

# Investigating the role of geometry and type of urban open space on thermal comfort and environmental quality

## Case study: Kashan historical part

**Karen Fatahi**<sup>1</sup> - Department of Architecture, Eyvan-e-Gharb Branch, Islamic Azad University, Eyvan, Iran.

**Nazanin Nasrollahi** - Department of Architecture, Engineering Faculty, University of Ilam, Ilam, Iran.

**Maryam Ansari Manesh** - Department of Architecture, Engineering Faculty, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran.

**Jamal Khodakarami** - Department of Architecture, Engineering Faculty, University of Ilam, Ilam, Iran.

**Ali Omranipour** - Department of Architecture, Faculty of Architecture and Art, University of Kashan, Kashan, Iran.

Received: 14 July 2020    Accepted: 26 December 2020

### Highlights

- Regular outdoor geometry directly affects the feeling of security, satisfaction with the texture and buildings surrounding the outdoor space and thermal comfort.
- Regular outdoor geometry indirectly affects the satisfaction of outdoor shape and geometry and thermal compatibility.
- The type of open space of the central courtyard directly affects the satisfaction of the texture and buildings around the outdoor space, satisfaction of the shape and geometry of the outdoor space, thermal compatibility, sense of security and thermal comfort.

### Extended abstract

#### Introduction:

The availability of open spaces among buildings plays a vital role in residents' social interactions, attendance, and security. Maintenance of the right geometrics, location, and proportionality of the surrounding environment has astounding impacts on the creation of attractive outdoor spaces for people. Neglect of the proportionality between the scale of space and surrounding buildings can lead to negative impacts on people's perceptions and feelings of their surrounding environments. Therefore, assessment (in terms of shape and geometry) of the open spaces within the historic area of the city of Kashan, Iran can affect thermal conditions and provide senses of security and satisfaction with the environmental qualities and attributes. An evaluation was made beginning in September 2018 and lasting 18 days. 17 high-traffic spots and landmarks located in the historic area were chosen and categorized in two separate groups. These included public areas and pedestrian lanes and courtyards in the respective geometrics. The purpose was to investigate whether or not there existed a direct or indirect relationship between the specified factors and thermal comfort.

#### Theoretical Framework:

The lack of usable open spaces in cities and metropolitan areas has led to numerous issues arising at crisis times, as it disrupts the required balance between the densely packed areas of buildings and the open spaces available in cities. Enhancement of environmental quality and thermal comfort at these spaces can lead to people's attendance and satisfaction. Security is the capability of the society of lying in a state that maintains its present conditions, identity, benefits, and basic characteristics in confrontation with evolved conditions and threats and the capability of improving

1 Responsible author: karenfatahi@yahoo.com

the social conditions in accordance with the values and ideals of the society. Factors directly impacting the degree an extent of thermal comfort include the physical characteristics of the environment such as the geometrics and shapes of buildings, the heights of the building surrounding the open space, the amount and type of vegetation, the orientations and locations of buildings with respect to the open space, the availability of semi-open spaces, and the amount of shading.

### Methodology

After library studies were conducted along with field studies enabling physical evaluation of the areas (viewing and recording site information) at the same time as 788 residents and tourists responded to questionnaires (thermal and environmental conditions), the climatic parameters (temperature, humidity, air flow rate, CO, and CO<sub>2</sub>) were recorded. Then, the rates of clothing and metabolisms of the individuals were calculated using software called Deltalog10. The resulting information was collected and subjected to another analysis, this time using SPSS24, and the thermal comfort range of the respondents was then specified with software called Ray Man. Next, the direct and indirect relationships between the variables were assessed using the structural equation model based on the Maximum Likelihood method in Amos.

### Results and Discussion

The findings demonstrated that the outdoor shape and geometry of an open space as well as its type can affect thermal comfort, thermal compatibility, satisfaction with outdoor shape and geometry, satisfaction with the fabric and surrounding buildings, and people's sense of security in open spaces. Thermal compatibility was greater at outdoor courtyards than at urban passage open spaces. The results indicated that people were more satisfied with the shapes and geometrics of outdoor courtyards than those of public roads. Moreover, satisfaction with outdoor shape and geometry developed thermal comfort in people. There was a greater sense of outdoor security at courtyards than at outdoor public passages, making people more thermally adaptable at open spaces.

### Conclusion

The results indicated that the respondents had reached thermal comfort in a temperature range of 20.5 to 34.78°C (PET). Furthermore, organized outdoor geometry had direct impacts on the sense of security, with a coefficient of 0.15, on satisfaction with the fabric and buildings surrounding the open space, with a coefficient of -0.98, and on overall thermal comfort, with a coefficient of -0.8. It also exhibited indirect positive significant impacts on satisfaction with the shape and geometry of the open space and on thermal adaptability. Furthermore, the variable of the type of open space of the central courtyard had direct impacts with the highest coefficients on satisfaction with the compositional fabrics and buildings surrounding the open space, with a coefficient of 1.49, on satisfaction with the shape and geometry of the open space, with a coefficient of 0.97, on overall thermal adaptability, with a coefficient of 0.74, on the sense of security, with a coefficient of -0.23, and on overall thermal comfort, with a coefficient of -0.38. The interesting point to be noted in the analysis and interpretation of the model path concerned the key role played by the security variable as a factor effective in the occurrence of indirect relationships between variables.

**Key words:** geometry, open space, thermal comfort, microclimate.

**Citation:** Fatahi, K., Nasrollahi, N., Ansari Manesh, M., Khodakarami, J., Omranipour, A. (2021) Investigating the role of geometry and type of urban open space on thermal comfort and environmental quality (Case Study: Kashan historical part), *Motaleate Shahri*, 10(39), 69–82. doi: 10.34785/J011.2021.138/Jms.2021.124.

### Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Motaleate Shahri. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



## بررسی نقش هندسه و نوع فضای باز شهری بر آسایش حرارتی و کیفیت محیطی نمونه مورد مطالعه: بافت تاریخی کاشان

کارن فتاحی<sup>۱</sup> - استادیار گروه معماری، واحد ایوان غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، ایوان، ایران.  
نازنین نصراللهی - دانشیار معماری، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.  
مریم انصاری منش - استادیار گروه معماری، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران.  
جمال خداکرمی - دانشیار معماری، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.  
علی عمرانی پور - دانشیار معماری، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.

تاریخ دریافت: ۲۴ تیر ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: ۰۶ دی ۱۳۹۹

### چکیده

وجود فضای باز در میان ساختمان‌ها نقش مهمی در حضور پذیری، ایجاد امنیت و تعاملات اجتماعی ساکنان دارد. رعایت هندسه و تناسبات، موقعیت قرارگیری و محیط پیرامون در ایجاد جذابیت فضای باز برای انسان تأثیر بسیاری دارد. برهم زدن تناسبات بین مقیاس فضا و ساختمان‌های پیرامون می‌تواند اثرات منفی بر احساسات انسان نسبت به فضا بگذارد. هدف پژوهش حاضر بررسی فضاهای باز بافت تاریخی کاشان از نظر شکل، هندسه و نوع فضای باز و اثر آن بر وضعیت حرارتی، احساس امنیت و رضایت از کیفیت محیطی این فضاهاست. در این خصوص تعداد ۱۷ سایت پرتردد از این بافت به مدت ۱۸ روز از ابتدای شهریور ۹۷، در دو دسته‌بندی فضای باز معابر عمومی و حیاط مرکزی (داخل ساختمان) به عنوان نمونه موردی، مطالعه و بررسی گردید. پس از انجام مطالعات کتابخانه‌ای، حضور فیزیکی در بافت و انجام مطالعات میدانی (مشاهده و ثبت اطلاعات سایت‌ها) همزمان با پاسخ تعداد ۷۸۸ نفر از ساکنان و گردشگران به پرسشنامه‌ها (وضعیت حرارتی و محیطی)، پارامترهای اقلیمی (دما، رطوبت، سرعت جریان هوا، مقدار CO<sub>2</sub> و CO) ثبت گردید. سپس نرخ لباس و متابولیسم افراد با نرم‌افزار Deltalog10 محاسبه و پس از گردآوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات با نرم‌افزار SPSS24، محدوده آسایش حرارتی پاسخ‌دهندگان با نرم‌افزار Ray Man مشخص گردید. پس از آن برای مشخص شدن ارتباط مستقیم و غیرمستقیم متغیرها و تحلیل نتایج، از مدل یابی معادلات ساختاری بر پایه روش حداکثر درست نمایی در Amos استفاده گردید. نتایج نشان داد پاسخ‌دهندگان در محدوده بین ۲۰٫۵ تا ۳۴٫۷۸ درجه سانتی‌گراد (PET) احساس آسایش حرارتی داشتند. هندسه منظم فضای باز به صورت مستقیم بر احساس امنیت با ضریب ۰٫۱۵، رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز با ضریب ۰٫۹۸- و آسایش حرارتی با ضریب ۰٫۸- و به صورت غیرمستقیم بر رضایت از شکل و هندسه فضای باز و سازگاری حرارتی اثر مثبت و معناداری دارد. همچنین متغیر نوع فضای باز حیاط مرکزی به صورت مستقیم به ترتیب با بیشترین ضرایب، بر رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز با ضریب ۱٫۴۹، رضایت از شکل و هندسه فضای باز با ضریب ۰٫۹۷، سازگاری حرارتی با ضریب ۰٫۷۴، احساس امنیت با ضریب ۰٫۲۳- و آسایش حرارتی با ضریب ۰٫۳۸- اثرگذاری دارند. نکته جالب در تحلیل و تفسیر مسیر مدل، نقش کلیدی و مهم متغیر احساس امنیت در بروز ارتباط غیرمستقیم میان متغیرهاست.

**واژگان کلیدی:** هندسه، فضاهای باز، آسایش حرارتی، احساس امنیت، خرد آب و هوا.

### نکات برجسته

- هندسه منظم فضای باز به صورت مستقیم بر احساس امنیت، رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز و آسایش حرارتی اثرگذار است.
- هندسه منظم فضای باز به صورت غیرمستقیم بر رضایت از شکل و هندسه فضای باز و سازگاری حرارتی اثرگذار است.
- نوع فضای باز حیاط مرکزی به صورت مستقیم بر رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز، رضایت از شکل و هندسه فضای باز، سازگاری حرارتی، احساس امنیت و آسایش حرارتی اثرگذار است.

