journal of Future Cities vision
**Spring 2025. Vol 6. Issue 21**
ISSN (Print): 2783-0780- ISSN (Online): 2783-0780
Journal Homepage: https://www.jvfc.ir/

# Developing a Guideline Document for Optimizing Architectural Form Design to Improve Thermal Comfort in Future Residential Complexes

**Jamaleddin Honarvar [1], Mahdi Shaabanian[*2], Mahdi Sharifi [3] , Soheil Sobhanardakani [4]**

1. PhD student of Architecture, Department of Architecture, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran
2. Assistant Professor, Department of Architecture, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran
3. Assistant Professor, Department of Architecture, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran
4. Professor, Department of the Environment, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

**ARTICLEINFO**

**Research Paper**

**Article history:**
Received: 2024/08/07
Accepted: 2025/03/06
Published online: 2025/08/19

**Keywords:** *Design Guideline, Architectural Form, Thermal Comfort, Residential Complex.*

**Abstract**

Considering the climatic limitations of the environment and striving to adapt one's habitat to the surrounding environment has always been one of the primary principles of providing a habitat. The importance of the relationship between architecture and the natural environment is undeniable. This research was conducted with the aim of developing a guideline document for optimizing architectural form design to improve thermal comfort in residential complexes. The research method was descriptive and analytical in nature, and the survey was conducted using SPSS and Lisrel8.80 software, with a sample size of 30 architecture experts. This study, using the confirmatory factor analysis technique, seeks to determine whether the number of factors and the variable loads measured on these factors are consistent with what is specified in theory. According to the results of the confirmatory factor analysis, the standardized coefficients are at an acceptable and relatively high level. Through the SEM structural model, it was also estimated that there is a relationship and correlation between the architectural form component and the thermal comfort of the building. Finally, the conceptual model of the research was drawn using structural equation modeling.

**Citation**: Honarvar, J., Shaabaniani, M., Sharifi, M., Sobhanardakani, S. (2025). **Developing a Guideline Document for Optimizing Architectural Form Design to Improve Thermal Comfort in Future Residential Complexes,** *journal of Future Cities vision*, 6(21), 17-34.

© The Author(s). Publisher: Iranian Geographical Association

[*] **Corresponding author: Mahdi Shaabanian, Email: Shaabanianmahdi@iau.ac.ir**

journal of Future Cities vision
**Spring 2025. Vol 6. Issue 21**
ISSN (Print): 2783-0780- ISSN (Online): 2783-0780
Journal Homepage: https://www.jvfc.ir/

## Extended Abstract

### Introduction

Nowadays, with the emergence of problems caused by the lack of adaptability of architecture to its environment, the increase in costs resulting from it, environmental issues, and the excessive increase in energy consumption in the architecture and urban planning sectors, we are compelled to study, understand, and use passive climatic solutions and improve existing conditions to enhance thermal comfort in the external environment.
Dense building environments, as containers that encompass both the living ecosystems and the physical and artificial elements, have continuously caused differences in the climatic conditions of their surroundings compared to less dense areas and natural spaces over time. These changes, which pose both life-threatening risks to their inhabitants and significant financial costs to cities and local economies, are of great importance. Managing heat islands to minimize the harmful effects of pollutants and reduce their adverse impacts is essential. To achieve environmental goals, architects will focus on conducting environmental impact studies and potential solutions in their designs. Therefore, this research aims to examine the relationship between the elements of form and height of residential complexes and their external thermal comfort. The main question will be: What is the relationship between architectural form elements and thermal comfort?

### Methodology

This research is applied in nature and employs a survey method aimed at describing the relationship between two variables (architectural form and thermal comfort) in residential complexes. Given the presented conceptual model and its multifaceted nature, the research method at a more detailed level and in the implementation of field stages will use a survey or field study method and data analysis of a quantitative-qualitative type. The statistical population of the research regarding the importance and value of architectural form elements of residential complexes and external thermal comfort components consists of elites and experts in the field of architecture and its subfields. Questionnaires based on the Likert scale will be provided to the respondents, and in parallel, in-depth interviews will be conducted to comprehensively examine the subject. The research statistical population will include 30 academic elites and experts.

### Results and Discussion

By examining the Pearson correlation coefficient between the components of the three dimensions of the indicators for explaining the optimal architectural form pattern of residential complexes to improve external thermal comfort (economic, physical, and environmental), it was found that there is a direct and significant 99% correlation between all these components and the 8 sub-criteria (access to services in the residential complex, low energy consumption of buildings, modern construction methods, low-carbon building management, mixed-use, building form, small-scale urban structure, equipping the complex structure for pedestrians and bicycles, building form and open space,). This indicates a strong factor load and correlation between the factors themselves and with the external thermal comfort of the building.
According to the results obtained from the confirmatory factor analysis test and the impact coefficient variable or factor load, for the observable indicators of the physical variable, it ranges between 0.59 and 0.9, which confirms the selected theoretical indicators of the research for measuring the physical dimension of the optimal architectural form pattern of residential complexes with empirical indicators.

### Conclusion

Ultimately, it was concluded that there is a relationship and correlation between the architectural form component and the thermal comfort of the building. Additionally, six fundamental variables that directly affect human response to thermal conditions are: air temperature, radiant temperature, humidity, air flow, activity rate, and clothing. Temperature and humidity data are the most

journal of Future Cities vision
**Spring 2025. Vol 6. Issue 21**
ISSN (Print): 2783-0780- ISSN (Online): 2783-0780
Journal Homepage: https://www.jvfc.ir/

important indicators of thermal perception. On the other hand, air flow also facilitates thermal exchange between the body and the environment, thus significantly impacting thermal comfort. The type of clothing and the activity performed by an individual can also influence their thermal sensation. Since people have similar comfort levels in the same climatic conditions, it is necessary to precisely determine the thermal comfort range for each climatic region.

**References**

1- Ayyad, Yara (2020). *Outdoor thermal comfort and airflow in relation to urban form in Amman, Jordan: A residential setting analysis.* Thesis of PhD. University of Liverpool. August 2020.
2- Oke, T. Mills, G. Christen, A. & Voogt, J. (2017). *Air Pollution. In Urban Climates* (pp. 294-331). Cambridge: Cambridge University Press.
3- Pearlmutter, D. Erell, E. Williamson, T. (2012). *Urban icroclimate: Designing the Spaces Between Buildings. United Kingdom*: Taylor & Francis.
4- Stephens, Brent & Azimi, Parham&Leung, Luke (2019).How Do Outdoor Pollutant Conentrations Vary Along the Heigh of a Tall Building?*Environment Engineering.CTBUH Journal* 2019 Issue I.
5- Vale, B. & Value, R. (1996). *Green Architecture: Design for a Sustainable Future*. Thames & Hudso
6- Wines, James (2000) *Green Architecture: the art of architecture in the age of ecology.*

نوع مقاله: پژوهشی

**فصلنامه چشم انداز شهرهای آینده**
**www.jvfc.ir**
**دوره ششم، شماره اول، پیاپی (۲۱)، بهار ۱۴۰۴**
**صص ۳۴-۱۷**

فصلنامه چشم انداز شهرهای آینده
Future Cities Vision

# تدوین سند راهنمای طراحی بهینه فرم معماری به‌منظور بهبود آسایش حرارتی مجتمع‌های مسکونی آینده

**جمال الدین هنرور : دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران**
**مهدی شعبانیان: استادیار، گروه معماری، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران[۱]**
**مهدی شریفی: استادیار، گروه معماری، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران**
**سهیل سبحان اردکانی: استاد، گروه محیط زیست، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۶

**چکیده**

**توجه به محدودیت‌های اقلیمی محیط و تلاش برای سازگاری سکونت‌گاه خود با محیط پیرامون، همواره از اصول اولیه تأمین زیستگاه بوده است. اهمیت مقوله‌ی ارتباط معماری و محیط طبیعی بر کسی پوشیده نیست. این تحقیق باهدف تدوین سند راهنمای طراحی بهینه فرم معماری به‌منظور بهبود آسایش حرارتی مجتمع‌های مسکونی انجام شد. روش تحقیق به‌صورت توصیفی و تحلیلی و ماهیت پیمایشی با استفاده از نرم‌افزار spss و Lisrel8.80 انجام‌شده و حجم نمونه آن متخصصین معماری به تعداد ۳۰ نمونه می‌باشد. این پژوهش با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی تأییدی درصدد تعیین این مسئله است که آیا تعداد عامل‌ها و بارهای متغیرها که روی این عامل‌ها اندازه‌گیری شده است، با آنچه در تئوری مشخص‌شده هماهنگ است یا خیر. با توجه به نتایج حاصل از تحلیل عاملی تأییدی ، ضرایب استانداردشده در سطح قابل‌قبول و نسبتاً بزرگی هستند. از طریق مدل ساختاری sem نیز این نتیجه برآورد شد که ارتباط و همبستگی بین مؤلفه فرم معماری با آسایش حرارتی ساختمان برقرار است. در پایان مدل مفهومی تحقیق با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری ترسیم شد و سند راهنمای طراحی بهینه فرم معماری به‌منظور بهبود آسایش حرارتی مجتمع‌های مسکونی آینده ارائه گردید.**

**واژگان کلیدی:** راهنمای طراحی، فرم معماری، آسایش حرارتی، مجتمع مسکونی.

[۱]. نویسنده مسئول: **Shaabanianmahdi@iau.ac.ir**

**مقدمه**

آدمی همواره به دنبال ایجاد سکونت‌گاهی امن برای گذران زندگی خویش بوده است. سکونت‌گاهی که بتواند شرایط را برای ادامه حیات او آماده سازد. بنابراین توجه به محدودیت‌های اقلیمی محیط و تلاش برای سازگاری سکونت‌گاه خود با محیط پیرامون، همواره از اصول اولیه تأمین زیستگاه بوده است. اهمیت مقوله‌ی ارتباط معماری و محیط طبیعی بر کسی پوشیده نیست. گذشتگان ما نیز ناچار به استفاده از منابع طبیعی و انرژی‌های پاک بوده‌اند و همواره توانسته‌اند به‌گونه‌ای نیازهای خویش را با بهره‌گیری از محیط، مرتفع سازند. با شروع انقلاب صنعتی و پیشرفت‌های فنی و پیدایش روش‌های نوین در عرصه معماری، معماری همساز با اقلیم و محیط طبیعی، به دست فراموشی سپرده‌شده است. امروزه با بروز مشکلات ناشی از عدم سازگار پذیری معماری با محیط خود، افزایش هزینه‌های ناشی از آن، مشکلات زیست‌محیطی پیش روی و افزایش بی‌رویه مصرف انرژی در بخش معماری و شهرسازی ما را ناگزیر به مطالعه، شناخت و استفاده از راهکارهای غیرفعال اقلیمی و اصلاح شرایط وضع موجود، جهت بهبود آسایش حرارتی در محیط خارجی نموده است.

با پیدایش ابر شهرها، بافت متراکم ساختمانی بر اوضاع اقلیمی پیرامون خود اثر گذاشته‌اند و تغییرات خرد اقلیم[۱] ای به وجود آورده‌اند. خرد اقلیم‌ها تحت تأثیر افزایش تراکم شهرها، فقدان فضاهای سبز، گرمای ناشی از فعالیت انسان‌ها و آلودگی‌های شهری به سمت گرم شدن و پایین آمدن کیفیت محیط، حرکت کرده‌اند (سیدالعسکری و همکاران،۱۳۹۶). محیط‌های متراکم ساختمانی به‌عنوان ظرفی که هم‌زیست بوم موجودات زنده و هم عناصر کالبدی و مصنوع را دربر می‌گیرند، در طول زمان و به‌صورت پیوسته سبب تفاوت‌هایی در وضعیت اقلیمی محیط اطراف خود نسبت به نواحی کم تراکم و فضاهای طبیعی شده‌اند. تغییراتی که هم دلیل مخاطرات جانی و انسانی که می‌تواند ساکنان آن‌ها را تهدید کند و هم هزینه‌های فراوان مادی که بر شهرها و اقتصاد محلی تحمیل می‌کنند، از اهمیت به سزایی برخوردار است. مدیریت جزایر حرارتی برای به حداقل رساندن اثرات مضر آلاینده‌ها و کاهش اثرات نامطلوب آن، امری ضروری است. در جهت نیل به اهداف محیط زیستی، برای معماران، تهیه مطالعات اثرات محیط زیستی و راهکارهای احتمالی در طرح‌ها موردتوجه قرار خواهد گرفت (علائی و همکاران، ۱۳۹۳).

عناصر فرم معماری ساختمان رایج نظیر نوع و ارتفاع ساختمان، سطح اشغال، اندازه بلوک، شکل بلوک، تراکم ساختمانی هستند که فرم معماری به‌عنوان بخشی از مطالعات ریخت‌شناسی مؤثر بر دمای محیط می‌تواند بر میزان آسایش حرارتی محیط به‌وسیله سطح دسترسی به نور خورشید، جریان باد، دمای هوا و سطوح تأثیر بسزایی داشته باشد (ثریایی و همکاران،۱۳۹۹).

این تحقیق در زمینه طراحی بهینه فرم معماری برای بهبود آسایش حرارتی ساختمان‌ها در مجتمع‌های مسکونی به بررسی و تحلیل عوامل مختلفی می‌پردازد که می‌توانند بر راحتی حرارتی ساکنان تأثیر بگذارند. مطالعه بر روی فرم‌های مختلف ساختمان، نحوه قرارگیری آن‌ها، و استفاده از مصالح مناسب برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش آسایش حرارتی در مجتمع های مسکونی بسیار مورد توجه است. یکی از جنبه‌های مهم این تحقیق، بررسی تأثیر فرم و نقشه ساختمان بر و آسایش حرارتی مجتمع های مسکونی است. به عنوان مثال، استفاده از فرم‌های معماری سنتی که در اقلیم‌های مختلف به کار رفته‌اند، می‌تواند به عنوان الگو برای طراحی‌های مدرن مورد استفاده قرار گیرد. این فرم‌ها معمولاً با توجه به شرایط اقلیمی منطقه طراحی شده‌اند و می‌توانند به بهبود آسایش حرارتی کمک شایانی نماید. علاوه بر این، استفاده از مصالح ساختمانی مناسب و تکنیک‌های ساخت و ساز که زیرمجموعه فرم معماری هستند؛ می‌توانند به کاهش مصرف انرژی و افزایش آسایش حرارتی کمک کنند. استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی بالا و عایق‌های حرارتی مناسب می‌تواند به حفظ دمای مطلوب در داخل ساختمان کمک کند. در نهایت، تحقیق به بررسی روش‌های مختلف برای بهینه‌سازی طراحی معماری با استفاده از شبیه‌سازی‌های کامپیوتری و مدل‌سازی‌های حرارتی و روش های تحلی آماری

---

[۱] Microclimate

می‌پردازد. این روش‌ها می‌توانند به معماران کمک کنند تا بهترین طراحی را برای تدوین یک سند رهنمای طراحی برای بهبود آسایش حرارتی و کاهش مصرف انرژی مجتمع های مسکونی انتخاب کنند.
ازاین‌رو، این پژوهش به دنبال بررسی رابطه بین عناصر فرم و ارتفاع ساختمان مجتمع‌های مسکونی و آسایش حرارتی آن‌ها است و پرسش اصلی، این خواهد بود که چه رابطه‌ای بین عناصر فرم معماری و آسایش حرارتی وجود دارد؟ همچنین طراحی بهینه فرم معماری به‌منظور بهبود آسایش حرارتی مجتمع‌های مسکونی آینده چگونه و بت در نظر گرفتن چه معیارهایی انجام می گردد؟

تحقیقاتی که در رابطه با خرده اقلیم‌ها و آسایش حرارتی انجام‌شده‌اند، در ادامه موردبحث قرار می‌گیرند. کتاب «خرد اقلیم شهری» باهدف بررسی مؤلفه‌های ایجادکننده خرد اقلیم‌ها و عوامل مؤثر بر آن‌ها بر اساس نتایج تحقیقات و یافته‌های معماران در سال ۲۰۱۱ تدوین‌شده است. این کتاب منعکس‌کننده درکی از عوامل فیزیکی و فواصل فضاهای باز تأثیرگذار در بلوک‌های شهری است که بر کیفیت آب‌وهوا و زیست انسانی دخیل‌اند. یکی از مزیت‌های این کتاب اثبات هم‌زمان مباحث نظری و مهندسی ترمودینامیکی برای تائید موضوعات است. در فصول ابتدایی کتاب (یک تا سوم) به بررسی موضوعات از منظر رشته‌های مختلف مثل جغرافیا، آب‌وهوا، معماری و شهرسازی پرداخته و از فصل چهارم تجزیه تحلیل نمونه‌هایی از محله‌های آمریکا بر اساس مدل‌سازی‌های انجام‌گرفته آورده شده است (پرلماتر[1] و همکاران،۲۰۱۲).
کتاب «آب‌وهوای شهری»، کتابی است جامع که در فصول مختلف خود به تبیین مفاهیم اصلی و نظری تغییرات اقلیمی و آب و هوایی کره زمین تحت تأثیر زندگی انسان‌ساخت می‌پردازد و به‌طور مفصل عوامل مختلف مؤثر بر این شرایط را می‌سنجد. فصل ۱۱ از کتاب با عنوان آلودگی هوا، به تأثیرات ساختمان‌ها در آلودگی‌های داخلی و بیرونی محیطی پرداخته می‌شود. کتاب در مورد تحلیل شرایط محیطی خارج از ساختمان‌ها، سنجش آن را بسیار پیچیده می‌بیند و عوامل مختلفی در زمین و آسمان را تعیین‌کننده میزان آسایش حرارتی و کیفیت زیست برای محیط می‌بیند. از این نظر جزایر حرارتی که در بین ساختمان‌های بلند و مرتفع در نقاط پرتراکم شهری پیش می‌آیند، از مهم‌ترین موانع ایجاد آسایش حرارتی و تشدیدکننده آلودگی‌های محیط زیستی در بلوک‌های شهری تشخیص داده‌شده‌اند (اوکه[2] و همکاران،۲۰۱۷).

در مقاله‌ای با عنوان «چگونه تجمع آلودگی هوا به ارتفاع ساختمان‌های بلندمرتبه مرتبط است؟» با روش بررسی میدانی و آزمایشگاهی شاخص‌های محیطی، به مدت یک هفته در فصل تابستان در اطراف برجی ۶۰ طبقه و ۳۰۰ متری به نتایج جالبی دست پیداکرده است. به ازای هر طبقه از برج، انباشت آلودگی PM1,PM2,2,PM10 و کربن دی‌اکسید و ازت با توجه به جهت باد و سرعت و مسیر آن تفاوت پیداکرده است. بااین‌وجود اگر در بلوکی تجمع برج‌ها و ساختمان‌های بلند صورت پذیرد، تمرکز آلودگی در آن بلوک به‌شدت افزایش خواهد یافت و جزایر حرارتی شکل خواهند گرفت (استفنز[3] و همکاران،۲۰۱۹).
تز دکترایی در دانشگاه لیورپول انگلستان با عنوان «ارتباط بین آسایش حرارتی بیرونی و جریان هوا با شکل شهری» به بررسی ۵ نمونه خیابان و ساختمان‌های متنوع آن در شهر عمان اردن و تحلیل شاخص‌های آسایش حرارتی به‌وسیله نرم‌افزار Envi met می‌پردازد. این نرم‌افزار با بررسی پارامترهای محیطی مثل دمای هوا، سرعت باد و رطوبت نسبی در اطراف گونه‌های ساختمانی مختلف نشان می‌دهد که تا چه اندازه شکل و فرم بلوک‌های شهری و ساختمان‌ها می‌توانند در میزان حرارت آن تأثیرگذار باشند (عیاد[4]،۲۰۲۰).

[1] Pearlmutter
[2] Oke
[3] Stephens
[4] Ayyad

در پژوهشی با عنوان «برنامه‌ریزی منظر مبتنی بر خرد اقلیم باهدف کاهش آلاینده‌های هوا در کلان‌شهرها» باهدف ارائه راهکارهایی در حوزه برنامه‌ریزی و طراحی منظر است تا از این طریق به کاهش آلودگی هوا و همچنین به بازتولید هوای سالم دست پیدا کند. در این پژوهش که به‌صورت کیفی انجام‌گرفته است به شیوه تحلیل محتوا و بررسی نمونه‌های مشابه و استخراج نقاط قوت و ضعف به تبیین اصول و الگوهای طراحی منظر همساز با اقلیم پرداخته می‌شود. به نظر می‌رسد ایجاد خرد اقلیم در منطقه ۲۲ تهران می‌تواند به کاهش پدیده جزیره گرمایی منجر شده و درنتیجه آن کاهش آلودگی هوا را به دنبال داشته باشد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که با کاهش شدت جزیره گرمایی از طریق بهبود برخی عناصر منظر شهری، دست یافتن به محیطی سالم همراه با کاهش آلاینده‌های مضر بر سلامتی انسان امکان‌پذیر خواهد شد (شریعتمداری و همکاران،۱۳۹۸).

در تحقیقی با عنوان «تأثیر فرم کلی و تراکم نسبی ساختمان‌های مسکونی تهران بر آلودگی ناشی از گرمایش در فصل زمستان» باهدف شناخت تأثیر گونه‌های مختلف ساختمان‌های مسکونی و تراکم نسبی آن‌ها در تهران بر میزان آلودگی هوا موردتوجه بوده و نسبت پنجره به دیوار آن‌ها بررسی می‌شود. این تحقیق بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی انجام‌شده و از نرم‌افزارهای انرژی و شبیه‌سازی استفاده‌شده است. در مطالعات انجام‌شده در تهران، ۱۰ گونه مسکن به رسمیت شناخته‌شده است. در نمودارهای حاصل از شبیه‌سازی انرژی با WWR های ۱۰ درصد، ۲۵ درصد و ۴۰ درصد، گونه ۴ با RC=0.9کمترین میزان بار گرمایی و کمترین میزان انتشار CO2 و درنتیجه کمترین آلودگی ناشی از گرمایش زمستان را داراست (مختاری و همکاران،۱۳۹۸).

در پژوهشی با عنوان «تأثیر فرم هندسی ساختمان‌های بلند بر پراکنش ذرات معلق و آلودگی هوا در محیط پیرامون آن‌ها» به دنبال یافتن تأثیرات مثبت ساختمان‌های بلند بر کاهش آلودگی محیط اطراف آن‌هاست. در این پژوهش بافت پیرامون میدان امام خمینی در شهر تهران به‌عنوان نمونه با استفاده از نرم‌افزار Envi met موردبررسی قرارگرفته است. ساختمان بلندمرتبه در این بافت ساختمان مخابرات با ۵۰ متر ارتفاع است. لذا علاوه بر ارتفاع واقعی ساختمان و بررسی الگوی سرعت باد در ارتفاع‌های مختلف ساختمان ۵۰ متری با فرض این‌که ساختمان دارای ارتفاع‌های مختلف باشد نیز شبیه‌سازی‌شده و نتایج الگوی توزیع جریان باد مدل‌های مختلف با یکدیگر مقایسه شده است. با بررسی رابطه ارتفاع و هندسه این ساختمان با الگوی توزیع جریان و سرعت باد اطراف آن مشخص شد که با تغییر ارتفاع، الگوهای تلاطم هوای اطراف ساختمان تغییریافته و این امر باعث تغییر الگوی آلودگی هوا می‌شود. این پژوهش نشان‌دهنده تأثیر چشم‌گیر ارتفاع ساختمان در الگوی وزش باد پیرامون آن و نیز لایه‌های هوای بالاتر و پراکنش آلودگی هوای معابر مجاور است (خداکرمی و همکاران،۱۳۹۹).

در مقاله‌ای با عنوان «تحلیل شاخص‌های شهر بوم‌شناختی در ساختمان‌های بلندمرتبه کلان‌شهر مشهد» باهدف ارتقا سطح کیفیت ساخت‌وساز، کاهش مصرف منابع و اتلاف انرژی در بخش عظیم ساختمان‌های بلندمرتبه حوزه جنوب غرب مشهد سعی دارد با مقایسه معیارهای طراحی بوم‌شناختی در محدوده موردمطالعه، چشم‌انداز تفکر بوم‌شناختی را تا حدی در وضع موجود روشن کند. لذا نظریه شهر بوم‌شناختی و استاندارد بین‌المللی بوم‌شناختی HQE به معنای کیفیت بالای زیست‌محیطی مبنای اساسی تحقیق بوده و با استفاده از روش توصیفی تحلیلی ۱۴ هدف خرد در قالب چهار گروه ساخت بوم‌شناختی، مدیریت بوم‌شناختی، آسایش و بهداشت ارزیابی‌شده و امتیاز نهایی نشان‌دهنده وضعیت بوم‌شناختی بناست. نتایج پرسشنامه نشان می‌دهد که تقریباً در هیچ‌یک از برج‌ها به اصول طراحی بوم‌شناختی توجه نشده و موارد اندکی که از استاندارد HQE در این برج‌ها اجراشده، نه به دلیل وجود تفکر بوم‌شناختی در ساخت‌وساز که به دلیل ایجاد تمایز با سایر بناها و گران‌تر ساختن هر مترمربع بنا برای فروش است و فرضیه تحقیق مبنی بر احتمال عدم وجود تفکر و چشم‌انداز بوم‌شناختی در ساخت بلندمرتبه‌های مشهد تائید می‌گردد. لذا مهم‌ترین پیشنهادها این مقاله، آشنا ساختن مدیران شهری و سپس برج‌سازان به اهمیت شهر بوم‌شناختی و معماری سبز، تصویب قوانین و مقررات طراحی بوم‌شناختی و اعمال ضابطه‌های تشویقی در برج‌هایی است که آیین‌نامه‌های طراحی بوم‌شناختی را رعایت می‌کنند (رزاقیان و رهنما،۱۳۹۹).

در پژوهشی با عنوان «کاهش تأثیرات جزایر حرارتی شهری بر سلامت انسان‌ها از طریق تغییرات فرم شهری در اقلیم گرم و خشک مشهد» از روش شبیه‌سازی مجموعه نرم‌افزار Envi met و Leonardo استفاده‌شده است. یافته‌ها حاکی از آن است که هرچقدر نسبت ارتفاع به عرض بیشتر شود، دسترسی نور خورشید به محیط کمتر می‌شود و درنتیجه دمای محیط کاهش می‌یابد و همچنین سایه‌اندازی ناشی از نسبت H/W وجود گیاهان و باد در دره‌های شهری می‌تواند دمای محیط را کاهش دهد. علاوه بر آن کاهش سطوح نفوذناپذیر پوشش‌های شهری و وجود مصالح با آلبدوی بالا باعث افزایش در تبخیر و تعرق می‌شود که شرایط خنک‌تر شدن محیط‌های شهری را مهیا می‌کند و سبب کاهش تأثیرات نامطلوب گرمای شهری بر سلامت انسان می‌شود (ثناگر و همکاران،۱۳۹۹).

آنچه تحقیق حاضر را از تحقیقات پیشین متمایز می‌سازد، انتخاب شاخص‌ها و مطالعات در رابطه با استفاده از فرم معماری و آسایش حرارتی ساختمان در طراحی معماری و بعد کالبدی است که با تأکید بر بعد کالبدی و فرم محیط خارجی؛ تبیین چارچوب برای یک راهنمای طراحی برای بهبود آسایش حرارتی مجتمع‌های مسکونی را موردبررسی قرار می‌دهد. به عبارتی تاکنون پژوهش‌های بسیار کمی در رابطه با موضوع موردنظر تحقیق و ترکیب این موضوع با یکی از کاربردهای معماری در ساختمان، چه به‌صورت توأمان و چه به‌طور مجزا انجام‌شده است؛ بنابراین این پژوهش می‌تواند بعد جدیدی را به بدنه‌ی دانش در مبحث فرم معماری و شاخص‌های طراحی بهینه فرم معماری و بهبود آسایش حرارتی مجتمع‌های مسکونی اضافه نماید. ازاین‌رو این پژوهش می‌تواند به‌عنوان اولین پژوهش در این زمینه آغاز به فعالیت کند.

در ادامه به بیان برخی مفاهیم کلیدی و مبانی نظری در رابطه با موضوع تحقیق و تدقیق مفاهیم کلیدی پرداخته خواهد شد.

## مبانی نظری

ساختمان ها، یکی از مهم ترین بخش های مصرف کننده ی انرژی در شهرها می باشند که در کشورهای مختلف به دلیل ویژگی های مختلف آنها، سهم متفاوتی را در مصرف انرژی در مقایسه با بخش های دیگر به خود اختصاص داده است. برای نمونه، در انگلستان، بیش از نیمی از کل انرژی مصرفی در ساختمان ها می باشد در حالی که سهم ساختمان ها از کل مصرف انرژی در دیگر کشورهای اتحادیه ی اروپا و آمریکا به ترتیب ۴۱ و ۳۶ درصد می باشد(Steemers,2006.p.۳)

در واقع این تفاوت در میزان مصرف انرژی در ساختمان ها در کشور انگلستان به نسبت بخش های دیگر (حمل و نقل و صنعت) به دلیل وضعیت مناسب تر حمل و نقل عمومی، پیاده مداری بیشتر، ترافیک شدید و محدودیت های موجود برای پارکینگ می باشد – برای نمونه، در شهر لندن تنها ۱۰ درصد ساکنین شهر با ماشین شخصی سفرهای روزانه ی خویش را انجام می دهند در حالی که این نسبت در جهان ۴۰ درصد می باشد. مصرف انرژی بر اساس انواع ساختمان های موجود در شهر، متفاوت می باشد. برای نمونه در ساختمان‌های مسکونی، گرمایش فضای خانه، گرم کردن آب، روشنایی و آشپزی از جمله فعالیت‌هایی می باشند که مصرف انرژی را در ساختمانهای مسکونی شکل می دهند. در میان فعالیت های مذکور، انرژی مصرفی جهت گرمایش فضای داخلی خانه، حدود ۶۰ درصد از کل مصرف انرژی در این ساختمان ها را شامل شده و بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است (Steemers,2003 , p.۵). در ساختمان های اداری – تجاری، گرمایش، روشنایی، سرمایش و فن آپمپ ها از جمله مهم ترین عوامل مصرف کننده ی انرژی می باشند. در ساختمان های اداری – تجاری بر عکس ساختمان های مسکونی، سیستم گرمایش فضای داخلی ساختمان عامل مصرف کننده ی انرژی نمی باشد، بلکه عموما نیاز به سیستم تهویه هوا( سرمایش و نیروی مورد نیاز پمپ ها و فن ها) و تامین روشنایی مصنوعی به ترتیب با سهم ۴۴ و ۳۴ درصدی از کل مصرف انرژی در این ساختمان ها، دو موضوع مهم و اساسی می باشند که میزان مصرف انرژی در این گونه ساختمان ها را مشخص کرده و همین دو موضوع، مصرف انرژی در ساختمان های اداری – تجاری را تا حدود ۶ برابر بیشتر از ساختمان‌های مسکونی رسانده است (Steenier's,2003 , p. ۶ Mitchell,2005.p۶ ). درصد مصرف انرژی در ساختمان های اداری تجاری و مسکونی بر اساس انواع فعالیت های مصرفی در جدول شماره ی ۲-۳ خلاصه شده است.

**جدول۱. درصد مصرف انرژی در انواع ساختمان های انگلستان**

| فعالیت های مصرف کننده انرژی | ساختمان مسکونی | ساختمان تجاری- ادراری |
|---|---|---|
| گرمایش فضای داخلی | ۶۰ | ۲۲ |
| گرم کردن | ۲۳ | – |

| | | |
|---|---|---|
| روشنایی | ۱۰ | ۳۴ |
| فن/پمپ | – | ۳۰ |
| سرمایش | – | ۱۴ |
| آشپزی | ۷ | – |

ماخذ: (Steemers,2003 ,۵).

به طور کلی رابطه ی متقابل و تنگاتنگی بین ساختمان‌ها و محیط خارجی آنها وجود دارد. هر بنا، وضعیت آب و هوایی اطراف خود را تغییر می‌دهد. هندسه و مقطع شهر، شکل، ارتفاع، اندازه بناها، جهت خیابان ها و ساختمان‌ها و سطح فضاهای باز، همگی عواملی هستند که اقلیم خرد شهر را تعیین میکنند، بنابراین ، هر عنصر انسان ساخت شهری در اطراف و بالای خود اقلیم مصنوعی خاصی پدید می آورد که همواره با آن در ارتباط متقابل قرار میگیرد. رابطه متقابل وتنگاتنگی بین ساختمان ها و محیط خارجی آنها وجود دارد. نه تنها شکل شهر و اجزا و عناصر تشکیل دهندهٔ آن میتواند بر کیفیت شهر و فضاهای آن اثر بگذارد، بلکه کیفیت هوای شهر را نیز می تواند تغییر دهد. تمرکز یا پراکندگی عناصر آلوده کنندهٔ هوا که از مسایل عمدهٔ شهرهای امروز دنیا است به جریا نهای جوی و تشکیل جزایر حرارتی در داخل شهر بستگی دارد، لیکن این پدیده ها نیز به نوبه خود تحت تأثیرشکل شهر قرار میگیرد. بنابراین، میتوان گفت که با ایجاد تغییراتی در شکل شهر چه در مقیاس کلان و چه خرد میتوان جریانهای جوی و در نتیجه، کیفیت، هوا را در شهرها بهبود بخشید. (بحرینی، ۱۳۹۱)

در واقع شاخص های مرفولوژی شهری نظیر ارتفاع ساختمان، نوع ساختمان، سطح اشغال، قطعه بندی، اندازه بلوک، شکل بلوک، تراکم و غیره ساختمانی (Unli, ۲۰۱۱)، نه تنها قادر به تغییر کیفیت هوا هستند بلکه بر میزان تقاضای انرژی در بافت های شهری تاثیر گذار می باشند. از آنجایی که شاخص های مرفولوژی شهری قادر به تاثیر گذاری بر شرایط آب و هوایی بیرون ساختمان و همچنین درون ساختمان می باشد به همین جهت بررسی ساختمان به شکل واحدی مستقل و بدون در نظر گرفتن موقعیت و شرایط آن در مقیاس شهری نباید صورت پذیرد (Adolphe,2009 ).

با ایجاد اصلاحات در مرفولوژی و ساختار شهری می توان در شرایط آب و هوایی منطقه ای (سینوپتیک) شهر و محله ، همچنین با تنظیمات کارآمد الگوی پیکربندی مناطق شهری در بهبود طولانی مدت بهره وری انرژی ساختمان موثر واقع گردید. بی تردید، ایجاد تغییرات در ویژگی های مرفولوژیکی بافت های شهری و دستیابی به الگوی بهینه را می توان به عنوان یکی از روش‌های موثر (سیستم های غیر فعال برای افزایش کارایی انرژی در بافت های شهری دانست.

به طور کلی میزان مصرف انرژی و آسایش حرارتی ساختمان، با شاخص های مورفولوژی و فرم ساختمان هم پیوند می باشد، این پیوند به گونه ای م باشد که اعمال هر گونه تغییری در شاخص ها( به واسطه ی تاثیری که بر خرداقلیم شهری به جای می گذارند)، تغییرات منفی یا مثبتی در میزان آسایش حرارتی محیط داخلی و خارجی به همراه دارد. متاسفانه، معماری و طراحی شهری در ارتباط با چگونگی تعریف فرم کالبدی ساختمان و مجتمع های مسکونی و محله های شهری و بحث های مربوط به گرمایش زمین و تغییرات اقلیمی با نواقص و کاستی های چشمگیری ظاهر شده است. همان طور که گفته شد، نیمی از کل انرژی مصرفی، به شهرها و مناطق شهری تعلق دارد، از اینرو، اجتناب از اشتباهات در مراحل اولیه طراحی شهری می تواند منجر به شکل گیری بیشتر مجتمع های مسکونی سازگار با محیط زیست شود. بنابراین به جرات می توان گفت که تحقق الگوی بهینه فرم معماری جهت آسایش حرارتی ساختمان در گرو ، بازنگری معماری و شهرسازی معاصر و بررسی تاثیرات مثبت و منفی انواع فرم های ساختمان و بافت‌های شهری، همچنین تصمیم گیری صحیح درمورد ساختار فرم بهینه مجتمع های مسکونی شهری، از جمله الگوی قطعه بندی زمین، ویژگی‌های کالبدی ساختمان ها، شبکه معابر، فضاهای باز در ارتباط با مصرف انرژی ساختمان ها می باشد.

در رابطه با آسایش حرارتی هم می توان گفت چنانچه از چند نفر که در یک محیط مشترک به سر می‌برند، در مورد احساس دما پرسیده شود، در خواهیم یافت که برخی احساس گرما، برخی احساس سرما و گروهی نیز وضعیت ملایمی را احساس می کنند (خداکرمی ونصراللهی، ۱۳۹۰) همه ما به دلیل فیزیک بدنمان دارای مشترکاتی هستیم که دریافت ما را از حرارت یکسان می کند، اما در کنار مشترکات عمومی به عنوان جنس بشر دارای خصوصیات منحصر بفرد هم می باشیم.

یکی از زیر مجموعه‌های آسایش محیطی، آسایش حرارتی بر پایه ی شرایط اقلیمی است که بحثی پایه ای و پیچیده قلمداد می شود. آسایش فیزیکی و کالبدی انسان در ساختمان حاصل توازن انرژی حرارتی بین شخص و فضای اطراف است.

معیارهای راحتی و آسایش کامل به یک یک حواس انسان بستگی دارد، و اینکه بیان اصلی در اینجا آسایش حرارتی هست. عکس العمل انسان نسبت به گرما محیط تنها به دمای هوا بستگی ندارد و ثابت شده است که دمای هوا، رطوبت، تابش و جریان هوا باهم شرایط حرارتی را به وجود می آورد. تفکیک اقلیم در طراحی اساس هر گونه شگرد طراحی یا ممیزی انرژی است. در کنار چنین مسائلی بایستی راهکارهای تعیین دقیق

شرایط آسایش را پیدا کرد. البته شرایط آسایش از شخصی به شخص دیگر و از منطقه ای به منطقه دیگر متفاوت است. لذا می توان با حساب سرانگشتی تقریبا از ۳۵ درصد مصرف انرژی در یک بنا با شرایط یکسان اما در اقلیم های مختلف (گرم و سرد صرفه جویی کرد. لازمه طراحی صحیح اقلیمی، تحت تأثیر هر شرایط آب و هوایی، تجزیه و تحلیل آمارهای هواشناسی و نیازهای اسایشی انسان است.

متغیرهایی که بر اتلاف گرما از بدن تأثیر می گذارند و همچنین مؤثر بر آسایش حرارتی هستند؛ می توانند به سه دسته تقسیم شوند (Szokolay,S.V,2014). متغییرهای محیطی که عبارتنداز: دمای هوا، حرکت هوا، رطوبت و تابش، متغییرهای شخصی شامل: میزان متابولیک فعالیت)، پوشش، وضعیت سلامتی، سازش با آب و هوای محیط و متغییر عوامل مداخله گر میتوان به : غذا و نوشیدنی، شکل بدن، چربی زیر پوست، سن و جنس را نام برد.

**جدول ۲. متغیرهای موثر بر اتلاف گرما**

| محیطی | شخصی | عوامل مداخله گر |
|---|---|---|
| دمای هوا | میزان متابولویک(فعالیت) | غذا و نوشیدنی |
| حرکت هوا | پوشش | شکل بدن |
| رطوبت | وضعیت سلامتی | چربی زیر پوست |
| تابش | سازش با آب و هوای محیط | سن و جنس |

مآخذ: (Szokolay,S.V,2014)

با توجه به این امر که در حدود ٪ ۴۰ تقاضای انرژی و یک سوم انتشار $CO_2$ در جهان مربوط به ساختمان است (IEA, ۲۰۰۸) ، رویکردهای مختلف در زمینه کنترل، کاهش مصرف انرژی و افزایش کارآیی انرژی در ساختمان ها در سال های اخیر توسعه یافته است. تمرکز هر یک از این رویکردها بر صرفه جویی در مصرف انرژی با هزینه کم و بدون هزینه در ساختمان است. ساختمان با کارآمدی بالای انرژی از طریق رویکردی جامع به طراحی، تکنولوژی و مدیریت حاصل می شود. تعریف مشخصی برای ساختمان کم انرژی وجود ندارد ولی به صورت کلی ساختمانی است که از شرایط معمول و استاندارد مشخص شده در آیین نامه های ساختمان مصرف انرژی پایین تری دارد اطلاق می شود. این ساختمان ها از سطوح بالای عایق کاری ، پنجره های با کارآمدی انرژی بالا، میزان اندک نشت هواء تهویه جهت بازیابی گرما برای پایین آوردن انرژی گرمایش و سرمایش، تکنیک های طراحی خورشیدی فعال و غیر فعال بهره می برند. در واقع ساختمان های کم انرژی با اصطلاحات مختلفی نظیر خانه کم انرژی[۱]، خانه با بازده عملکردی بالا[۲]، خانه غیرفعال خانه ایستا[۳]، خانه صفر کربن[۴]، خانه صفر انرژی[۵]، خانه با صرفه جویی انرژی[۶]، خانه انرژی مثبت [۷]مورد توجه قرار گرفته اند. رویکردهای دیگری که پارامترهایی بیشتر از نیاز انرژی ساختمان را در نظر می گیرند نظیر بوم ساختمان[۸] و ساختمان سبز[۹] وجود دارند. تفاوت فقط در اصطلاحات نیست بلکه در رویکردها نیز تفاوت هایی وجود دارد. بهره گیری از هریک از رویکردها وابسته به شرایط مختلف تمایل سرمایه گزاران، تخمین هزینه و فایده، مهارت و دانش عوامل صنعت ساختمان و بخصوص طراحان، مواد و تکنولوژی های موجود دارد.

بطور کلی گام نخست در بهبود کارایی انرژی ساختمان و آسایش حرارتی آن، تدوین قوانین و مقررات در این زمینه می باشد که این قوانین، محدودیت هایی را برای ضریب انتقال حرارت اجزای پوسته ساختمان، میزان راندمان معمولا تجهیزات تاسیساتی و شدت روشنایی مکان های مختلف تعیین می نمایند. در گام بعدی وجود برچسب انرژی است که اساسا بایستی در مورد رتبه بندی انرژی ساختمان های موجود و نوساز اجرا شده و دید مناسبی را در مورد مصرف انرژی ساختمان به مشتری منتقل نماید. سیستم های رده بندی، چارچوبی موثر برای ارزیابی عملکرد انرژی ساختمان و رسیدن به توسعه پایدار ارائه می دهند. ابزار رده بندی می‌تواند به عنوان یک ابزار مدیریتی برای تنظیم ملاحظات زیست محیطی در فرآیند طراحی، ساخت و عملکرد ساختمان استفاده شود. برچسب انرژی ابزار موثری در جهت کاهش هزینه های انرژی یک کشور در دیدگاه کلان بوده و این امکان را برای مصرف کنندگان فراهم می کند که هزینه کمتری برای انرژی مصرفی بپردازند.

---

[1] low energy house
[2] High-performance house
[3] passive house/Passivhaus
[4] zero carbon house
[5] zero energy house
[6] energy savings house
[7] energy positive house
[8] Eco-building
[9] green building

شش متغیر اساسی که بر پاسخ انسان به شرایط حرارتی اثر مستقیم دارد عبارت اند از: دمای هوا، دمای تابشی، رطوبت و جریان هوا، نرخ فعالیت و لباس. دادههای دمایی و رطوبت، مهم ترین شاخص تشخیص حرارتی است . از سوی دیگر جریان هوا نیز باعث تبادل حرارتی بین بدن و محیط می شود و بنابراین تأثیر فراوانی بر احساس آسایش حرارتی دارد. نوع پوشش و فعالیتی که فرد انجام می دهد نیز می تواند بر احساس حرارتی وی تأثیر بگذارد. از آنجا که افراد در شرایط اقلیمی یکسان احساس آسایش مشابهی دارند، لازم است که برای هر منطقه اقلیمی، محدوده آسایش حرارتی به صورت دقیق مشخص شود.

روشهای مختلفی از جمله، تعیین محدوده آسایش بر اساس متوسط دمای محیطی، تعیین محدوده آسایش بر روی جدول سایکرومتریک و تیز تعیین محدوده آسایش بر اساس تخمین متوسط آراء برای تعیین محدوده آسایش می باشد.

## فاکتورهای تأثیرگذار برآسایش حرارتی

رضایت از حرارت محیط، پاسخ پیچیده ذهنی به تعاملات متعددی است که کمتر ملموس می باشد. به عبارت دیگر، هیچ استاندارد مشخصی برای آسایش حرارتی وجود ندارد. به طور کلی، آسایش زمانی اتفاق می افتد که دمای بدن در بازه محدودی قرار گیرد، رطوبت پوست کم و تلاش های فیزیولوژیکی برای منظم شدن بدن به حداقل برسد. آسایش به کنش های رفتاری از جمله، تغییر لباس، تغیر فعالیت، تغییر دادن حالت یا موقعیت، تغییر تنظیمات درجه حرارت، باز کردم پنجره یا ترک یک فضا بستگی دارد. در سال ۱۹۶۲، مارکفرسون[۱] شش فاکتور را به عنوان فاکتورهای تأثیرگذار بر احساس حرارتی تعریف نمود چهار متغیر فیزیکی، محیطی، (دمای هوا، سرعت جریان هوا، رطوبت نسبی، دمای متوسط تابشی) و دو متغیر انسانی، فردی، (نوع لباس و سطح فعالیت از جمله سطح متابولیسم) [۲۹] که در بین این عوامل، دما و رطوبت تأثیر بیشتری در سلامت و راحتی انسان دارند و به این دلیل بیشتر مدل های سنجش آسایش انسان بر این دو عنصر استوار شده است (۳۰). مطالعات نشان می دهد که علیرغم باور عمومی، عوامل دیگر از قبیل جنس، سن، رنگ فضا و شرایط اقلیمی تأثیر چندان زیادی در احساس آسایش گرمایی ندارند.

بنابراین مهم ترین عوامل تأثیرگذار بر احساس آسایش عبارت اند از:

- دمای هوا
- دمای متوسط تشعشعی
- رطوبت نسبی هوا
- جریان هوا
- میزان فعالیت
- نوع پوشش

از میان عوامل نامبرده، ۵ عامل اول حائز اهمیت بیشتری بوده و در اغلب محدوده های آسایش تعریف شده به آنها توجه شده است. دو عامل آخر به علت اینکه از طرف طراح قابل کنترل نیستند، در محدوده های مختلف آسایش حرارتی، ثابت فرض شده اند. به این معنی که برای ۵ عامل اول مقادیر خاصی تعیین شده است و دامنه تغییرات پیشنهاد گردیده است. حال آنکه برای ۲ عامل آخر مقادیر ثابت ارائه کرده اند. محققان در کشورهای مختلف محدوده های متنوعی را برای آسایش حرارتی پیشنهاد کرده اند.

### دمای هوا

دمای هوا درون فضای موردنظر که در حقیقت همان دمای خشک میباشد به وسیله دماسنج خوانده می شود. جذب و یا دفع حرارت از بدن ارتباط مستقیم با دمای محیط دارد.

### دمای متوسط تشعشعی

دمای متوسط تشعشعی عبارت است از: متوسط دمای سطوح مختلف در یک فضا نسبت به فاصله نقطه موردنظر و یا زاویه نفوذ از آن فضا، حتی اگر بدن تماس با اشیا و عناصر سرد یا گرم نداشته باشد. انتقال انرژی به واسطه پدیده تشعشع صورت می پذیرد. میزان انتقال انرژی بستگی مستقیم به اختلاف دمای دو عنصر دارد. طبیعی است که اگر دمای اشیا و به ویژه سطوح داخلی یک بنا سردتر از دمای بدن باشد، طبق قوانین ترمودینامیک، انتقال حرارت از بدن به سمت سطوح داخلی بنا بوده و هنگامی که دمای سطوح داخلی گرم تر از دمای سطح بدن باشد، انتقال حرارت به عکس خواهد بود.

### رطوبت هوا

رطوبت نسبی هوای محیط، مقدار رطوبت موجود در هواست که با حداکثر رطوبتی که ممکن است در هوا موجود باشد، مقایسه شده و به صورت عددی که درصد نسبت را تعیین می کند نشان داده می شود.

### جریان هوا

در یک محیط گرم جریان هوا با سرعت Im/s خوشایند بوده و تا ۱,۵ m/s ممکن است قابل قبول باشد و در شرایط سرد جریان هوا نباید بیشتر از ۰,۲۵ m/۲و جریان کمتر از۰,۱ m/s نیز خوشایند نیست (Szokolay, ۱۹۸۷).

---

[۱] Macpherson

### میزان فعالیت

میزان حرارت تولید شده به وسیله بدن انسان با واحد وات بر مترمربع پوست انسان (W/m2) سنجیده می شود. میزان حرارت تولیدشده بستگی به سطح پوست و فعالیت هر شخص دارد. به ازای یک مترمربع سطح پوست بدن یک انسان که خوابیده باشد، در حدود ۴۱ وات انرژی تولید می شود یعنی W/m2 ۰,۴۱، اندازه سطح پوست یک انسان، وابسته به قد و وزن وی می باشد.

### نوع پوشش

نوع پوشش و لباس یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار برآسایش حرارتی به شمار می آید. ضریب نارسانایی با مقاومت لباس Iel بوده و با واحد clo سنجیده میشود و عبارت است از مقدار لباسی که شخص در یک محل با دمای C۲۱ و جریان هوایی معادل m/s ۰,۱ پوشیده و احساس آسایش بنماید.

### تأثیر عوامل خاص بر احساس آسایش حرارتی

تأثیر عوامل متعدد دیگری بر احساس آسایش حرارتی، به وسیله محققان این رشته مورد مطالعه قرار گرفته که برخی از این موارد عبارت اند از:

**سن:** اغلب این گونه عنوان می شود که با بالا رفتن سن، شدت متابولیسم در بدن کاهش یافته و به همین دلیل معمولا این افراد دمای بالاتری را ترجیح می دهند. بنا بر مطالعاتی که بر روی گروهی از افراد مسن و جوان انجام شده، این نتیجه حاصل شده که عامل سن تأثیر چندان زیادی در محدود آسایش ندارد. این بدان دلیل است که در افراد مسن، شدت متابولیسم پایین، موجب تعریق کمتر شده و در نتیجه حرارت کمتری از بدن دفع می شود (Rohles Johnson, 1972, Griffiths McIntyre, 1973،Fanger, 1970).

**جنس:** مطالعاتی که در دانشگاه ایالتی کانزاس و دانشگاه فنی دانمارک انجام گرفته نشان می دهد که تفاوت چندانی بین دو جنس مؤنث و مذکر در احساس آسایش حرارتی وجود ندارد. گرچه درجه حرارت پوستی در خانم ها اندکی کمتر از آقایان است، اما این مسئله با کاهش تعرق در آنها جبران می شود. از آنجایی که در کشورهای غربی خانم ها پوشاک سبک تری نسبت به آقایان می پوشند. لذا نسبت به سرما اندکی حساس تر می باشند و این امر در مکان های عمومی کشور ما کاملا به عکس می باشد. رنگ فضا: باور عمومی بر آن است که انسان در اتاق با رنگ گرم احساس گرمای بیشتری کرده و به عکس در فضاهایی که رنگ سرد رنگ آمیزی شده اند، احساس سرما می کند. مطالعات همچنین نشان می دهد که رنگ اتاق ابداً تأثیر حرارتی ندارد.( Olgaya, 1973, pp ۱۴-۲۳).

شرایط اقلیمی: خلاصه نتایج با توجه به مطالعاتی که انجام گرفته حاکی از آن است که بدن انسان با قرار گرفتن در شرایط اقلیمی جدید پس از اندک زمانی می تواند خود را سازگار ساخته و معیارهای حرارتی خویش را تغییر دهد؛ بنابراین، اگر فردی در یک منطقه سردسیر زندگی کند با دمای ۱۸ درجه سانتی گراد احساس آسایش می کند. همین شخص در یک منطقه گرمسیر تا دمای ۲۵ درجه همین احساس را خواهد داشت. در نتیجه یک گروه از افراد در یک اقلیم معین احساس آسایش گرمایی مشابهی دارند.

در پایان این فصل با توجه به آنچه از نظریات محققین و سوابق خارجی و داخلی به‌دست‌آمده است، به جدول شماره ۳. می‌رسیم که شاخص‌های نهایی آمده است.

**جدول ۳. جمع‌بندی معیارهای تبیین الگوی بهینه فرم معماری مجتمع‌های مسکونی به‌منظور بهبود آسایش حرارتی**

| مولفه | معیار | زیر معیار |
|---|---|---|
| بعد کالبدی | دسترسی به خدمات در مجموعه مسکونی | دسترسی به حمل و نقل عمومی |
| | | دسترسی به خدمات بهداشتی |
| | | دسترسی به خدمات تجاری |
| | | دسترسی به خدمات فرهنگی |
| | | دسترسی به خدمات آموزشی |
| | | دسترسی به خدمات ورزشی |
| | پایین بودن مصرف انرژی ساختمان ها | بکارگیری مصالح ساختمانی سبز |
| | | بکارگیری تکنیک های ساختمان سازی سبز |
| | | پایین بودن مصرف و تقاضا در زمینه تولید گرمایش منازل، تهویه مطبوع |
| | ساختمان سازی به شیوه های نوین | ساخت ساختمان های هوشمند |
| | مدیریت ساختمان های کم کربن | وجود سازمان های مدیریتی برای ساختمان های کم کربن |
| | | وجود استانداردهایی برای ساختمان های سبز با کارایی بالای انرژی |
| | | وجود سیستم های مدیریت انرژی ساختمان |
| | تمرکز زدایی و اختلاط کاربری | الگوی توسعه مختلط شهری |

| | | |
|---|---|---|
| | فرم ساختمان | متناسب بودن چیدمان بلوک ها |
| | | الگوی حیا ط مرکزی |
| | | میزان پراکندگی در فرم مجموعه مسکونی |
| | | میزان سطوح و جهت گیری فرم بنا(فرم غربی دارای بیشترین آسایش حرارتی) |
| | ساختار شهری خرد مقیاس | ساخت بلوک ها، واحدهای همسایگی و نواحی با کاربری مختلط |
| | | هندسه بلوک های مجتمع مسکونی |
| | تجهیز ساختار مجتمع برای عابران و دوچرخه ها | وجود شبکه پیاده و دوچرخه در محوطه |
| | | ارائه و اجرای مجموعه مسکونی پیاده محور و دوچرخه - محور |
| | | وجود بلوک های با مقیاس انسانی |
| | فرم ساختمان و فضای باز | میزان سایه اندازی(نسبت سطح سایه انداخته شده توسط ساختمان) |
| | | فاصله فضای باز تا ساختمان |
| | | مطلوبیت جهت گیری و شکل پلان ساختمان |
| | | ارتفاع و حجم ساختمان موثر بر دریافت تابش خورشیدی |
| | | رنگ و جنس سطوح |

## روش تحقیق

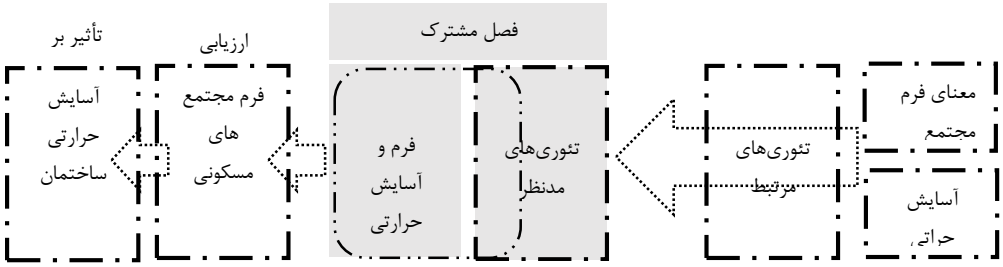
### محدوده موردمطالعه

در این تحقیق به بررسی تدوین سند راهنمای طراحی بهینه فرم معماری به‌منظور بهبود آسایش حرارتی مجتمع‌های مسکونی پرداخته خواهد شد.

### داده و روش کار

تحقیق حاضر از نوع کاربردی و ماهیت پیمایشی است که به دنبال توصیف ارتباط بین دو متغیر (فرم معماری و آسایش حرارتی) در مجتمع‌های مسکونی است. با توجه به مدل مفهومی ارائه‌شده و ماهیت چندوجهی آن، روش تحقیق در سطح خردتر پژوهش و در اجرای مراحل میدانی، از روش تحقیق پیمایشی یا زمینه‌یابی و تحلیل داده‌ها از نوع کمی_کیفی استفاده خواهد بود. جامعه آماری تحقیق در خصوص اهمیت و ارزش عناصر فرم معماری مجتمع‌های مسکونی و مؤلفه‌های آسایش حرارتی محیط خارجی، نخبگان و متخصصان در زمینه رشته‌های معماری و زیرشاخه‌های آن هستند. پرسشنامه‌های تنظیم‌شده بر اساس طیف لیکرت، در اختیار پرسش‌شوندگان قرار خواهند گرفت و به‌موازات آن با استفاده از مصاحبه‌های عمیق به بررسی همه‌جانبه موضوع پرداخته می‌شود. جامعه آماری پژوهش ۳۰ نفر از نخبگان و متخصصین دانشگاهی خواهند بود

روش مذکور در بررسی فرضیه شامل مراحل توصیف، تبیین و کشف روابط متغیر تأثیرگذار فرم معماری و آسایش حرارتی است (شکل۵.). در (جدول۴.) نیز شاخص‌هایی که بر اساس آن‌ها بررسی و تدوین سند راهنمای طراحی بهینه فرم معماری به‌منظور بهبود آسایش حرارتی مجتمع‌های مسکونی، تحلیل می‌شود؛ ارائه‌شده است.




**شکل۵. ساختار کلی پژوهش**

**جدول ۴. معیارهای راهنمای طراحی بهینه فرم معماری به‌منظور بهبود آسایش حرارتی مجتمع‌های مسکونی**

| مؤلفه | معیار |
|---|---|
| تدوین سند راهنمای طراحی بهینه فرم معماری به‌منظور بهبود آسایش حرارتی مجتمع‌های مسکونی | دسترسی به خدمات در مجموعه مسکونی |
| | پایین بودن مصرف انرژی ساختمان‌ها |
| | ساختمان‌سازی به شیوه‌های نوین با استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر |
| | مدیریت ساختمان‌های کم‌کربن |
| | تمرکززدایی و اختلاط کاربری |
| | فرم ساختمان |
| | ساختار شهری خرد مقیاس |
| | تجهیز ساختار مجتمع برای عابران و دوچرخه‌ها |
| | فرم ساختمان و فضای باز |

## یافته‌های تحقیق

سنجش همبستگی بین مؤلفه‌های تبیین الگوی بهینه فرم معماری مجتمع‌های مسکونی به‌منظور بهبود آسایش حرارتی با آزمون پیوستگی پیرسون

یافته‌های جدول شماره ۳ رابطه و ضریب همبستگی مؤلفه‌های تبیین الگوی بهینه فرم معماری مجتمع‌های مسکونی و بهبود آسایش حرارتی را نشان می‌دهد. با انجام آزمون همبستگی پیرسون بین مؤلفه‌ها و شاخص‌های الگوی بهینه فرم معماری مجتمع‌های مسکونی مشخص شد که بین مؤلفه‌های کالبدی و بهبود آسایش حرارتی ساختمان ارتباط مستقیم و معنادار وجود دارد. در قسمت بعد به جزییات و نوع ارتباط و معناداری بین معیارهای کالبدی الگوی بهینه فرم معماری مجتمع‌های مسکونی به‌منظور بهبود آسایش حرارتی و ۸ زیر معیار تحقیق پرداخته خواهد شد.

با بررسی ضریب همبستگی پیرسون بین مؤلفه‌های ابعاد ۸ گانه کالبدی الگوی بهینه فرم معماری مجتمع‌های مسکونی به‌منظور بهبود آسایش حرارتی مشخص شد که بین همه‌ی این مؤلفه‌ها با یکدیگر و با ۸ زیر معیار(دسترسی به خدمات در مجموعه مسکونی، پایین بودن مصرف انرژی ساختمان‌ها، ساختمان‌سازی به شیوه‌های نوین، مدیریت ساختمان‌های کم‌کربن، اختلاط کاربری، فرم ساختمان، ساختار شهری خرد مقیاس، تجهیز ساختار مجتمع برای عابران و دوچرخه‌ها، فرم ساختمان و فضای باز) ارتباط مستقیم و معنی‌دار ۹۹ درصد برقرار است و نشان می‌دهد که بار عاملی و ارتباط قوی بین عامل‌ها با یکدیگر و با آسایش حرارتی ساختمان برقرار است. به این صورت که بین این مولفه ها و آسایش حرارتی ساختمان ارتباط و همبستگی کشف شد. همبستگی از نوع مستقیم و معنادار بود. بیشترین ارتباط و همبستگی بین آسایش حرارتی محیط خارجی و مؤلفه‌ی فرم ساختمان با میزان $R=0.761$ در سطح معناداری ۹۹ درصد کشف شد. به صورتی که با

افزایش ۱ واحد استاندارد به مؤلفه‌ی فرم ساختمان و بهبود آن ، میزان ۰,۷۶۱ واحد استاندارد نیز آسایش حرارتی مجتمع مسکونی تقویت خواهد شد.

میزان ضریب پیوستگی یا همان r در آزمون پیرسون برابر است با ضریب بتا در آزمون رگرسیون. بنابراین تفسیر این دو متغیر یکسان است. با افزایش یک واحد استاندارد در هر یک از معیارهای (دسترسی به خدمات در مجموعه مسکونی، پایین بودن مصرف انرژی ساختمان‌ها، ساختمان‌سازی به شیوه‌های نوین، مدیریت ساختمان‌های کم‌کربن، اختلاط کاربری، فرم ساختمان، ساختار شهری خرد مقیاس، تجهیز ساختار مجتمع برای عابران و دوچرخه‌ها، فرم ساختمان و فضای باز) آسایش حرارتی مجتمع های مسکونی به میزان r بهبود و تحقق خواهند یافت(جدول ۵.).

**جدول ۲. رابطه و ضریب همبستگی پیرسون**

| معیار | الگوی بهینه فرم معماری | بهبود آسایش حرارتی خارجی |
|---|---|---|
| دسترسی به خدمات در مجموعه مسکونی | ۰,۶۸۱** | ۰,۶۵۴** |
| پایین بودن مصرف انرژی ساختمان‌ها | ۰,۷۷۹** | ۰,۶۱۸** |
| ساختمان‌سازی به شیوه‌های نوین | ۰,۶۴۷** | ۰,۷۱۱** |
| مدیریت ساختمان‌های کم‌کربن | ۰,۶۵۵** | ۰,۶۹۹** |
| اختلاط کاربری | ۰,۶۱۰** | ۰,۷۰۵** |
| فرم ساختمان | ۰,۷۳۶** | ۰,۷۶۱** |
| ساختار شهری خرد مقیاس | ۰,۷۷۹** | ۰,۶۵۴** |
| تجهیز ساختار مجتمع برای عابران و دوچرخه‌ها | ۰,۶۴۷** | ۰,۶۸۲** |
| فرم ساختمان و فضای باز | ۰,۷۰۱** | ۰,۷۶۳** |
| بهبود آسایش حرارتی | ۰,۶۱۰** | ۱ |
| الگوی بهینه فرم معماری | ۱ | ۰,۶۸۵** |

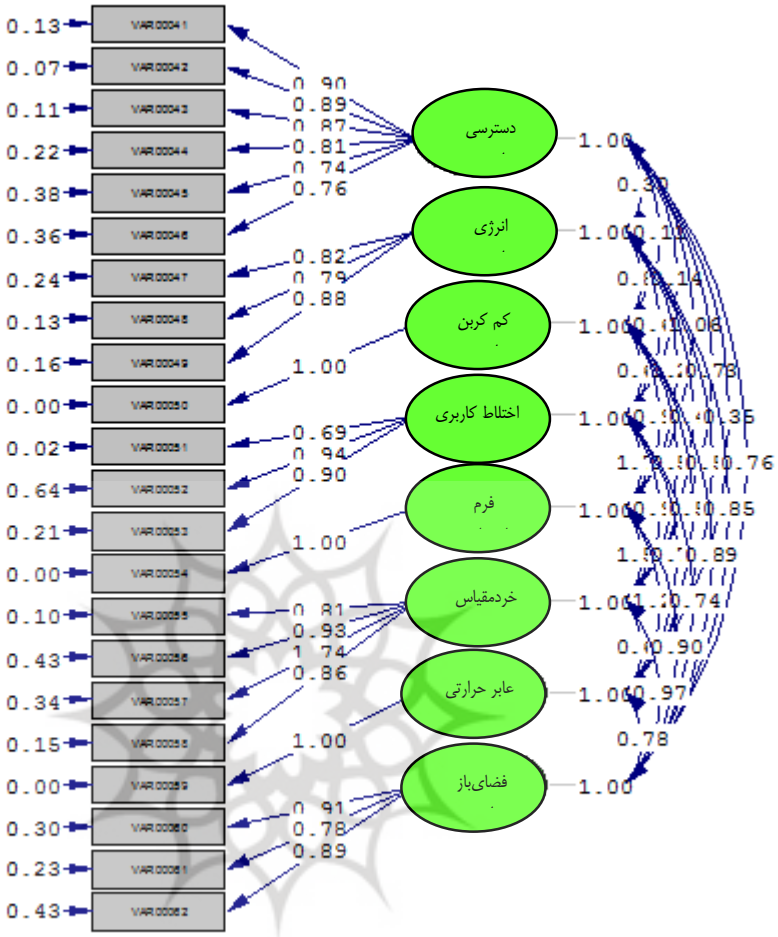
**معناداری تا سطح ۹۹ درصد $p<0.01$

*معناداری در سطح ۹۵ درصد $p<0.05$

## تحلیل عاملی تأییدی و نمودار معادلات ساختاری

داده‌های گردآوری‌شده از طریق پرسشنامه وارد نرم‌افزار spss شده و کدگذاری گردید و سپس وارد نرم‌افزار لیزرل شد. استفاده از این نرم‌افزار به دلیل بهره‌گیری از رویکرد معادلات ساختاری که به‌صورت گرافیکی ارائه می‌شود، می‌باشد و همچنین برای انجام تحلیل عاملی تأییدی مرتبه اول و مرتبه دوم استفاده می‌شود. همان‌طور که در نمودار ملاحظه می‌گردد برای ۸ متغیر مکنون(پنهان)بعد کالبدی یعنی؛ دسترسی به خدمات در مجموعه مسکونی، پایین بودن مصرف انرژی ساختمان‌ها، ساختمان‌سازی به شیوه‌های نوین، مدیریت ساختمان‌های کم‌کربن، اختلاط کاربری، فرم ساختمان، ساختار شهری خرد مقیاس، تجهیز ساختار مجتمع برای عابران و دوچرخه‌ها، فرم ساختمان و فضای باز از ۲۸ متغیر مشاهده‌پذیر (سؤالات پرسشنامه) استفاده‌شده است.

نتایج آزمون مدل در (شکل۲.) و (جدول۶.) قابل‌ملاحظه است.




**شکل۲. نمودار تحلیل عاملی تأییدی مؤلفه‌ی کالبدی**

مدل اندازه گیری توسط تحلیل عاملی تأییدی متغیرهای پژوهش، توسط میزان بارهای عاملی هر نشانگر مشخص می‌شود. بارهای عاملی هر نشانگر در شکل شماره ارائه‌شده است. برای بررسی دقیق‌تر در جدول شماره ۴(میزان بارهای عاملی برای عوامل کالبدی) به همراه مقادیر آزمون آماره T و معنی‌داری متناظر با آن گزارش‌شده است.

با توجه به جدول ۴ تمام شاخص‌های مشاهده‌پذیر برای سنجش متغیر کالبدی معنادار می‌باشند. طبق نتایج به‌دست‌آمده ضریب تأثیر یا همان بار عاملی برای شاخص‌های مشاهده‌پذیر متغیر کالبدی بین ۰,۵۹ و ۰,۹ می‌باشد که نشان از تائید شاخص‌های منتخب تئوری پژوهش برای سنجش بعد کالبدی الگوی بهینه فرم معماری مجتمع‌های مسکونی با شاخص‌های تجربی دارد.

**جدول ۶. تحلیل عاملی تأییدی تدوین سند راهنمای طراحی بهینه فرم معماری به‌منظور بهبود آسایش حرارتی مجتمع‌های مسکونی**

| معیار | زیر معیار | نشانگر | استانداردشده | آماره آزمون T-value | معنی‌داری P-value |
|---|---|---|---|---|---|
| دسترسی به خدمات در مجموعه مسکونی | دسترسی به حمل‌ونقل عمومی | X1 | ۰,۹۱۱ | ۱۶,۱۴۳ | ۰,۰۰۰ |
| | دسترسی به خدمات بهداشتی | X2 | ۰,۸۷۶ | ۱۹,۵۳۱ | ۰,۰۰۰ |
| | دسترسی به خدمات تجاری | X3 | ۰,۸۷۱ | ۱۶,۱۸۰ | ۰,۰۰۰ |
| | دسترسی به خدمات فرهنگی | X4 | ۰,۷۱۸ | ۱۷,۳۴۲ | ۰,۰۰۰ |
| | دسترسی به خدمات آموزشی | X5 | ۰,۸۸۰ | ۱۷,۴۴ | ۰,۰۰۰ |
| | دسترسی به خدمات ورزشی | X6 | ۰,۹۰۱ | ۱۹,۷۸ | ۰,۰۰۰ |
| پایین بودن مصرف انرژی ساختمان‌ها | به‌کارگیری مصالح ساختمانی سبز | X7 | ۰,۷۲ | ۱۹,۰۹ | ۰,۰۰۰ |
| | به‌کارگیری تکنیک‌های ساختمان‌سازی سبز | X8 | ۰,۷۸۹ | ۱۴,۳۲ | ۰,۰۰۰ |
| | پایین بودن مصرف و تقاضا در زمینه تولید گرمایش منازل، تهویه مطبوع | X9 | ۰,۸۴ | ۱۵,۵۴ | ۰,۰۰۰ |
| ساختمان‌سازی نوین | ساخت ساختمان‌های هوشمند | X10 | ۰,۹۳ | ۱۹,۲۸ | ۰,۰۰۰ |
| مدیریت ساختمان‌های کم‌کربن | وجود سازمان‌های مدیریتی برای ساختمان‌های کم‌کربن (بنیاد حفاظت از آب) | X11 | ۰,۹۱۱ | ۱۶,۱۴۳ | ۰,۰۰۰ |
| | وجود استانداردهایی برای ساختمان‌های سبز با کارایی بالای انرژی | X12 | ۰,۸۷۶ | ۱۹,۵۳۱ | ۰,۰۰۰ |
| | وجود سیستم‌های مدیریت انرژی ساختمان | X13 | ۰,۸۷۱ | ۱۶,۱۸۰ | ۰,۰۰۰ |
| اختلاط کاربری | الگوی توسعه مختلط شهری | X14 | ۰,۷۱۸ | ۱۷,۳۴۲ | ۰,۰۰۰ |
| فرم ساختمان | متناسب بودن چیدمان بلوک‌ها | X15 | ۰,۸۸۰ | ۱۷,۴۴ | ۰,۰۰۰ |
| | الگوی حیا ط مرکزی | X16 | ۰,۹۰۱ | ۱۹,۷۸ | ۰,۰۰۰ |
| | میزان پراکندگی در فرم مجموعه مسکونی | X17 | ۰,۷۲ | ۱۹,۰۹ | ۰,۰۰۰ |
| | میزان سطوح و جهت‌گیری فرم بنا(فرم غربی دارای بیشترین آسایش حرارتی) | X18 | ۰,۷۸۹ | ۱۴,۳۲ | ۰,۰۰۰ |
| ساختار شهری خرد مقیاس | ساخت بلوک‌ها، واحدهای همسایگی و نواحی با کاربری مختلط جهت کاهش سفرهای برون محله‌ای | X19 | ۰,۸۴ | ۱۵,۵۴ | ۰,۰۰۰ |
| | هندسه بلوک‌های مجتمع مسکونی | X20 | ۰,۹۳ | ۱۹,۲۸ | ۰,۰۰۰ |
| تجهیز ساختار مجتمع برای عابران و دوچرخه‌ها | وجود شبکه پیاده و دوچرخه در محوطه | X21 | ۰,۹۱۱ | ۱۶,۱۴۳ | ۰,۰۰۰ |
| | ارائه و اجرای مجموعه مسکونی پیاده محور و دوچرخه – محور | X22 | ۰,۸۷۶ | ۱۹,۵۳۱ | ۰,۰۰۰ |
| | وجود بلوک‌های با مقیاس انسانی | X23 | ۰,۸۷۱ | ۱۶,۱۸۰ | ۰,۰۰۰ |
| فرم ساختمان و فضای باز | میزان سایه‌اندازی(نسبت سطح سایه انداخته‌شده توسط ساختمان) | X24 | ۰,۷۱۸ | ۱۷,۳۴۲ | ۰,۰۰۰ |
| | فاصله فضای باز تا ساختمان | X25 | ۰,۸۸۰ | ۱۷,۴۴ | ۰,۰۰۰ |
| | مطلوبیت جهت‌گیری و شکل پلان ساختمان | X26 | ۰,۹۰۱ | ۱۹,۷۸ | ۰,۰۰۰ |
| | ارتفاع و حجم ساختمان مؤثر بر دریافت تابش خورشیدی | X27 | ۰,۷۲ | ۱۹,۰۹ | ۰,۰۰۰ |
| | رنگ و جنس سطوح مؤثر بر بازتاب پذیری و جذب و انتقال حرارت | X28 | ۰,۷۸۹ | ۱۴,۳۲ | ۰,۰۰۰ |

با توجه به مقادیر مندرج در (جدول۴.) می‌توان بیان داشت که، (ضرایب استانداردشده )همان ضرایب معمولی مدل هستند که به بازه( ۱– تا ۱ انتقال‌یافته‌اند) از مقادیر نسبتاً بزرگی برخوردارند. همچنین در این جدول ، مقدار آماره تی–استودنت و معنی‌داری متناظر با هر عامل نشان داده‌شده است. بر این اساس با توجه به مقادیر آماره آزمون تی و معنی‌داری متناظر با آن می‌توان برای هر عامل(نشانگر) بیان داشت که؛ نقشی مهم در تبیین متغیر کالبدی و الگوی بهینه فرم معماری مجتمع‌های مسکونی، ایفا می‌کنند. به بیان واضح‌تر عوامل ۲۸ گانه معیار کالبدی ، متغیرهای (دسترسی به خدمات در

مجموعه مسکونی، پایین بودن مصرف انرژی ساختمان‌ها، ساختمان‌سازی به شیوه‌های نوین، مدیریت ساختمان‌های کم‌کربن، اختلاط کاربری، فرم ساختمان، ساختار شهری خرد مقیاس، تجهیز ساختار مجتمع برای عابران و دوچرخه‌ها، فرم ساختمان و فضای باز ) را تعیین می‌کنند.

به‌منظور بررسی معتبر بودن مدل از شاخص‌های کلی برازش استفاده گردید. نتیجه‌ی شاخص‌های برازش در (جدول ۵.) ارائه‌شده است.

**جدول ۵. بررسی برازش مدل**

| نوع شاخص | شاخص | مقدار به‌دست‌آمده | مقدار قابل تائید | نتیجه |
|---|---|---|---|---|
| مطلق | DF | ۹۶ | مقدار P بزرگ‌تر از ۰,۰۵ | تائید نیکویی برازش |
| | P | ۰,۰۶۱۷ | | |
| نسبی | RMSEA | ۰,۰۰۴۱ | کوچک‌تر از ۰,۰۸ | تائید نیکویی برازش |

## نتیجه‌گیری و پیشنهاد

به‌طورکلی گام نخست در بهبود کارایی انرژی ساختمان و آسایش حرارتی آن، تدوین قوانین و مقررات در این زمینه می‌باشد که این قوانین، محدودیت‌هایی را برای ضریب انتقال حرارت اجزای پوسته ساختمان، میزان راندمان معمولاً تجهیزات تأسیساتی و شدت روشنایی مکان‌های مختلف تعیین می‌نمایند. در گام بعدی وجود برچسب انرژی است که اساساً بایستی در مورد رتبه‌بندی انرژی ساختمان‌های موجود و نوساز اجراشده و دید مناسبی را در مورد مصرف انرژی ساختمان به مشتری منتقل نماید. سیستم‌های رده‌بندی، چارچوبی مؤثر برای ارزیابی عملکرد انرژی ساختمان و رسیدن به توسعه پایدار ارائه می‌دهند. ابزار رده‌بندی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مدیریتی برای تنظیم ملاحظات زیست‌محیطی در فرآیند طراحی، ساخت و عملکرد ساختمان استفاده شود. برچسب انرژی ابزار مؤثری در جهت کاهش هزینه‌های انرژی یک کشور در دیدگاه کلان بوده و این امکان را برای مصرف‌کنندگان فراهم می‌کند که هزینه کمتری برای انرژی مصرفی بپردازند.

شش متغیر اساسی که بر پاسخ انسان به شرایط حرارتی اثر مستقیم دارد عبارت‌اند از: دمای هوا، دمای تابشی، رطوبت و جریان هوا، نرخ فعالیت و لباس. داده‌های دمایی و رطوبت، مهم‌ترین شاخص تشخیص حرارتی است. از سوی دیگر جریان هوا نیز باعث تبادل حرارتی بین بدن و محیط می‌شود و بنابراین تأثیر فراوانی بر احساس آسایش حرارتی دارد. نوع پوشش و فعالیتی که فرد انجام می‌دهد نیز می‌تواند بر احساس حرارتی وی تأثیر بگذارد. ازآنجاکه افراد در شرایط اقلیمی یکسان احساس آسایش مشابهی دارند، لازم است که برای هر منطقه اقلیمی، محدوده آسایش حرارتی به‌صورت دقیق مشخص شود.

روش‌های مختلفی ازجمله، تعیین محدوده آسایش بر اساس متوسط دمای محیطی، تعیین محدوده آسایش بر روی جدول سایکرومتریک و تیز تعیین محدوده آسایش بر اساس تخمین متوسط آراء برای تعیین محدوده آسایش می‌باشد.

## فاکتورهای تأثیرگذار برآسایش حرارتی

رضایت از حرارت محیط، پاسخ پیچیده ذهنی به تعاملات متعددی است که کمتر ملموس می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر، هیچ استاندارد مشخصی برای آسایش حرارتی وجود ندارد. به‌طورکلی، آسایش زمانی اتفاق می‌افتد که دمای بدن در بازه محدودی قرار گیرد، رطوبت پوست کم و تلاش‌های فیزیولوژیکی برای منظم شدن بدن به حداقل برسد. آسایش به کنش‌های رفتاری ازجمله، تغییر لباس، تغیر فعالیت، تغییر دادن حالت یا موقعیت، تغییر تنظیمات درجه حرارت، باز کردن پنجره یا ترک یک فضا بستگی دارد. در سال ۱۹۶۲، مارکفرسون[۱] شش فاکتور را به‌عنوان فاکتورهای تأثیرگذار بر احساس حرارتی تعریف نمود چهار متغیر فیزیکی، محیطی، (دمای هوا، سرعت جریان هوا، رطوبت نسبی، دمای متوسط تابشی) و دو متغیر انسانی، فردی،

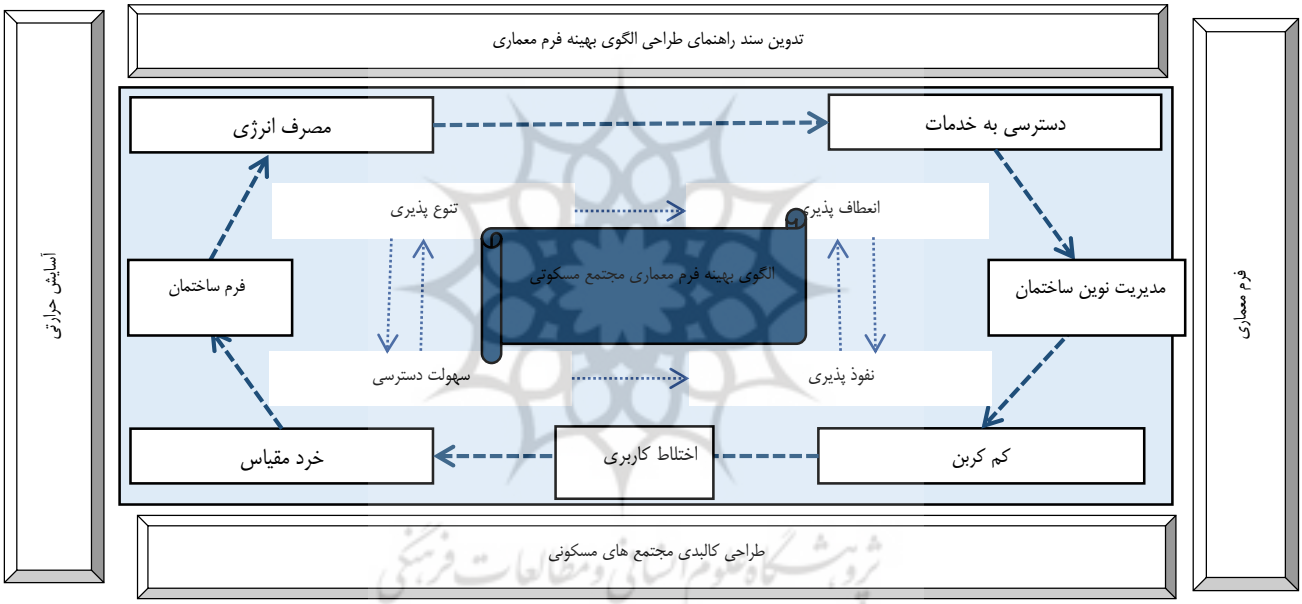
[۱] Macpherson

(نوع لباس و سطح فعالیت ازجمله سطح متابولیسم) که در بین این عوامل، دما و رطوبت تأثیر بیشتری در سلامت و راحتی انسان دارند و به این دلیل بیشتر مدل‌های سنجش آسایش انسان بر این دو عنصر استوارشده است. مطالعات نشان می‌دهد که علیرغم باور عمومی، عوامل دیگر از قبیل جنس، سن، رنگ فضا و شرایط اقلیمی تأثیر چندان زیادی در احساس آسایش گرمایی ندارند.

بنابراین مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر احساس آسایش عبارت‌اند از:

- دمای هوا
- دمای متوسط تشعشعی
- رطوبت نسبی هوا
- جریان هوا
- میزان فعالیت
- نوع پوشش

**شکل۳. دیاگرام مفهومی پژوهش**




## تدوین سند راهنمای طراحی بهینه فرم معماری

در ادامه سند راهنمای طراحی بهینه فرم معماری به‌منظور بهبود آسایش حرارتی مجتمع‌های مسکونی آینده ارائه می گردد. "سند راهنمای طراحی" سندی است که چگونگی ه اجرا در آوردن سیاست‌ها و اصول طراحی در مجتمع های مسکونی را تشریح نموده و مصور می‌سازد. مأموریت این سند از یک سو تفسیر سیاست‌های کلان و از سوی دیگر فراهم آوردن چارچوبی جهت هماهنگی تصمیمات تفصیلی در مراحل بعدی طراحی معماری می‌باشد. سند راهنمای طراحی نوعی از اسناد هدایت طراحی معماری است، که در ارتباط با موضوعات خاص ارائه می گردد. راهنمای طراحی معماری به منظور الگوی بهینه فرم معماری به عنوان ابزار کنترل کننده‌ی کیفیت، ارائه دهنده‌ی جزییات هدایت کننده‌ای است، که مشخص می‌سازد چگونه می توان گونه خاصی از الگوی بهینه فرم معماری را طبق اهداف کلان طراحی یک مجتمع مسکونی پیش برد. پس از تبیین مبانی نظری در تدوین سند راهنمای طراحی بهینه فرم معماری به‌منظور بهبود آسایش حرارتی مجتمع‌های

مسکونی آینده، اهداف کلان طرح و راهبردها تدوین شدند. اهداف کلان روشن کننده کیفیت هایی هستند، در جهت رسیدن به اهداف و راهبردهای پژوهش تدوین شده است.

**جدول ۵. تدوین سند راهنمای طراحی بهینه فرم معماری به‌منظور بهبود آسایش حرارتی مجتمع‌های مسکونی آینده**

| بعد | معیار | هدف | راهنمای طراحی |
|---|---|---|---|
| کالبدی | کالبدی | ➢ دارای ظاهر ساده<br>➢ امکان نشستن، وجود سرپناه تحت کنترل در مجتمع مسکونی<br>➢ سهولت دسترسی<br>➢ نفوذ پذیری<br>➢ ادغام مناظر طبیعی و انسانی<br>➢ انعطاف پذیری<br>➢ کمک به نگهداری از مجتمع مسکونی<br>➢ تنوع پذیری | ۱) الگوبرداری از معماری و نماهای با ارزش در بستر طراحی و استفاده از آنها در جهت بومی سازی<br>۲) استفاده از مصالح تناسبات و عناصر هویتمند به منظور تقویت هویت و احترام به زمینه<br>۳) جانمایی مکان‌های نشستن در فضاهای مجتمع مسکونی و نقاطی که دارای آسایش اقلیمی هستند.<br>۴) طراحی فضاهای نشستن ،سکوها دیوارها، محل کاشت گیاهان و ... مناسب برای مردم از هر سن وضعیت و توان تا در فضاهای بیرون و عمومی مجتمع مسکونی حس بودن در خانه را داشته باشند.<br>۵) جهت و ابعاد مکان‌های نشستن بگونه ای که امکان تماس چشمی، چهره به چهره و تشخیص صداها را فراهم سازد تماس بین افراد و ارتباط بین آن‌ها را تسهیل کند.<br>۶) تأمین کیفیت محیطی مجتمع مسکونی از طریق بهسازی کالبد و بدنه‌ها، ساماندهی ویترین‌ها و تابلوها، کفسازی مناسب.<br>۷) ایجاد بستری انعطاف پذیر برای انواع مختلف فعالیت‌های اجتماعی پر نکردن فضا با مبلمان استفاده از مبلمان قابل تحرک<br>۸) طراحی کالبد با کیفیت بالا در عین سادگی مجتمع مسکونی ، استفاده از مصالح بادوام و با قابلیت نگهداری آسان<br>۹) استفاده از رواق ساباط و سایبانهای ثابت یا موقت در فضاهایی از مجتمع که جداره محصوریت ضعیفی دارد.<br>۱۰) استفاده از رنگ و مصالح خاص جهت آسایش اقلیمی ساختما<br>۱۱) استفاده از تمهیداتی مانند تغییر کفپوش و عرض مسیرهای پیاده منتهی به مجتمع مسکونی |
| | عملکرد و فعالیت | ➢ مکانی چند عملکردی اختلاط کاربری‌ها | ۱) رعایت انعطاف پذیری فضای ساختمان برای انجام فعالیت های اجتماعی گوناگون<br>۲) تعریف عملکردهای ترکیبی جدید در کاربری های اطراف مجتمع مسکونی |

## منابع

ثریائی، زهرا؛ ثریائی، توحید؛ اسماعیل‌پور روشن، علی‌اصغر؛ فضلی، بابک. (۱۳۹۴). «مروری بر راهکارهای طراحی در جهت تأمین آسایش حرارتی در مجموعه تفریحی گردشگری اقلیم معتدل و مرطوب خزری». اولین کنفرانس سالانه پژوهش‌های معماری و شهرسازی.

ثناگر، الهام و رفیعیان، مجتبی و حنایی، تکتم و منصفی. پ، دانیال (۱۳۹۹). کاهش تأثیرات جزایر حرارتی شهری بر سلامت انسان‌ها از طریق تغییرات فرم شهری در اقلیم گرم و خشک شهر مشهد. نشریه علوم و تکنولوژی محیطزیست. ۲۲(۴)، ۹۸-۱۱۹.

خداکرمی، جمال و نوری، شهلا و منصوری، رضا (۱۳۹۹). تأثیر فرم هندسی ساختمان‌های بلند بر پراکنش ذرات معلق و آلودگی هوا در محیط پیرامون آن‌ها. فصلنامه علمی پژوهشی نقش‌جهان.۱۰(۳)، ۱۸۷-۲۰۵.

رزاقیان، فرزانه و رهنما، محمدرحیم (۱۳۹۹). تحلیل شاخص‌های شهر اکولوژیک در ساختمان‌های بلندمرتبه کلان‌شهر مشهد. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. ۱۰(۴۰)، ۱۱۰-۱۲۸.

شریعتمداری، احسان و سنماری، محمدمهدی و مدی، حسین و مهربانی. گ، محمدرضا (۱۳۹۸). برنامه‌ریزی منظر مبتنی بر خرد اقلیم باهدف کاهش آلاینده‌های هوا در کلان‌شهرها (نمونه موردمطالعه منطقه ۲۲ شهر تهران). نشریه علمی باغ نظر.۱۶(۲۱)، ۴۶-۶۱.

علائی، علی و سلطانی، مهیا و احمدی، صبا (۱۳۹۳). بررسی اهمیت دانش معماری تهران و محیطزیست شهری همدان.

قبادیان، وحید (۱۳۹۲). سبک‌شناسی و مبانی فکری در معماری معاصر ایران (جلد چاپ دوم). تهران: نشر موسسه علم معماری.

گلابچی (۱۳۹۲). مبانی طراحی ساختمان‌های بلند. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

مختاری، لیلا و مهدوی نژاد، محمدجواد و کریمی نیا، شهاب وکیان ارثی، منصوره (۱۳۹۸). تأثیر فرم کلی و تراکم نسبی ساختمان‌های مسکونی تهران بر آلودگی ناشی از گرمایش در فصل زمستان. نشریه محیط‌شناسی.۴۵(۲)، ۲۵۳-۲۶۸.

شریعتمداری, سنماری, مدی, مهربانی گلزار. (۲۰۱۹). برنامه‌ریزی منظر مبتنی بر خرد اقلیم با هدف کاهش آلاینده‌های هوا در کلان‌شهرها (نمونهٔ مورد مطالعه منطقهٔ ۲۲ شهر تهران). باغ نظر, ۱۶(۷۲), ۴۱-۵۲.

Ayyad, Yara (2020). *Outdoor thermal comfort and airflow in relation to urban form in Amman, Jordan: A residential setting analysis*. Thesis of PhD. University of Liverpool. August 2020.

Oke, T. Mills, G. Christen, A. & Voogt, J. (2017*). Air Pollution. In Urban Climates* (pp. 294-331). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781139016476.012.

Pearlmutter, D. Erell, E. Williamson, T. (2012). *Urban icroclimate: Designing the Spaces Between Buildings*. United Kingdom: Taylor & Francis.

Stephens, Brent & Azimi, Parham&Leung, Luke (2019). *How Do Outdoor Pollutant Conentrations Vary Along the Heigh of a Tall Building?Environment Engineering*.CTBUH Journal 2019 Issue I.

Vale, B. & Value, R. (1996). *Green Architecture: Design for a Sustainable Future*. Thames & Hudso

Wines, James (2000) *Green Architecture: the art of architecture in the age of ecology.*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی