



Research Paper

The Spatial Pattern of Movement of Pilgrims of Razavi Shrine

Hani Rezayan✉: Assistant Professor, Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

Parviz Zeaieanfiroozabadi: Professor, Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

Ali Movahed: Associate Professor, Department of Tourism, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

Alireza Jadidi: Master of Science, Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

Keywords:

Spatial analysis,
Spatial pattern,
clustering,
spatial correlation,
Razavi shrine

Received:

10 June 2024

Received in

revised form:

12 March 2025

Accepted:

06 April 2025

pp: 1-19

ABSTRACT

The dynamics of any space are derived from the movement within it. Understanding the patterns of movement in an environment plays a key role in comprehending its function. This research examines the patterns and speed of pedestrian movement of pilgrims in sacred places with a pilgrimage function. Congestion, the attraction of the shrine, spatial limitations, simple geometry with sharp angles, and the impact of pilgrimage rituals and customs are among the prominent characteristics of these places. The study area of this research is the men's section of the Imam Reza shrine. The data on the pilgrims' movement in this study have been prepared by capturing the position of each pilgrim from the cameras installed in the shrine and applying the necessary geometric transformations. The average speed of movement has been recorded and calculated based on the time it takes for each pilgrim to move between positions. To examine the existing movement patterns in the data, cluster analysis of points with high and low movement speeds, known as hot spot analysis, has been used. The findings indicate a continuous corridor of movement with variable speed from the entrance to the exit door. In addition, customary pilgrimage rituals and recently popular behaviors, such as stopping to take photos, are observable in the resulting patterns. The spatial density statistics for the extracted clusters have been calculated. These statistics indicate the duration of surface area occupation, which allows for the examination of the extent of movement stoppage in the space. Accordingly, the highest temporal density is related to the corner of the shrine opposite the shrine, at the exit, adjacent to the shrine, and then at the entrance, respectively. Overall results show that the movement of pilgrims in the Imam Reza shrine follows a pattern of average speed, which is based on the manner of pilgrims approaching the shrine, gathering around the shrine, and moving to exit from the shrine.

DOI:

Corresponding author (Email: hani.rezayan@khu.ac.ir)

Copyright © 2022 The Authors. Published by KHarazmi University. This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Extended Abstract

Introduction

Space is the objectivity resulting from the Role-playing and influence of individuals, and human groups in the place (Sadough and Saeidi, 2006). "Movement" and "displacement" of tourists as one of the pillars of the tourism system have an undeniable role in the development of this industry. Tourism occurs in places and involves movement and activity between places; it is also an activity in which both the characteristics of the place and the personal identity are formed through the relationships that arise between places, landscapes, and people (Movahed, 2023). Tourism is a geographical phenomenon, and as other phenomena are changing or are causes of spatial changes, tourism also plays a role in spatial changes. Geographic space is a reflection of man's basic knowledge of the world, his experiences of life, and his willful attachments to his environment (Movahed, 1402). Tourism attractions are important spatial features of the tourism system that support the development of tourism at different levels as they are the main elements of tourism products (Ellerbrock & Hite, 1980; Radisic & Bašan, 2007; Yang & Fik, 2014:145, Rosentraub & Joo, 2009). The choice of the path and flow of movement and the behaviors of tourists depends on a) the people's interest b) the space and time distance, and c) the elements of the environment. From the viewpoint of sociology, religions consist of two basic and important elements: 1) a system of beliefs and 2) Ceremonies, rituals and etiquette. The religion of Islam also has rituals that have a collective nature such as hajj, congregational prayer, and pilgrimage mentioned in religious texts (Behravan ۲۰۰۱). Pilgrimage in the religious sense is a departure (apparent or inward) to religious places that are performed by followers of a religion to establish a religious ceremony or ritual. Pilgrimage rituals are often performed especially in the courtyard of the shrine of religious places by walking the pilgrims.

This study investigated the patterns of walking speed of pilgrims in the men's section of the shrine of Razavi. Afterward, the concepts and related research have been reviewed and the characteristics of the Holy Shrine of Razavi have been described. Then, the research method is presented which is based on statistical analysis of hot spots of the speed of the pilgrims in a specified period in the shrine of Razavi. The results and discussions are presented in the last section.

Methodology

The research method is based on using the exploratory descriptive type and practical. Initially, the required data is obtained by digitizing the movement paths of pilgrims from images captured by cameras installed at the shrine. Consequently, the path of each pilgrim is determined by clicking on the location point in the image. Each point on the path includes horizontal and vertical image coordinates, relative to the upper-left corner of the image, and the time of capture. To comply with the t-student distribution, in this study, a minimum of 30 random pilgrim movement paths are sampled. Additionally, data collection occurs for a time interval with average pilgrim density. The collected data from pilgrim movement paths, which are in the camera coordinate system, need to be transformed into the two-dimensional coordinate system of the shrine map. For this purpose, a relationship between control points taken from the shrine map and their corresponding points on the camera images is determined, and a projective geometric transformation.

Given the known positions and timestamps of each sampled point in the pilgrim's movement, the average speed between two consecutive points is calculated for each pilgrim. To achieve this, the distance traveled between two successive points along the movement path is divided by the time taken to cover that distance.

Next, spatial patterns present in the data are analyzed using cluster analysis of points with high and low movement speeds, referred to as hotspots analysis. A distinguishing feature of this analysis, compared to similar approaches like density map analysis and hotspot analysis, is the statistical significance testing of results. This reduces the dependence of results on data distribution and provides more discernible clusters. Additionally, the average temporal density of space is calculated for the extracted clusters. This statistic represents the unit surface's occupation time, enabling an assessment of movement stoppage in the space. In the final stage, the results obtained from spatial statistics are interpreted considering geometric specifications of the Holy Shrine of Imam Reza and some costumes of Visiting the Holy Shrine of Imam Reza.

Results

The research highlights the spatial distribution and movement patterns of pilgrims around a holy shrine. High-speed movement clusters are concentrated at the entrance, while three low-speed clusters are located near the shrine, opposite its corner, and at the exit. The largest low-speed cluster near the shrine arises from pilgrims performing rituals like touching, kissing, and praying while holding the shrine. Another low-speed cluster near the exit is due to pilgrims moving backward to avoid turning their backs to the shrine, continuing until they reach the mosque door overhead. The study reveals a corridor of movement with variable speeds connecting the entrance and exit. Additionally, customary rituals such as reading pilgrimage prayers and modern behaviors like taking photos are observed.

Conclusion

The movement patterns defined in this paper provides the required insight to optimize in-site management of crowd.

Results

The research highlights the spatial distribution and movement patterns of pilgrims around a holy shrine. High-speed movement clusters are concentrated at the entrance, while three low-speed clusters are located near the shrine, opposite its corner, and at the exit. The largest low-speed cluster near the shrine arises from pilgrims performing rituals like touching, kissing, and praying while holding the shrine. Another low-speed cluster near the exit is due to pilgrims moving backward to avoid turning their backs to the shrine, continuing until they reach the mosque door overhead. The study reveals a corridor of movement with variable speeds connecting the entrance and exit. Additionally, customary rituals such as reading pilgrimage prayers and modern behaviors like taking photos are observed.

Conclusion

The movement patterns defined in this paper provides the required insight to optimize in-site management of crowd. Besides it may result in more convenience for the pilgrims. More patterns and detailed specifications could also be defined and these could be embedded into simulation environments and also feed the key performance indicators used to design management dashboards. Based on these findings, recommendations include creating a backward movement path for exiting pilgrims, designating a prayer area above Imam Reza's head that does not disrupt outgoing flow, and improving movement patterns in Dar al-Huffaz portico. These measures aim to enhance pilgrim experience while maintaining smooth movement dynamics

Besides it may result in more convenience for the pilgrims. More patterns and detailed specifications could also be defined and these could be embedded into simulation environments and also feed the key performance indicators used to design management dashboards. Based on these findings, recommendations include creating a backward movement path for exiting pilgrims, designating a prayer area above Imam Reza's head that does not disrupt outgoing flow, and improving movement patterns in Dar al-Huffaz portico. These measures aim to enhance pilgrim experience while maintaining smooth movement dynamics

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.



فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی گردشگری

شاپای الکترونیکی:

درگاه مجله: <https://gtp.khu.ac.ir>



مقاله پژوهشی

الگویابی مکانی حرکت زائرین حرم رضوی

هانی رضائیان*: استادیار گروه سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات مکانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
پرویز ضیائیان فیروزآبادی: استاد گروه سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات مکانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

علی موحد: دانشیار گروه گردشگری، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

علیرضا جدیدی: کارشناس ارشد گروه سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات مکانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

ارجاع: رضائیان، هانی؛ ضیائیان فیروزآبادی، پرویز، موحد، علی؛ جدیدی، علیرضا. (۱۴۰۴). الگویابی مکانی حرکت زائرین حرم رضوی، جغرافیا و برنامه ریزی گردشگری، ۱(۲)، ۱-۱۹.

DOI:

چکیده:

دینامیک هر فضایی ناشی از حرکتی است که در آن جریان دارد. شناخت الگوهای حرکتی در یک محیط نقش کلیدی در شناخت کارکرد آن محیط دارد. این تحقیق به بررسی الگوهای مسی و سرعت حرکت پیاده زوار اماکن متبرکه با کارکرد زیارتی پرداخته است. ازدحام، جاذبه ضریح، محدودیت فضا، هندسه ساده با زوایای تند و تأثیر آداب و آیین زیارت از جمله مشخصات بارز این امکان می‌باشد. محدوده مطالعه این تحقیق قسمت آقایان حرم رضوی است. داده‌های حرکت زوار در این تحقیق با برداشت موقعیت هر زائر از تصاویر دوربین‌های مستقر در حرم و اعمال تبدیل‌های هندسی لازم تهیه شده است. سرعت متوسط حرکت با توجه به مدت زمان جابجایی هر زائر بین موقعیت‌ها ثبت و محاسبه شده است. جهت بررسی الگوهای حرکتی موجود در داده‌ها از تحلیل خوشه‌بندی نقاط دارای سرعت‌های حرکت بالا و پایین موسوم به تحلیل نقاط/مناطق داغ استفاده شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد کربدوری پیوسته از حرکت با سرعت متغیر از درب ورود به درب خروج است. به علاوه آداب و آیین زیارتی مرسوم و یا رفتارهایی که اخیراً رواج یافته‌اند مانند توقف جهت گرفتن عکس و... در الگوهای حاصله قابل مشاهده است. آمار تراکم زمانی فضا برای خوشه‌های استخراج شده محاسبه گردد. این آمار نشان دهنده مدت زمان اشغال واحد سطح است که امکان بررسی میزان توقف حرکت در فضا را فراهم می‌نماید. براین اساس بیشترین تراکم زمانی به ترتیب مربوط به کنج حرم در مقابل ضریح، در خروجی، مجاور ضریح و سپس در ورودی برآورد شده است. نتایج کلی نشان می‌دهد حرکت زوار در حرم رضوی از الگوی سرعت متوسط تبعیت می‌کند که اساس نحوه نزدیک شدن زوار به ضریح، تجمع زوار در اطراف ضریح و حرکت جهت خروج از ضریح نشان داده شده است.

واژه‌های کلیدی:

تحلیل فضایی
خوشه بندی
الگوی فضایی
همبستگی مکانی
حرم رضوی

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۳/۲۱

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۳/۱۲/۲۲

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۰۱/۱۷

صفحات:

۱۹-۱

ناشر:

دانشگاه خوارزمی

* نویسنده مسئول: hani.rezayan@khu.ac.ir

مقدمه

فضا عینیتی حاصل از نقش پذیری و اثرگذاری افراد، گروه‌های انسانی در مکان است (صدوق و سعیدی، ۱۳۸۵: ۱۰). «حرکت» و «جابه جایی» گردشگران به عنوان یکی از ارکان نظام گردشگری، نقش انکار ناپذیری در توسعه این صنعت دارد. گردشگری در مکان‌ها اتفاق می‌افتد و شامل حرکت و فعالیت بین مکان‌ها می‌شود؛ همچنین فعالیتی است که در آن هم ویژگی‌های مکان و هم هویت شخصی از طریق روابطی که بین مکان‌ها، مناظر و مردم ایجاد می‌شود، شکل می‌گیرد (موحد، ۱۴۰۲).

گردشگری یک پدیده جغرافیایی و بلاخص فضایی است و همان‌طور که سایر پدیده‌ها در حال تغییر و یا زمینه‌ای برای تغییر فضایی هستند، گردشگری نیز در تغییرات فضایی نقش بازی می‌کند (موحد، ۱۴۰۲). فضای جغرافیایی بازتابی از آگاهی‌های اساسی انسان از جهان، تجربیات او از زندگی و وابستگی‌های ارادی او با محیط خود است (موحد، ۱۴۰۲).

جاذبه‌های گردشگری ویژگی مهم مکانی- فضایی نظام گردشگری است که توسعه گردشگری را در سطوح مختلف حمایت می‌کند. زیرا از عناصر اصلی محصولات گردشگری هستند (Ellerbrock & Hite, 1980; Yang & fik, 2014:145; Rosentraub & Joo, 2009; Radisic & Bašan, 2007; فضای گردشگری چارچوب و مرجع و هدایتی برای کنشهای مربوط به گردشگران است. در تولید و باز تولید این فضا کنش‌های گردشگران در رابطه با فضای فیزیکی و اجتماعی با توجه به حرکت و رفتار گردشگران مورد تاکید است. (شکویی و موحد، ۱۳۸۱: ۹۶) به واسطه حضور فعال تجمع و حرکت گردشگران در یک مکان، ماهیت، شخصیت و کارکرد گردشگری برای آن مکان تولید می‌شود و بر حسب نوع فعالیت و حجم و تنوع گردشگران، مکان مزبور سطح اهمیت و جایگاه گردشگری محلی، ملی، منطقه‌ای و یا جهانی پیدا می‌کند.

انتخاب مسیر و جریان حرکت و رفتارهای گردشگران بر میزان علاقه و احساسات آن‌ها و میزان فاصله مکانی و زمانی و عناصر تشکیل دهنده محیط و ساختار کالبدی در مقصد بستگی دارد (Hinlayagan et al., 2023). این رفتار شکل گرفته بر پایه‌ی ویژگی‌های روان‌شناختی، شخصیتی، فرهنگی و اجتماعی گردشگر از یک طرف و ویژگی‌های اجتماعی، فرهنگی، مذهبی و ... مکان گردشگری از سوی دیگر است.

گردشگری با هر هدف و در هر مقیاسی که انجام شود، می‌توان مسیری را برای حرکت گردشگر ترسیم کرد؛ بنابراین با توجه به چگونگی حرکت گردشگران در تعیین و طراحی مسیرهای گردشگری و مدیریت بسیار حائز اهمیت است.

از دیدگاه علم جامعه‌شناسی، ادیان متشکل از دو عنصر اساسی و مهم می‌باشند: (۱) نظام باورها و اعتقادات و (۲) تشریفات، مناسک و آداب. دین اسلام نیز دارای مناسکی است که ماهیت جمعی دارند مانند حج، نماز جماعت و زیارت که در متون دینی نکات و آداب آن ذکر شده است (بهران، ۱۳۸۰).

زیارت در معنای مذهبی عزیمتی است (ظاهری یا باطنی) به اماکن مذهبی که از سوی پیروان یک دین برای بر پا داشتن یک آیین یا فریضه دینی انجام می‌گیرد. اغلب آداب زیارتی بالاخص در صحن حرم اماکن مذهبی با حرکت پیاده زوار انجام می‌شود.

این تحقیق به بررسی الگوهای سرعت حرکت پیاده زوار در قسمت آقایان حرم رضوی پرداخته است. انتخاب ضریح آقایان با توجه به محدودیت‌های موجود در استفاده از تصاویر دوربین‌های سمت بانوان انجام شده است. در ادامه به مرور مفاهیم و تحقیقات مرتبط با این تحقیق پرداخته شده است و مشخصات حرم رضوی تشریح شده است. سپس روش تحقیق ارائه گردیده که مبتنی بر تحلیل آماری نقاط داغ سرعت حرکت زوار در یک بازه زمانی مشخص در حرم رضوی می‌باشد. در ادامه نتایج حاصل از اجرای روش مزبور در قالب خوشه‌بندی مناطق دارای سرعت حرکت بالا، پایین و پراکنده بررسی شده‌اند. نتایج حاصل از تحقیق در بخش آخر بیان گردیده‌اند.

ادبیات نظری

به طور کلی فضا در مفهوم حقیقی به معنای یک حوزه مشخص جغرافیایی متشکل از یک یا چند مکان انسان‌ساخت با کارکرد مشترک است که یک بستر طبیعی را تحت تأثیر خود قرار داده و از آن نیز تأثیر پذیرفته است. در یک فضا، منظور از مکان، نقاطی هستند که یک کارکرد مشترک دارند و غالباً محصول تفکرات و عملکردهای انسانی هستند (پوراحمد، ۱۳۸۶: ۸۰).

مهم‌ترین عناصر تشکیل دهنده هر نظام (فضایی)، ساختار و کارکرد آن است (سعیدی و همکاران، ۱۳۹۶: ۴۴). ساختار فضایی محصول فرایند فضایی است. ساختار فضایی نتیجه چیدمان پدیده‌ها است که این انتظام موجود در ساختار فضایی حاصل تأثیر نیروهای طبیعی و انسانی است (Witherick et al. 2001: 250).

شناخت نظام فضایی در قالب ساختار و فرآیندهای فضایی از طریق روش‌هایی با عنوان تحلیل فضایی^۱ یا آمار فضایی^۲ انجام می‌شود (علیجانی، ۱۳۹۴). شناخت مزبور در امتداد مولفه‌های مکانی (طول، عرض و ارتفاع) و زمانی و براساس روابط فضایی یا توپولوژیک بین اجزای موجود در فضا صورت می‌گیرد. هدف از این شناخت مدل‌سازی فرآیندهای فضایی است که امکان پیش‌بینی آنها را فراهم می‌آورد. مراحل انجام یک تحلیل فضایی به شرح زیر است (Lee, 2023; Longley et al., 2015):

- بررسی مشخصات صحت و دقت داده‌ها به عنوان نمونه آماری^۳ با بررسی انطباق با توزیع آماری^۴ جامعه هدف
- بررسی توزیع فضایی داده‌ها با استخراج الگوهای فضایی و خوشه‌بندی‌های فضایی^۵ داده‌ها
- تعیین میزان شباهت یا عدم شباهت داده‌ها براساس محل قرارگیری در فضا در قالب قانون اول جغرافیا (Walker, 2021; Tobler, 1970) شامل:
- همبستگی^۸ که شباهت و ارتباط بین ۲ مجموعه داده را مشخص می‌کند

1. Spatial Analysis
2. Spatial Statistics
3. Sample Data
4. Statistical Distribution
5. Population
6. Spatial Pattern
7. Spatial Cluster
8. Correlation

- خود همبستگی که شباهت و ارتباط بین یک مجموعه داده با خودش را مشخص می کند
- مدل سازی^۲ فرآیند جهت ایجاد امکان پیش بینی داده

در این راستا توجه اصلی بر فضای قابل سنجش در رابطه با ادراک/تصویر ذهنی کاربران از فضای رفتاری و فضای تجربی می باشد که از لحاظ نظری تحت عنوان فضای درهم تنیده با مکان معنی می شود (Edwards et al, 2008). بدین ترتیب از رفتار و تجربه کاربران و تصویر ذهنی آن ها برای تحلیل فضا و برای فهم معنی و تجربه واقعی آن ها از فضای خلق شده استفاده می شود (موحد، ۱۴۰۲).

لوکرمین تعریفی از مکان، تحلیلی ارائه کرد که از شش جزء اصلی تشکیل شده بود. در این اجزا می توان عناصر مؤثر در فضای گردشگری را به خوبی مشاهده کرد. آن ها عبارتند از:

- ۱- ایده موقعیت، خصوصیات موقعیتی که مربوط به همه چیزها و مکان ها است.
- ۲- مکان با یکپارچگی عناصر طبیعت و فرهنگ در گیر است. هر مکان دارای نظم خاص خود است.
- ۳- همه مکان ها منحصر به فرد هستند و از سوی نظامی از تعاملات و انتقالات فضایی باهم متصل هستند.
- ۴- مکان ها محلی شده هستند.
- ۵- مکان ها در حال ظهور هستند و با تغییر تاریخی و فرهنگی عناصر جدیدی اضافه و عناصر قدیمی محو می شوند.

۶- مکان ها دارای معنی هستند و با اعتقادات انسان شخصیت پیدا می کنند.

جهان در حال تغییر است، تعریف، معنی و مفهوم مکان نیز در حال تغییر است؛ اما پایان یافتن مکان هرگز اتفاق نمی افتد (Movahed & Jafarpour Ghalehtemouri, 2020:2). پیچیده ترین معانی از فضا و مکان است که تاکنون در جغرافیا، فلسفه، فیزیک ریاضیات و علوم اجتماعی داشته ایم. کسانی که در مورد مکان و گذشته مکان صحبت کرده اند، فقط در مورد مقیاس، عملکرد، شکل، دقت صحبت کرده اند؛ اما امروزه پیچیدگی فضا و مکان بسیار زیاد و مهم است (Movahed & Jafarpour Ghalehtemouri, 2020:6).

چگونگی تکامل مکان های گردشگری در طول زمان با فرایندهای اساسی فرهنگی و اجتماعی شکل می گیرد. نقش و طول زمانی همراه با تحولات اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و غیره است که اهمیت مکانهای گردشگری بصورت ارزش های فرهنگی یا هویت یک ملت یا ادراک از مقصد گردشگری را بوجود می آورد.

یکی دیگر از ابعاد فضا که نقش مهمی در مکانهای گردشگری دارد، زمان است. زمان ساخته ذهن انسان است که تبلور واقعی دارد و گویای مناسبات عینی است (Harvey, 1990؛ سعیدی، ۱۳۹۱: ۵). زمان به عنوان یکی از چهارچوب های نظری در مطالعات رفتار فضایی است که رفتارهای انسان را به صورت مجموعه ای از رفتارهای به هم پیوسته در محیط فضایی در نظر می گیرد. ایده اصلی جغرافیای زمان آیین است که نیازهای مستقل فعالیت ها و

رویدادها دارای ابعاد زمانی و مکانی است که کاربرد آن می‌تواند ارتباط بین زمان، فضا و رفتار زمانی و فضایی افراد را مشخص کند. تأکید جغرافیای زمان بر کشف توالی فعالیت‌ها و ویژگی‌های رفتار فضایی-زمانی توسط ردیابی مسیر روزانه گردشگران و کشف قواعد فعالیت‌های انواع مختلف مردم از طریق سیستم فعالیت‌های فردی یا گروهی و ارتباط بین صفات مستقل و یا گروهی از صفات است (Yuan et al.:2015:1).

نوع نگاه ما به مکان اهمیت آنرا نشان می‌دهد؛ لذا مفهوم نگاه به مکان بسیار ارزشمند است؛ زیرا باعث ایجاد درک و مصرف مکانهای گردشگری می‌شود که بیشتر در عمل گردشگران مشاهده می‌شود و یک دلیل منطقی متداول دارد. مهم‌تر از همه، این موضوع بر ماهیت ذهنی گردشگری و جایگاه گردشگر به عنوان موضوع تأکید دارد (McCann, 2001). مفهوم نگاه با دو پیامد مهم مورد اشاره قرار می‌گیرد:

۱. این امر نقش گردشگران را به عنوان مصرف کننده در موقعیت اصلی در فرایند ساخت مکان‌های گردشگری قرار می‌دهد.

۲. در تصدیق اینکه گروههای مختلف، نگاه خود را به روشهای مختلفی خواهند ساخت، به همین دلیل منطقی تنوع موجود در نقاط مختلف گردشگری است که معمولاً با آنها روبرو می‌شویم.

با این حال، کل فرایند نگاه، تجسم و تجربه مکانها با روشی بسیار انتخابی است؛ این بدون در نظر گرفتن مکانهای دیگر و حذف به دلیل عدم علاقه، انتخاب مکانها به شکلی کاملاً گزینشی خواهد بود. در این فرآیند، ما مکانهایی را برای متناسب سازی اهداف خود یا سلیقه خودمان انتخاب می‌کنیم. این نگاه، خواه صرفاً بصری یا چند حسی، یک فرآیند مشخص و فوق العاده حسی است؛ همانطور که این اصطلاح نشان می‌دهد، فاقد لایه‌های عمیق‌تر از تعامل با افراد و محیط‌هاست (Williams et al., 2014).

طبقه بندی مکان توسط فرهنگ، طبقه بندی مکان بر اساس اقلیم، فعالیت‌های انسانی، اخلاق، زبان و طبقه بندی مکان بر اساس موقعیت جغرافیایی است. هر طبقه بندی مکانی افراد مختلفی را به خود جلب می‌کند (Movahed & Jafarpour Gahlehtimouri, 2020:6). این جایی است که مردم یک شبکه بزرگ (Cresswell, 2011) بین مکانهای مختلف را فراهم می‌کنند.

دینامیک هر فضایی ناشی از حرکتی است که در آن جریان دارد (Ritzer, 2005؛ Hillier & Hanson 1984؛ الکساندر، ۱۳۸۶؛ نیرو و کریمی‌پور، ۱۳۹۴). از این رو شناخت الگوهای حرکتی در یک محیط نقش کلیدی در شناخت کارکرد آن محیط دارد. در این راستا بررسی الگوهای حرکتی پیاده‌ها مورد توجه متخصصین و محققین در حوزه‌های مختلف از جمله طراحان، معمارها، محققین حوزه علوم ادراکی و علوم اطلاعات مکانی می‌باشد (Hillier & Hanson 1984). این تحقیقات عمدتاً به سه مقوله زیر می‌پردازند:

- استخراج الگوهای حرکتی که با هدف شناخت دینامیک موجود در محیط صورت می‌گیرد.
- مدل‌سازی الگوهای حرکتی که با هدف بازسازی دینامیک محیط با قابلیت اعمال روش‌های علمی صورت می‌گیرد و اغلب به ایجاد مدل‌های ریاضی و محاسباتی در محیط‌های رایانه‌ای می‌انجامد.
- کنترل الگوهای حرکتی که با هدف تغییر الگوها بمنظور مدیریت کارکرد محیط صورت می‌گیرند.

در زمینه استخراج الگوهای حرکتی پیاده اولین تحقیقات توسط (Henderson, 1971) و Predtechenskii & Milinskii (1978) صورت گرفته است که الگوی حرکت پیاده براساس اصول حرکت سیالات و بهبود حرکت پیاده تحت تأثیر طراحی فضاها در محیط‌های بسته را بررسی کرده‌اند. در زمینه مدل‌سازی الگوهای حرکتی پیاده-ها، (Thompson & Marchant, 1995) و (Blue & Adler, 1998) از تحقیقات پیشگام می‌باشند که به بررسی استفاده از اتوماتای سلولی^۱ برای تحلیل جزء به کل^۲ حرکت پیاده در فضاهای بسته پرداخته است. (Hoogendoorn & Daamen, 2005) به مدل‌سازی الگوهای حرکتی پیاده‌ها در نقاط گلوگاهی مانند درب‌ها و راهروها پرداخته‌اند. با افزایش حجم داده‌ها تحقیقاتی از روش‌های داده‌کاوی برای بررسی الگوهای حرکتی پیاده‌ها انجام شده است و همچنین با پیشرفت فن‌آوری‌های رهگیری افراد تحقیقاتی انجام شده‌اند که تحلیل‌های در لحظه حرکت پیاده را مطالعه کرده‌اند (Larsen, 2007; Wang et al., 2021; Sawandi et al., 2024).

در زمینه حرکت زوار بطور خاص، (Turner (1978 مطالعه‌ای تفسیری انجام داده است. AlGadhi & Mahmassani (1991) به بررسی حرکت زوار در فریضه حج بالاخص حرکت در مسجدالحرام پرداخته است. بصورت مشابه (Helbing et al. (2000، (Owaidah et al. (2023 و (Shiwakoti et al. (2009 به موضوع بهبود الگوی حرکت زوار در حج پرداخته و راهکارهایی نیز در این زمینه ارائه نموده است. در (Johansson et al. (2007) موضوع رهگیری حرکت زوار با پردازش تصاویر ویدئویی بررسی شده است و در همین راستا (Henin & White (2007 تأثیر حرکت یک زائر بر الگوی حرکتی توده‌های جمعیتی زوار را مورد مطالعه قرار داده است.

با وجود شباهت‌هایی که در الگوهای حرکتی پیاده در محیط‌های مختلف وجود دارد (Hillier & Hanson, 1984)، این الگوها تحت تأثیر کارکرد محیط تغییر شکل می‌دهند و گاهی الگوهای جدیدی ایجاد می‌شوند. بدین معنا که تغییر کارکرد محیط منجر به تغییر الگوهای حرکتی و یا تغییر تفسیر آن می‌گردد. برای نمونه می‌توان مطالعه الگوی حرکتی مسافران در یک فرودگاه (Martin et al., 1997)، در پیاده‌روهای شهر (Hillier & Hanson 1984)، در اجتماعات بزرگ مانند حج (Still, 2000)، در مدیریت جمعیت و ازدحام در مراسم مختلف (Still, 2000)، در تخلیه مسافرین از یک ایستگاه مترو (Lei, 2012) یا تخلیه اضطراری از یک ساختمان (Xueling, 2015) را مطالعه نمود. در حالی که در این مطالعات الگوهای مشترکی مانند حرکت در راستای خطوط محوری و یا ایجاد خوشه‌بندی‌های سلسله‌مراتبی و دانه تسبیحی مشاهده شده است (Hillier & Hanson, 1984)، مشخصات این الگوها در هر نمونه تحت تأثیر کارکرد موجود در محیط تغییر یافته‌اند. از جمله این مشخصات متغیر، سرعت و جهت حرکت است.

در تحقیق (Rutten et al. (2022 الگوی حرکتی توده جمعیت در استادیوم ورزش مطالعه شده است. این تحقیق نشان داده که جریان حرکت دارای سطحی از بینظمی به صورت متناوب دارای کاهش و افزایش سرعت و حتی توقف و حرکت است. این الگوی حرکتی مشابه با حرکت زوار در محل‌های زیارتی است که ناشی از انجان ترتیبات زیارتی است.

1. Cellular Automata - CA
2. Buttom-Up

در تحقیقات انجام شده نقش عامل سرعت در بررسی الگوهای حرکتی مورد توجه خاص بوده است (Daamen & Hoogendoorn, 2003) و در طراحی تسهیلات پیاده‌روی، برنامه ریزی کلان یا مدل‌سازی و شبیه سازی پیاده روی منظور گردیده است (HCM, 2010). (Daamen & Hoogendoorn (2003) عوامل تاثیر گذار بر سرعت حرکت پیاده را به چهار دسته زیر تقسیم می کنند:

۱. هدف از حرکت در محیط شامل مبدأ و مقصد و اهداف میانی،
۲. مشخصات محیط حرکت شامل مشخصات فیزیکی و کارکردی اجزای محیط بالاخص هندسه و ارتباط فضاهای باز و بسته و جاذبه یا دافعه حرکتی،
۳. شرایط خاص محیطی مانند زمان، نور، دما و فشار و یا شرایط خاص حاکم بر تصمیم‌گیری فرد پیاده مانند خستگی یا عجله داشتن،
۴. مشخصات خاص فرد پیاده مانند سن، جنس، قد و معلولیت.

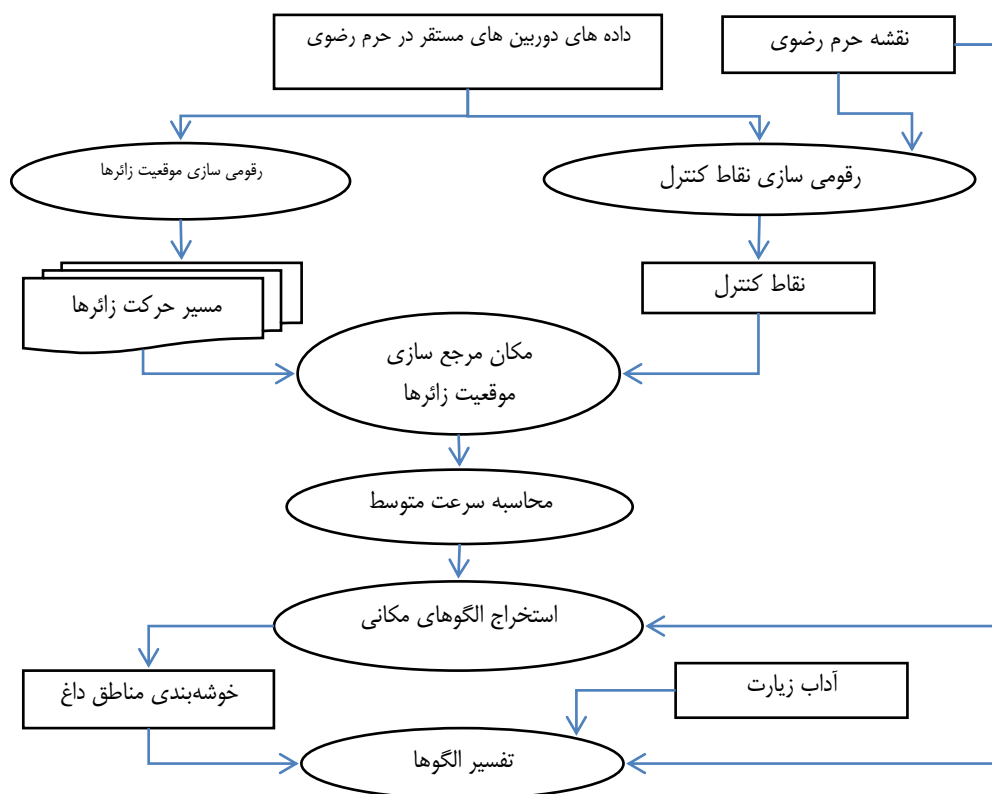
مشخصات کلی حاکم بر حرکت پیاده در حرم‌های زیارتی عبارتند از:

- ازدحام زوار در حرم که به تأثیرگذاری مستقیم بر شیوه‌های رفتاری هر زائر (نمازیان، ۱۳۹۲) و سرعت حرکت آن بر زائران واقع در همسایگی منجر می‌شود.
 - کارکرد حرم تحت تأثیر آداب و آیین زیارت، بازه‌های زمانی شبانه روز و مناسبت‌ها می‌باشد.
 - ضریح به عنوان یک عامل جاذبه شدید نقشی کلیدی در الگوهای حرکتی ایفا می‌نماید.
 - برخورداری از فضای کوچک با محدودیت‌های توسعه
 - وجود هندسه ساده با تغییرات زاویه‌ای تند
 - استفاده از عوامل انسانی کنترل‌کننده جریان حرکت
- محاسبه سرعت حرکت پیاده از طریق ثبت موقعیت و زمان صورت می‌گیرد. بدین ترتیب که سرعت متوسط پیاده بین هر دو موقعیت با تقسیم مسافت پیموده شده بر مدت زمان طی شده محاسبه می‌گردد (Daamen & Hoogendoorn, 2003).

روش تحقیق

روش تحقیق از نوع توصیفی-اکتشافی کمی و کیفی (آمیخته) و از نوع کاربردی است. در این تحقیق الگوهای سرعت حرکت پیاده زوار در قسمت آقایان حرم رضوی بررسی می‌شود. داده‌ها از بخش ضریح آقایان با توجه به محدودیت‌های موجود در استفاده از تصاویر دوربین‌های سمت بانوان انجام شده است. شکل ۱ نشان دهنده شمای کلی روش اتخاذ شده در این تحقیق می‌باشد. براین اساس ابتدا داده‌های مورد نیاز از طریق رقومی سازی مسیر حرکت زائران از روی تصاویر دوربین‌های مستقر در حرم صورت می‌گیرد. بدین ترتیب مسیر حرکت

هر زائر با کلیک بر روی نقطه قرارگیری آن بر روی تصویر تعیین می‌شود. هر نقطه از مسیر شامل مولفه‌های مختصات افقی و عمودی تصویر، نسبت به گوشه بالا-چپ تصویر، و زمان برداشت می‌باشد.



شکل (۱). روند نمای روش تحقیق

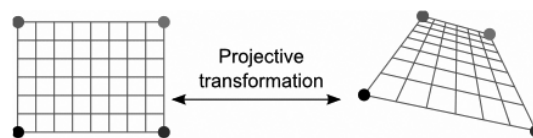
جهت تبعیت از تابع توزیع t-student، در این تحقیق حداقل ۳۰ مسیر حرکتی زائرین به صورت اتفاقی برداشت می‌شود. بعلاوه برداشت داده‌ها برای بازه زمانی با تراکم زائرین متوسط صورت می‌گیرد. لازم است تا داده‌های برداشت شده از مسیر حرکت زائران که در سیستم مختصات دوربین می‌باشند به سیستم مختصات دوبعدی نقشه حرم منتقل شوند. برای این منظور با استفاده از تعدادی نقاط کنترل برداشت شده از نقشه حرم و نقاط متناظر آن‌ها بر روی تصاویر دوربین، رابطه تبدیل دو سیستم مختصات مزبور تعیین می‌گردد. در این تحقیق از تبدیل هندسی پروژکتیو (شکل ۳) استفاده می‌شود (رابطه ۱).

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن:

- X و Y مختصات نقطه برداشت شده از روی تصاویر دوربین،
- x و y مختصات نقطه نظیر بر روی نقشه مرجع،
- a, b, c, d, e, f, g, h پارامترهای تبدیل هندسی پروژکتیو می‌باشند.

چنانکه در رابطه ۱ نشان داده شده است، تبدیل هندسی پروژکتیو دارای ۸ پارامتر می‌باشد. با توجه به اینکه به ازای هر نقطه کنترل دو رابطه برای تبدیل هندسی پروژکتیو تشکیل می‌گردد، حداقل ۴ نقطه کنترل برای محاسبه تبدیل هندسی پروژکتیو مورد نیاز است. جهت تخمین دقیق‌تر پارامترها تبدیل با روش کمترین مربعات، در این تحقیق ۹ نقطه کنترل غیر واقع بر روی یک خط استفاده می‌شود (شکل ۳).



شکل (۲). شمایی از تبدیل پروژکتیو

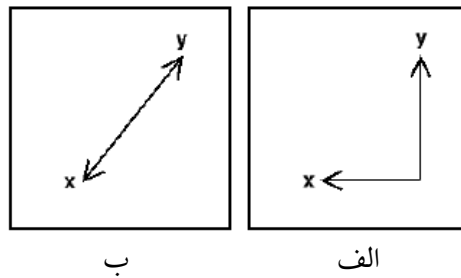
با توجه به مشخص بودن موقعیت و زمان برداشت هر نقطه از حرکت زائرن، برای هر زائر، سرعت حرکت متوسط بین دو نقطه محاسبه می‌شود. برای این منظور مسافت طی شده بین هر دو نقطه متوالی در مسیر حرکت یک زائر بر مدت زمان طی مسافت بین آن دو نقطه تقسیم می‌شود.

در ادامه الگوهای مکانی موجود در داده‌ها با تحلیل خوشه‌بندی نقاط دارای سرعت‌های حرکت بالا و پایین موسوم به تحلیل نقاط/مناطق داغ^۱ بررسی می‌شود. مشخصه متمایز کننده این تحلیل از تحلیل‌های مشابه مانند تحلیل نقشه تراکم^۲ و تحلیل نقشه داغ^۳ تست معنادار بودن آماری نتایج است. این امر سبب کاهش سطح وابستگی نتایج به توزیع داده‌ها می‌گردد و خوشه‌بندی‌های قابل تشخیص‌تری را ارائه می‌نماید.

در استفاده از تحلیل نقاط/مناطق داغ، پارامترهای اصلی عبارتند از:

- تعریف تابع فاصله بین نقاط که گزینه‌های موجود عبارتند از:
- فاصله اقلیدسی که فاصله مستقیم بین دو نقطه را محاسبه می‌نماید (شکل ۴-الف) و اغلب برای فضاهای همگن استفاده می‌شود.
- فاصله قدرمطلق (موسوم به فاصله منهتان)^۴ که مجموع حرکت افقی و عمودی را محاسبه می‌نماید (شکل ۴-ب) و اغلب برای فضاهای ناهمگن بالاخص محیط‌های طراحی شده توسط بشر که دارای فضاهای باز و بسته و تغییر جهات تند می‌باشد (مانند فضاهای شهری و فضاهای داخلی) استفاده می‌شوند.

1. Hot Spot
2. Density Map
3. Heat Map
4. Manhattan Distance



شکل (۳). شمایی از (الف) فاصله اقلیدسی و (ب) فاصله قدرمطلق/منهاتان بین دو نقطه در فضا

- تعریف فاصله/آستانه همسایگی که شعاع جستجو برای تعیین همسایه‌های یک نقطه را تعیین می‌نماید.
- تعیین چگونگی تأثیر نقاط بر یکدیگر با انتخاب روش وزندهی نقاط براساس فاصله می‌باشد که گزینه‌های موجود عبارتند از:
- وزندهی ثابت که وزن نقاط همسایه را یک (۱) و وزن سایر نقاط را صفر (۰) منظور می‌نماید.
- وزندهی معکوس فاصله
- وزندهی معکوس مجذور فاصله
- وزندهی منطقه‌ای که وزن نقاط همسایه را یک (۱) و وزن سایر نقاط را معکوس فاصله منظور می‌نماید.
- وزندهی آزاد که براساس تعریف کاربر به هر نقطه در همسایگی وزندهی می‌کند.

پارامترهای فوق در این تحقیق به صورت زیر لحاظ شده‌اند:

- تابع فاصله: فاصله قدرمطلق/منهاتان (شکل ۴-ب)
- فاصله/آستانه همسایگی: معادل مقداری محاسبه و منظور می‌گردد که هر نقطه حداقل شامل یک نقطه دیگر به عنوان همسایه باشد.
- روش وزندهی: وزندهی ثابت

بعلاوه آمار تراکم زمانی متوسط فضا برای خوشه‌های استخراج شده نیز محاسبه می‌گردد. این آمار نشان دهنده مدت زمان اشغال واحد سطح است که امکان بررسی میزان توقف حرکت در فضا را فراهم می‌نماید. در مرحله آخر نتایج حاصل از اجرای آمارهای مکانی مزبور کارشناسی و تفسیر می‌شوند. برای این منظور المان‌های زیر مدنظر قرار گرفته می‌شوند:

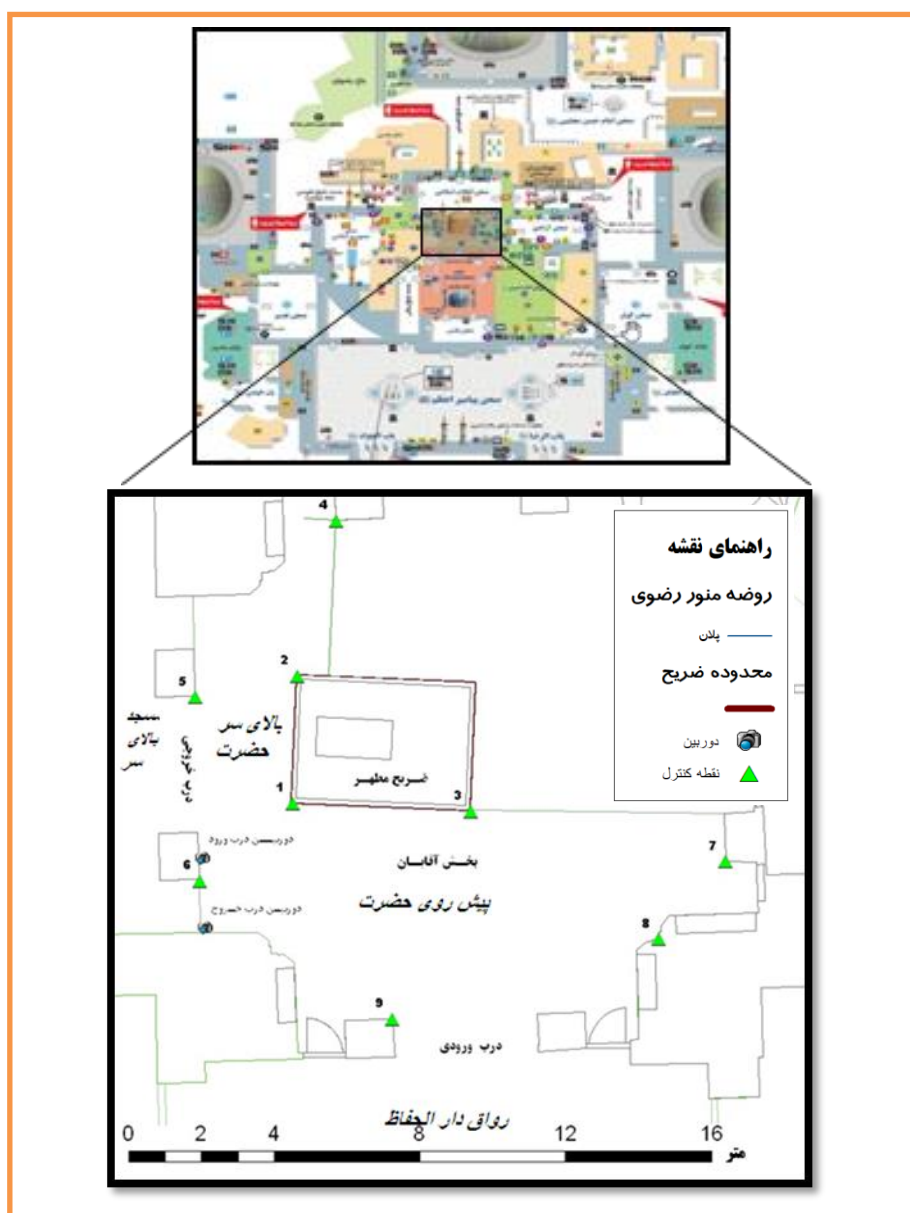
- مشخصات هندسی حرم رضوی
- آداب زیارت حرم رضوی که شامل موارد زیر می‌باشد:
- سلام دادن در مقابل ضریح در حالت سکون (پیش روی حضرت)
- خواندن زیارت مخصوص امام (ع) در مقابل ضریح به صورت ایستاده و نشسته

- نماز خواندن در بالای سر حضرت امام رضا (ع)
- لمس ضریح
- گرفتن ضریح و راز و نیاز کردن
- عکس سلفی خویش انداز گرفتن با ضریح
- خروج مؤدبانه از حرم
- رفتارهای طبیعی حرکت پیاده

محدوده مورد مطالعه

محدوده مطالعه در این تحقیق، محوطه مردان در ضریح مطهر رضوی است (شکل ۴). مساحت محوطه مزبور معادل ۹۳ مترمربع می باشد. حرم از نظر لغوی به گرداگردخانه، اندرون سرا، جای اقامت خانواده و داخل اماکن متبرک در بناهای مذهبی از جمله مدفن امام رضا (ع) گفته می شود (رهنما، ۱۳۹۰). در بناهای آستان قدس، روی حرم و بقعه مبارک را می توان قدیمی ترین قسمت بنا دانست. این بقعه پس از مرگ هارون الرشید در سال ۱۹۳ هجری قمری ساخته شده سپس در سال ۲۰۳ هجری قمری پیکر مطهر حضرت امام رضا (ع) در همان بقعه هارونی بخاک سپرده شده است (عالم زاده، ۱۳۸۷).

بنای حرم مربعی شکل است (شکل ۴). ضلع جنوبی آن ۱۰/۴۰ متر ضلع شمالی ۱۰/۹۰ ضلع شرقی ۱۰/۴۰ متر و ضلع غربی ۱۰/۹۰ متر است. حرم مطهر دارای چهار صفه (ایوان) با دهانه ۳ متری است که دو صفه واقع در محوطه مردان شامل در طلای پیش روی مبارک و در پایین حرم مبارک می باشند (سعادت، ۱۳۵۴) (شکل ۴).

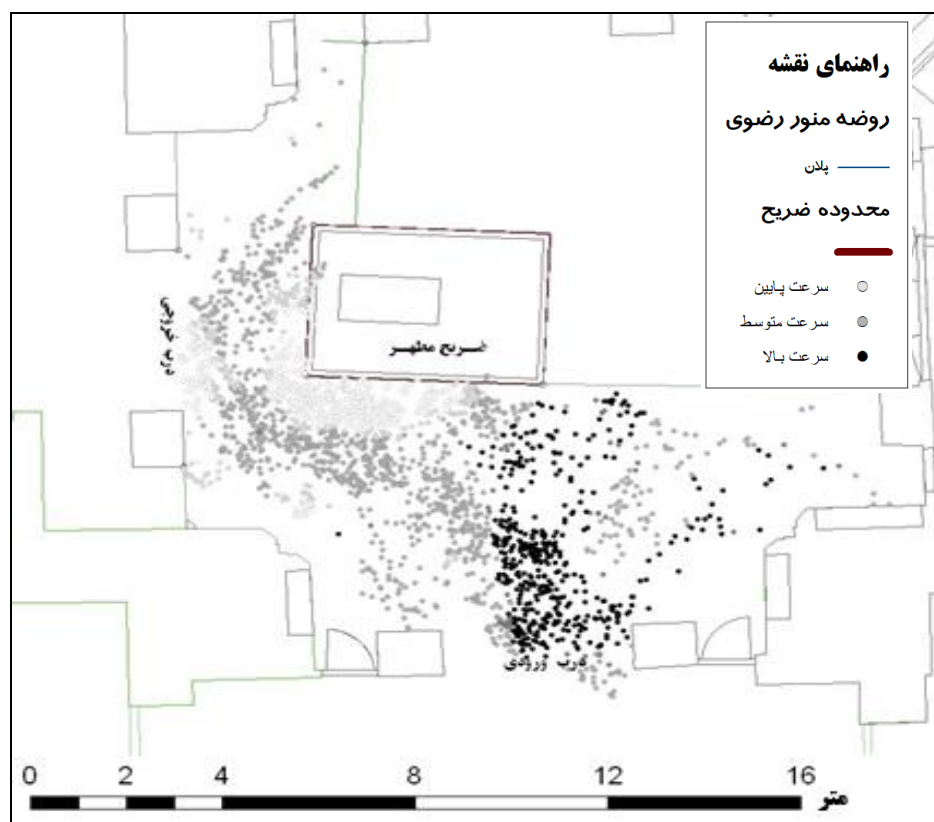


شکل (۴). نقشه شماتیک محل قرارگیری ضریح در حرم و نقشه رقومی روضه منور رضوی

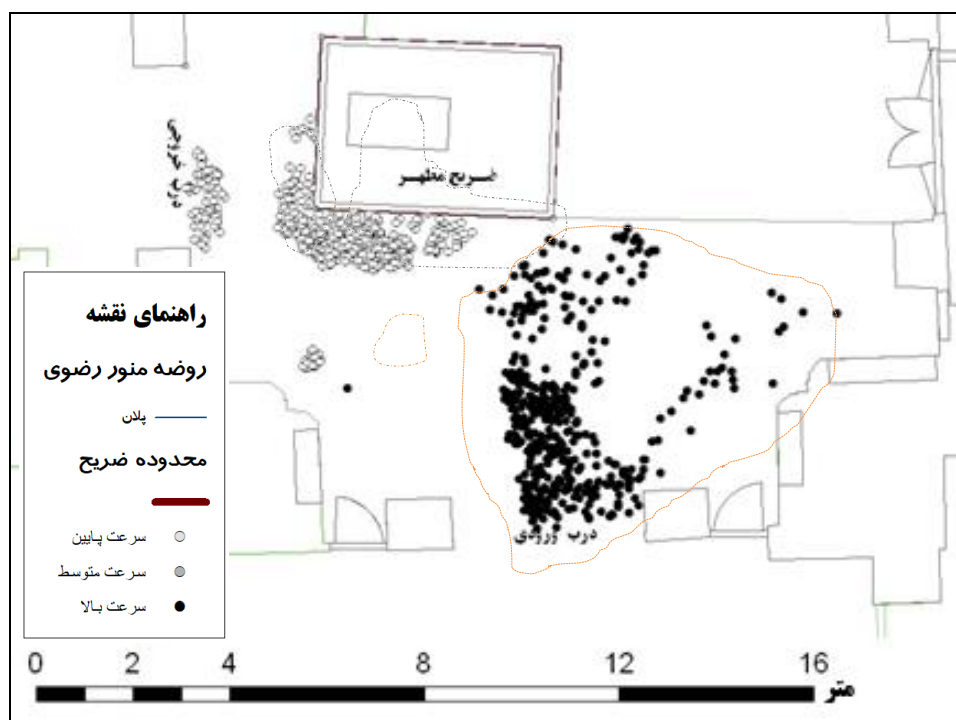
یافته‌ها

شکل ۵ شمایی از نتیجه اجرای تحلیل نقاط / مناطق داغ را برای سرعت متوسط حرکت زوار در حرم رضوی نمایش می‌دهد. در این شکل دایره‌های تیره تجمع سرعت‌های متوسط حرکتی بالا، دایره‌های روشن تجمع سرعت‌های متوسط حرکتی پایین و دایره‌های با طیف رنگ خاکستری وقوع سرعت‌های حرکتی ترکیبی بالا و پایین را نشان می‌دهند.

شکل ۶ تنها خوشه‌های تجمع سرعت‌های حرکتی بالا و پایین را نمایش داده است. در این شکل یک خوشه سرعت حرکت بالا در قسمت درب ورودی روضه و ۳ خوشه سرعت حرکت پایین به ترتیب در مجاورت حرم، گوشه مقابل حرم و درب خروجی قابل مشاهده می‌باشند.



شکل (۵). نقشه حاصل از اجرای تحلیل نقاط داغ بر روی سرعت حرکت زوار در روضه منور رضوی



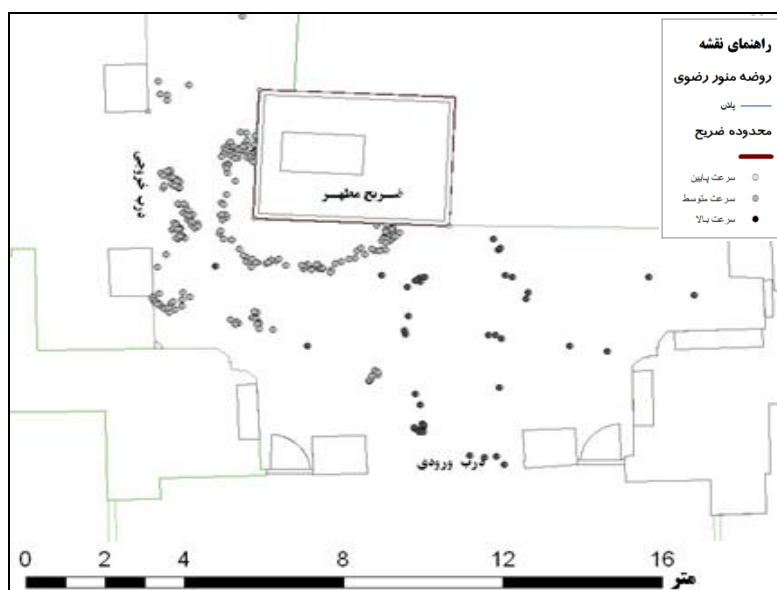
شکل (۶). نقشه خوشه‌های سرعت حرکت بالا (دایره‌های تیره) و سرعت حرکت پایین (دایره‌های روشن)

در تفسیر علل تشکیل خوشه‌های مزبور، موارد زیر بررسی و قابل ذکر می‌باشند:

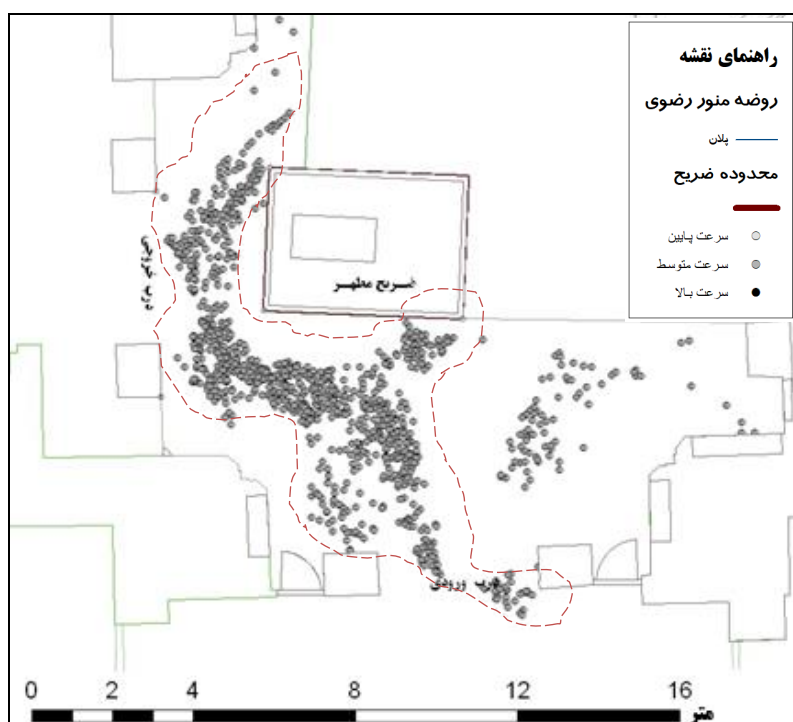
- واقع شدن خوشه با سرعت حرکت بالا در محل در ورودی ناشی از فاصله زیاد در ورودی تا ضریح می‌باشد. شکل هندسی مثلثی این خوشه نیز که قاعده آن با نزدیک شدن به ضریح افزایش می‌یابد نشان می‌دهد که زائرین برای قرار گرفتن در مجاورت حرم به جناحین متمایل می‌شوند. تراکم زمانی متوسط این خوشه معادل ۷۶ ثانیه بر متر مربع می‌باشد.
- واقع شدن بزرگترین خوشه با سرعت حرکت پایین در مجاورت ضریح مطهر ناشی از ادای آداب لمس و بوسیدن ضریح و راز و نیاز کردن با گرفتن ضریح می‌باشد. شکل هندسی این خوشه با شکل گوشه ضریح انطباق دارد. تراکم زمانی متوسط این خوشه معادل ۲۵۶ ثانیه بر متر مربع می‌باشد.
- واقع شدن خوشه با سرعت حرکت پایین دوم در مجاورت در خروج ناشی از حرکت رو به عقب زوار برای خارج شدن از حرم می‌باشد. این رفتار جهت پشت نکردن به ضریح می‌باشد و تا رسیدن به درب مسجد بالای سر ادامه می‌یابد. تراکم زمانی متوسط این خوشه معادل ۲۷۷ ثانیه بر متر مربع می‌باشد.
- واقع شدن خوشه با سرعت حرکت پایین سوم در یکی از گوشه‌های مقابل ضریح ناشی از ایستادن زوار جهت بوسیدن گوشه ضریح می‌باشد که برای آن فضایی نقل شده است. به علاوه قرار گرفتن در این موقعیت فرصت مناسبی را جهت توقف در حرم بدون مواجهه با تراکم بالای دو خوشه با سرعت پایین فراهم می‌آورد. تراکم زمانی متوسط این خوشه معادل ۱۰۱۳ ثانیه بر متر مربع می‌باشد. بالا بودن تراکم زمانی این خوشه نسبت به دو خوشه قبلی نیز نشان دهنده تفاوت رفتار حرکتی در آن می‌باشد که با توقف زیاد همراه است.

شکل ۷ نقشه خوشه‌های با ترکیب سرعت حرکت بالا و پایین را نمایش داده است. این خوشه‌ها که در همسایگی خوشه‌های با سرعت حرکت بالا و پایین قرار گرفته‌اند و به صورت کمربندی خوشه‌های مزبور را فراگرفته‌اند (شکل ۶)، نشان دهنده کاهش تدریجی غلبه سرعت بالا (دایره‌های تیره) و همچنین کاهش تدریجی غلبه سرعت پایین (دایره‌های روشن) می‌باشند.

شکل ۸ نقشه خوشه‌های ترکیب سرعت حرکت بالا و پایین را نشان می‌دهد که در آن هیچ یک از دو حالت سرعت بالا و پایین غلبه معناداری نسبت به یکدیگر ندارند. در این شکل تقریباً یک خوشه یکپارچه قابل تشخیص می‌باشد. این در حالی است که همپوشانی محدودی میان خوشه‌های نمایش داده شده در این شکل و خوشه سرعت‌های بالا نمایش داده شده در شکل ۶ مشاهده می‌شود. تراکم زمانی متوسط این خوشه معادل ۱۲۷ ثانیه بر متر مربع می‌باشد. سطح پایین تراکم زمانی این خوشه حاکی از روان بودن حرکت و وقوع توقف کمتر در آن می‌باشد. در این راستا مشاهده می‌شود که کریدور حاصل از این خوشه در امتداد بزرگترین خط محوری (Hillier & Hanson, 1984) حرم نیز واقع شده است که خود بیانگر نحوه رفتار حرکتی عنوان شده در آن است.



شکل (۷). نقشه خوشه‌های ترکیب سرعت حرکت بالا و پایین که دایره‌های تیره غلبه نسبی با سرعت حرکت بالا و دایره‌های روشن غلبه نسبی با سرعت حرکت پایین را نشان می‌دهند.



شکل (۸). نقشه خوشه‌های ترکیب سرعت حرکت بالا و پایین که هیچ یک از دو حالت سرعت بالا و پایین در آن غلبه معناداری نسبت به یکدیگر ندارند.

بحث

شناخت الگوهای حرکتی در یک محیط نقش کلیدی در شناخت کارکرد آن محیط دارد. به واسطه حضور فعال گردشگرانی که در مکان‌ها تجمع و حرکت می‌کنند سبب می‌شود ماهیت و شخصیت و کارکرد آن را به عنوان مکانهای گردشگری تولید شود و بر حسب نوع فعالیت و حجم و تنوع گردشگران اهمیت و جایگاه خود را در سطوح مختلف نشان دهد.

یافته‌های حاصل از این تحقیق نشان دهنده توزیع فضایی زوار در محدوده مورد مطالعه به صورت متراکم و مبتنی بر دربهای ورود و خروج است. خوشه‌های تجمع سرعت‌های حرکتی بالا و پایین در اطراف ضریح مطهر به گونه‌ای است که سرعت حرکت بالا در قسمت درب ورودی روضه و ۳ خوشه سرعت حرکت پایین به ترتیب در مجاورت حرم، گوشه مقابل حرم و درب خروجی می‌باشد. بزرگترین خوشه با سرعت حرکت پایین در مجاورت ضریح مطهر ناشی از ادای آداب لمس و بوسیدن ضریح و راز و نیاز کردن با گرفتن ضریح می‌باشد. خوشه با سرعت حرکت پایین دوم در مجاورت در خروج ناشی از حرکت رو به عقب زوار برای خارج شدن از حرم می‌باشد. این رفتار جهت پشت نکردن به ضریح می‌باشد و تا رسیدن به درب مسجد بالای سر ادامه می‌یابد. بعلاوه یافته‌ها در مورد الگوهای سرعت متوسط حرکت متوسط زوار در حرم رضوی نشان می‌دهند و نحوه نزدیک شدن زوار به ضریح مطهر، تجمع زوار در اطراف ضریح و حرکت جهت خروج از ضریح نشان دهنده تمرکز بر بخشی از فضای حرم است. در این راستا وجود کريدوری پیوسته از حرکت با سرعت متغیر از در ورود به در خروج در نتایج نشان داده شده است. به علاوه آداب و آیین زیارتی مرسوم و یا رفتارهایی که اخیراً رواج یافته‌اند مانند توقف جهت خواندن زیارت نامه و گرفتن عکس با گوشی‌های تلفن همراه نیز در الگوهای حاصله قابل مشاهده است.

نتایج

هدف این مقاله شناخت الگوهای حرکتی زوار در بخش آقایان حرم رضوی می‌باشد. نتایج حاصله می‌تواند جهت مدلسازی و پیش‌بینی تأثیر تصمیم‌گیری‌ها در الگوی حرکتی زوار و مدیریت بهینه فضا مورد استفاده قرار گیرد. در این راستا و با توجه به نتایج حاصل شده برخی اقدامات پیشنهادی تأثیرگذار در الگوی سرعت حرکت در حرم رضوی به شرح زیر است:

- باز کردن مسیر حرکت رو به عقب زائرین برای خارج شدن از مسجد بالای سر
- قرار دادن محلی برای نماز گزاردن در بالای سر حضرت امام رضا (ع) به صورتی که جریان حرکتی خروجی را مختل نکند.
- اصلاح حرکت زائرین در رواق دارالحفاظ و اختصاص این رواق به خواندن زیارت نامه در پیشروی حضرت امام رضا (ع)

انتخاب ضریح بخش آقایان با توجه به محدودیت‌های موجود در استفاده از تصاویر دوربین‌های سمت بانوان انجام شده است. این مطالعه می‌تواند به صورت مشابه در مورد ضریح بخش بانوان اجرا شود. همچنین حرکت

زنان و مردان در تمامی بخش ها و صحن های حرم مطهر جهت الگویابی و مدیریت فضا می تواند تحقیق های پیشنهادی برای پژوهشگران علاقه مند در این زمینه باشد.

منابع

- الکساندر، ک. (۱۳۸۶) معماری و راز جاودانگی، راه بی زمان ساختن، ویراست دوم، ترجمه مهرداد قیومی بیدهندی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- بهروان، ح. (۱۳۸۰) جامعه شناسی زیارت با تاکید بر نیازهای زائران در حرم حضرت رضا(ع)، بنیاد پژوهش های اسلامی آستان قدس رضوی، نشریه علمی ترویجی مشکات، شماره ۷۲-۷۳، پاییز و زمستان ۱۳۸۰
- پوراحمد، ا. (۱۳۸۶). قلمرو و فلسفه جغرافیا، چاپ دوم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- سعادت، ب. (۱۳۵۴) مجموعه مطالعاتی ابنیه آستان قدس رضوی بارگاه امام رضا(ع) موسسه آسیایی دانشگاه پهلوی شیراز، سعیدی، ع. (۱۳۹۱) پویا ساختاری - کارکردی: رویکردی بدیل در برنامه ریزی فضایی، فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، شماره ۱۲، ص ۱۱-۱۸.
- سعیدی، ع.، رحمانی فضلی، ع.، عزیزپور، ف.، بیات، م. (۱۳۹۶) تحلیل ساختار فضایی ناحیه خمین با تاکید بر برنامه ریزی فضایی، فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، سال ششم، شماره ۲۰، ص ۴۱-۵۸.
- رهنما، ر. (۱۳۹۰) شناسایی و وجه تسمیه معابر و محلات و اماکن بافت قدیم مشهد، انتشارات سخن گستر.
- صدوق، ح.، سعیدی، ع. (۱۳۸۵) نظام فضایی به مثابه جوهره مطالعات جغرافیایی، مجله جغرافیا، سال چهارم، شماره ۱۰ و ۱۱. ص ۷-۲۰.
- عالم زاده، ب. (۱۳۸۷) حرم رضوی به روایت تاریخ، انتشارات آستان قدس رضوی.
- علیجانی، ب. (۱۳۹۴) تحلیل فضایی در مطالعات جغرافیایی. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی ۱۳۹۴، ۲ (۳): ۱-۱۴.
- شکویی، ح.، موحد، ع. (۱۳۸۱) شناخت الگوی فضای توریستی شهر اصفهان با استفاده از سیستم GIS، مدرس علوم انسانی، نامه ریزی و آمایش فضا، زمستان، شماره ۲۷، صص ۹۵-۱۱۳.
- موحد، ع. (۱۴۰۲) مقدمه ای بر گردشگری شهری، انتشارات پرهام نقش، تهران.
- نمازیان، ع.، قارونی، ف. (۱۳۹۲) حلقه گم شده روانشناسی محیط در آموزش معماری، نشریه علمی پژوهشی انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران، شماره ۵، صفحات ۱۲۱-۱۳۱.
- نیرو، ع.، کریمی پور، ف. (۱۳۹۴) مدل عامل مبنای راهبردی در فضای شهری بر اساس مولفه های درک مکانی انسانی، نشریه علمی پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره چهارم، شماره ۴.
- AlGadhi, S. A. H., Mahmassani, H. S. (1991). Simulation of Crowd Behavior and Movement: Fundamental Relations and Application. Transportation Research Record, 1320, 260-268.
- Blue, V. J., Adler, J. L. (1998). Emergent Fundamental Pedestrian Flows from Cellular Automata Microsimulation. Transportation Research Record, 1644(1), 29-36.
- Cresswell, T. (2011). Geographies of Mobilities: Practices, Spaces, Subjects. Routledge.
- Daamen, W., & Hoogendoorn, S. P. (2003). Experimental Research of Pedestrian Walking Behavior. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board(1828), 10.
- Daamen, W., & Hoogendoorn, S. P. (2005). Free Speed Distributions; Based on Empirical Data in Different Traffic Conditions. Paper presented at the The PED Conference.

- Edwards, D., Griffin, T., Hayllar, B. (2008). Urban Tourism Research: Developing an Agenda. *Annals of Tourism Research*, 35, 1031-1052. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.annals.2008.09.002>
- Ellerbrock, M. J., Hite, J. C. (1980). Factors affecting regional employment in tourism in the United States. *Journal of Travel Research*, 18(3), 26-32.
- Harvey, D. (1990). *The Condition of Postmodernity*. Blackwell.
- Helbing, D., Farkas, I., Vicsek, T. (2000). Simulating Dynamical Features of Escape Panic. *Nature*, 407(6803), 487-490.
- Henderson, L. F. (1971). The Statistics of Crowd Fluids, *Nature*, 229(5284), 381-383.
- Henin, C. M., & White, T. (2007). Macroscopic Effects of Microscopic Forces Between Agents in Crowd Models. *Physica. A*, 373, 694-712.
- Hillier, B., Hanson, J. (1984). *The social logic of space*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hinlayagan, K. R., Grauto, K. N., Matillosa, S. M. L., Laos, R. V. (2023). Factors Influencing Tourist Decision-Making on Choosing a Cultural Destination. *International Journal of Tourism & Hospitality Reviews*, 10(2), 2395-7654.
- HCM (2010). *Highway Capacity Manual*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C. (2010).
- Hoogendoorn, S. P., Daamen, W. (2005). Pedestrian Behavior at Bottlenecks. *Transportation Science*, 39(2), 147-159.
- Johansson, A., Helbing, D., Shukla, P. K. (2007). Specification of the Social Force Pedestrian Model by Evolutionary Adjustment to Video Tracking Data." *Advances in Complex Systems*, 10(02), 271-288.
- Larsen, S. (2007). Aspects of a psychology of the tourist experience. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, 7(1), 7-18.
- Lee, J. (2023), *Spatiotemporal Analytics*, Routledge, 2023, 266 p.p., ISBN 9781032303055.
- Lei, W., Li, A., Gao, R., Hao, X., & Deng, B. (2012). Simulation of pedestrian crowds' evacuation in a huge transit terminal. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 391(22), 5355-5365. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.physa.2012.06.033>.
- Longley, P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., & Rhind D.W., (2015), *Geographic Information Science and Systems*, 4th Edition, Wiley, 20015.
- McCann, P. (2001). *Urban and Regional Economics*. Oxford University Press.
- Martin, R., Egenhofer, M. J., Pfoser, D., & Tryfona, N. (1997). Structuring Space with Image Schemata: Wayfinding in Airports as a Case Study Spatial Information Theory - A Theoretical Basis for GIS, *International Conference COSIT '97*,
- Movahed A., Jafarpour Ghalehtemouri K. (2020) An Empirical Investigation on Tourism Attractive Destinations and Spatial Behavioral Tourist Pattern Analysis in Tehran, *Asian Journal of Geographical Research* 3 (1): 18-27. <https://doi.org/10.9734/AJGR/2020/v3i130097>.
- Owaidah, A., Oлару, D., Bennamoun, M., Sohel, F., & Khan, N. (2023). Transport of pilgrims during Hajj: Evidence from a discrete event simulation study. *PLOS ONE*, 18(36), 32. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286460>
- Predtechenskii, V. M., Milinskii, A. I. (1978). *Planning for Foot Traffic Flow in Buildings*. Amerind Publishing Co.
- Radisic, B. B., Bašan, L. (2007). The logistics of selling a destination's tourism product. *Tourism and hospitality management*, 13(3), 725-732.
- Ritzer, G. (2007). *The Blackwell Encyclopedia of Sociology*. In G. Ritzer (Ed.), (Vol. 1479, pp. 5115-5119): Blackwell Publishing.
- Rosentraub, M. S., Joo, M (2009). Tourism and economic development: Which investments produce gains for regions? *Tourism Management*, 30(5), 759-770.
- Rutten, P., Lees, M.H., Klous, S., Peter, H., & Sloot, M.A. (2022) Modeling the dynamic relationship between spread of infection and observed crowd movement patterns at large

- scale events. *Scientific Reports*, 12(14825) (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19081-z>.
- Sawandi, H., Jayasinghe, A., & Retscher, G. (2024). Real-Time Tracking Data and Machine Learning Approaches for Mapping Pedestrian Walking Behavior: A Case Study at the University of Moratuwa. *Sensors* 24(12), 3822.
- Shiwakoti, N., Sarvi, M., & Rose, G. (2009). Enhancing the Safety of Pilgrims During Mass Religious Gatherings: A Case Study of the Hajj. *Transportation Research Record*, 2137(1), 63–70.
- Still, G.K. (2000). *Crowd Dynamics*, University of Warwick, Department of Mathematics, PhD Thesis.
- Thompson, P. A., Marchant, E. W. (1995). Testing and Application of the Computer Model 'SIMULEX'. *Fire Safety Journal*, 24(2), 149–166.
- Tobler, W. R. (1970). *A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region*, Economic Geography.
- Turner, V. (1978). *Image and Pilgrimage in Christian Culture*. Columbia University Press.
- Wang, W., Rong, J., Fan, Q., Zhang, J., Han, X., & Cong, B. (2021). Data-Driven Simulation of Pedestrian Movement with Artificial Neural Network. *Journal of Advanced Transportation*, 16. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2021/5580910>
- Walker, R.T. (2021). Geography, Von Thünen, and Tobler's first law: Tracing the evolution of a concept, *Geographical Review*. 112 (4). <https://doi.org/10.1080/00167428.2021.1906670>.
- Williams, A. M., Hall, C. M., & Lew, A. A. (2014). Theoretical and Methodological Challenges for Tourism. In A. M. Williams, C. M. Hall, & A. A. Lew (Eds.), (pp. 625-634). The Wiley-Blackwell.
- Witherick, M., Ross, S. R. J., & Small, R. J. (2001). *A Modern Dictionary of Geography*. Arnold.
- Xueling, J. (2015). Simulation Model of Pedestrian Evacuation in High-Rise Building: Considering Group Behaviors and Real-Time Fire. *International Journal of Smart Home*, 9(2).
- Yang, Y., & Fik, T. J. (2014). Spatial effects in regional tourism growth. *Annals of Tourism Research*, 46(7), 144–162.
- Yuan, Y., Gretzel, U., & Tseng, Y. H. (2015). Revealing the nature of contemporary tourism research: Extracting common subject areas through bibliographic coupling. *International Journal of Tourism Research*, 17(5), 417-431.