## ۱. مقدمه

توسعه و رشد شهرنشینی اخیر در ایران علاوه بر پیامدهای مثبت، باعث ایجاد انبوه ساختمان‌ها، تغییر الگوی مسکن مناسب و عدم توجه به کیفیت محیطی و برهم زدن نظم و ساختار منطقی فضایی در شهرها شده است. از یک سو افزایش توده ساختمان‌ها سبب برهم زدن کمیت و کیفیت فضاهای باز و کاهش تعاملات اجتماعی میان استفاده‌کنندگان در شهر است (Yazdani & Teimouri, 2013:85) و از سوی دیگر کمبود فضاهای باز قابل استفاده در شهرها و کلانشهرها سبب بروز مشکلات عدیده‌ای در مواقع بحران می‌شود. همچنین عدم توجه به فضاهای باز باعث برهم زدن تناسب لازم میان سطوح ساخته شده متراکم ساختمان و فضای باز قابل استفاده در شهرها می‌شود (Tavakoli, 2013: 141). امروزه فضاهای باز شهری و جهانی شدن دارای یک ارتباط دوسویه و اثرگذار با همدیگرند (Adham & Aminzadeh, 2011: 99). به طور قطع بخش عمده‌ای از فعالیت‌های روزمره افراد در فضاهای باز و نیمه‌باز شهر صورت می‌گیرد (Azadkhani, et al., 2020: 7). ارتقای کیفیت محیطی و آسایش حرارتی این فضاها سبب حضور و رضایتمندی افراد در فضاهای باز می‌شود (Khalilian, et al., 2019: 129). یکی از عوامل مهم که باعث حضور افراد در فضاهای باز می‌شود، وجود شرایط مطلوب آسایش حرارتی است. برای فهم بهتر موضوع، آسایش حرارتی، یک شرایطی ذهنی است که احساس رضایت از محیط حرارتی را بیان می‌کند (Ashrea, 2013:50). در تعریفی دیگر، آسایش حرارتی یک رویکرد روان شاختی براساس شرایط ذهنی رضایت از دمای محیط است (Höppe, 2013:663). امروزه برای بررسی وضعیت آسایش حرارتی از بررسی متغیرهای (دما، رطوبت، سرعت جریان هوا و دمای تابشی) و ویژگی‌های شخصی (نرخ لباس، نرخ فعالیت و وضعیت فیزیکی) افراد استفاده می‌شود تا محدوده آسایش حرارتی افراد تعیین گردد. احساس امنیت افراد در فضاهای باز شهری بسیار مورد توجه نظریه‌پردازان قرار دارد. مؤلفه‌های آلودگی نمادی، دیداری، فعالیت‌های کاربری زمین، کیفیت کلی سکونت و آلودگی نور و دسترسی با احساس امنیت افراد در فضاهای باز ارتباط مستقیمی دارد. (Salarifar & Masoomi, 2017: 145) علاوه بر شرایط محیطی، وضعیت اقتصادی، معیشت، شرایط فرهنگی، محل زندگی افراد و... می‌تواند در احساس امنیت افراد در فضا اثرگذار باشد (Zayyari, 2011:2). امنیت، توانایی جامعه برای حفظ شرایط، هویت، منفعت و خصوصیت‌های اساسی خود در مواجهه شرایط تحول یافته و تهدیدها و نیز توانایی بهبود اوضاع اجتماعی به سوی ارزش‌ها و آرمان‌های جامعه است (Ahmadi Moghadam, 2011: 136). همچنین رضایت از کمیت و کیفیت محیطی، امکانات، خدمات و... در فضاهای باز می‌تواند باعث ایجاد رضایت‌مندی و حضورپذیری افراد در فضاهای باز شود. علاوه بر هندسه و شکل فضای باز، ویژگی‌های فیزیکی محیط از قبیل هندسه و شکل ساختمان، ارتفاع ساختمان‌های پیرامون فضای باز، جهت‌گیری بنا، محل استقرار ساختمان نسبت به فضای باز، میزان و نوع محل قرارگیری پوشش گیاهی، وجود فضاهای نیمه‌باز و میزان سایه‌اندازی بناها در کیفیت و شرایط آسایش حرارتی تأثیر مستقیمی دارد (Khalilian, et al., 2019: 129). علاوه بر کمبود فضای باز در شهرهای معاصر، میزان پوشش گیاهی و فضای سبز بسیار اندک است. برای حل این

مشکلات و معضلات معاصر می‌توان از باغ‌های ایرانی به‌عنوان فضاهای باز و سبز شهری به منظور ایجاد سلامت روان و شفاف‌بخشی، کاهش مصرف انرژی و ارتقای آسایش حرارتی بهره گرفت (Abdollahi, et al., 2015:317). کیفیت فضاهای باز شهری می‌تواند به‌صورت مستقیم در تعاملات اجتماعی افراد مؤثر باشد. امروزه یکی از اصلی‌ترین و مهم‌ترین دغدغه‌ها در خلق و به وجود آوردن یک عرصه و فضای عمومی به وجود آوردن یک فضای موفق است که طی این فرآیند بتوان تعاملی خاص میان فضای شهری و بستر طبیعی پیرامون به وجود آورد و در نتیجه، آن منظر بتواند خودکفا باشد. بنابراین کیفیت فضاهای باز شهری می‌تواند در پاسخ به معیارهای هم‌زمان و هماهنگ دسترسی، آسایش و تصویر ذهنی، اجتماع‌پذیری و کاربردی اثرگذار باشد. حدود بیست و پنج درصد از فضای باز شهری به معابر تعلق داشته و شکل و هندسه فضای باز بر آسایش حرارتی افراد تأثیر مستقیمی دارد. هندسه خیابان (نسبت ارتفاع به عرض) و همچنین جهت‌گیری معابر، می‌تواند به‌طور مستقیم بر سرعت جریان هوا، دسترسی نور آفتاب برای افراد و در نتیجه آسایش حرارتی عابران اثرگذار باشد (Albdour & Baranyai, 2019: 177). شکل، هندسه، تراکم و جهت ساختمان‌ها نقش مهمی در ایجاد جزیره گرمای شهری دارند. همچنین هندسه تنگه‌های شهری در تغییر وضعیت حرارتی خرد اقلیم‌های شهری اثر بیشتری دارند (Hu, et al., 2020: 167). عدم کنترل جزیره گرمای شهری سبب بروز نارضایتی افراد و عدم حضور پذیری آنها در فضاهای باز شهری می‌گردد. استفاده از پوشش فضای سبز و کنترل بازتاب مصالح به‌کاررفته در جداره‌های مجاور فضاهای باز نقش مؤثری در بهبود وضعیت آسایش حرارتی افراد دارند. هندسه فضای باز و جهت‌گیری معابر، نقش مهمی در جذب تابش آفتاب و ایجاد جزیره گرمایی شهری دارد (Pigliatile, et al., 2020: 147). ساختمان‌های مجاور فضاهای باز در تنگه‌های شهری که ارتفاع بیشتری نسبت به عرض معابر داشتند، باعث بهبود وضعیت آسایش حرارتی و رضایت‌مندی افراد در فصل تابستان شدند (Muniz-Gaal, et al., 2020: 169). در اقلیم گرم و مرطوب، اصلاح و کنترل جداره‌ها نقش کلیدی در ایجاد جزیره گرمای شهری دارند (Manteghi, et al., 2019: 15). هندسه و پاکت حجمی ساختمان‌ها می‌توانند نقش کلیدی در کنترل و انعکاس تابش آفتاب به فضاهای باز و جلوگیری از تشدید جزیره گرمای شهری داشته باشند (Wu, et al., 2020:8). هدف پژوهش حاضر بررسی فضاهای باز بافت تاریخی کاشان از نظر شکل و هندسه و اثر آن بر آسایش حرارتی، احساس امنیت و رضایت از کیفیت محیطی این اماکن است تا بتوان ضمن شناسایی متغیرهای اثرگذار بر رضایت‌مندی و آسایش حرارتی به بررسی میزان سهم ارتباط متغیرها با همدیگر پرداخت تا از نتایج حاصل شده از بررسی این بافت تاریخی، برای شکل‌گیری فضاهای باز محلات و بافت‌های جدید استفاده نمود. این مقاله در پی پاسخ به چگونگی نقش هندسه و نوع فضای باز بر آسایش حرارتی افراد و چگونگی نقش هندسه و نوع فضای باز بر احساس امنیت و رضایت از کیفیت محیطی است.

## ۲. چارچوب نظری

تجارب گذشته نشان داد، کمیت و کیفیت فضاهای باز در میان ساختمان‌ها نقش بسزایی در تعاملات اجتماعی ساکنان پیرامون

شکل و هندسه حیاط ارتباط مستقیمی با وضعیت حرارتی فضای باز دارد (Rodríguez-Algeciras, et al., 2018: 840). بهره‌گیری از فضاهای باز و نیمه‌باز از عوامل مهم در شکل‌گیری معماری خانه‌های سنتی به منظور هماهنگی با اقلیم و ارتقای آسایش حرارتی است. (Nikghadam, et al., 2013: 54) در مناطق بومی حاره‌ای و بین حاره‌ای، معماری بومی از طریق ایجاد تغییرات در فرم و بیکره ساختمان‌ها توانسته است با محیط خود به هماهنگی و سازگاری برسد (Fathy, 1986: 60). روابط اجتماعی می‌تواند در فضا شکل بگیرد و طبق همان فضا نسبت به زمان موجود قابلیت تغییرپذیری را داشته باشد. برای ایجاد احساس امنیت در فضا، عوامل متعددی اثرگذارند. عوامل کالبدی، محیطی و شرایط اجتماعی می‌توانند در بروز امنیت نقش مهمی داشته باشند. بروز ناامنی در بستر فضایی و مکان ایجاد می‌شود، رفتار انسان در فضا و اماکن متنوع دارای تفاوت‌هایی است. بنابراین فضا می‌تواند در ایجاد امنیت افراد نقش مؤثری داشته باشد (Afsharkohan & Rahighi, 2014: 59). نتیجه بررسی پیشینه پژوهش‌های صورت گرفته پیرامون فضای باز نشان می‌دهد، توجه به کمیت و کیفیت فضاهای باز نقش کلیدی در بروز آسایش حرارتی، احساس امنیت، ایجاد تعاملات اجتماعی، رضایت‌مندی از کیفیت محیطی و حضور پذیری افراد در فضا دارد. بررسی سوابق پژوهش‌های انجام شده نشان داد، ارتباط هر عامل با فضای باز به‌تنهایی مورد بررسی قرار گرفته است. در صورتی که احساس افراد در فضا، از برآیند تأثیرگذاری کلیه عوامل است. علاوه بر این در خصوص ارتباط شکل و هندسه فضای باز با نوع فضای باز، پژوهش‌های اندکی انجام شده است.

### ۳. شیوه انجام و شرح برداشت مطالعات میدانی در بافت تاریخی

با توجه به شدت گرما در اقلیم مناطق گرم و خشک، پژوهش حاضر وضعیت حرارتی این خرد اقلیم شهری را در اوج وضعیت حرارتی گرما مورد بررسی قرار داده است. روند انجام مطالعات میدانی و برداشت داده‌ها در مدت ۱۸ روز از ابتدای شهریور ۹۷ در ۱۷ سایت منتخب و پرتردد، در دو بخش برداشت متغیرهای محیطی و پرسشنامه‌ای صورت گرفته است. برای انجام این پژوهش به‌طور میانگین هر نفر از ساکنان و گردشگران به مدت پنج تا هشت دقیقه در سایه به سئوالات پرسشنامه پاسخ دادند. طی این مدت زمان، میزان دما، رطوبت نسبی، سرعت جریان هوا، میزان CO<sub>2</sub> و اطلاعات شخصی مصاحبه‌شوندگان شامل (مشخصات مکان تاریخی، تاریخ، ساعت، جنسیت، قد، وزن، شهر محل تولد، شهر محل اقامت، وضعیت سن، میزان تحصیلات، انتخاب وضعیت لباس، نرخ پوشش لباس و نرخ فعالیت (متابولیسم) افراد در ۳۰ دقیقه گذشته) ثبت گردید. سئوالات پرسشنامه دارای سه دسته‌بندی کلی ارزیابی وضعیت آسایش حرارتی (احساس آسایش حرارتی و سازگاری حرارتی)، ارزیابی وضعیت محیطی شامل هندسه فضای باز (منظم، نامنظم)، نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی)، رضایت از شکل و هندسه فضای باز، رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون و ارزیابی وضعیت احساس امنیت افراد (احساس ذهنی) است. سئوالات بخش آسایش حرارتی شامل احساس سازگاری حرارتی افراد، ترجیح حرارتی و احساس آسایش حرارتی هفت گانه (مطابق استاندارد آشری آمریکا) است. این سئوالات در بازه هفت

فضاهای باز دارد. عوامل مختلفی همچون حفظ حریم خصوصی ساکنان، نوع طراحی فضای باز مجتمع‌های مسکونی و به‌کارگیری ایده‌های مؤثر برای ایجاد شرایط مناسب به منظور حضور هر چه بیشتر ساکنان در فضاهای باز و توجه به نیازهای گروه‌های مختلف سنی نقش بسزایی در افزایش حس همسایگی و تعاملات اجتماعی ساکنان خواهد داشت (Yazdani & Teimouri, 2013: 85). کیفیت معماری و شرایط محیطی، وضعیت اقلیمی خاص منطقه، نوع پوشش، فعالیت و میزان حساسیت حسگرهای سطح پوست انسان ناشی از عوامل مختلف می‌تواند در محدوده و شرایط آسایش حرارتی افراد اثر مستقیم داشته باشد (Heidar, 2012: 37). تعیین محدوده آسایش حرارتی در فضاهای باز می‌تواند براساس شاخص‌های استاندارد مختلفی صورت گیرد (Chan, et al., 2015: 32), (Salata, et al., 2018: 567), (Huang, et al., 2017: 300), (Morakinyo, et al., 2016: 262), (Afsharkohan, et al., 2020: 60), (Fatahi, et al., 2021: 59), (Fatahi, et al., 2014: 59). آگاهی از زمان مناسب بازدید از بافت‌های تاریخی در شرایطی که وضعیت آسایش حرارتی مطلوب است می‌تواند باعث رضایت گردشگران شود (Nasrollahi, et al., 2017: 356). توسعه ساخت‌وسازهای شهری و رشد فزاینده شهرها سبب کاهش فضاهای باز قابل استفاده در مواقع بحران شده است (Fatahi, et al., 2020: 141) و بسیاری از کلانشهرها با مشکل کمبود فضای باز مواجهه هستند (Tavakoli, et al., 2011). شرایط خاص اقلیم گرم و خشک ایران از نظر اختلاف دما و سرعت جریان هوا در طول روز و شب به خصوص در فضاهای باز بر آسایش حرارتی افراد اثرگذار است. معماران سنتی برای بهره‌گیری از جریان هوا به‌صورت تجربی با استفاده از بادگیر اقدام به خنک نمودن هوا و هدایت آن به سمت فضاهای موردنظر خود کرده‌اند (Heidar, 2012: 42). پژوهش‌های متعددی پیرامون رفتار حرارتی شیوه عملکرد مناسب بادگیر انجام شده است (Nasrollahi & Salehi, 2015: 83). موقعیت خورشید، شرایط زیست‌محیطی و پوشش گیاهی در کاهش مصرف انرژی و بروز وضعیت آسایش حرارتی مؤثرند (Nasrollahi & Shokri, 2016: 861). در معابر شهری نسبت ارتفاع ساختمان‌های پیرامون معبر به عرض آن می‌تواند در وضعیت آسایش حرارتی عابران تأثیرگذار باشد (Oke, 1988: 103). سایه‌اندازی ساختمان‌های پیرامون فضای باز می‌تواند باعث ایجاد سایه به سمت فضاهای باز شود و ساکنان متناسب با هندسه سایه ساختمان‌ها در فضا حضور پیدا کنند و باعث تعاملات اجتماعی بین افراد شود (Yıldırım, 2020: 106). زمان حضور افراد در فضا، مدت زمان حضور، قرارگرفتن در معرض آفتاب و عناصر و چشم‌اندازهای پیرامون فضای باز می‌تواند بر آسایش حرارتی اثرگذار باشد (Manavvi & Rajasekar, 2020: 253). چیدمان و شکل ساختمان می‌تواند باعث برهم زدن توازن حرارتی در خرده اقلیم‌های شهری شود (Jiang, et al., 2020: 104). در ترکیه برای ساخت ساختمان‌ها با هدف کاهش مصرف انرژی از تیپولوژی معماری بومی بهره گرفته‌اند (Ayçam, et al., 2020: 104). در دانشگاهی در شهر میانگ یانگ<sup>۱</sup> چین مسئولان دانشگاه برای تشویق دانشجویان به تعاملات اجتماعی در فضای باز حیاط به بررسی و ارتقای محدوده آسایش حرارتی در فضای باز پرداختند (Huang, et al., 2019: 106).

غیرمستقیم اثرگذار بین متغیرهای هندسه فضای باز (منظم، نامنظم) و نوع فضای باز (معموم، حیاط مرکزی)، آسایش حرارتی و رضایت از کیفیت محیطی فضا مورد سنجش قرار گرفتند؛ بنابراین با توجه به اهمیت نقش فضاهای باز در ارتقای رضایت‌مندی و افزایش حضور افراد در بافت تاریخی کاشان به شناسایی میزان تأثیر متغیرهای شکل و هندسه فضای باز، نوع فضای باز، احساس امنیت، آسایش حرارتی، سازگاری حرارتی، رضایت از شکل و هندسه و ساختمان‌های پیرامون فضای باز پرداخته شده است. همزمان با گردآوری اطلاعات میدانی از مصاحبه‌شوندگان (پرسشنامه) برای ذخیره مقادیر دما و رطوبت از دستگاه دیتالاگر (STANDARD ST-174B) و برای ثبت لحظه‌ای داده‌های اقلیمی (دما، رطوبت، سرعت جریان هوا، مقادیر  $CO_2$  و  $CO$ ) از دستگاه (Fluke 975 AirMetr) ایالات متحده ثبت لحظه‌ای در زمان شروع و پایان پاسخ به سئوالات پرسشنامه متغیرهای اقلیمی در دو مرحله انجام شده و پس از اتمام پاسخ مصاحبه‌شوندگان به سئوالات، میانگین داده‌های برداشت‌شده برای تجزیه و تحلیل اطلاعات مورد بررسی قرار گرفت. همچنین پس از ثبت مقادیر داده‌های اقلیمی، اطلاعات شخصی افراد، نرخ پوشش افراد و نرخ فعالیت (متابولیسم) افراد در ۳۰ دقیقه گذشته و اطلاعات جغرافیایی به‌عنوان داده‌های ورودی، وارد نرم‌افزار Ray Man گردید. پس از محاسبه دمای تابشی، مقادیر (PET) و محدوده آسایش حرارتی افراد تعیین شد، سپس داده‌ها با نرم‌افزار SPSS24 مورد ارزیابی قرار گرفتند.

### ۳.۱. محدوده مورد مطالعه در بافت تاریخی کاشان

شهر کاشان دارای جمعیتی نزدیک به ۴۰۰ هزار نفر و حدود ۵۰۰۰ کیلومترمربع وسعت دارد. در طول ۵۱ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی و عرض ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه شمال جغرافیایی در کشور ایران قرار دارد. شهر کاشان با پیشینه و قدمت تاریخی ارزشمند دارای سابقه سکونت اقوام مختلفی در این پهنه اقلیمی است. بافت تاریخی کاشان به دلیل تنوع بناها و آثار ارزشمند و موقعیت قرارگیری که در ایران دارد، از مهم‌ترین مراکز برای سکونت و حضور گردشگران داخلی و خارجی به‌شمار می‌آید. محدوده مورد مطالعه در بافت تاریخی شامل فضاهای باز و نیمه‌باز در دو بخش فضای باز معابر عمومی و فضای باز حیاط مرکزی است. جدول شماره ۱۵ معرفی مکان برداشت میدانی داده‌ها را نشان می‌دهد.

### ۳.۱.۱. فضای باز حیاط مرکزی

در معماری ارزشمند خانه‌های تاریخی، فضای باز داخل خانه به‌صورت حیاط مرکزی است که با فضاهای اطراف خود دور بسته می‌شود و پیرامون فضای باز حیاط را اتاق‌ها احاطه می‌کنند (Tavassoli, et al., 2016: 150). حیاط خانه به‌عنوان یک فضای کلیدی نقش حیاتی در زندگی ساکنان ایفا می‌کند. حیاط خانه‌ها به‌واسطه وجود حوض آب، درختان، باغچه‌بندی‌ها، فضای سبز در میان خود دارای هندسه و نظم مشخصی است. حیاط خانه علاوه بر نقش کلیدی در نورگیری فضای اتاق‌های پیرامون خود، نقش مهمی در توجه به اقلیم دارد و چیدمان نظام فضایی اطراف حیاط در فصول مختلف، متناسب با شرایط اقلیمی، کاربرد بسیاری داشته است. در فرهنگ معماری ایران، به‌طور معمول خانه‌ها به‌صورت حیاط مرکزی هستند. نقش کلیدی

خانه آسایش حرارتی شامل سه محدوده گرم، متعادل و سرد است. بازه متعادل (خنثی) نشان‌دهنده احساس رضایت پاسخ‌دهندگان از وضعیت حرارتی محیط است. بازه گرم شامل سه بخش کمی گرم، گرم و بسیار گرم است که افراد با قرارگیری در وضعیت حرارتی گرم متناسب با وضعیت ذهنی خود نسبت به شرایط حرارتی، محیط بازه مورد نظر را انتخاب کرده‌اند. بازه سرد شامل سه بخش کمی سرد، سرد و خیلی سرد است که پاسخ‌دهندگان با قرارگیری در وضعیت حرارتی سرد، متناسب با وضعیت ذهنی خود نسبت به شرایط حرارتی محیط بازه مورد نظر را انتخاب کرده‌اند. یکی از عوامل اثرگذار در احساس آسایش حرارتی افراد میزان و نوع پوشش لباس افراد است، هرچه قدر افراد پوشش بیشتری داشته باشند، احساس گرمای بیشتری می‌کنند و این عامل در احساس آسایش حرارتی افراد و بروز سازگاری حرارتی اثر مستقیمی دارد. در این پژوهش برای مشخص نمودن میزان اثر پوشش لباس همزمان با پاسخ افراد به سئوالات پرسشنامه، میزان و نوع لباس آنها به‌صورت جداگانه ثبت شده است. سپس برای هر نفر به‌صورت جداگانه میزان نرخ پوشش، با استفاده از نرم‌افزار Deltalog10 محاسبه گردید، در نهایت پاسخ‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS24 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای پاسخ به سئوالات این پژوهش، ابتدا وضعیت آسایش حرارتی محدوده مورد مطالعه مشخص می‌گردد، سپس از نتایج و یافته‌های وضعیت آسایش حرارتی افراد، ارتباط مستقیم و غیرمستقیم اثرگذار متغیر آسایش حرارتی با دیگر متغیرها تعیین می‌گردد. جامعه آماری این پژوهش، تعداد ۷۸۸ نفر از ساکنان و گردشگران (داخلی و خارجی) را تشکیل می‌دهند. از این میان تعداد ۴۲ نفر از پاسخ‌دهندگان را گردشگران خارجی با ۵٫۴ درصد و تعداد ۷۴۶ نفر از پاسخ‌دهندگان را ساکنان و گردشگران داخلی با ۹۴٫۶ درصد تشکیل می‌دهند. از نظر جنسیت، تعداد ۴۷۳ نفر از پاسخ‌دهندگان را مردان با ۶۰ درصد و تعداد ۳۱۵ نفر از پاسخ‌دهندگان را زنان با ۴۰ درصد تشکیل می‌دهند. از نظر سنی، تعداد ۵۳ نفر از پاسخ‌دهندگان با ۶٫۷ درصد در محدوده سنی ۲۰ سال و کمتر از آن، تعداد ۴۶۴ نفر از پاسخ‌دهندگان با ۵۸٫۹ درصد در محدوده سنی ۲۱ تا ۳۵ سال، تعداد ۲۱۴ نفر از پاسخ‌دهندگان با ۲۷٫۲ درصد در محدوده سنی ۳۶ تا ۵۰ سال، تعداد ۵۲ نفر از پاسخ‌دهندگان با ۶٫۶ درصد در محدوده سنی ۵۱ تا ۶۵ سال و تعداد پنج نفر از پاسخ‌دهندگان با ۰٫۶ درصد در محدوده سنی ۶۶ سال و بالاتر را تشکیل می‌دهند. از نظر میزان تحصیلات، تعداد ۱۶۷ نفر از پاسخ‌دهندگان با ۲۱٫۲ درصد دارای تحصیلات دیپلم و کمتر از آن، تعداد ۷۵ نفر از پاسخ‌دهندگان با ۹٫۵ درصد دارای تحصیلات کاردانی، تعداد ۳۶۲ نفر از پاسخ‌دهندگان با ۴۵٫۹ درصد دارای تحصیلات کارشناسی، تعداد ۱۵۲ نفر از پاسخ‌دهندگان با ۱۹٫۳ درصد دارای تحصیلات کارشناسی ارشد و تعداد ۳۲ نفر از پاسخ‌دهندگان با ۴٫۱ درصد دارای تحصیلات دکتری و بالاتر بودند. همچنین از نظر موقعیت قرارگیری پاسخ‌دهندگان، تعداد ۱۳۶ نفر از پاسخ‌دهندگان با ۱۷٫۳ درصد در فضای باز معابر عمومی و تعداد ۶۵۲ نفر از پاسخ‌دهندگان با ۸۲٫۷ درصد در فضای باز حیاط مرکزی به سئوالات پرسشنامه پاسخ دادند. تعداد ۱۷ سایت پرتردد از محدوده بافت تاریخی کاشان، در دو دسته‌بندی فضای باز معابر عمومی و فضای باز حیاط مرکزی (داخل ساختمان) به‌عنوان نمونه موردی، مطالعه و بررسی شدند. سپس نقش ارتباط مستقیم و

جدول شماره ۱۰: معرفی فضاهای باز واقع در محدوده مورد مطالعه بافت تاریخی کاشان

معرفی بناها و سایت‌های مورد مطالعه		
۱.	مسجد جامع کاشان با معابر اطراف	۱۰
۲.	مسجد و مدرسه امام خمینی	۱۱
۳.	معابر اطراف مسجد امام خمینی	۱۲
۴.	تکیه درب باغ با معابر اطراف	۱۳
۵.	مهمانسرای راهب	۱۴
۶.	میدان ولی سلطان با معابر اطراف	۱۵
۷.	مسجد و مدرسه آقابزرگ	۱۶
۸.	امامزاده تاج‌الدین با معابر اطراف	۱۷
۹.	مرکز محله علوی	

در محدوده کمی گرم قرار دارد. یافته‌ها نشان داد پاسخ‌دهندگان در فضای باز حیاط احساس تعادل حرارتی بیشتری نسبت به فضای باز معابر عمومی داشته‌اند. به دلیل محصور شدن حیاط با ساختمان‌های پیرامون خود که از هر سو پنجره‌ها و تراس‌ها رو به فضای حیاط دارند، فضایی پویا و در هماهنگی با هم و یک کلیت منسجم و نظام ایجاد شده است. وجود عناصری همچون فضای سبز، درختان، حوض آب و ایوان‌های مجاور حیاط، نقش مهمی در ایجاد مکث، جذابیت فضایی و احساس آسایش ذهنی افراد داشته است. همچنین در محدوده حرارتی گرم و خیلی گرم، وضعیت حرارتی فضای باز معابر عمومی بهتر از فضای باز حیاط مرکزی بوده است. مطابق تصویر شماره ۱ وضعیت حرارتی متعادل (آسایش) بین دو وضعیت کمی سرد و کمی گرم قرار دارد ( $TSV = \pm 1$ )، وضعیت حرارتی ( $TSV \leq -2$ ) و ( $TSV \geq 2$ ) به عنوان وضعیت غیر متعادل از نظر آسایش حرارتی است و افراد در این محدوده احساس آسایش حرارتی ندارند. در نتیجه اگر میزان  $TSV = \pm 1$  در نظر بگیریم که در بسیاری پژوهش‌ها مورد استفاده قرار گرفته است (Nasrollahi, et al., 2017: 356), (De Dear, et al., 1994: 46) بین ۲۰٫۵ تا ۳۴٫۷۸ درجه سانتی‌گراد (PET) به دست می‌آید، بنابراین با تغییر هر واحد TSV میزان (PET) به اندازه ۷٫۱۴ درجه سانتی‌گراد تغییر می‌کند.



تصویر شماره ۱۰: مقایسه وضعیت آسایش حرارتی در فضاهای باز

نتایج نشان می‌دهد وضعیت متغیرهای محیطی در فضای باز معابر عمومی با فضای باز حیاط دارای تفاوت است. میزان حداکثر متغیرهای دما، رطوبت و CO<sub>2</sub> در فضای باز عمومی بیشتر از فضای باز حیاط مرکزی است. میزان میانگین متغیرهای رطوبت، سرعت جریان هوا و CO<sub>2</sub> در فضای باز حیاط بیشتر از فضای باز معابر عمومی است. همچنین میزان حداقل متغیرهای دما و رطوبت در فضای باز حیاط مرکزی کمتر از معابر عمومی است و حداقل میزان سرعت جریان هوا و CO<sub>2</sub> در هر دو فضای باز

حیاط مرکزی در معماری مدارس، مساجد، بازارها با شباهت‌های بسیار از نظر وجود حوض آب، فضای سبز و فضاهای پیرامون خود بسیار پرنسب و مشهود است.

### ۳٫۲. فضای باز شهری (میدان، تکیه، مرکز محله، گذرها و معابر)

در مقابل فضای باز حیاط مرکزی، فضای باز عمومی شامل میدان، تکیه، مرکز محله، گذرها و معابر قرار دارد که از اطراف با بدنه‌ای مرکب از دکان‌ها، حمام عمومی، مسجد یا خانه‌های مسکونی محصور می‌شود. فضاهای باز نقش پیوند فضایی میان عناصر و مراکز محلات مختلف از طریق گذرهای اصلی و فرعی را ایفا می‌کنند. طراحی شهرهای جدید باید بر اساس اصول و ویژگی‌های کالبدی و معماری بافت‌های تاریخی و فضای شهر ایرانی که برگرفته از اصول منطقی و تجارب ارزنده گذشته است، صورت پذیرد. برای شکل‌گیری فضای باز در میان ساختمان‌ها لازم است توسط ساختمان‌های پیرامون خود محصور شود. اگر فضا به شکل مطلوب محصور نشود، نمی‌تواند به یک فضای جذاب شهری تبدیل شود. رعایت هندسه و تناسب فضای باز، ابعاد و اندازه، شکل، دسترسی، بدنه و محیط متعادل و متقارن پیرامون فضای باز در ایجاد جذابیت فضای باز شهری برای انسان به عنوان مهم‌ترین رکن فضا تأثیر بسیاری دارد. برهم زدن تناسب بین مقیاس فضا و ساختمان‌های پیرامون، تناسب، اندازه، شکل، هندسه و... می‌تواند تأثیرات بسیاری بر احساسات انسان نسبت به فضا بگذارد.

### ۴. بحث و یافته‌ها

#### ۴٫۱. محدوده آسایش حرارتی

پس از ثبت داده‌های اقلیمی، محاسبه نرخ لباس و متابولیسم افراد و داده‌ها بر اساس موقعیت پاسخگویی افراد در سایت‌ها، در دو بخش فضای باز معابر عمومی و فضای باز حیاط مرکزی دسته‌بندی شده است. پاسخ احساس آسایش حرارتی افراد در فضای باز حیاط، ۲۴٫۲ درصد احساس وضعیت دمای متعادل، ۶٫۳ درصد احساس کمی گرم، ۲۲٫۱ درصد احساس وضعیت گرما و ۴۷٫۴ درصد احساس وضعیت حرارتی خیلی گرم داشته‌اند. همچنین پاسخ احساس آسایش حرارتی افراد در فضای باز معابر، ۱۴ درصد احساس وضعیت دمای متعادل، ۱۱٫۸ درصد احساس وضعیت کمی گرم، ۳۹ درصد احساس وضعیت حرارتی گرم و ۳۵٫۳ درصد احساس وضعیت حرارتی بسیار گرم داشته‌اند؛ بنابراین بیشترین و کمترین احساس حرارتی افراد در فضای باز حیاط با ۴۷٫۴ درصد در محدوده خیلی گرم و ۶٫۳ درصد

تأثیر هندسه فضای باز بر آسایش حرارتی، سازگاری حرارتی، احساس امنیت و رضایت از شرایط محیطی و شناسایی ارتباط مستقیم و غیرمستقیم میان متغیرها، روش نخست کارآمد نیست. بنابراین برای تحلیل نتایج بخش دوم این پژوهش، از مدل یابی معادلات ساختاری بر پایه روش حداکثر درست نمایی در Amos استفاده گردید. در مدل ساختاری<sup>۱</sup> (SEM)، متغیرهای هندسه فضای باز (منظم، نامنظم)، احساس امنیت، آسایش حرارتی، سازگاری حرارتی، رضایت از شکل و هندسه فضای باز رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز، مورد بررسی قرار گرفتند. رایج‌ترین شاخص‌های آماری برازش مدل شامل برازش مطلق<sup>۲</sup> (آماره مجذور خی (CMIN))، شاخص‌های برازش مقتصد<sup>۳</sup> (ریشه میانگین مربعات خطای برآورد (RMSEA))<sup>۴</sup>، شاخص برازش مقتصد هنجار شده (PNFI)<sup>۵</sup> و شاخص‌های برازش تطبیقی<sup>۶</sup> (شاخص‌های برازش تطبیقی (CFI))<sup>۷</sup>، بنتلر-بونت (NFI)<sup>۸</sup>، شاخص توکر-لویس (TLI)<sup>۹</sup> محاسبه شدند. در صورتی که شاخص مجذور خی از لحاظ آماری معنادار نباشد بر برازندگی مناسب الگو دلالت می‌کند، اما این شاخص در نمونه‌های بزرگ‌تر معمولاً معنادار است و از این رو شاخص مناسبی برای برازندگی الگو تلقی نمی‌گردد. مقدار نزدیک عدد یک برای شاخص‌های TLI، NFI و CFI، مقادیر بالاتر از ۰/۵ برای شاخص برازش مقتصد هنجار شده و مقدار کوچک‌تر یا مساوی ۰/۰۵ برای شاخص RMSEA بر برازندگی مناسب دلالت دارند.

#### ۴.۲.۱. یافته‌های بخش دوم

پس از جمع‌آوری داده‌ها و ورود آنها به رایانه، از نرم‌افزارهای SPSS ۲۴ و AMOS 16 استفاده شد. نتایج تحلیل‌های توصیفی در جدول شماره ۲ ارائه گردیده است که براساس آن بالاترین مقدار میانگین مربوط به نمره احساس امنیت با میانگین و انحراف معیار ۴/۲۲ و ۰/۶۴ و کمترین مقدار میانگین مربوط به متغیر نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی) با میانگین و انحراف معیار ۱/۱۷ و ۰/۳۷ به دست آمد. با انجام برازش مدل معادله ساختاری و برازش مدل نهایی شاخص‌های برازش به ترتیب برای مجذور خی با مقدار (CMIN=0.393, NPAR) شاخص برازش تطبیقی (CFI=0.998) و شاخص توکر-لویس (TLI=0.992)، شاخص برازش تطبیقی (NFI=0.993) و شاخص بنتلر-بونت برابر (NFI=0.993) به دست آمد و از طرفی مقدار شاخص برازش مقتصد هنجار شده (PNFI) برابر 0.237 و همچنین ریشه میانگین مربعات خطای برآورد (RMSEA=0.022) به دست آمدند. این مقادیر با وجود معناداری آماره مجذور خی، نشان‌دهنده این است که مدل به دست آمده برازش مناسبی را برای داده‌ها داشته است. جدول شماره ۳ ضرایب رگرسیونی برای مدل به دست آمده را نشان می‌دهد.

- 1 Structural Equation Modeling (SEM)
- 2 Absolute
- 3 Parsimony Correction Indices
- 4 Root Mean Square Error of Approximation
- 5 Parsimonious Normed Fit Index
- 6 Comparative Fit Index
- 7 Comparative Fit Index (CFI)
- 8 Bentler-Bonett Index (Normed Fit Index(NFI))
- 9 Tucker-Lewis Index

حیاط و معابر عمومی برابر است. نتایج نشان می‌دهد، شکل و موقعیت فضای باز بر میزان متغیرهای محیطی اثر مستقیم دارد. مقیاس مکین تایر، میزان ترجیح حرارتی پاسخ‌دهندگان را نشان می‌دهد که بر اساس این مقیاس سه‌گانه [بله، گرم‌تر (+1)]، [خیر، بدون تغییر (۰)] و [بله، سردتر (-1)] قابل‌سنجش است. هدف استفاده از این مقیاس حرارتی، بررسی وضعیت حرارتی برای رسیدن به شرایط دلخواه حرارتی است. استفاده از این مقیاس کمک می‌کند شرایط مطلوب حرارتی برای استفاده‌کنندگان شناسایی شود. نتایج نشان داد ۲۷،۵۳ درصد پاسخ‌دهندگان در فضای باز حیاط و ۳،۱۷ درصد از پاسخ‌دهندگان در فضای باز معبر عمومی از وضعیت حرارتی فضای باز احساس رضایت داشتند و ترجیح حرارتی آنها، عدم تغییر وضعیت حرارتی محیط است. همچنین ۵۴،۶۹ درصد از پاسخ‌دهندگان در فضای باز حیاط مرکزی از وضعیت حرارتی محیط رضایت داشته و در پاسخ سؤال ترجیح وضعیت حرارتی، تمایل به سردتر شدن دمای هوا داشتند. نتایج نشان می‌دهد نوع فضای باز از نظر حرارت و آسایش، رفتار متفاوتی داشته و متناسب با نوع فضا، وضعیت حرارتی متفاوتی دارند.

#### ۴.۱.۱. نتیجه یافته‌های آسایش حرارتی

نتایج بخش نخست نشان داد، نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی) بر شرایط آسایش حرارتی اثرگذار است و شرایط اقلیمی در فضاهای باز با همدیگر تفاوت معناداری داشته است. بخش نخست یافته‌ها قابلیت بررسی نقش هندسه در بروز آسایش حرارتی را ندارد. شاخص‌های آسایش حرارتی برای تعیین وضعیت حرارتی تنها به متغیرهای محیطی، وضعیت پوشش و فعالیت افراد بستند می‌کنند. نتیجه قابل‌بحث آن است که نوع فضای باز در شرایط دمایی مختلف، تأثیر حرارتی متفاوتی خواهد داشت. تحلیل یافته‌ها نشان داد، پاسخ‌دهندگان در فضاهای باز مختلف وضعیت حرارتی متفاوتی داشتند. پاسخ‌دهندگان در شرایط آسایش (بازه متعادل و کمی گرم) در فضای باز حیاط مرکزی احساس آسایش حرارتی بیشتری نسبت به فضای باز معابر عمومی داشتند. پاسخ‌دهندگان خارج از محدوده آسایش (بازه گرم و خیلی گرم) در فضای باز معابر عمومی، احساس آسایش حرارتی بیشتری نسبت به فضای باز حیاط داشتند. همچنین محدوده آسایش حرارتی بین ۲۰،۵ تا ۳۴،۷۸ درجه سانتیگراد (PET) به دست آمده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد میزان متغیرهای دما، رطوبت، سرعت جریان هوا، Co و Co2 در فضای باز حیاط با فضای باز معابر متفاوت است؛ بنابراین رفتار حرارتی فضاهای باز که دارای موقعیت متفاوت هستند با همدیگر تفاوت دارد. همچنین نتایج نشان داد، ترجیح حرارتی افراد در فضاهای باز متفاوت است. افراد در فضای باز حیاط مرکزی دارای بیشترین احساس سازگاری با وضعیت حرارتی هوا را داشته‌اند. همچنین در محدوده هوای گرم، بیشترین ترجیح حرارتی پاسخ‌دهندگان برای ایجاد سرما در فضای حیاط مرکزی بوده است.

#### ۴.۲. تجزیه و تحلیل ارتباط مستقیم و غیرمستقیم متغیرها

بررسی و تحلیل یافته‌ها در بخش نخست پژوهش، تأثیر ارتباط نوع فضای باز بر بروز آسایش حرارتی را تأیید کرده است. برای سنجش



جدول شماره ۲: اطلاعات توصیفی متغیرهای مورد مطالعه

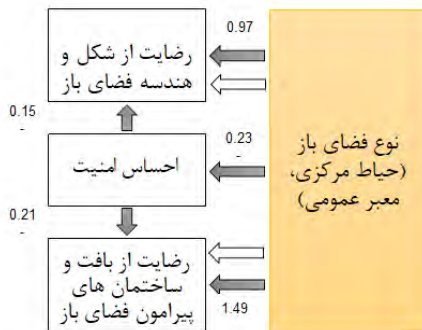
متغیر	میانگین	انحراف معیار
احساس سازگاری حرارتی افراد	۳/۰۵	۱/۴۰
احساس آسایش حرارتی افراد	۲/۸۲	۰/۸۵
هندسه فضای باز (منظم، نامنظم)	۳/۹۸	۰/۸۵
نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی)	۱/۱۷	۰/۳۷
رضایت از شکل و هندسه فضای باز	۲/۱۷	۰/۹۶
رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز	۲/۳۳	۱/۰۷
احساس امنیت	۴/۲۲	۰/۶۴

جدول شماره ۳: ضرایب رگرسیونی معادلات ساختاری برای مسیرهای مدل

مسیر	ضرایب غیراستاندارد	ضرایب استاندارد	انحراف معیار	مقدار بحرانی	سطح معنی داری
احساس امنیت → نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی)	-۰/۲۲۹	-۱/۱۳۴	۰/۰۵۹	-۳/۸۶۹	۰/۰۰۰
احساس امنیت → هندسه فضای باز (منظم، نامنظم)	۰/۱۵۳	۰/۲۰۳	۰/۰۲۶	۵/۸۳۳	۰/۰۰۰
رضایت از شکل و هندسه فضای باز → نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی)	۰/۹۶۸	۰/۳۸۰	۰/۰۸۴	۱۱/۵۲۹	۰/۰۰۰
رضایت از شکل و هندسه فضای باز → احساس امنیت	-۰/۱۵۱	-۰/۱۰۱	۰/۰۵۰	-۳/۰۰۸	۰/۰۰۳
رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز → احساس امنیت	-۰/۲۱۴	-۰/۱۲۹	۰/۰۵۱	-۴/۲۲۸	۰/۰۰۰
رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز → نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی)	۱/۴۹۱	۰/۵۲۶	۰/۰۸۵	۱۷/۵۷۴	۰/۰۰۰
رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز → هندسه فضای باز (منظم، نامنظم)	-۰/۰۹۲	-۰/۰۷۳	۰/۰۳۸	-۲/۴۲۱	۰/۰۱۵
رضایت از شکل و هندسه فضای باز → هندسه فضای باز (منظم، نامنظم)	-۰/۰۲۹	-۰/۰۲۶	۰/۰۳۸	-۰/۷۷۹	۰/۴۳۶
احساس آسایش حرارتی → رضایت از شکل و هندسه فضای باز	-۰/۰۹۶	-۰/۱۰۸	۰/۰۳۸	-۲/۵۴۶	۰/۰۱۱
احساس آسایش حرارتی → نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی)	-۰/۳۸۳	-۰/۱۶۹	۰/۰۹۵	-۴/۰۴۴	۰/۰۰۰
احساس آسایش حرارتی → رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز	۰/۰۵۵	۰/۰۶۹	۰/۰۳۷	۱/۴۸۱	۰/۱۳۹
آسایش حرارتی → هندسه فضای باز (منظم، نامنظم)	۰/۰۸۲	۰/۰۸۱	۰/۰۳۵	۲/۳۰۷	۰/۰۲۱
سازگاری حرارتی → هندسه فضای باز (منظم، نامنظم)	۰/۰۲۲	۰/۰۱۳	۰/۰۴۷	۰/۴۶۷	۰/۶۴۱
سازگاری حرارتی → نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی)	۰/۷۳۹	۰/۱۹۸	۰/۱۰۸	۶/۸۶۳	۰/۰۰۰
سازگاری حرارتی → آسایش حرارتی	-۰/۸۸۵	-۰/۵۳۹	۰/۰۴۷	-۱۸/۶۵۴	۰/۰۰۰

براساس نتایج به دست آمده از جدول شماره ۳، مقادیر ضرایب رگرسیونی استاندارد حاصل از تأثیر متغیر هندسه فضای باز (منظم، نامنظم) بر متغیرهای رضایت از شکل و هندسه فضای باز و احساس سازگاری حرارتی و مقدار ضریب رگرسیونی استاندارد متغیر رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز بر احساس آسایش حرارتی به ترتیب برابر ۰/۰۲۶، ۰/۰۱۳ و ۰/۰۶۹ به دست آمده است که به ترتیب با مقادیر ۰/۴۳۶، ۰/۶۴۱ و ۰/۱۳۹ حاکی از عدم معناداری ارتباط مستقیم متغیرها با همدیگر هستند ( $P > 0.05$ )؛ بنابراین ارتباط مستقیم معناداری بین متغیر هندسه فضای باز (منظم، نامنظم) با متغیرهای رضایت از شکل و هندسه فضای باز و احساس سازگاری حرارتی افراد و متغیر رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز با احساس آسایش حرارتی افراد وجود ندارد. از طرف دیگر میزان ضرایب رگرسیونی متغیر هندسه فضای باز (منظم، نامنظم) بر متغیرهای احساس امنیت و رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز به ترتیب برابر ۰/۰۲۳ و ۰/۰۷۳ و بر متغیر احساس آسایش حرارتی افراد برابر ۰/۰۸۱ به دست آمده است که به ترتیب در سطح خطای یک درصد ( $P < 0.01$ ) و پنج درصد ( $P < 0.05$ ) معنادارند که نشان دهنده ارتباط مستقیم و مؤثر متغیر هندسه فضای باز (منظم، نامنظم) با متغیرهای احساس امنیت، رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز و احساس سازگاری حرارتی و میزان ضرایب رگرسیونی استاندارد حاصل از تأثیر متغیر احساس امنیت بر متغیرهای رضایت از شکل و هندسه فضای باز و رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز به ترتیب برابر ۰/۱۰۱، ۰/۱۲۹ و ۰/۱۶۹ به دست آمده است که همگی در سطح خطای یک درصد معنادارند ( $P < 0.01$ ). همچنین میزان ضریب رگرسیونی استاندارد حاصل از تأثیر متغیر رضایت از شکل و هندسه فضای باز بر احساس سازگاری حرارتی برابر ۰/۱۰۸ و متغیر احساس آسایش حرارتی بر سازگاری حرارتی افراد برابر ۰/۵۳۹ به دست آمده است و در سطح خطای یک درصد معنادارند ( $P < 0.01$ ) که نشان دهنده

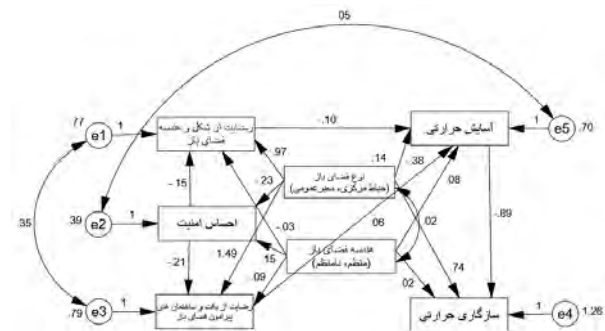
همچنین مقادیر ضرایب رگرسیونی استاندارد حاصل از تأثیر متغیر نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی) بر متغیرهای احساس امنیت، رضایت از شکل و هندسه فضای باز، رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز، احساس آسایش حرارتی و احساس سازگاری حرارتی افراد به ترتیب برابر ۰/۰۸۴، ۰/۰۳۸، ۰/۰۵۰ و ۰/۰۵۱ به دست آمده است که همگی در سطح خطای یک درصد معنادارند ( $P < 0.01$ ) که نشان دهنده ارتباط مستقیم و مؤثر متغیر نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی) با متغیرهای احساس امنیت، رضایت از شکل و هندسه فضای باز، رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز، احساس آسایش حرارتی و احساس سازگاری حرارتی افراد و میزان ضرایب رگرسیونی استاندارد حاصل از تأثیر متغیر احساس امنیت بر متغیرهای رضایت از شکل و هندسه فضای باز و رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز به ترتیب برابر ۰/۱۰۱، ۰/۱۲۹ و ۰/۱۶۹ به دست آمده است که همگی در سطح خطای یک درصد معنادارند ( $P < 0.01$ ). همچنین میزان ضریب رگرسیونی استاندارد حاصل از تأثیر متغیر رضایت از شکل و هندسه فضای باز بر احساس سازگاری حرارتی برابر ۰/۱۰۸ و متغیر احساس آسایش حرارتی بر سازگاری حرارتی افراد برابر ۰/۵۳۹ به دست آمده است و در سطح خطای یک درصد معنادارند ( $P < 0.01$ ) که نشان دهنده



تصویر شماره ۳: مدل ساختاری اثرات مستقیم و غیرمستقیم نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی) با سایر متغیرها

تحلیل مسیرها، ارتباط مستقیم و اثرگذار متغیر نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی) بر آسایش حرارتی با ضریب تأثیر ۰,۳۸- و سازگاری حرارتی افراد با ضریب تأثیر ۰,۷۴ را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد، پاسخ‌دهندگان در فضای باز حیاط مرکزی احساس آسایش حرارتی و سازگاری حرارتی بیشتری نسبت به فضای باز معابر عمومی داشته‌اند. ارتباط مستقیم و اثرگذار آسایش حرارتی بر سازگاری حرارتی با ضریب تأثیر ۰,۸۹- نشان می‌دهد، بین متغیر نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی) با سازگاری حرارتی به صورت مستقیم و غیرمستقیم ارتباط وجود دارد. به‌طورمعمول احساس آسایش حرارتی افراد در فضاهای باز تابع عوامل اقلیمی است و برای سنجش وضعیت آسایش حرارتی افراد متغیرهای دما، رطوبت، سرعت جریان هوا، نرخ فعالیت (متابولیسم)، میزان پوشش افراد و دمای تابشی موردبررسی قرار می‌گیرد و بر اساس نتایج آنها وضعیت آسایش حرارتی افراد تعیین می‌شود. نتیجه مهم مستخرج از مدل معادلات ساختاری، تأثیر نقش نوع فضای باز بر آسایش حرارتی و سازگاری حرارتی را نشان می‌دهد. ارتباط متغیر نوع فضای باز حیاط مرکزی با آسایش حرارتی نشان می‌دهد، نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی) می‌تواند بر بروز احساس آسایش حرارتی افراد اثرگذار باشد. افراد با قرار گرفتن در فضای باز، پس از مدت کوتاهی با شرایط حرارتی محیط هماهنگ می‌شوند و احساس سازگاری حرارتی خواهند داشت؛ بنابراین ارتباط متغیر آسایش حرارتی با سازگاری حرارتی با ضریب ۰,۸۹- یک ارتباط منطقی، علمی و قابل پیش‌بینی است. نکته قابل تأمل، ارتباط نوع فضای باز حیاط مرکزی با بروز سازگاری حرارتی افراد است. نتایج نشان داد افرادی که در فضای باز حیاط مرکزی حضور داشتند سریع‌تر از سایر افرادی که در فضای باز معابر عمومی قرار داشتند به سازگاری حرارتی رسیدند؛ بنابراین ماهیت و نوع فضای باز در بروز آسایش حرارتی و سازگاری حرارتی افراد نقش کلیدی دارد. بررسی دقیق‌تر نحوه ارتباط متغیر نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی) با متغیرهای رضایت از شکل و هندسه فضای باز با ضریب تأثیر ۰,۹۷ و با آسایش حرارتی با ضریب تأثیر ۰,۳۸- نشان می‌دهد که نشان‌دهنده ارتباط مستقیم و معنا دار بین این متغیرهاست. تحلیل و تفسیر مدل نشان می‌دهد، نوع فضای باز حیاط مرکزی باعث ایجاد رضایت از شکل و هندسه فضای باز می‌شود. ارتباط مستقیم و اثرگذار متغیر رضایت از شکل و هندسه فضای باز بر آسایش حرارتی با ضریب تأثیر ۰,۱۰- نشان می‌دهد، افرادی

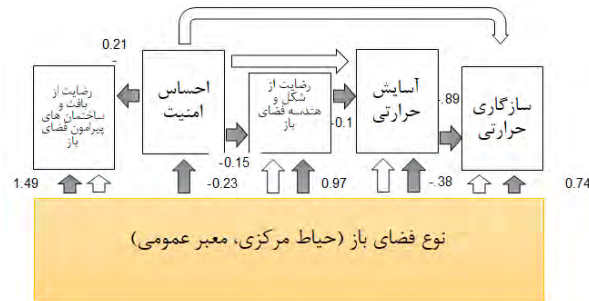
ارتباط مستقیم و مؤثر این متغیرها با همدیگر است. تصویر شماره ۲ مدل ساختاری برای اندازه‌گیری اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای هندسه فضای باز (منظم، نامنظم) و نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی) بر متغیرهای احساس امنیت، رضایت از شکل و هندسه فضای باز، رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز، احساس آسایش حرارتی و سازگاری حرارتی را نشان می‌دهد.



تصویر شماره ۲: مدل ساختاری اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها -

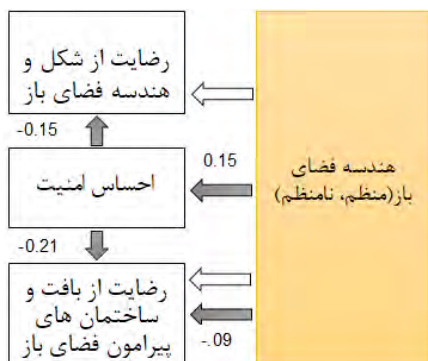
منبع: نگارندگان

بررسی دقیق‌تر مسیرهای به‌دست‌آمده از مدل ساختاری، ارتباط متغیرها در قالب مسیرهای مستقیم و غیرمستقیم آشکار نمود. تصویر شماره ۳ نحوه ارتباط متغیر نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معابر عمومی) با متغیرهای رضایت از شکل و هندسه فضای باز با ضریب ۰,۹۷، احساس امنیت با ضریب ۰,۲۳- و رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز با ضریب ۱,۴۹ را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد، احساس رضایت از شکل و هندسه فضای باز، رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز و احساس امنیت در فضای باز حیاط مرکزی بیشتر از فضای باز معابر بوده است؛ بنابراین ماهیت قرارگیری و نقش فضای باز حیاط مرکزی به‌طور مستقیم می‌تواند باعث ایجاد رضایت از شکل و هندسه فضای باز و ساختمان‌های پیرامون آن گردد. ارتباط مستقیم متغیر احساس امنیت با رضایت از شکل و هندسه فضای باز با ضریب ۰,۱۵- و رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون با ضریب ۰,۲۱- نشان می‌دهد افراد در فضای باز حیاط مرکزی احساس امنیت بیشتری نسبت به فضای باز معابر دارند. احساس امنیت افراد می‌تواند باعث ایجاد رضایت از نوع فضای باز و ساختمان‌های پیرامون آن شود؛ بنابراین نوع فضای باز حیاط مرکزی به‌صورت مستقیم می‌تواند بر رضایت از شکل و هندسه فضای باز و ساختمان‌های پیرامون فضای باز اثرگذار باشد. تفسیر مدل نشان داد، نوع فضای باز حیاط مرکزی با شکل و هندسه متناسب با فضای باز پیرامون خود از اهمیت بالایی برخوردار است. نتایج نشان داد، نوع فضای باز حیاط مرکزی، دارای بیشترین ضریب تأثیر مستقیم بر رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز و کمترین ضریب تأثیر مستقیم بر احساس امنیت افراد در فضای باز حیاط مرکزی را دارد. معماری حیاط مرکزی با وجود عناصری از قبیل حوض آب، درخت، مسیرهای حرکتی، توجه به هندسه، نظم و پیچیدگی متناسب با فضای اتاق‌های پیرامون خود توانسته است نقش کلیدی در جذب احساس رضایت افراد از کیفیت محیطی داشته باشد. توجه به هندسه، تعادل و نظم فضایی باعث ایجاد مکث، احساس امنیت و جذب انسان در توجه به کیفیت و رضایت از فضا دارد.



تصویر شماره ۴: مدل ساختاری اثرات مستقیم و غیرمستقیم نوع فضای باز (حیاط مرکزی، معبر عمومی) با سایر متغیرها

مطابق تصویر شماره ۵ نتایج مسیرهای مدل نشان داد، شکل و هندسه فضای باز باعث ایجاد احساس امنیت با ضریب تأثیر ۰٫۱۵ و رضایت از بافت و ساختمان های پیرامون فضای باز شده است؛ بنابراین هندسه فضای باز به طور مستقیم می تواند سبب بروز رضایت مندی از شکل و ساختمان های پیرامون فضای باز با ضریب تأثیر ۰٫۰۹ و بروز احساس امنیت افراد در فضا شود. همچنین داشتن احساس امنیت افراد در فضا باعث ایجاد رضایت افراد از شکل و هندسه ساختمان های پیرامون فضای باز با ضریب تأثیر ۰٫۲۱ شده است. در نتیجه وجود هندسه منظم فضای باز می تواند به صورت غیرمستقیم باعث ایجاد رضایت مندی از هندسه فضای باز و رضایت از بافت و ساختمان های پیرامون فضای باز شود. معماران سنتی آگاهانه فضای باز حیاط مرکزی را با هندسه ای منظم در میان فضای اتاق های پیرامون آن را ایجاد کرده اند تا حیاط مرکزی بتواند با فضای پیرامون خود ارتباط مؤثری برقرار نماید. رعایت هندسه منظم، تناسب و نظم به کاررفته در ساختار شکلی و فرمی معماری حیاط مرکزی از یک سو و ایجاد عناصری از قبیل آب و درخت و کنترل شرایط حرارتی محیط از سوی دیگر سبب ایجاد رضایت مندی افراد از فضای باز و ساختمان های پیرامون آن شده است. تکرار هندسه فضای باز حیاط مرکزی در بافت تاریخی نشان از اهمیت نقش و جایگاه توجه به کاربرد و هندسه فضای باز در این بناها دارد. سازمان دهی و چیدمان فضایی ساختمان ها پیرامون فضاهای باز باعث بروز احساس امنیت و آرامش انسان ها در این فضاها شده است. تجربه حضور در بافت تاریخی نشان داد، پس از گذر سال ها همچنان زندگی در فضاهای باز این اماکن جریان دارد و توجه معماران و شهرسازان آینده را به رعایت هندسه منظم فضاهای باز برای ایجاد احساس امنیت، رضایت از هندسه، بافت و ساختمان های پیرامون آن داشته است.



تصویر شماره ۵: مدل ساختاری اثرات مستقیم و غیرمستقیم هندسه فضای باز (منظم، نامنظم) با سایر متغیرها

که از شکل و هندسه فضای باز احساس رضایت بیشتری داشته اند، از وضعیت آسایش حرارتی بهتری برخوردار بوده اند. بنابراین از یک طرف نوع فضای باز حیاط مرکزی بر رضایت مندی افراد از شکل و هندسه فضای باز اثرگذار است و از سوی دیگر بروز این عامل سبب احساس آسایش حرارتی افراد شده است. در نتیجه نوع فضای باز هم به صورت مستقیم و هم به صورت غیرمستقیم بر آسایش حرارتی اثرگذار است.

پس از بررسی مدل رگرسیونی معادلات ساختاری و تحلیل مسیرها مطابق تصاویر بالا، به بررسی دقیق تر و نحوه ارتباط پنهان متغیرها مطابق تصویر شماره ۴ پرداخته می شود. ارتباطات آشکار مسیرهای مدل مطابق تصویر با فلش های توپر مشکی رنگ نشان داده شده است. تحلیل مسیرها نشان می دهد، نوع فضای باز حیاط مرکزی علاوه بر ارتباط مستقیم با متغیرهای رضایت از شکل و هندسه فضای باز با ضریب تأثیر ۰٫۹۷ و رضایت از بافت و ساختمان های پیرامون فضای باز به صورت غیرمستقیم و از طریق متغیر احساس امنیت دارای ارتباط مؤثر و اثرگذار است. در ارتباط پنهان متغیرها مشخص گردید، افرادی که در فضای باز حیاط مرکزی قرار داشتند، احساس امنیت بیشتری نسبت به افرادی که در فضای باز معابر بودند، داشتند. بنابراین احساس امنیت افراد به طور پنهان سبب رضایت مندی افراد از شکل و هندسه فضای باز و ساختمان های پیرامون آن شده است. ارتباط مستقیم رضایت از شکل و هندسه فضای باز با آسایش حرارتی با ضریب تأثیر ۰٫۱۰ و ارتباط متغیر آسایش حرارتی با سازگاری حرارتی نشان می دهد، متغیر احساس امنیت به صورت پنهان با آسایش حرارتی و سازگاری حرارتی ارتباط مؤثر و معناداری دارد. نتایج نشان داد، افرادی که احساس امنیت در فضای حیاط مرکزی داشتند، بیشتر از دیگر افراد احساس سازگاری حرارتی داشتند. همچنین مسیر پنهان مدل نشان داد، احساس امنیت افراد در فضای باز حیاط مرکزی سبب شده است، افراد سریع تر از دیگران به سازگاری حرارتی برسند. اثبات این عامل نشان دهنده نقش کلیدی احساس امنیت افراد در فضای باز حیاط مرکزی است که علاوه بر احساس رضایت از کیفیت محیطی شکل و هندسه فضای باز و ساختمان های پیرامون بر آسایش حرارتی افراد و بروز سازگاری حرارتی سریع تر افراد تأثیرگذاری داشته است. ارتباط مستقیم بین متغیر نوع فضای باز با آسایش حرارتی و ارتباط آسایش حرارتی با سازگاری حرارتی نشان می دهد، نوع فضای باز حیاط مرکزی هم به صورت مستقیم و هم به صورت غیرمستقیم بر سازگاری حرارتی افراد اثرگذار است. نتایج نشان داد، بروز آسایش حرارتی و سازگاری حرارتی به تنهایی تابع پارامترها و متغیرهای اقلیمی نیست و محل و نوع فضای باز می تواند بر بروز آسایش حرارتی و سازگاری حرارتی اثرگذار باشد. از سوی دیگر تأیید ارتباط پنهان و آشکار نوع فضای باز حیاط مرکزی بر آسایش حرارتی افراد نشان می دهد، متغیر رضایت از شکل و هندسه فضای باز می تواند به صورت پنهان بر بروز سازگاری حرارتی اثرگذار باشد. نتایج نشان داد افرادی که از شکل و هندسه فضای باز احساس رضایت بیشتری داشتند، سریع تر از دیگر افراد به سازگاری حرارتی رسیدند. نتایج این مدل نشان دهنده اهمیت نوع فضای باز بر رضایت از کیفیت محیطی و احساس آسایش حرارتی افراد است. اثبات تأثیر رضایت از کیفیت محیطی بر آسایش حرارتی و سازگاری حرارتی افراد نشان دهنده اهمیت موضوع کیفیت محیطی فضای باز است.

در فضاهای باز بافت تاریخی شرایط یکسانی دارند و انتظار می‌رود تا حدودی شرایط آسایش حرارتی در فضاهای باز این بافت یکسان باشد؛ اما نتایج این پژوهش نشان می‌دهد کاربری و ماهیت فضای باز می‌تواند در بروز آسایش حرارتی نقش مؤثری داشته باشد. همچنین احساس حرارتی و ترجیح حرارتی افراد در فضاهای باز متفاوت یکسان نیست. افراد در فضاهای باز که به صورت فضای باز خصوصی (حیاط) هستند، احساس آسایش بیشتری نسبت به فضای باز معابر عمومی دارند. آسایش حرارتی یک شرایط ذهنی رضایت از دمای محیط است. نتایج نشان می‌دهد برای افراد در شرایط یکسان حرارتی که ماهیت فضای باز (عمومی، خصوصی) تغییر کند، احساس آسایش حرارتی نیز تغییر می‌کند. همچنین افرادی که در فضای باز (حیاط) قرار داشتند، بیشتر با وضعیت هوا سازگار بوده‌اند و کمتر درخواست تغییر شرایط حرارتی داشته‌اند و میزان درخواست تغییر وضعیت حرارتی در فضای باز معابر بیشتر از فضای باز حیاط بوده است؛ بنابراین نتیجه مهم این پژوهش، اثبات تأثیر نوع و هندسه فضای باز بر آسایش حرارتی افراد است. یافته‌ها نشان داد، هندسه منظم فضای باز به صورت مستقیم بر احساس امنیت، رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز و آسایش حرارتی و به صورت غیرمستقیم بر رضایت از شکل و هندسه فضای باز و سازگاری حرارتی اثر مثبت و معناداری دارد. همچنین متغیر نوع فضای باز حیاط مرکزی به صورت مستقیم بر همه متغیرها و به صورت غیرمستقیم بر متغیرهای رضایت از شکل و هندسه فضای باز، بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز، آسایش حرارتی و سازگاری حرارتی اثرگذار است. نکته جالب در تحلیل و تفسیر مسیر مدل رگرسیونی، نقش کلیدی و مهم متغیر احساس امنیت در بروز ارتباط غیرمستقیم میان متغیرها است.

تحلیل مسیرها، ارتباط مستقیم متغیر هندسه فضای باز (منظم، نامنظم) با آسایش حرارتی با ضریب تأثیر ۰٫۸- و ارتباط مستقیم آسایش حرارتی با سازگاری حرارتی با ضریب تأثیر ۰٫۸۹- و ارتباط غیرمستقیم هندسه فضای باز (منظم، نامنظم) با سازگاری حرارتی را نشان می‌دهد. نتایج مسیرهای مدل نشان داد، افرادی که در فضاهای باز با هندسه منظم قرار دارند، احساس آسایش حرارتی بیشتری دارند؛ بنابراین هندسه فضای باز باعث بهبود شرایط آسایش حرارتی در افراد می‌شود. از طرف دیگر ارتباط مستقیم متغیر آسایش حرارتی با سازگاری حرارتی نشان می‌دهد، افرادی که در فضاهای باز با هندسه منظم قرار دارند، سریع‌تر به سازگاری حرارتی می‌رسند. نتیجه قابل تأمل در مسیر این مدل نشان می‌دهد، آسایش حرارتی تنها تابع متغیرهای اقلیمی نیست و هندسه فضای باز می‌تواند به طور مستقیم در بروز آسایش حرارتی و به طور غیرمستقیم در سازگاری حرارتی افراد اثرگذار باشد.

#### ۴٫۲٫۲. نتیجه یافته‌های مسیرهای مدل

بخش دوم یافته‌ها نشان می‌دهد، علاوه بر نوع فضای باز، شکل و هندسه فضای باز می‌تواند بر آسایش حرارتی، سازگاری حرارتی، رضایت از شکل و هندسه فضای باز، رضایت از بافت و ساختمان‌های پیرامون و احساس امنیت افراد در فضاهای باز اثرگذار باشد. سازگاری حرارتی افراد در فضای باز حیاط بیش از فضای باز معابر است. نوع فضای باز حیاط می‌تواند نسبت به معابر عمومی باعث رضایت بیشتر از شکل و هندسه فضای باز گردد. یافته‌ها نشان داد، افراد از شکل و هندسه فضای باز حیاط رضایت بیشتری نسبت به معابر عمومی دارند. همچنین رضایت از شکل و هندسه فضای باز باعث ایجاد آسایش حرارتی در افراد می‌شود. داشتن احساس امنیت در فضای باز حیاط مرکزی بیشتر از فضای باز معابر عمومی است و باعث سازگاری حرارتی سریع‌تر افراد در فضاهای باز می‌شود. همچنین احساس امنیت، باعث رضایت مندی از بافت و ساختمان‌های پیرامون فضای باز می‌شود. بررسی‌ها نشان داد، رضایت از شکل و هندسه فضای باز باعث بروز آسایش حرارتی و وقوع سریع‌تر سازگاری حرارتی افراد در فضای باز شده است. نتایج نشان داد، تمایل افراد به شکل و هندسه منظم فضای باز بیشتر از شکل و هندسه نامنظم در این فضاهاست. افراد در فضاهای باز منظم احساس امنیت بیشتری نسبت به فضاهای باز نامنظم دارند. همچنین آسایش حرارتی در فضاهای باز منظم بیشتر از فضاهای باز نامنظم است و حضور افراد در این فضاها (منظم) باعث وقوع سازگاری حرارتی سریع‌تری در این فضاها می‌شود.

#### ۵. نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد، در بافت تاریخی کاشان هم پیوندی عناصر شهری و واحدهای مسکونی با رعایت یکپارچگی مجموعه واحدهای مسکونی با حیاط مرکزی به همدیگر پیوسته‌اند. این هماهنگی تابع رعایت نظم و تناسب بوده است و معماران برای چیدمان و ساماندهی فضاها، متناسب با اقلیم، تعیین اندازه و نسبت، فضاهای باز را سامان داده‌اند. معماری حیاط مرکزی علاوه بر ویژگی‌های ارزشمند کاربردی، زیبایی‌شناسی و اقلیمی که دارد، نقش کلیدی در احساس آرامش و علاقه‌مندی افراد به فضا ایفا می‌کند. بسیاری از متغیرهای محیطی

## References:

- ASHRAE. (2013). thermal environmental conditions for human occupancy, ashrae, atlanta, ga, 2013. ANSI/ASHRAE Standard ashrae 55.
- Ayçam, İ., Akalp, S., & Görgülü, L. S. (2020). The Application of Courtyard and Settlement Layouts of the Traditional Diyarbakır Houses to Contemporary Houses: A Case Study on the Analysis of Energy Performance. *Energies*, 13(3), 587.
- Chan, S., Chau, C., & Leung, T. (2017). On the study of thermal comfort and perceptions of environmental features in urban parks: A structural equation modeling approach. *Building and environment*.
- de Dear, R., & Fountain, M. (1994). Field experiments on occupant comfort and office thermal environments in a hot-humid climate.
- Fathy, H. (1986). Natural energy and vernacular architecture.
- Höppe, P. (2002). Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, 34(6), 661-665.
- Huang, K.-T., Yang, S.-R., Matzarakis, A., & Lin, T.-P. (2018). Identifying outdoor thermal risk areas and evaluation of future thermal comfort concerning shading orientation in a traditional settlement. *Science of The Total Environment*, 626, 567-580.
- Huang, Z., Cheng, B., Gou, Z., & Zhang, F. (2019). Outdoor thermal comfort and adaptive behaviors in a university campus in China's hot summer-cold winter climate region. *Building and environment*, 165, 106414.
- Jiang, Y., Wu, C., & Teng, M. (2020). Impact of Residential Building Layouts on Microclimate in a High Temperature and High Humidity Region. *Sustainability*, 12(3), 1046.
- Manavvi, S., & Rajasekar, E. (2020). Semantics of outdoor thermal comfort in religious squares of composite climate: New Delhi, India. *International journal of biometeorology*, 64(2), 253-264.
- Mao, J., Yang, J. H., Afshari, A., & Norford, L. K. (2017). Global sensitivity analysis of an urban microclimate system under uncertainty: Design and case study. *Building and environment*, 124, 153-170.
- Morakinyo, T. E., & Lam, Y. F. (2016). Simulation study on the impact of tree-configuration, planting pattern and wind condition on street-canyon's micro-climate and thermal comfort. *Building and environment*, 103, 262-275.
- Nasrollahi, N., Hatami, Z., & Taleghani, M. (2017). Development of outdoor thermal comfort model for tourists in urban historical areas; A case study in Isfahan. *Building and environment*, 125, 356-372.
- Nasrollahi, N., & Salehi, M. (2015). Performance enhancement of double skin facades in hot and dry climates using wind parameters. *Renewable energy*, 83, 1-12.
- Nasrollahi, N., & Shokri, E. (2016). Daylight illuminance in urban environments for visual comfort and energy performance. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 66, 861-874.
- Oke, T. R. (1988). Street design and urban canopy layer climate. *Energy and Buildings*, 11(1-3), 103-113.
- Rodríguez-Algeciras, J., Tablada, A., Chaos-Yeras, M., De la Paz, G., & Matzarakis, A. (2018). Influence of aspect ratio and orientation on large courtyard thermal conditions in the historical centre of Camagüey-Cuba. *Renewable energy*, 125, 840-856.
- Salata, F., Golasi, I., de Lieto Vollaro, A., & de Lieto Vollaro, R. (2015). How high albedo and traditional buildings' materials and vegetation affect the quality of urban microclimate. A case study. *Energy and Buildings*, 99, 32-49.
- Yıldırım, M. (2020). Shading in the outdoor environments of climate-friendly hot and dry historical streets: The passageways of Sanliurfa, Turkey. *Environmental Impact Assessment Review*, 80, 106318.
- Albdour, M. S. and B. Baranyai (2019). "Impact of street canyon geometry on outdoor thermal comfort and weather parameters in Pécs." *Pollack Periodica* 14(3): 177-187.
- Hu, C.-B., F. Zhang, F.-Y. Gong, C. Ratti and X. Li (2020). "Classification and mapping of urban canyon geometry using Google Street View images and deep multitask learning." *Building and Environment* 167: 106424.
- Manteghi, G., S. M. Shukri, H. Lamit and M. Golnoosh (2019). "Street Geometry and River Width as Design Factors to Improve Thermal Comfort in Melaka City." *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences* 58(1): 15-22.
- Muniz-Gäal, L. P., C. C. Pezzuto, M. F. H. de Carvalho and L. T. M. Mota (2020). "Urban geometry and the microclimate of street canyons in tropical climate."

- Building and Environment 169: 106547.
- Pigliautile, I., M. Chàfer, A. L. Pisello, G. Pérez and L. F. Cabeza (2020). "Inter-building assessment of urban heat island mitigation strategies: Field tests and numerical modelling in a simplified-geometry experimental set-up." *Renewable Energy* 147: 1663-1675.
  - Wu, Z., Y. Ren and L. Chen (2020). "Evaluating Urban Geometry Impacts on Incident Solar Radiation on Building Envelopes." *Environmental Modeling & Assessment*: 1-11.
  - Abdollahi, R. Aminzadeh, B. Shahcheraghi, A. Etesam, E. (2015). "Developing the components of the healing garden design in Iran and its application in the design of urban open spaces". *URBAN MANAGEMENT*, 14(39), 317-345. [in Persian]
  - Adham, Z. Aminzadeh, B (2011). "Principles of Designing Urban Open Spaces in the Globalization Era (Case Study: Tehran Historical Center)". *Journal of architecture and urban planning*, 3(5), 99-121. [in Persian]
  - Afsharkohan, J. Rahighi Yazdi, M. (2014). The Effect of Environmental and Social Factors on Urban Security Feeling (Case Study: Selected Neighborhoods in Yazd) ". *Urban Sociological Studies*, 3(8), 78-59. [in Persian]
  - Ahmadi Moghadam, I. (2011). "National Unity, Islamic Coherence and Social Security ". *Societal security studies*, 1(23), 133-163. [in Persian]
  - Azadkhani, P. Fatahi, K. Abaspoor, A. (2020). "The Role of Architecture in Reducing Environmental Impacts in Residential Complexes of Ilam City with Sustainable Architecture Approach ". *Building Engineering and Housing Science*, 13(24), 1-8. [in Persian]
  - Azizi, Gh. Shamsipour, A. Mahdian mahforouzi, M. Miri, M. (2014). "Intensities of the Urban Heat Island of Tehran under the Influence of Atmospheric Synoptic Patterns". *Journal of Environmental Studies*, 4(39), 55-66. [in Persian]
  - Fatahi, K. Nasrollahi, N. Ansarimanesh, M. Khodakarami, J. Omranipour, A. (2020). "The Role of Influential Factors in the Possibility of Human Thermal Comfort in Historical Texture of Kashan ". *Architecture in Hot and Dry Climate*, 8(12), 127-146. [in Persian]
  - Fatahi, K. Nasrollahi, N. Ansarimanesh, M. Khodakarami, J. Omranipour, A. (2021). "Comparison of Thermal Comfort Range of Finn Garden and Historical texture of Kashan ". *Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*, 11(1), 53-63. [in Persian]
  - Fatahi, K. Mohammadi, E. (2020). "Identification of tourist attraction obstacles in the tourism destination of Heydarabad Siwan ". *Geography And Development Iranian Journal*, 18(59), 211-226. [in Persian]
  - Heidar, Sh. (2012). "Comparative Analysis Between Air Movement, Air Temperature and Comfort Case study: Hot and Dry region of Iran". *Honar-H-Ye-Ziba*, 2(17), 37-42. [in Persian]
  - Khalilian, Sh. Alborzi, F. Al Din Soheili, J. (2019). "The effect of indoor and outdoor spaces of residential complexes on the thermal comfort component of environmental quality with the fuzzy logic approach (Case study: Residential complexes in Tehran)". *Honar-H-Ye-Ziba*, 10(36), 129-142. [in Persian]
  - Moghbel, M. Shamsipour, A. Payam, A. (2020). "Modeling the Urban Heat Islands Mitigation Using the Green Roof Approach: A Case Study of the 17 District of Tehran municipality". *Physical Geography Research Quarterly*, 2(52), 237-252. [in Persian]
  - Nikpour, A. Malekshahi, Gh. Faghieh Abdollahi, M. Ghorayshiniaki, M. (2018). "Analysis of the relationship between city form and sense of security (Case study: Amol city)". *Journal of Police Geography*, (22), 63-84. [in Persian]
  - Nikghadam, N. (2013). "Patterns of Semi-Open Spaces in Vernacular Houses of Dezful, Bushehr and Bandar-e-Lenge Considering Climate Attributes ". *Honar-H-Ye-Ziba*, 3(18), 54-69. [in Persian]
  - Shamsipour, A. Azizi, Gh. Karimi Ahmadabad, M. Moghbel, M. (2013). "Assessing the Physical Surface Temperature Patterns in Urban Environment (Case Study: Tehran) ". *Geography and Environmental Sustainability*, 3(6), 67-86. [in Persian]
  - Salarifar, M. Masoomi, M. (2017). "An investigation into the impact of physical-environmental factors in designing urban open spaces on increasing social safety in informal settlements (Case Study: Informal settlements in Sabzevar)". *Journal of Research and Urban Planning*, 8(30), 145-162. [in Persian]
  - Tavakoli, A. Shamsirband, M. Hoseinpour, S. (2011). "Decreasing Trend of the Open Spaces in the Urban Development Process; Emphasis on Crisis Management, A Case Study of the Tehran Metropolis". *Journal of Architecture & urban planning*, 3(5), 141-

454. [in Persian]

- Tavassoli, M. (2016). *Osol-va-Raveshhae Tarahi-Shahri-va-Fazaha-ye Maskoni-dar-Iran*. [Principles and techniques of urban design in Iran]. Tehran: Shahidi. [in Persian]
- Yazdani, S., Teimouri, S. (2013). "The Effect of Open Spaces of Residential Complexes on The Social Interactions of Residents, (Case Study: Three Residential Complexes in Isfahan)". *QUARTERLY HOVIATESHAHR*, 7(15), 83-93. [in Persian]
- Zayyari, K. (2011). "A Study on Peace and Security in Neighborhoods of Yazd". *Human geography reserch quarterly*, 2(43), 1-11. [in Persian]



نحوه ارجاع به مقاله:

فتاحی، کارن؛ نصراللهی، نازنین؛ انصاری منش، مریم؛ خداکرمی، جمال؛ عمرانی پور، علی (۱۴۰۰) بررسی نقش هندسه و نوع فضای باز شهری بر آسایش حرارتی و کیفیت محیطی (نمونه مورد مطالعه: بافت تاریخی کاشان)، *مطالعات شهری*، 10 (39)، 69-82. doi: 10.34785/ .J011.2021.138/Jms.2021.133

#### Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Motaleate Shahri. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.





پرویشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی