصری مربوط به محدوده‌های E و B است و کمترین به A, D1 و D2 تعلق دارد؛ تمام این موارد به صورت جزئی در نقشه (شکل ۷ و جدول لیکرت (جدول ۱۱) نشان داده شده‌اند.

جدول ۱۱. امتیاز دهی به وضعیت رفتار و فعالیت‌های مرتبط با ادراک بصری در محدوده

حس - بخش	محدوده	۱	۲	۳	۴	۵
بینایی - فعالیت و رفتار	A	■				
	B					■
	C				■	
	D1		■			
	D2		■			
	D3			■		
	E					■

براساس داده‌های به دست آمده از برداشت‌های میدانی و حس‌گردی‌های انجام شده می‌توان به نتیجه رسید که؛ مجموعه زندیه دارای هویت تاریخی قدرتمند و جذابیت‌های بصری شاخص (ارگ، مسجد وکیل، بازار و حمام) است؛ اما هم‌زمان نابسامانی‌های کالبدی و بصری، از جمله توزیع نامتناسب فضای سبز، ناهمگنی رنگی در جداره‌های تجاری، افزایش «نویز» بصری در بخش‌هایی مانند B، E2، 3-D3 و توزیع نامتوازن روشنایی که C، D1 و D2 را کم‌نور و ناامن کرده، کارکرد فضایی و حضورپذیری را محدود می‌کند. از منظر رفتاری، محدوده‌های E و B بیشترین تنوع و کشش دیداری را فراهم می‌آورند، در حالی که A و D1 عملکرد روزانه محدودی دارند؛ در شب نورپردازی و رویدادها نقش تعیین‌کننده‌ای در خلق مکث و تجمع ایفاء می‌کنند.

در تحلیل بینایی، تمامی مؤلفه‌ها با فرض اهمیت یکسان ارزیابی شده‌اند؛ بنابراین نمره نهایی هر بخش از میانگین ساده امتیازات شاخص‌های سنجیده شده استخراج شده است. جدول نتایج ملاک مقایسه مطلوبیت بصری نسبی میان بخش‌ها را فراهم می‌آورد و نشان‌دهنده جایگاه هر بخش در قیاس با سایرین است. بعلاوه، هر شاخص به صورت جداگانه بررسی و نقاط قوت و ضعف حوزه‌ها در هر مؤلفه بصری (رنگ، کنتراست، نویز، ریتم، مدل‌های کنش بصری و غیره) تبیین شده است تا تفسیر کمی با بازخوانی کیفی همراه گردد. مطابق جدول (۱۲)، محدوده E با بالاترین میانگین، بیشترین مطلوبیت بصری را داراست و الگوی بصری یکپارچه‌تری نسبت به دیگر بخش‌ها ارائه می‌دهد؛ محدوده‌های C و B نیز در رده‌های بعدی قرار دارند. در مقابل، محدوده A پایین‌ترین امتیاز را کسب کرده که عمدتاً ناشی از کمبود عناصر تقویت‌کننده ادراک بصری و ناکافی بودن شاخص‌های مؤثر در شکل‌گیری خوانایی بصری است.

کدگذاری و دسته‌بندی شاخص‌های بصری از مصاحبه‌های عمقی در پنج محدوده (E تا A) صورت گرفته است. شاخص‌ها براساس تکرار و تأکید مصاحبه‌شوندگان استخراج و در هر محدوده فهرست شده و سپس با توجه به درصد ارجاعات (Gr) و تحلیل نرم‌افزاری طبقه‌بندی شده‌اند. برخی شاخص‌های تکمیلی که مستقیماً در جدول اولیه (روش‌شناسی) نبودند (خاطره خاص، حیوانات، عکاسی، رنگ و ظاهر کفسازی) نیز برای تحلیل دقیق‌تر در کدگذاری گنجانده شده‌اند تا هم نکات رفتاری - فعالیتی و هم ویژگی‌های زیبایی‌شناختی پوشش داده شوند. براساس آمار ارجاعات، محدوده‌ها در پنج رده کیفی قرار گرفته‌اند: عالی (B, E)، خوب (C, D1)، متوسط - رو به ضعیف (D2, D3) و ضعیف (A).

جدول ۱۴. ارجاعات شاخص‌های بصری به هر بخش در دو حالت کلی و تفکیکی (مرد و زن) در نرم‌افزار اطلس: GR به معنای تعداد ارجاعات در شاخص‌ها و GS به معنای تعداد افراد ارجاع داده شده در این بخش

	INTERVIWE Gr=205	man Gr=43	woman Gr=159	Totals
بینایی A Gr=28 ;GS=5	8.21%	12.00%	7.39%	8.15%
بینایی B Gr=90 ;GS=13	26.39%	22.00%	27.11%	26.37%
بینایی C Gr=54 ;GS=10	15.84%	14.00%	15.85%	15.70%
بینایی D1 Gr=48 ;GS=8	14.08%	8.00%	14.08%	13.63%
بینایی D2 Gr=23 ;GS=7	6.75%	4.00%	7.04%	6.67%
بینایی D3 Gr=33 ;GS=6	9.68%	12.00%	9.86%	9.93%
بینایی E Gr=65 ;GS=10	19.06%	28.00%	18.66%	19.56%
Totals	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

داده‌های تفکیکی جنسیتی و سنی نشان می‌دهند که بیشترین تمرکز بصری کلی مربوط به محدوده B است و پس از آن E و C قرار دارند. در تفکیک جنسیتی، زنان معمولاً شاخص‌های بصری متنوع‌تری را گزارش کرده‌اند و در برخی محدوده‌ها (مثلاً D1 در لبه میدان) حضور زنان برجسته‌تر بوده است. از منظر سنی، محدوده B به‌ویژه در گروه‌های سنی زیر ۳۰ سال سهم بالایی از تجربه‌های بینایی دارد؛ D1 برای گروه ۳۰-۴۰ برجسته است؛ A در گروه ۴۰-۶۰ نسبتاً بیشتر دیده شده و D3 در میان نوجوانان (۱۰-۲۰) جلب توجه می‌کند. محدوده D2 کمترین سهم را در تجربه بینایی کسب کرده است که نشان‌دهنده ضعف در جذابیت یا دسترسی بصری آن است.

جدول ۱۵. درصد تعداد ارجاعات شاخص‌ها در هر محدوده به تفکیک سن

	0-10 Gr=20	10-20 Gr=18	20-30 Gr=76	30-40 Gr=54	40-60 Gr=42	Totals
بینایی A Gr=28	10.81%	3.64%	7.14%	6.98%	14.49%	8.57%
بینایی B Gr=90	27.03%	25.45%	32.86%	25.58%	17.39%	25.71%
بینایی C Gr=54	18.92%	21.82%	15.71%	11.63%	13.04%	15.43%
بینایی D1 Gr=48	10.81%	3.64%	7.14%	26.74%	20.29%	14.57%
بینایی D2 Gr=23	2.70%	9.09%	6.43%	9.30%	5.80%	6.86%
بینایی D3 Gr=33	8.11%	16.36%	9.29%	6.98%	11.59%	10.00%
بینایی E Gr=65	21.62%	20.00%	21.43%	12.79%	17.39%	18.86%
Totals	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

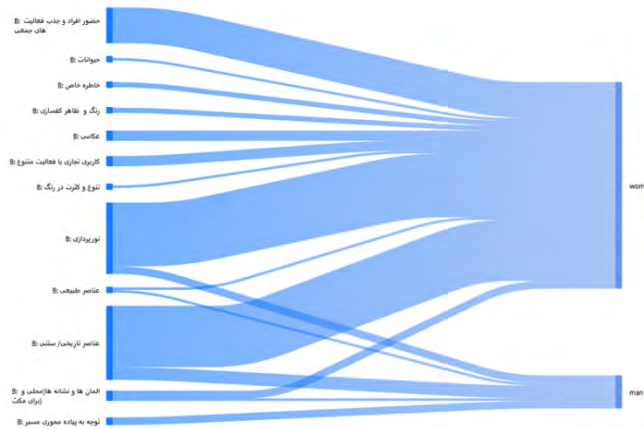
محدوده A: در این محدوده تنها پنج شاخص اصلی گزارش شده‌اند و تأکید اصلی بر عناصر تاریخی (به‌ویژه ارگ کریم‌خان و نمای آجری آن) و عناصر طبیعی (فضای سبز، درختان، گل) است؛ المان‌های شهری محلی و نورپردازی نیز ذکر شده‌اند؛ اما به‌طور ضمنی و کمتر مطرح شده‌اند. تجربه دیداری این بخش با تمرکز بر آرامش فضایی و یکپارچگی معماری شناخته می‌شود؛ کمبود شاخص‌های متنوع بصری و یکنواختی محیط دلیل اصلی فرارگیری آن در گروه «نامطلوب» است. تفکیک جنسیتی نشان می‌دهد زنان عمدتاً به دو شاخص (بنای تاریخی و عناصر طبیعی) اشاره کرده‌اند، درحالی‌که مردان تنوع شاخصی بیشتری گزارش کرده‌اند.



شکل ۱۰. نمودار ارجاعات به شاخص‌های مرتبط در محدوده A در مصاحبه به تفکیک مرد و زن

محدوده B: این محدوده با ۱۲ شاخص بیشترین تنوع را دارد و بیشترین ارجاعات مربوط به نورپردازی و عناصر تاریخی است؛ حضور مردم و فعالیت‌های جمعی نیز نقش برجسته‌ای در جذابیت بصری دارد. اگرچه تنوع رنگی و حیوانات کمتر مورد اشاره قرار گرفته‌اند، تکرار اطلاعات و تراکم عناصر موجب شده ادراک بصری در ارتباط با رنگ روزانه کاهش یابد و در شب نورپردازی برجسته‌تر گردد. پیاده‌محوری، فعالیت‌های تجاری

متنوع، عکاسی و وجود عناصر طبیعی (گیاهان، آب) به جذابیت کلی کمک کرده‌اند؛ به همین دلیل این محدوده در رده «بسیار مطلوب» قرار گرفته است.



شکل ۱۱. نمودار ارجاعات به شاخص‌های مرتبط در محدوده B در مصاحبه به تفکیک مرد و زن

محدوده C: این محدوده دارای نه شاخص بصری است که بیشترین تأکید مصاحبه‌شوندگان بر عناصر تاریخی (ارگ) بوده است؛ نورپردازی و حضور افراد و تنوع فعالیت‌ها نیز به ترتیب مهم‌ترین شاخص‌های بعدی‌اند. نورپردازی عمومی ضعیف ارزیابی شده اما نورپردازی نما و پروجکشن مپینگ ارگ در رویدادها مورد توجه است. فضای وسیع‌تر و دید رو به آسمان به همراه المان‌های عکاسی و طبیعت، احساس آرامش ایجاد می‌کند؛ تنوع رنگی کمتر مورد اشاره بوده؛ اما پتانسیل فضای بصری برای بهبود گزارش شده است. از نظر جنسیتی، مردان و زنان به شاخص‌های مشترکی اشاره کرده‌اند و حیوانات فقط از سوی مردان به چشم آمده است.



شکل ۱۲. نمودار ارجاعات به شاخص‌های مرتبط در محدوده C در مصاحبه به تفکیک مرد و زن

محدوده DI: این محدوده که با میدان شهرداری در تماس است، حدود هشت شاخص بصری دارد؛ علاوه بر عنصر تاریخی (ارگ)، عناصر طبیعی، نورپردازی، حضور مردم و تنوع رنگ نماها بیشترین ارجاعات را دارند. توجه خاص به رنگ نمای آجری و ظاهر کفسازی، حضور خاطره خاص و المان میدان نیز ثبت شده‌اند. توزیع جنسیتی نشان می‌دهد در لبه میدان حضور زنان پررنگ‌تر است، اما در بخش‌های دیگر با حضور

جمعیت‌های مهاجر یا کارگران، سهم زنان کاهش می‌یابد. موقعیت ورودی این محدوده اهمیت کاربردی و بازنگری طراحی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳. نمودار ارجاعات به شاخص‌های مرتبط در محدوده D1 در مصاحبه به تفکیک مرد و زن

محدوده D2: این محدوده شامل هفت شاخص است؛ مهم‌ترین شاخص‌ها حضور افراد، عناصر تاریخی پیرامون (باغ نظر، بانک ملی، ارگ کریم‌خان و سایر عناصر ذکرشده)، عناصر طبیعی و نورپردازی‌اند. پوشش طبیعی و سایه‌افکنی درختان مطلوب توصیف شده و روشنایی شبانه به واسطه چراغ‌های نوستالژیک کوتاه شناخته می‌شود؛ با این حال شدت و گرمای نور در ارزیابی مناسب تشخیص داده نشده است. اشتراک نظرات میان زنان و مردان محدود به حیوانات و حضور افراد و تنوع فعالیت‌هاست که فعالیت‌های دست‌فروشی در جداره باغ نظر باعث تجمع و جذب افراد می‌شود.



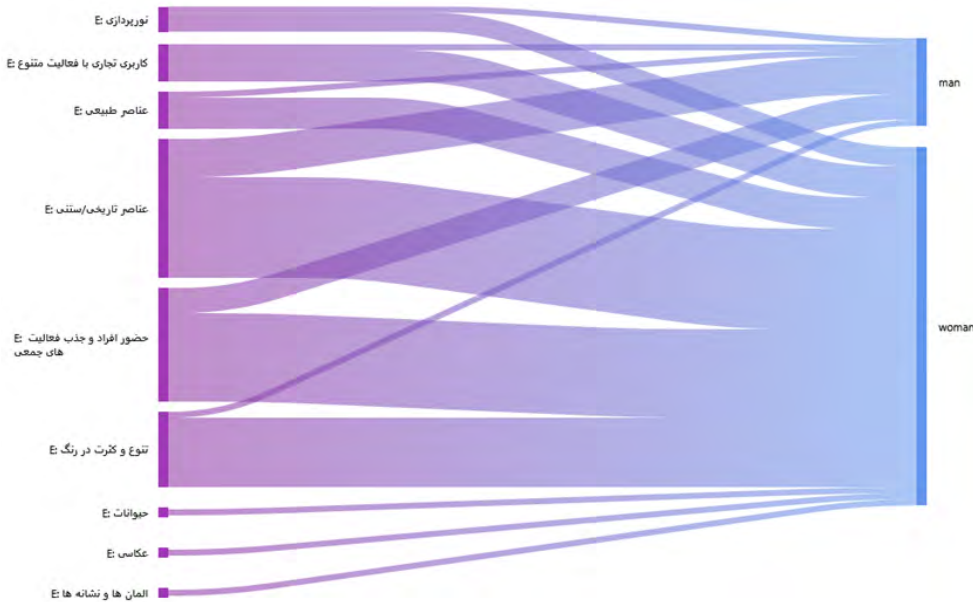
شکل ۱۴. نمودار ارجاعات به شاخص‌های مرتبط در محدوده D2 در مصاحبه به تفکیک مرد و زن

محدوده D3: این محدوده با شش شاخص در دسته «متوسط» قرار دارد؛ حضور و فعالیت‌های متنوع مردم و عناصر تاریخی (در ارتباط با مسجد وکیل، بازار وکیل) بیشترین تأثیر را در تجربه بصری افراد داشته‌اند. با وجود درختان سایه‌انداز، شرکت‌کنندگان به عنصر طبیعی به صورت متعادل (زن و مرد) اشاره نکرده‌اند که نشان‌دهنده کم‌رنگی نقش آن نسبت به عناصر اجتماعی و تاریخی است. نماهای تهاجمی، یکنواختی بازسوها، مصالح بتنی و رنگ‌های تیره برخی نماها جذابیت بصری بخشی از این محدوده را کاهش داده‌اند. حیوانات (اشاره به پرندگان یا اسب‌های کالسکه‌ها) و کاربری‌های تجاری از دیگر شاخص‌های ذکرشده در این محدوده هستند.



شکل ۱۵. نمودار ارجاعات به شاخص های مرتبط در محدوده D3 در مصاحبه به تفکیک مرد و زن

محدوده E: این محدوده (جلوخان مسجد وکیل) با نه شاخص تعادل بصری نسبتاً خوبی نشان می‌دهد؛ عنصر تاریخی (مسجد و حمام و بازار وکیل) بیشترین ارجاعات را دارد و حضور مردم، تنوع رنگی، کاربری‌های تجاری و عناصر طبیعی نیز از شاخص‌های برجسته‌اند. توزیع امتیازات (با در نظر گرفتن جذابیت بصری حضور افراد و تنوع فعالیت‌شان) نسبتاً یکنواخت است که گویای تلاش محیط برای حفظ تعادل بصری و جذب افراد است؛ به همین دلیل در رده «عالی» قرار گرفته است. تحلیل تفکیکی شاخص‌ها براساس جنسیت نشان‌دهنده توزیع متوازن و پراکنش مطلوب مؤلفه‌های بصری در این محدوده است؛ تنها سه شاخص به‌طور انحصاری از سوی زنان مطرح شده و باقی شاخص‌ها به‌صورت مشترک برای هر دو گروه جذاب و مؤثر بوده‌اند. هرچند این محدوده در رتبه دوم از منظر بینایی قرار می‌گیرد، داده‌ها نشان می‌دهد به‌ویژه در طول روز عملکرد بصری آن نسبت به محدوده B (که نسبتاً وضعیت منفعل‌تری دارد) مناسب‌تر است. توازن شاخص‌های گزارش شده میان مردان و زنان دلالت بر فراگیری استفاده‌کنندگان و تنوع مطلوب تجربه‌های بصری در این فضا دارد.



شکل ۱۶. نمودار ارجاعات به شاخص های مرتبط در محدوده E در مصاحبه به تفکیک مرد و زن

در مصاحبه‌های صورت‌گرفته تحلیل شاخص‌ها نشان می‌دهد که تقویت تعادل میان عناصر تاریخی، نورپردازی و فعالیت‌های جمعی نقش کلیدی در ارتقای کیفیت بصری محدوده‌ها دارد. پیشنهاد می‌شود برای محدوده‌های ضعیف‌تر (A، D3، D2) تمرکز بر افزودن المان‌ها و تنوع بصری (الگوی رنگی هماهنگ، بهبود نماها و کفسازی)، افزایش نورپردازی متناسب و تقویت پوشش گیاهی هدفمند انجام گیرد. در محدوده‌های قوی‌تر (B، E) حفظ تعادل میان حیات اجتماعی و حفاظت از میراث تاریخی همراه با مدیریت رنگ و کنترل تکرار اطلاعات (کاهش «تهاجم بصری») اولویت باید. برنامه‌ریزی و طراحی باید تفاوت‌های جنسیتی و سنی در ادراک بصری را لحاظ کند تا مداخلات طراحی پاسخگوی نیازهای گروه‌های متفاوت باشد. می‌توان براساس نتایج مصاحبه‌ها، جدول امتیازدهی با طیف لیکرت را می‌توان در جدول (۱۶) ارائه کرد.

جدول ۱۶. جدول نهایی امتیازات بخش بینایی براساس داده‌های مصاحبه‌های عمیق

احساس	محدوده	۱	۲	۳	۴	۵
زیاد متوسط کم	A					
	B					
	C					
	D1					
	D2					
	D3					
	E					

مقایسه و کنارهم‌گذاری نتایج (برداشت‌های میدانی - حس‌گردی‌ها و مصاحبه‌ها) نشان می‌دهد که محدوده E بهترین تجربه حسی (بصری) را برای کاربران فراهم کرده است. محدوده B هرچند در تحلیل‌های حس‌گردی از نظر کیفیت بصری دارای کاستی‌هایی بود، اما در مصاحبه‌ها امتیاز بالایی کسب نمود. این تناقض دلالت دارد بر اینکه برخی نقاط ضعف بصری در تجربه‌های مکرر افراد کمتر وزن می‌یابد و در مقابل عناصر مثبت این محدوده‌ها (نظیر دسترسی، عملکرد فضایی یا نزدیکی به عناصر شاخص) بر ادراک بصری و محیطی آن‌ها غالب می‌شوند؛ در نتیجه این دو محدوده بیشترین میزان بهره‌برداری، حضورپذیری و تجربه بصری مطلوبی را در مجموعه زندگی دارند.

محدوده A با وجود سبزی‌نگی و حضور عنصر شاخصی چون ارگ کریم‌خان، کمترین مطلوبیت تجربی را نشان می‌دهد؛ این نتیجه از تلاقی تجربه بصری منفعل و فعال کاربران حاصل شده است، زیرا شرکت‌کنندگان در مصاحبه‌ها یادآور خاطرات و مواجهات گذشته خود با فضا نیز بودند که بر ارزیابی کنونی‌شان تأثیر گذاشته است. برای دو محدوده C و D1 نیز، درحالی که تحلیل‌های حس‌گردی امتیازات متفاوتی را ثبت کرده بودند، مصاحبه‌ها امتیازی یکسان و مثبتی را بازتاب دادند؛ از این رو وضعیت این دو محدوده در مقایسه با بخش‌های دیگر که امتیازات پایین‌تری دارند، نسبتاً بهتر ارزیابی شده است. بر پایه نتایج، به نظر می‌رسد تغییرات جزئی در محدوده B بتواند تجربه شبانه‌روزی کاربران را به‌طور چشمگیری بهبود بخشد. در محدوده‌های C و D1 نیز مداخلات کوتاه‌مدت یا تاکتیکی می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی کیفیت بصری و تجربه حسی حاضرین را تقویت کند. سایر فضاها اما نیازمند فضاسازی و بازسازی ساختاری و تمهیدات گسترده‌تری هستند تا توان ارائه تجربه حسی مطلوب‌تری برای استفاده‌کنندگان شهری را به دست آورند.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بخش یافته‌ها نشان می‌دهند که ادراک بصری در فضاهای شهری مجموعه زندیه شیراز تابعی از ترکیب مؤلفه‌های عینی (نور، رنگ، بافت، المان و نشانه‌ها، فضای سبز و ویژگی‌های کالبدی نما و محیط بصری) و مؤلفه‌های ذهنی (خاطره، هویت تاریخی) است و در نهایت رفتار به‌عنوان عامل نشان‌دهنده شیوه ادراک افراد در کنار بودن به‌عنوان معیاری مؤثر بر محیط تغییرات به واسطه بازخوردهای فرد با محیط و یا حضور فرد در فضا (Rensink, 2000; Whyte, 1980; نسر، ۱۴۰۰، ۱۳۹۴)، همان‌گونه که نظریه‌های افرادی چون مرلو-پونتی و پالاسما به نحوی به آن اشاره کردند (Merleau-Ponty, 1962; Pallasmaa, 2005). نتایج کمی و کیفی نشان دادند که محدوده‌های E و B بالاترین مطلوبیت بصری و حضورپذیری را دارند، درحالی که محدوده A و برخی بخش‌های D وضعیت ضعیف‌تری از نظر ادراک بصری دارا هستند. تحلیل ویدئو اکولوژیک فیلین (براساس داده‌های ثانویه حاصل از کد مربوطه) در بستر محدوده مطالعاتی در اولین مرحله تحلیل داده‌ها (حاصل از برداشت میدانی و حس‌گردی) نیز نشان داد که نماهای «تهاجمی» و «یکنواخت» (Filin, 1997, 1998) با افزایش عواملی چون «نویز»، «واریانس نامتناسب رنگی در نما» و در نهایت نویز بصری با خستگی بینایی همراه‌اند و در مناطقی مثل B و برخی ریزمحدوده‌ها به‌عنوان عوامل کاهنده کیفیت تجربه بصری [و حسی] ثبت شده‌اند. البته این نتایج در کنار نتایج مصاحبه‌های عمیق صورت گرفته در راستای در نظر گرفتن تاثیر تجارب فردی بر ادراک حسی و در نهایت محیطی فرد در فضا باید بررسی شوند؛ چنان‌که محدوده B، در تحلیل داده‌های برآمده از مصاحبه‌ها تجربه بصری در این محدوده را مثبت [تر] تلقی کردند این نشان می‌دهد عواملی چون دسترسی، کارکرد اجتماعی، نزدیکی به عنصر شاخص و فعالیت‌های متنوع تجاری می‌توانند بر ادراک کلی غالب شوند؛ یعنی تجربه عملکردی و اجتماعی می‌تواند ضعف‌های بصری محاسبه شده را تعدیل کند. به‌طور کلی مصاحبه‌ها معنا و جهت نتایج کمی را مشخص کردند و شاخص‌های مهمی را که در منابع کمتر بدان پرداخته می‌شد را آشکار و تأثیرشان را بر رنگ تر نشان دادند. البته این مصاحبه‌ها نشان دادند که برخی مداخلات محسوس (افزایش پوشش گیاهی در دید پیاده یا کنترل رنگ‌ها و حفظ و تقویت نماهای سنتی موجود در فضا) اولویت دارند (Wang et al., 2023; Zhang et al., 2024) چون به‌صورت مستقیم تجربه روزمره شهروندان در فضای مطالعاتی را بهبود می‌بخشند.

کارکرد الگوریتم‌های پردازش تصویر، خوشه‌بندی رنگ و سیستم‌های فازی در این پژوهش نشان داد که هوش مصنوعی می‌تواند به‌عنوان «ابزار تکمیلی» برای استخراج شاخص‌های کمی (تراکم رنگ، نویز بصری، برآورد شدت و دمای روشنایی و نورپردازی) عمل کند و داده‌های کیفی مصاحبه و حس‌گردی را تقویت و به داده‌های قابل اندازه‌گیری (داده‌های ثانویه) تبدیل نماید. با وجود این، نتایج حاصل بر این امر تأکید دارند که خروجی‌های هوش مصنوعی (به‌نوعی همان داده‌های ثانویه) باید همراه با بازخوانی میدانی و نظر متخصصان ترکیب شوند تا از خطاهای احتمالی جلوگیری شود. بعلاوه، منطق فازی و طبقه‌بندی‌های نرم می‌توانند عدم قطعیت‌های ادراکی در این مورد به‌خصوص موارد مرتبط با ادراک حسی را مدل‌سازی کنند و برای طراحی و تصمیم‌گیری در رابطه با شرایط نورپردازی یا انتخاب پالت رنگی ابزار تصمیم‌گیری و تحلیلی قابل فهمی فراهم آورند.

این پژوهش نشان می‌دهد که برتری دادن صرف به بینایی در تحلیل شهری ناتمام است؛ یافته‌ها از منظر نظری با دیدگاه‌های لینچ، شولتز و پالاسما هم‌راستا هستند که تأکید می‌کنند حواس باید در کنار یکدیگر خوانده شوند (Lynch, 1960; Norberg-Schulz, 1976; Pallasmaa, 2005). با این حال، تمرکز بر حس بینایی در این تحقیق اهمیت عملی بالایی دارد؛ زیرا بینایی نقش اساسی در امنیت، خوانایی و جذب اجتماعی دارد (Jacobs, 1992). نتایج همچنین نشان می‌دهد که ترکیب روش‌های پیمایش میدانی و حس‌گردی، الگوریتمیک (ابزارهای هوش مصنوعی (خوشه‌بندی)، پردازش تصویر و منطق فازی) و انجام مصاحبه‌های

عمیق می‌تواند شکاف میان ادراک کیفی استفاده‌کنندگان از فضا و شاخص‌های کمی را پر کند که یعنی تحلیل صرفاً متخصصانه و الگوریتمی بدون بازخوانی کیفی و در نظر گرفتن مستقیم نظرات استفاده‌کنندگان فضا ممکن است نتایج را بدفهم و ناقص کند.

در نتیجه‌گیری نهایی می‌توان گفت به‌طور کلی این پژوهش به منظور بازتعریف مؤلفه‌ها و فرایند ادراک بصری در چارچوب «شهر حس‌پذیر» و ارزیابی فضاهای شهری مجموعه‌زندیه، از رویکردی ترکیبی بهره برده است. هدف اصلی انجام این پژوهش ارزیابی موقعیت فعلی فضاهای مجموعه‌زندیه در راستای ادراک بصری افراد استفاده‌کننده از هر یک از فضاهای موجود بوده و نقش این عوامل در میزان استفاده و حضورپذیری افراد از هر یک از فضاها بررسی شده است که این امر به واسطه نتایج به دست آمده از دو مرحله برداشت‌های میدانی حسی (حس‌گردی) و مصاحبه‌های عمیق و استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی و پردازش تصویری (در راستای ایجاد داده‌های ثانویه) به دست آمده است. یافته‌ها نشان می‌دهد ادراک بصری کاربران تحت اثر هم‌زمان ویژگی‌های عینی و پیش‌ساختارهای ذهنی - تاریخی قرار دارد. این هم‌افزایی تعیین‌کننده خوانایی، حضورپذیری و رفتارهای مکث و حرکت در فضا بود. نتیجه هم‌افزایی هر دو داده نشان می‌دهد که محدوده‌های B و E بیشترین مطلوبیت بصری و جاذبه عملکردی را داشتند، درحالی که سه ضلع دیگر ارگ کریم‌خان به‌عنوان شاخص‌ترین عنصر تاریخی محدوده با کمبود تجربه بصری شناخته شد. برخی بخش‌ها با تدابیر تاکتیکی مانند تقویت نورپردازی هدفمند، افزایش عناصر شاخص، کنترل «بار بصری» و افزودن پوشش گیاهی هدفمند قابل ارتقا هستند، اما بخش‌هایی نیازمند مداخلات ساختاری گسترده‌تر نظیر اصلاح نما، بازتعریف مسیرها و خوانایی بصری هستند. نتیجه دیگری که از این پژوهش حاصل شد بررسی نظرات و رابطه به دست آمده از انطباق مصاحبه‌هایی است که براساس تجربه حسی‌شان در فضا بوده است که این تجربه می‌تواند شامل ادراک فعال و غیرفعال بصری شود و برداشت‌های میدانی و حس‌گردی، نشان می‌دهد که به‌طور تقریبی تجربه کلی که شامل ادراک فعال و غیرفعال افراد در محیط است، با ادراک فعال (نهایی) افراد مطابقت دارد. این امر نمایانگر این است که اکثر عناصر بصری موجود در فضا تقریباً به‌طور فعال ذهن افراد را درگیر می‌کنند که می‌تواند نکته مثبتی در بررسی‌های آینده این محدوده و پیشنهادهای طراحی این فضاهای شهری را شامل شود. نکته دیگر مورد توجه که مرتبط با بخش مصاحبه‌ها است این است که در این بخش جنسیت و رده سنی افراد مصاحبه‌شونده و ارجاعاتشان مطرح شده و با وجود آنکه در پرسش اصلی به آن اشاره نشده اما می‌توان از تعداد ارجاعات و نتایج حاصل از آن‌ها در پیشنهادها و مداخلات طراحی در هر بخش بر آن اساس توجه ویژه‌ای کرد و همچنین می‌توان ویژگی‌هایی که شمولیت بیشتری دارند را در راستای طراحی بهتر برای تقویت تجربه و ادراک بصری فرد در فضا استفاده کرد. به‌عنوان مثال توجه به این امر که؛ زنان معمولاً شاخص‌های بصری متنوع‌تری گزارش کرده‌اند؛ جوانان (افراد زیر ۳۰ سال) سهم بیشتری در ارجاعات به محدوده B داشتند، گروه سنی ۳۰-۴۰ در D1 شاخص‌تر بودند، و گروه‌های میانسال (۴۰-۶۰) به A ارجاعات بیشتری داشته‌اند. این الگوها می‌توانند در طراحی هدفمند برای گروه‌های مختلف راهنما باشند. مداخلات پیشنهادی طراحی به‌طور کلی در تمامی بخش‌ها به یک میزان نمی‌تواند صورت گیرد. در بخش‌هایی مداخلات اساسی و در بخش‌هایی مداخلات سریع و تاکتیکی جهت تقویت تجربه بصری افراد کافی است که برخی که شمولیت بیشتری در محدوده دارند را می‌توان به‌طور خلاصه چنین پیشنهاد داد: تعبیه پایه‌های روشنایی با طرح مناسب محدوده در محدوده با حداقل فاصله ۲۰ متر (به‌علت وجود تونل نور) در دو طرف محدوده با حداقل شدت روشنایی ۴۰ لوکس و گرمای ۳۰۰۰ کلوین؛ پیوستگی در حفظ و نگهداری پایه‌های روشنایی و نورپردازی‌های موجود در فضا که شامل تونل‌های نوری و نورپردازی از کف در جداره ارگ می‌شود؛ استفاده از واریانس رنگی مناسب در تابلوهای سردر فعالیت‌های تجاری (اشاره به محدوده B)، تقویت دید به

عناصر شاخص به خصوص تقویت ورودی و دید به آن‌ها با حذف موانع بصری و قاب‌سازی با استفاده از جداره نرم؛ استفاده از کفسازی‌ها با اشکال و رنگ‌های جهت دهنده و شاخص در هریک از بخش‌های این محدوده در پیوستگی با تمام فضاها؛ تقویت تنوع و دسترسی به عناصر طبیعی سبز و آبی (مانند حوض - فواره‌ها) در بخش‌ها به خصوص در بخش‌هایی با تراکم حضور پذیری بالا افراد مانند جلوخان ارگ کریم‌خان زند (محدوده C). از منظر روش شناختی، ادغام داده‌های کیفی گفتاری (پردازش شده با ابزارهای تبدیل صوت به متن) و خروجی‌های پردازش تصویری امکان سنجش دقیق شاخص‌های بصری و ترجمه آن‌ها به توصیه‌های طراحی عملی را فراهم آورد. این چارچوب، شکاف بین تحلیل پدیدارشناسانه ادراک و روش‌های محاسباتی را پر می‌کند. محدودیت‌های مطالعه شامل موردی بودن داده‌های مقطعی، و نیاز به سنجش چند حسی باید در طرح‌های آینده با آزمون مداخلات پیشنهادی و گسترش سنج‌ها به حس‌های دیگر پوشش داده شود. در جمع‌بندی می‌توان افزود نتایج پژوهش نشان می‌دهد که طراحی شهری حس‌پذیر می‌تواند با استفاده از ابزارهای هوشمند مبتنی بر داده، هم منطق نظری ادراک بصری را تقویت کند و هم مداخلات طراحی هدفمند، مبتنی بر شواهد میدانی ارائه دهد. در نتیجه می‌توان طرح‌هایی با درصد موفقیت بیشتری با بررسی‌های همه‌جانبه صورت گرفته در راستای تقویت تجربه بصری و تقویت حضورپذیری شهروندان در فضای شهری مورد مطالعه پیشنهاد و طراحی کرد.

پی‌نوشت‌ها

1. Sensory
2. Sensorius
3. Sight, Vision
4. LED
5. Videoecology
6. Iso
7. Lux
8. Kelvin
9. Image processing

۱۰. مانند CNN

۱۱. مانند Snsrape و Whisper

12. Atlas.ti

۱۳. همچون Google Earth، Openstreetmap و Cadmapper

14. OpenCv
15. Numpy
16. Homogeneous
17. Aggressive
18. Comfortable
19. Scikit-Learn
20. Kmeans
21. Swatch
22. Scikit-Fuzzy
23. Hue
24. Mamdani
25. Whisper
26. Python-docx
27. Whisper large v3
28. Segment
29. Videoecology
30. Projection mapping

31. Whisper large-v3

۳۲. با فرمت MP3

33. Diarization

فهرست منابع

- پورجعفر، محمدرضا و علوی با المعنی، مریم (۱۳۹۱). استخراج معیارهای هماهنگی و ناهماهنگی نماهای ساختمان با دستگاه بینایی انسان با توجه به اصول بوم شناسی بصری. معماری و شهرسازی ایران، ۳(۱)، <https://doi.org/10.30475/isau.2013.61951>
- پورجعفر، محمدرضا؛ علوی با المعنی، مریم؛ فتح الهی، یعقوب و پورجعفر، علی (۱۳۹۰). معرفی ویدئواکولوژی و استخراج معیارهای هماهنگی و عدم هماهنگی محیط بصری با دستگاه بینایی از مطالعات ویدئواکولوژی انجام شده بر روی نمای ساختمان‌های گوناگون. مدیریت شهری، ۹(۲۷)، ۱۸۳-۱۹۶. https://www.sid.ir/fa/VEWSSID/J_pdf/28713902711.pdf
- دهخدا، علی اکبر (۱۳۷۷). لغت نامه (جلد ۴ و ۶). برگرفته از: <https://noorlib.ir/book/view/53064>
- رو، جنی و مک کی، لیبلا (۱۴۰۳). شهرهای ترمیم‌گر؛ طراحی شهری برای سلامت روان و رفاه. ترجمه مجتبی ذوالانوار، ریحانه حدائق، نفیسه کریمکشته، زهرا محدث، آذین زابل عباسی و حانیه خطاپوش (ویرایش ۱). تخت جمشید.
- شکوهی دولت آبادی، محمود وزارعی، زهرا (۱۴۰۰). تحلیل غنای حسی با استفاده از تکنیک حس‌گردی و یادداشت برداری حسی (نمونه موردی: پارک آزادی شیراز). دانش شهرسازی، ۵(۳)، ۱۵۳-۱۶۹. <https://doi.org/10.22124/upk.2021.16538.1474>
- نسر، جک ال (۱۳۹۴). روان‌شناسی محیطی و طراحی شهری. ترجمه نوید پورمحمدرضا در بنرجی، تریدیب و لوکایتو سیدریس، آناستازیا. طراحی شهری: مفاهیم و جریان‌های معاصر (ویرایش ۱). طهران.
- نسر، جک ال (۱۴۰۰). تصویر ذهنی ارزیابانه از شهر. ترجمه مسعود اسدی محل‌چالی (ویرایش ۲). آرمانشهر.
- Adams, M., Cox, T., Croxford, B., Moore, G., Sharples, S., & Refaee, M. (2009). The sensory city. In R. Cooper, G. Evans, & C. Boyko (Eds.), *Designing sustainable cities* (1st ed., pp. 75–85). John Wiley & Sons.
- Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., & Jacobson, M. (1977). *A pattern language: Towns, buildings, construction* (1st ed.). Oxford Univ. Press.
- Ames, M.G. (2006). *The social life of snapshots: The past, present, and future of personal photography*. [Master's thesis, School of Information University of California]. Berkeley. Retrieved from https://morganya.org/research/thesis_Ames_snapshots.pdf
- Asadia, N.T., Moustafa, Y.M., & Elazzazy, M.M.F. (2023). Environmental perception of urban spaces: Physical versus virtual exploration. *Civil Engineering and Architecture*, 11(4), 2182–2200. <https://doi.org/10.13189/cea.2023.110437>
- Bengio, Y., Goodfellow, I., & Courville, A. (2017). *Deep learning* (Vol. 1). MIT press Cambridge. Retrieved from https://www.academia.edu/download/62266271/Deep_Learning20200303-80130-1s42zvt.pdf
- Bentley, I., McGlynn, S., Smith, G., Alcock, A., & Murrain, P. (1985). *Responsive environments: A manual for designers*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780080516172>
- Bishop, C.M., & Nasrabadi, N.M. (2006). *Pattern recognition and machine learning* (Vol. 4). Springer.
- Cassidy, T. (1997). *Environmental psychology: Behaviour and experience In context*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203940485>
- Cullen, G. (1961). *The concise townscape* (1st ed). Architectural Press.
- Dobrova, D. (2024). Ergonomics and video ecology in the pedestrian zone in the city of Varna - is it safe, comfortable and aesthetic? *IETI Transactions on Ergonomics and Safety*, 8(1). [https://doi.org/10.6722/tes.202404_8\(1\).0002](https://doi.org/10.6722/tes.202404_8(1).0002)

- Filin, V. A. (1997). *Videoecology: Good and bad for eyes* (in Russian). Retrieved from <https://www.videoecology.com/eng.html>
- Filin, V.A. (2007). Problem of ecology of urban visual environment. *Beijing conference*. Retrived from https://www.videoecology.com/s_china.html
- Filin, V.A. (2009). *Urban visual environment as a social factor*. Moscow centre “Videoecology”. Retrived from https://www.videoecology.com/s_social.html
- Gonzalez, R.C., & Woods, R.E. (2007). *Digital image processing* (3rd ed). Prentice Hall. Retrived from https://sde.uoc.ac.in/sites/default/files/sde_videos/
- Grütter, J.K. (2020). *Basics of perception in architecture* (1st ed.). Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-31156-8>
- Hillier, B. (2007). *Space is the machine: A configurational theory of architecture*. Space Syntax. London, UK. Retrived from <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/3881/>
- Ingold, T. (2000). *The perception of the environment: Essays on livelihood, dwelling and skill* (1st ed.). Routledge.
- Jacobs, J. (1992). *The death and life of great American cities* (1st ed.). Vintage .
- Jaglarz, A. (2023). Perception of color in architecture and urban space. *Buildings*, 13(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/buildings13082000>
- Karlen, M., & Benya, J. (2004). *Lighting design basics* (1st ed.). John Wiley & Sons.
- Kaufmann, V. (2016). *Rethinking the city*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315782768>
- Kislinger, L., & Kotschal, K. (2021). Hunters and gatherers of pictures: Why photography has become a human universal. *Frontiers in Psychology*, 12, 654474. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.654474>
- Kitchin, R. (2014). The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*, 79(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10708-013-9516-8>
- Kozlova, N. (2016). Contemporary facades of multistorey residential buildings in Kiev: Videoecological aspect. *Spatium*, 36, 24–33. <https://doi.org/10.2298/SPAT1636024K>
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Lynch, K. (1960). *The image of the city* (1st ed.). MIT press.
- Merleau-Ponty, M. (1962). Un inédit de maurice Merleau-Ponty. *Revue de Métaphysique et de Morale*, 67(4), 401–409. <http://www.jstor.org/stable/40900691> .
- Neisser, U. (1986). *Cognitive psychology: Classic edition* (1st ed.). Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781315736174>.
- Norberg-Schulz, C. (1976). The phenomenon of place. In M. Larice & E. Macdonald (Eds.), *The urban design reader* (pp. 125–137). Retrived from <https://books.google.com/books/about/>
- Pole, C.J. (Ed.). (2004). *Seeing is believing? Approaches to visual research* (Vol. 7). Elsevier JAI. [https://doi.org/10.1016/S1042-3192\(2004\)7](https://doi.org/10.1016/S1042-3192(2004)7).
- Pallasmaa, J. (2005). *The eyes of the skin: Architecture and the senses* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Palmer, S.E. (1999). *Vision science: Photons to phenomenology* (1st ed.). The MIT Press.
- Peca Amaral Gomes, A. (2023). *Invisible city. A multi-sensory approach to the analysis of urban space*. [Doctoral’s thesis, University College London (UCL)]. London. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10164380/>
- Pink, S. (2011). A multisensory approach to visual methods. In E. Margolis & L. Pauwels (Eds.), *The SAGE handbook of visual research methods* (pp. 601–614). SAGE Publications, Inc.

- Rapoport, A. (1977). *Human aspects of urban form: Towards a man-environment approach to urban form and design* (1st ed.). Pergamon Press.
- Rensink, R.A. (2000). Scene perception In A. E. Kazdin (Ed.), *Encyclopedia of psychology* (Vol. 7, pp. 151–155). Oxford University Press.
- Rodaway, P. (1994). *Sensuous geographies: body, sense, and place* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203082546>
- Rutakumwa, R., Mugisha, J.O., Bernays, S., Kabunga, E., Tumwekwase, G., Mbonye, M., & Seeley, J. (2020). Conducting in-depth interviews with and without voice recorders: A comparative analysis. *Qualitative Research*, 20(5), 565–581. <https://doi.org/10.1177/1468794119884806>
- Simmel, G. (1997). Sociology of the senses In A. Blaikie, M. Hepworth, & M. Holmes (Eds.), *The body: Critical concepts in sociology* (Vol. 1, pp. 5–9). Psychology Press.
- Simmel, G. (2023). The metropolis and mental life In W. Longhofer & D. Winchester (Eds.), *Social theory re-wired* (3rd ed., pp. 11–19). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003320609>
- Simmons, S.M., Baur, S., Gillis, W., Burns, D., & Pickerill, H. (2022). Optimizing exterior lighting illuminance and spectrum for human, environmental, and economic factors. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1099(1), 012047. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1099/1/012047>
- Cowan, A., & Steward, J. (Eds.). (2007). *The city and the senses: Urban culture since 1500*. Ashgate Publishing. <https://doi.org/10.4324/9781315614731>
- Wang, P., Song, W., Zhou, J., Tan, Y., & Wang, H. (2023). AI-based environmental color system in achieving sustainable urban development. *Systems*, 11(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/systems11030135>
- Whyte, W.H. (1980). *The social life of small urban spaces*. Project for Public Spaces. Retrieved from <https://libgen.li/edition.php?id=136538133>
- Zhang, L., & Kim, C. (2023). Chromatics in urban landscapes: Integrating interactive genetic algorithms for sustainable color design in marine cities. *Applied Sciences*, 13(18), Article 18. <https://doi.org/10.3390/app131810306>
- Zhang, Y., Wang, P., Wei, W., & Wang, Z. (2024). How to construct an urban color system? Taking the historic center of Macau as an example. *Buildings*, 14(9), 2874. <https://doi.org/10.3390/buildings14092874>
- Zhou, B., Zhao, H., Puig, X., Fidler, S., Barriuso, A., & Torralba, A. (2017). Scene parsing through ade20k dataset. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 633–641. http://openaccess.thecvf.com/content_cvpr_2017/html/Zhou_Scene_Parsing_Through_CVPR_2017_paper.html

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Journal of Architecture and Urban Planning. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله

حدائق، ریحانه؛ شعله، مهسا؛ لطفی، سهند و صادقی، علیرضا (۱۴۰۴). ارزیابی ادراک بصری در چارچوب شهر حس‌پذیر با کاربری هوش مصنوعی: مطالعه موردی فضاهای شهری مجموعه زندیه شیراز. *فصلنامه علمی نامه معماری و شهرسازی*، ۱۸ (۴۹)، ۵۷–۹۳.

DOI: 10.30480/aup.2025.6044.2296

URL: https://aup.journal.art.ac.ir/article_1468.html

