Urban Stucture and Function Studies
(USFS)

Volume 11. Issue 41 2024. Pages 167 to 196.

Research Paper

The Application of the Climate Consultant Tool in the Design of Architecture Compatible with the Climate (Case Study: Shiraz City)

Hematolah Roradeh[1], Mohammad Baaghideh[*2]

[1] Associate Professor, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
[2] Associate Professor, Department of Climatology and Geomorphology, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran

10.22080/usfs.2024.27078.2432

Received:
May 5, 2024
Accepted:
August 26, 2024
Available online:
September 8, 2024

Keywords:
Climate design, thermal comfort, energy optimization, Shiraz

Abstract

The aim of this research is to evaluate the capabilities and limitations of climate parameters in Shiraz's urban design and architecture with a focus on energy management. For this purpose, Climate Consultant software was used; this software can display and graphically examine climatic features and uses a strong and documented database called EPW in the time step of long-term hourly averages for radiation data, dry temperature, soil temperature at different depths, relative humidity, and wind speed and direction. Determining the level of comfort and providing energy-saving strategies in different climate zones are among the important capabilities of this tool. The results showed that the months of January, February, and December are completely outside the range of thermal comfort, and the most comfortable conditions are in the radiation range of 800 to 900 W/m2 with a temperature range of 20 to 25 degrees Celsius. According to the psychometric chart, 10.1% of the hours of the year are in complete comfort conditions, and reaching comfort conditions in other hours and days of the year requires the use of different strategies. The ideal thickness for the mass of the walls is estimated to be 4 to 5 inches with optimal materials (brick, concrete, and stone), and it is better for the mass of the inner wall to be denser than the outer wall. It is very convenient to use massive structures with small holes that perform night ventilation. Ceiling fans can reduce indoor temperature by at least 2.8 degrees Celsius. Flat roofs with light colors are the most suitable option, and in designs with courtyards, the presence of small ponds is very effective in cooling the adjacent rooms. Interior spaces and doors can be used to promote natural cross-ventilation. Also, to protect privacy, the design of air-flow jump channels can be used. By shading the windows in line with the direction of the prevailing wind, natural ventilation can reduce or even eliminate the need for cooling facilities.

Copyright © 2024 The Authors. Published by University of Mazandaran. This work is published as an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

*Corresponding Author: Mohammad Baaghideh
Address: Department of Climatology and Geomorphology, Hakim Sabzevari University, Iran
Tel: 09123217102
Email: m.baaghideh@hsu.ac.ir

1. Introduction

Bioclimatic architecture, which aims to design a building compatible with the climate of each region, has been used in the native architecture of different regions of the world throughout history.

Since humans have access to fossil energy, the adaptation of buildings to the climatic conditions of the surrounding environment has become less and less, which has caused the use of fuel and energy for heating and cooling of buildings to increase. In simpler terms, the building should be designed in such a way that it can make the most of natural energy. For example, in some areas, the space needs to be designed in such a way that it has the least connection with the outside environment; that is, the plan should be compactly designed, or vice versa; in some areas, the plan or even the formation of the areas should be dense, so that air blinds to happen in the best way.

In addition to being in harmony with the region's climate and adapting to a sustainable lifestyle, climate architecture has also become a part of the cultural identity of different parts of the earth. Maybe many people know the structures of that region well without being familiar with the climate of the region; that's why climate architecture is a lasting cultural heritage. Our vast land is a part of our history and identity due to the variety of climates and the presence of various climate architectures, in addition to its beauty and eye-catching. Returning to this architecture in the areas where it is possible may reconcile us more with the damaged nature of our land.

2. Research Methodology

The basis of this research is the use of Climate Consultant software. The ability of this software is to display and graphically check meteorological features, which uses a strong and documented database called EPW. EPW data in hourly time steps in the form of long-term averages (8760 hours) covers 2100 stations from 102 different countries and is approved by the World Meteorological Organization (WMO). This software classifies all available data (radiation, dry temperature, soil temperature at different depths, relative humidity, and wind speed and direction) and displays it in different modes (according to the user's choice). Other features of this tool include determining the comfort level and providing energy-saving strategies in the desired climate zone. This software was designed by the UCLA Energy Design Group and is under the copyright of the University of California.

In this research, the California Energy Code (CEC) has been used to determine the threshold of human thermal comfort. The standards are periodically updated by this commission to include the latest technologies and new methods (California Energy Code, 2023). These standards are divided into two parts: low-rise residential buildings with less than three floors and high-rise residential buildings, which include buildings with more than four floors. In this model, methods and a set of mandatory measures are provided to comply with the standards, and the building energy codes are the minimum requirements that are included in the design and construction of energy for new buildings and the renovation of old residential and commercial buildings. In general, regulations govern all aspects of building design and construction, and building energy codes are an energy efficiency baseline that is set to cover buildings, construction systems, and building facilities. Improving these

minimum requirements or expanding the range of energy codes helps to reduce the negative environmental effects of buildings and save energy and additional costs during the life of a building.

3. Research Findings

The results of the investigations of thermal comfort conditions based on the long-term average monthly temperature of the Shiraz weather station based on the California Energy Code standard showed that the months of January, February, and December are completely outside the range of thermal comfort. In terms of average conditions, only the month of May is comfortable, and the average temperatures of September and October are close to the comfortable range. Comfort conditions in March and November are available only when the maximum temperatures occur, i.e., in the middle of the day, and the months of June, July, and August experience thermal comfort when the minimum temperatures occur. The results also showed that the most comfortable radiation and thermal conditions are in the radiation range of 800 to 900 watts per square meter with a temperature range of 20 to 25C°. In conditions where the air temperature is less than 21 degrees Celsius, sunlight can expand the comfort zone. Fan-powered ventilation should be considered a passive cooling strategy due to its significant coefficient of performance. Although this system uses electricity to rotate the fan, its energy consumption is several times more optimal compared to the energy consumption of the air conditioning cooling system. According to the psychometric chart designed for the city of Shiraz, 10.1% of the hours of the year are in complete comfort conditions. Reaching comfort conditions in other hours and days of the year requires the use of different strategies.

4. Conclusion

Avoiding direct sunlight and shading with barriers such as curtains, shutters, and frosted glass is one of the most important and cost-effective cooling solutions for the architecture of Shiraz, which accounts for 1727 hours of the year, equivalent to 19.7%. Another cooling strategy is to use a two-stage evaporative cooler with a share of 32.3%. The wind conditions have not been such that it can play a significant role in cooling the interior through natural ventilation. In the field of heating solutions during the cold season of the year, the largest share (32.6%) is related to heating with the humidification process because in this season, the air inside the buildings usually has low humidity. It should be noted that the methods used in one region, even if they are very effective, do not mean that they will be responsive in another region. Therefore, it should be noted that each region, according to the weather and climate, should provide measures appropriate to the same climate.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

The authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Conflict of Interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

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

Volume 11. Issue 41. 2024. Pages 167 to 196.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

علمی پژوهشی

طراحی معماری شهری همساز با اقلیم با استفاده از ابزار مشاور آب و هوایی (مطالعه موردی شهر شیراز)

همت الله رورده[۱]، محمد باعقیده[۲*]

[۱] دانشیار، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
[۲] دانشیار، گروه آب و هواشناسی و ژئومرفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

10.22080/usfs.2024.27078.2432

تاریخ دریافت:
۱۶ اردیبهشت ۱۴۰۳
تاریخ پذیرش:
۵ شهریور ۱۴۰۳
تاریخ انتشار:
۱۸ شهریور ۱۴۰۳

کلیدواژه ها:
طراحی اقلیمی، آسایش حرارتی، بهینه‌سازی انرژی، شیراز

چکیده

هدف این پژوهش طراحی معماری همساز با اقلیم برای شهر شیراز بوده و به این منظور نرم‌افزار Climate consultant مورد استفاده قرار گرفت. قابلیت این نرم‌افزار نمایش و بررسی گرافیکی ویژگی‌های آب و هواشناسی است که از یک پایگاه قوی و مستند به نام EPW در گام زمانی میانگین های درازمدت ساعتی برای داده های تابش، دمای خشک، دمای خاک در اعماق مختلف، رطوبت نسبی، سرعت و جهت باد استفاده می‌کند. تعیین حد آسایش وارائه راهبردهای مربوط به صرفه‌جویی انرژی در مناطق آب و هوایی مختلف از قابلیتهای مهم این ابزاراست. نتایج نشان داد؛ ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر به طور کامل خارج از محدوده آسایش حرارتی هستند وبیشترین شرایط آسایش در دامنه تابشی ۸۰۰ تا ۹۰۰ وات بر متر مربع با دامنه دمایی ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار دارد. بر اساس نمودار سایکرومتری، تنها ۱۰/۱ درصد از ساعات سال در شرایط آسایش کامل قرار دارند و رسیدن به افزایش شرایط آسایش، نیازمند استفاده از استراتژی های متفاوت همچون استفاده از کولرآبی (۲۸۳۱ساعت در سال) است. ضخامت ایده‌آل برای توده دیوارها ۱۰ تا ۱۲/۵ سانتی متر با بهینه مصالح (آجر، بتن و سنگ) برآورد شده است. استفاده از ساختارهای انبوه با حفره‌های کوچک که عمل تهویه شبانه را انجام می‌دهند، بسیارمناسب می‌باشد. استفاده از پنکه های سقفی می تواند دمای داخلی را حداقل به میزان ۲،۸ درجه سانتی گراد کاهش دهد. سقف‌های مسطح با رنگ روشن مناسب ترین گزینه بوده و در طراحی های دارای صحن حیاط، وجود حوضچه‌های کوچک در تامین سرمایش اتاق‌های مجاورکاملا موثر است. از فضای داخلی ودرب ها می تواند برای ارتقاء تهویه متقابل طبیعی استفاده شود.با سایه اندازی مناسب پنجره ها همسو با جهت باد غالب واستفاده از تهویه طبیعی مطبوع، نیاز سرمایشی به طور قابل توجه کاهش می یابد. موارد فوق می‌توانند ازمهمترین راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان باشند

* **نویسنده مسئول:** محمد باعقیده
آدرس: دانشیار گروه آب و هواشناسی و ژئومرفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
تلفن: ۰۹۱۲۳۲۱۷۱۰۲
ایمیل: m.baaghideh@hsu.ac.ir

۱ مقدمه

معماری زیست‌اقلیمی که هدف آن طراحی ساختمان همساز با اقلیم هر منطقه است در معماری بومی مناطق مختلف جهان در طول تاریخ به کار رفته است. در دنیای کنونی نیز مطالعه اصول معماری همساز با اقلیم به همراه تدابیر غیرفعال انرژی و استفاده از منابع تجدید پذیر مورد توجه قرار گرفته است(صبوری و رحیمی،[1] ۲۰۱۷) در طراحی اقلیمی باید به منابع طبیعی چون آفتاب و باد توجه بسیاری داشت تا بیشترین آفتاب‌گیری را در زمستان و بهترین کوران را در فضاهای داخلی در فصل تابستان داشته باشیم. برای این امر شناخت، درک و کنترل تأثیرات متنوع اقلیمی، پیش‌نیازی اساسی برای برنامه‌ریزی و طراحی معماری فضاهای مختلف به شمار می‌رود(پورغلامحسن[2] و همکاران، ۲۰۱۵).

از زمان دست‌یابی انسان به انرژی‌های فسیلی، تطابق دادن ساختمان با شرایط اقلیمی محیط اطراف رفته‌رفته کم‌رنگ‌تر شد که همین موضوع باعث شد که استفاده از سوخت و انرژی برای گرمایش و سرمایش ساختمان‌ها افزایش پیدا کند.

به تعبیر ساده‌تر ساختمان باید به‌گونه‌ای طراحی شود که بتواند بیشترین استفاده را از انرژی‌های طبیعی داشته باشد. مثلاً در برخی از مناطق نیاز است فضا به‌گونه‌ای طراحی شود که کمترین ارتباط با محیط خارج را داشته باشد یعنی پلان به‌صورت فشرده طراحی شود یا بالعکس در برخی از مناطق باید پلان و یا حتی خود شکل‌گیری مناطق به‌صورت متراکم باشد که کوران هوا به بهترین نحو اتفاق بیفتد.

معماری اقلیمی علاوه بر هماهنگی با اقلیم منطقه و سازگاری با سبک زندگی پایدار، به بخشی از هویت فرهنگی بخش‌های مختلف زمین نیز بدل گشته است. شاید بسیاری از مردم بدون اینکه با اقلیم و آب‌وهوای منطقه‌ای آشنا باشند سازه‌های آن منطقه را به‌خوبی بشناسند به همین دلیل است که معماری اقلیمی یک میراث فرهنگی ماندگار است. سرزمین پهناور ما به دلیل تنوع آب‌وهوایی و وجود معماری اقلیمی گوناگونی که دارد علاوه بر زیبایی و چشم‌نوازی، بخشی از تاریخ و هویت ما است. بازگشت به این معماری در مناطقی که امکانش هست شاید ما را بیشتر با طبیعت آسیب‌دیده سرزمینمان آشتی دهد.

۲ مبانی نظری

آسایش و عدم آسایش حرارتی انسان در فضاهای داخلی از طریق شاخص‌های تئوری و تجربی زیادی محاسبه می‌شوند که داده‌های ورودی این شاخص‌ها بسیاری از عناصر آب‌وهوایی ازجمله سرعت باد، درجه حرارت، رطوبت، تابش محیط و غیره است (Turk, 2010). بیان کیفیت اقلیمی یک منطقه با توجه به برخورداری آن از فراسنج‌های متعدد تا حدودی ممکن است. لذا باید داده‌های اقلیمی به‌صورت شاخص‌هایی ارائه شوند که واکنش افراد را به شرایط اقلیمی نشان داده و در یک طبقه‌بندی کمی درجاتی از عالی تا غیرقابل قبول را در بر گیرند. این شاخص‌ها تفسیر تأثیرات پیچیده عناصر جوی گوناگون را آسان‌تر کرده و امکان مقایسه مکان‌های مختلف از این دیدگاه را فراهم می‌آورند (de Freitas, 2003).

در راستای بررسی شرایط آسایش اقلیمی مطالعات گوناگونی انجام شده است. آسایش حرارتی هنگ‌کنگ با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژیک و میانگین رأی پیش‌بینی‌شده بررسی شده که در این پژوهش اثر تغییر شرایط باد و تابش خورشیدی روی احساس دمایی افراد ارزیابی و نتایج پژوهش به‌صورت روابط ریاضی جهت بررسی این عوامل ارائه شد(Cheng et al.,2012) . فانگر محدوده آسایش را براساس محاسبه میزان تبادل حرارت بین بدن انسان و محیط ارائه کرد (Fanger, 1970). از آنجائی که این روش، بسیاری از معیارهای آسایش را در بر دارد، روش کاملی

[1] Sabouri &Rahimi

[2] Pourgholamhasan

محسوب می‌شود که بعدها با عنوان PPD مطرح شد. شاخص های زیست اقلیمی مؤثر بر ارزیابی آسایش انسان برای شهر شیراز در پژوهش صفایی پور[1] وهمکاران(۲۰۱۳)، مورد ارزیابی قرار گرفتند ومشخص شد که شاخصهای بیوکلیمایی مورد استفاده، توانایی آشکارسازی دوره های آسایشی و عدم آسایش شیراز را دارند و با وجود تفاوت های جزئی، نمودهای نسبتاً همگونی از اقلیم آسایشی این شهر ارائه می دهند. بررسی معماری همساز با اقلیم در شهر شیراز با هدف بهینه سازی مصرف انرژی با استفاده از نمایه بیکر و برودت باد، در پژوهشی دیگر مورد ارزیابی واقع شده ونتایج نشان دادند؛ با توجه به زاویه وجهت تابش خورشید در ماههای مختلف، بهترین الگو جهت ساخت و ساز جنوب شرقی و جنوب غربی می باشد(مقبل[2]، ۲۰۲۲). هرگونه تحلیلی از نقش انرژی و پارامترهای آب‌وهوایی در معماری با محدودیت‌های جدی مواجه می‌شود که ناشی از فقدان چنین مطالعات در ادبیات معماری است. آگاهی از این محدودیت‌ها موجب می‌شود تا دریابیم که چرا معماران توجه کم‌تری به تعامل بین شکل و انرژی و شرایط زیست‌محیطی در معماری معاصر دارند (Coch, 1998).عملکرد ساختمان‌ها در ارتباط با انرژی، از دو منظر ارزیابی می‌گردد: ابتدا ابعاد اقتصادی و اجتماعی و جنبه‌های رفتاری ساکنان و دوم ویژگی‌های فیزیکی و اقلیمی ساختمان (آشرا[3]، ۲۰۰۵) برخی از مطالعات مبتنی بر اثرات اقلیم بر معماری در ادامه مرور می‌شوند: جیوانی[4] (۱۹۹۲) با طراحی نمودار زیست‌اقلیمی که به مناطق مختلف تقسیم شده است. وی نشان داد که لازم است از استراتژی‌هایی متنوع برای دستیابی به راحتی انسان در یک ساختمان استفاده شود. کسمایی[5] (۲۰۰۴)، در کتاب معماری و اقلیم به روش‌های طراحی معماری و ساخت‌وساز براساس پارامترهای اقلیمی پرداخته است. سلیقه[6](۲۰۰۴)، مدل مسکن سازگار با محیطزیست در شهرستان چابهار را مطرح کرده که نتایج مطالعه نشان داد طراحی مسکن در منطقه چابهار با اقلیم سازگاری دارد واستفاده از نیروهای طبیعی پایدار منطقه مانند خورشید و باد را برای بهبود شرایط حرارتی و افزایش آسایش حرارتی در این منطقه پیشنهاد داده است. مطالعه ایجاد شهرک‌ها در مناطق کوهستانی و سرد با هدف بهینه‌سازی مصرف سوخت با عناصر اقلیمی نشان داد که استفاده از معماری سنتی سازگار با اقلیم این مناطق در کاهش مصرف سوخت اثرات مثبتی دارند(محمدنیاقرائی و جاودانی،[7] ۲۰۰۳). مانزانو-آگوگلیارو[8] و همکاران (۲۰۱۵)، در بررسی مروری خود درزمینهٔ استراتژی‌های معماری بیوکلیماتیک و دستیابی به شرایط آسایش حرارتی نشان دادند که در بسیاری از کشورها استراتژی‌های معماری بومی به کار گرفته شده است که این استراتژی منجر به صرفه‌جویی مقدار زیادی انرژی شده است. روپ و گیسی[9] (۲۰۱۴)، در مطالعه‌ای به تعیین بهترین روش جهت ارزیابی راحتی حرارتی در ساختمان‌های تجاری در اقلیم گرم و مرطوب پرداخته‌اند که نتایج این مطالعه نشان داد استفاده از نمودار زیست‌اقلیمی گیونی مناسب‌ترین روش است. مطالعه پوروحیدی و اوزدنیز[10] (۲۰۱۳)، نیز نشان داد که با توجه به تقسیم‌بندی زیست‌اقلیمی ایران در اهداف معماری پنج ناحیه اقلیمی قابل تفکیک است که در این نواحی معماری ساختمان‌های سنتی ویژگی منحصربه‌فردی در سازگاری با اقلیم دارند. تکنیک‌های تحلیل نقش مهمی بر ادارک طراحان و معماران در نحوه استفاده ساختمان از انرژی و همین‌طور تعیین زمان‌های استفاده از آن برای گرمایش، سرمایش و روشنایی دارد. این تکنیک‌ها به پنج دسته تقسیم می‌شوند که شامل: باد، خورشید، خورشید-باد،نور و آسایش هستند (DeKay &

[1] Safaeipur
[2] Moghbel
[3] Ashra
[4] Givoni
[5] Kasmaei
[6] Sligheh
[7] Mohamadnia Qaraei&Javedani
[8] Manzano-Agugliaro
[9] Rupp and. Ghisi
[10] Pourvahidi and Ozdeniz

Brown, 2013). طراحی اقلیمی روشی است برای کاهش همه‌جانبه انرژی یک ساختمان و اولین خط دفاعی در مقابل عوامل اقلیمی در تمام بنا محسوب می‌شود. در ساختمان‌هایی که طبق اصول اقلیمی طراحی‌شده‌اند، ضرورت استفاده از گرمایش و سرمایش مکانیکی به کمترین حد کاهش یافته و در عوض از انرژی طبیعی موجود در اطراف ساختمان استفاده می‌کنند.

هنان[1] (۲۰۱۴) روی روش‌های غیرفعال برای کاهش بار حرارتی سرمایشی در ساختمان‌های اقامتی یک شهرک ساحلی در اقلیم گرم مرطوب شهر دبی مطالعه کرده و با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌ساز انرژی، هشت راهکار غیرفعال برای کاهش بار سرمایشی را بررسی نموده است. نتایج نشان داد با کاربست این روش‌ها، نوسان دمای داخلی ساختمان، در دوره‌های زمانی موردنظر، در محدوده آسایشی قرار گرفتند. همچنین مشخص شد این رویکرد از قابلیت مناسب برای کاهش بار سرمایشی به اندازه ۹درصد برخوردار است و مصرف انرژی سالانه ۲۳/۶ درصد کاهش پیدا خواهد کرد.

در پژوهش دیگری که روستایی و خداکرمی[2] (۲۰۱۵)، روی تأثیر سایبان‌های خارجی در کاهش مصرف انرژی ساختمان‌های مسکونی اقلیم گرم و مرطوب بوشهر انجام دادند، نتایج حاکی از آن بود که در صورت طراحی مناسب سایبان، بار سرمایشی تا۲۳درصد کاهش می‌یابد. قریشی[3] (۲۰۱۷)، در تحقیق خود عوامل فیزیکی محدود کننده مصارف انرژی در بناهای اقامتی را بررسی نمود و نتیجه گرفت که در صورت رعایت ملاحظات اقلیمی در طراحی این عوامل، می‌توان تا ۱۵درصد در مصرف انرژی سالانه بناهای اقامتی صرفه‌جویی کرد.

جمع‌بندی مباحث مطرح شده در این بخش نشان می‌دهد؛ توجه به عوامل اقلیمی هر منطقه و رفتار بلند مدت و تغییراتی که ممکن است به خود گرفته باشند در طراحی معماری همساز با اقلیم و بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان کاملا ضروری می‌نماید ودر همین راستا در پژوهش حاضر، شهر شیرازبه عنوان یکی از کلانشهرهای ایران، مورد توجه قرار گرفته تا با دستیابی به تدابیر و استراتژی‌های مناسب بهترین راهکارها در این حوزه مهم ارائه گردند.

۳ روش تحقیق

شهر شیراز، بعنوان سومین کلانشهر ایران و مرکز استان فارس به مساحت ۱۲۶۸ کیلومتر مربع در قسمت جنوبغربی ایران در عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و طول ۵۲ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی قرار دارد. ارتفاع آن از سطح دریا بین ۱۴۸۰ تا ۱۶۷۰ متر و فاصله آن از تهران۹۰۰ کیلومتر می‌باشد. متوسط دما۱۶/۸۵درجه ومتوسط رطوبت نسبی آن ۴۱ درصداست (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان فارس[4]، ۲۰۲۲).میانگین درازمدت بارندگی سالانه برای شهر شیراز نیز ۳۳۵/۱۶ میلی‌متر برآورد شده است (خسروی[5] وهمکاران، ۲۰۱۸).

۳،۱ مواد و روش‌ها

ابزار اصلی مورد استفاده در این پژوهش نرم‌افزار مشاور آب و هوایی[6] است. قابلیت این نرم‌افزار نمایش و بررسی گرافیکی ویژگی‌های هواشناسی است که از یک پایگاه قوی و مستند به نام EPW[7] استفاده می‌کند. داده‌های EPW در گام زمانی ساعتی به صورت میانگین‌های درازمدت (۸۷۶۰ ساعت)، ۲۱۰۰ ایستگاه از ۱۰۲ کشور مختلف را پوشش می‌دهد و مورد تایید سازمان جهانی

[1] Hanan
[2] Roostaei & Khodakarami
[3] Qureshi
[4] Management and Planning Organization of Fars Province
[5] Khosravi
[6] Climate consultsnt
7 Energy Plus Weather

هواشناسی (WMO) و هواشناسی کشورهای عضو می‌باشد (Climate.OneBuilding, 2022). این نرم‌افزار تمامی داده‌های موجود(تابش، دمای خشک، دمای خاک در اعماق مختلف، رطوبت نسبی، سرعت و جهت باد) را طبقه‌بندی و در حالتهای مختلف(با توجه به انتخاب کاربر) به نمایش می‌گذارد. از دیگر قابلیتهای این ابزار تعیین حد آسایش و پیشنهادات(تدابیر) مربوط به صرفه‌جویی انرژی در منطقه آب و هوایی مورد نظر می‌باشد .در جدول (۱)، داده‌های مورد استفاده در این پژوهش ذکر شده است. این نرم‌افزار توسط گروه طراحی انرژی UCLA [1] طراحی شده و تحت کپی رایت دانشگاه کالیفرنیا است. اطلاعات تکمیلی از سایت designbuilder.co.uk قابل بررسی است.

۳،۲ مدل کد انرژی کالیفرنیا

در پژوهش حاضر برای تعیین آستانه دمای آسایش حرارتی انسانی از مدل کد انرژی کالیفرنیا (CEC[2])، استفاده شده است. این مدل بخشی از برنامه استانداردهای ساختمانی تحت عنوان استانداردهای بهره‌وری انرژی برای ساختمان‌های مسکونی و غیرمسکونی است که در سال ۱۹۷۷ در راستای پاسخ به طرح قانونی کاهش مصرف انرژی در ایالات‌متحده به تصویب رسید. استانداردها توسط این کمیسیون به‌صورت دوره‌ای و به‌منظور لحاظ کردن آخرین تکنولوژی‌ها و روش‌های نوین به‌روزرسانی می‌شود. این استانداردها به دو بخش تقسیم شده‌اند: ساختمان‌های مسکونی کم ارتفاع و کمتر از سه طبقه و ساختمان‌های مسکونی مرتفع که ساختمان‌های بیشتر از ۴ طبقه را شامل می‌شوند. در این مدل روش‌ها و مجموعه‌ای از اقدامات اجباری جهت انطباق با استانداردها ارائه شده است و کدهای انرژی ساختمان حداقل الزاماتی است که در طراحی و ساخت‌وساز انرژی برای ساختمان‌های جدید و بازسازی ساختمان‌های مسکونی و تجاری قدیمی لحاظ می‌شوند. به‌طور کلی مقررات، حاکم بر تمام جنبه‌های طراحی و ساخت‌وساز ساختمان‌ها است و کدهای انرژی ساختمان یک خط مبنای بهره‌وری انرژی است که برای پوشش ساختمان، سیستم‌های ساخت‌وساز تأسیسات ساختمان تنظیم شده است. بهبود این حداقل الزامات یا گسترش دامنه کدهای انرژی کمک می‌کند تا اثرات منفی زیست‌محیطی ساختمان‌ها کاهش یافته و موجب صرفه‌جویی در انرژی و هزینه‌های اضافی در طول عمر یک ساختمان گردد (کمسیون انرژی کالیفرنیا[3]، ۲۰۲۲).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

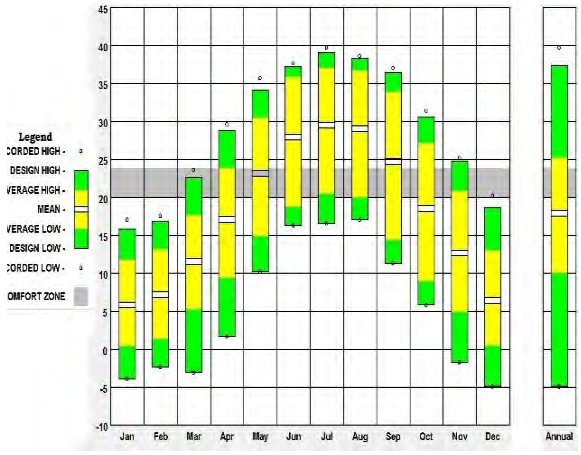
[1] Energy Design Group
[2] California Energy Code
[3] California Energy Commission

جدول(۱)، داده‌های اقلیمی مورد استفاده در مطالعه

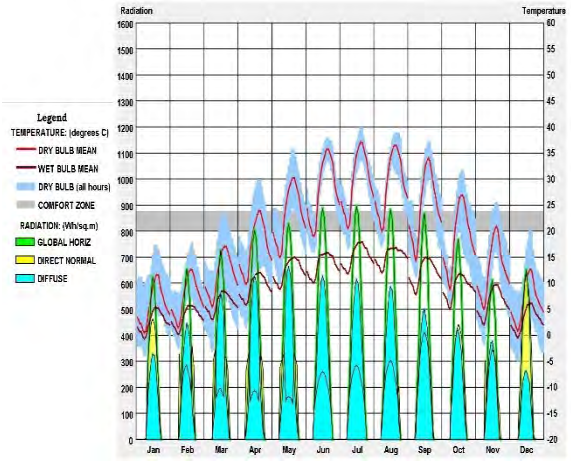
ردیف	پارامتر اقلیمی	مقدار	واحد اندازه‌گیری
۱	تابش افقی کل	میانگین ساعتی	w/m2
۲	تابش افقی کل	حداکثر مقدار ساعتی	w/m2
۳	تابش افقی کل	میانگین روزانه	w/m2
۴	جهت نرمال تابش	میانگین ساعتی	w/m2
۵	جهت نرمال تابش	حداکثر مقدار ساعتی	w/m2
۶	جهت نرمال تابش	میانگین روزانه	w/m2
۷	پخش تابش	میانگین ساعتی	w/m2
۸	پخش تابش	حداکثر مقدار ساعتی	w/m2
۹	پخش تابش	میانگین روزانه	w/m2
۱۰	درجه حرارت خشک	میانگین ماهانه	C○
۱۱	درجه حرارت نقطه شبنم	میانگین ماهانه	C○
۱۲	رطوبت نسبی	میانگین ماهانه	Percent
۱۳	جهت باد	حالت ماهانه	Degrees
۱۴	سرعت باد	میانگین ماهانه	m/s
۱۵	درجه حرارت عمق زمین	میانگین ماهانه	C○

۴ یافته‌ها و بحث

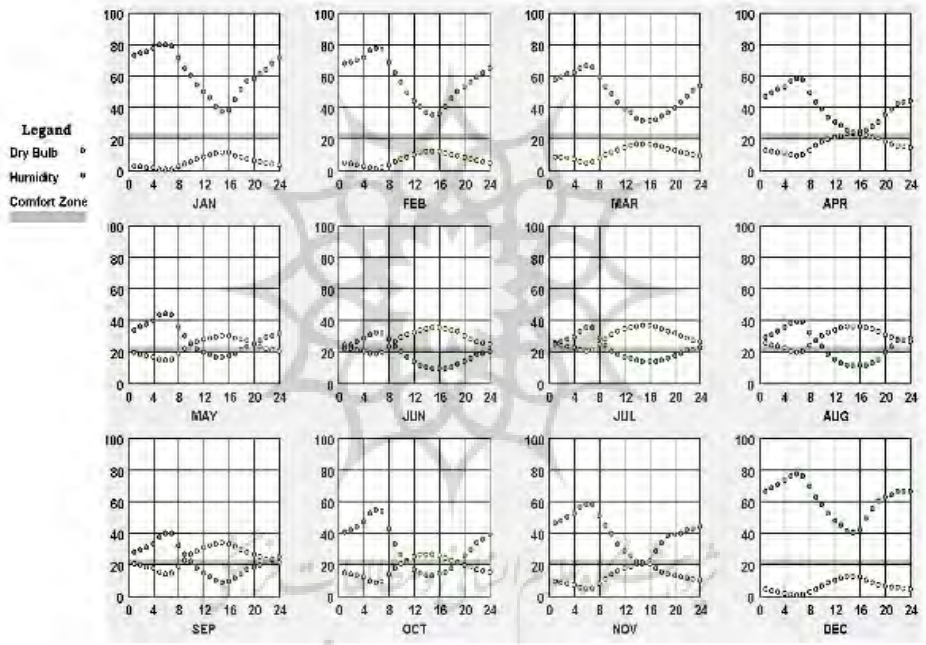
نتایج حاصل از بررسی شرایط آسایش حرارتی براساس میانگین درازمدت دمای ماهیانه ایستگاه هواشناسی شیراز مبتنی بر استاندارد کد انرژی کالیفرنیا (شکل ۱) نشان داد که ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر به‌طور کامل خارج از محدوده آسایش حرارتی قرار دارند. ازنظر شرایط میانگین تنها ماه می در شرایط آسایش واقع شده و میانگین دمای ماه‌های سپتامبر و اکتبر نیز نزدیک به محدوده آسایش قرار دارند. در ماه‌های مارس و نوامبر نیز شرایط آسایش تنها در زمان وقوع دماهای حداکثر یعنی در اواسط روز فراهم است و ماه‌های جون، جولای و آگوست آسایش حرارتی را در زمان وقوع دماهای حداقل(شب‌هنگام) تجربه می‌کنند. نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل تابش و درجه حرارت به‌صورت هم‌زمان (شکلهای۱و۲) نیز نشان داد که بیشترین شرایط آسایش تابشی و حرارتی در دامنه تابشی ۸۰۰ تا ۹۰۰ وات بر مترمربع با دامنه دمایی ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار دارد. در شرایطی که دمای هوا کمتر از ۲۱ درجه سانتی‌گراد است تابش آفتاب می‌تواند باعث گسترش منطقه آسایش شود.



شکل۱، شرایط آسایش حرارتی ماهانه شهر شیراز براساس دما



شکل۲، شرایط آسایش حرارتی ماهانه شهر شیراز براساس تابش



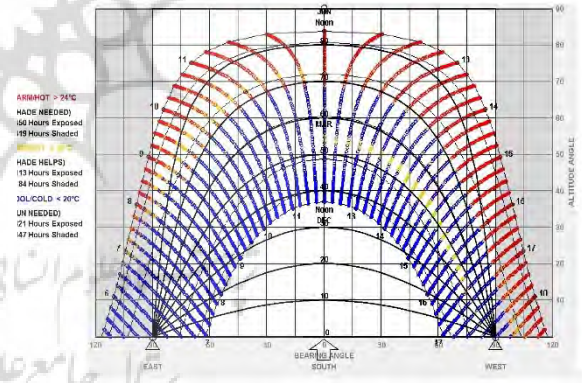
شکل۳، شرایط آسایش حرارتی ماهانه شهر شیراز براساس دما و رطوبت نسبی

بررسی شرایط آسایش حرارتی براساس دما و رطوبت نسبی در مقیاس کد انرژی کالیفرنیا برای ماه‌های مختلف سال نشان داد که در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس و دسامبر چه ازنظر رطوبت و چه از حیث دما شرایط آسایش حرارتی در هیچ‌کدام از ساعات روز وجود ندارد (شکل۳). در این ماه‌ها دما در تمام ساعات روز کمتر از ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت بین ۳۰ تا ۹۰ درصد در اواسط روز و شب متغیر است. در ماه آوریل شرایط کامل آسایش(از هر دو جنبه رطوبت و دما) در ساعات قابل توجهی از روز فراهم می‌آید. در ماه می منحنی ساعتی دما و رطوبت حالت سینوسی عکس یکدیگر دارند به‌گونه‌ای که در ساعت نیمه‌شب تا اوایل صبح دما و رطوبت هر دو از محدوده آسایش دور بوده و با طلوع خورشید به منطقه آسایش نزدیک شده و در ساعت ۹ الی ۱۰ صبح یکدیگر را قطع کرده که به معنی شرایط آسایش کامل رطوبتی-دمایی است. سپس در ساعات گرم روز دوباره منحنی‌ها از هم

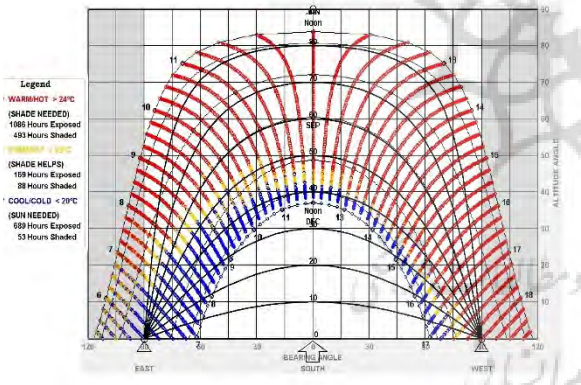
فاصله گرفته و بار دیگر در اواخر روز بین ساعت ۱۹ تا ۲۰ به یکدیگر نزدیک می‌شوند. در کل شرایط این ماه از شرایط آسایش حرارتی-رطوبتی فاصله چندانی ندارد.

برای ماه جون شرایط آسایش حرارتی-رطوبتی فقط در ساعات اوایل صبح (۸ تا ۹) و نیمه‌شب برقرار است. این حالت برای ماه جولای، سپتامبر و آگوست نیز مشهود است. در این ماه‌ها کاهش رطوبت کم‌تر از حد آسایش و افزایش دما بالاتر از شرایط آسایش، پدیده غالب است. برای ماه اکتبر حالت سینوسی نمودار حفظ شده اما محل تقاطع (محدوده آسایش) جابجا شده است به‌گونه‌ای که شرایط آسایش حرارتی-رطوبتی را می‌توان در ساعت قبل از ظهر (حدود ۱۱) و ۱۷ بعدازظهر مشاهده کرد که تشابه زیادی با ماه می‌دارد. برای ماه نوامبر نیز شرایط مشابه ماه آوریل تکرار شده است.

شکل۴، زوایای مربوط به ارتفاع و آزیموت خورشید را برای ماه‌های فصل زمستان و بهاردرهر ۱۵ دقیقه با نقاط رنگی نشان می دهد. نقاط زرد رنگ بیانگر شرایط آسایش است. برای ماه‌های دسامبر و ژانویه نقاط آبی کل ساعات روز را پوشش داده و بیانگر شرایط تنش سرمایی است. اما از اواخر ماه مارس از اولین ساعات بعدازظهر نقاط قرمز(تنش‌های گرمایی) ظاهر شده و تمام روزهای ماه آوریل و می را بخصوص در بعدازظهر در بر می‌گیرد. در شکل ۵، موقعیت مسیر ظاهری خورشید برای فصلهای تابستان وپاییز (۲۱ جون تا ۲۱ دسامبر) ترسیم شده است، بر این اساس ماهای جون، جولای، آگوست و سپتامبر نقاط قرمز تمام روزهای ماه را به خود اختصاص داده و شرایط دور از آسایش را نشان می‌دهد. به طور کلی ارزیابی مسیر ظاهری خورشید در شهر شیراز گویای شرایط آسایش حرارتی بیشتر، در دو فصل زمستان و بهار می‌باشد. لذا باید در طراحی و معماری اقلیمی این شهر در تابستان و پاییز جهت کاهش مصرف انرژی تدابیرلازم اندیشیده شود.



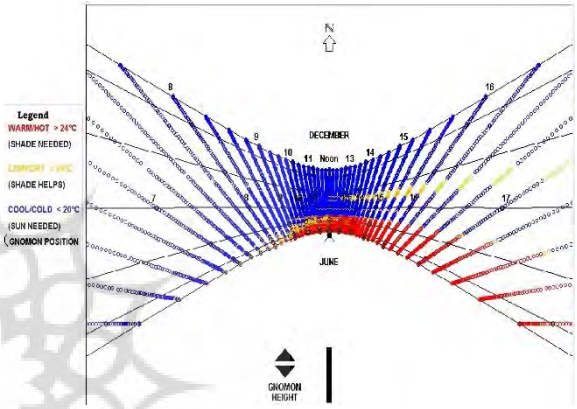
شکل ۴، شرایط حرارتی مبتنی برمسیر ظاهری خورشید (زمستان-بهار)



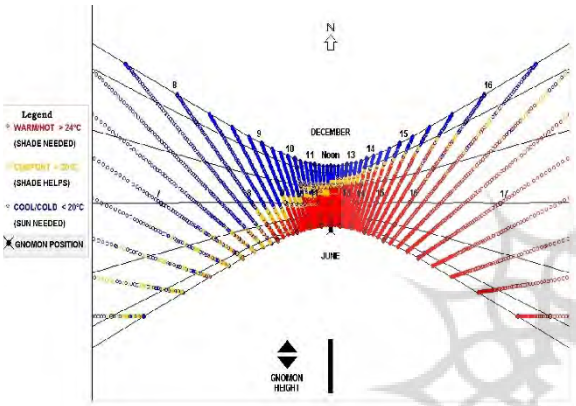
شکل ۵، شرایط حرارتی مبتنی برمسیر ظاهری خورشید (تابستان- پاییز)

نمودار سایه وضعیت تابش مستقیم خورشید و عملکرد پنجره‌ها را بررسی می‌کند همچنین بیان‌کننده زاویه ارتفاع و برینگ خورشید در هر عرض جغرافیایی است (Lechner, 2014). موقعیت ظاهری خورشید در آسمان از طریق گنومون قابل اندازه‌گیری است. به‌گونه‌ای که با حرکت خورشید در آسمان سایه هماهنگ با این حرکت جهت مشخص کردن زمان روز اندازه‌گیری می‌شود این ابزار یک ساعت تابستانی است که حرکت تدریجی سایه آن بر روی صفحه نشان‌گر مکان خورشید در آسمان و درنتیجه امکان سنجش دقیق‌تر زمان را فراهم می‌آورد. در شکل (۶ و ۷) موقعیت ساعت آفتابی گنومون و سایه ایجادشده از آن برای شهر شیراز مشاهده می‌شود. در این شکل‌ها که برای دو دوره

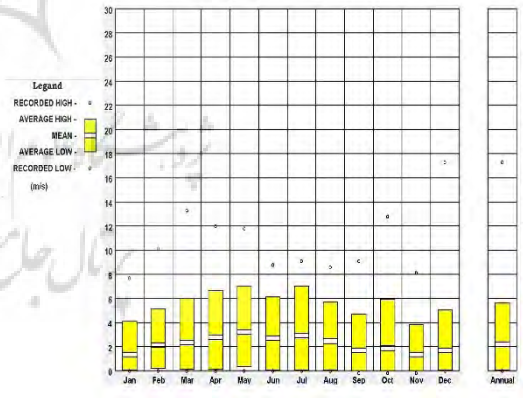
سرد و گرم سال ترسیم شده است نقاط با رنگ آبی ساعت‌های نیاز به تابش خورشیدی برای کاهش تنش‌های سرمایی را نشان می‌دهد درحالی‌که نقاط قرمز بیانگر ساعات تنش گرمایی و نیاز به سایه‌اندازی را مشخص می‌کند سایه ایجادشده در مسیر حرکت خورشید برای طراحی پنجره‌ها در ساختمان‌ها اهمیت دارد. حرکت خورشید در طی دوره زمستان به بهار بیانگر افزایش ساعت‌های با آسایش سرمایی و خنک که نیازمند دریافت تابش خورشید هست، است. در دوره تابستان به پاییز تعداد ساعات عدم آسایش گرمایی بیشتر شده است. از این نمودار جهت مدل‌سازی و شبیه‌سازی سایه در فصل تابستان و در مناطقی که ساعات آفتابی قابل توجه دارند، در ساختمان‌ها استفاده می‌شود. با توجه به موقعیت ظاهری خورشید همچنین می‌توان سایه ساختمان‌ها را برحسب زاویه سمت و فراز تعیین‌شده، از هر منظری ترسیم نمود. در آب‌وهوای گرم ممکن است سایه ایجادشده توسط چنین منابعی مفید باشد و در ساختمان‌های مجاور از بار گرمایی در طول روز بکاهد.



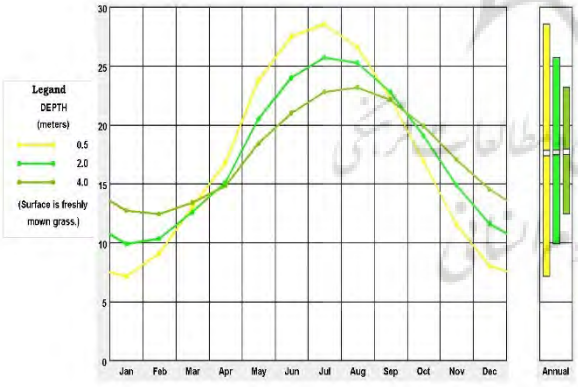
شکل۶، حرکت سایه- خورشید دوره(زمستان-بهار)



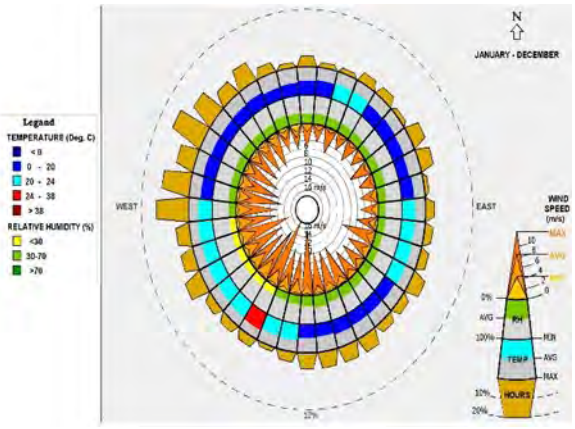
شکل ۷، حرکت سایه- خورشید دوره(تابستان-پاییز)



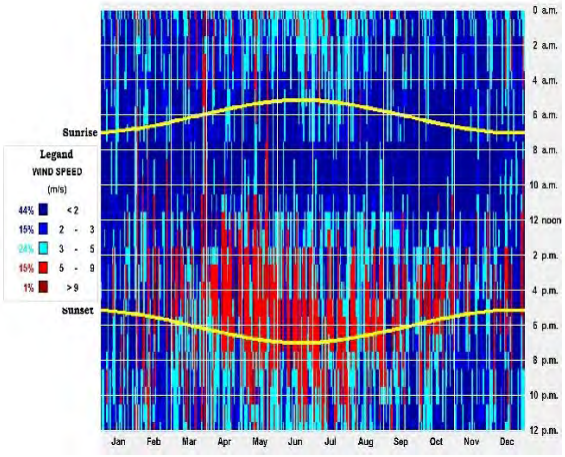
شکل۸، شرایط وزش باد



شکل ۹، شرایط حرارتی در اعماق مختلف زمین



شکل ۱۰میانگین دراز مدت ساعتی سرعت باد



شکل ۱۱،گلباد ترکیبی دراز مدت

سرعت جریان هوا به دو طریق بدن انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از یک‌سو مقدار تبادل حرارتی از طریق همرفت (جابه‌جایی هوا در اثر اختلاف دما) را مشخص می‌کند و از سوی دیگر، ظرفیت تبخیر در هوا و درنتیجه، میزان خنك شدن بدن از طریق تعریق را تعیین می‌نماید. تأثیر سرعت جریان هوا بر بدن از طریق تعیین ظرفیت تبخیر در هوا، به رطوبت آن بستگی دارد، زیرا افزایش سرعت هوا، ظرفیت تبخیرپذیری آن را افزایش و درنتیجه، تأثیر رطوبت بیش از حد هوا را کاهش می‌دهد. خروجی نرم‌افزار در شکل ۸ شرایط جریان باد برای شهر شیراز را نشان می‌دهد. آنچه مشخص است، این شهر در حوضه‌های بادخیز ایران قرار ندارد و میانگین سرعت باد دراز مدت (۲متر بر ثانیه) تأییدی بر این مطلب است. ماه می بالاترین میانگین سرعت باد و نوامبر پایین‌ترین میانگین را داشته است. سریع‌ترین باد ثبت‌شده نیز با سرعت۱۷متر بر ثانیه در ماه دسامبر بوده است.

شکل۹، خروجی مربوط به نتیجه محاسبات دمای خاک در اعماق مختلف را نشان می دهد. دمای خاک پارامتر مهمی در معماری وکاربری های شهری محسوب می شود چرا که پایه و زیرساخت هر بنایی در زمین قرار دارد و امروزه به علت محدودیت فضا، براهمیت معماری زیرزمینی بناها افزوده می‌شود.علاوه بر آن ازآنجا که با افزایش عمق درجه حرارت در دوره گرم سال کاهش ودر دوره سرد افزایش می یابد در مناطق گرم وخشک که از خشونت دمایی بالایی برخوردارند، با توسعه معماری زیر زمینی می توان تا حد قابل توجهی از تنش های حرارتی کاست وبه الگوهای بهینه تری از مصرف انرژی دست یافت.

جزئیات بیشتر درباره سرعت باد در مقیاس زمانی ساعتی برای ماههای مختلف سال در شکل ۱۰، آمده است. براین اساس تنها ۱۵ درصد ساعات سال، سرعت باد بین ۵تا۹متر برثانیه است و۴۴درصد ساعات در طول سال سرعت باد ناچیز وکمتر از ۲متر برثانیه است. در شکل (۱۱) یک گلباد ترکیبی وچند منظوره آمده است. این گلباد علاوه بر اطلاعات معمول هرگلباد (جهت وسرعت باد)اطلاعات جامعی درباره دما ورطبت هوا نیز در لحظه های ثبت باد ارائه می دهد. براین اساس در زمان وزش سریع ترین باد با سرعت حدود۱۷ متر برثانیه دما بین ۲۴تا۳۸ درجه ورطوبت نسبی کمتر از ۳۰ درصد بوده است. جهت وزش این باد جنوب غرب است. اطلاعات این نمودارها می تواند در طرح‌های مبتنی بر جریان هوا به عنوان یک ابزار تهویه غیر فعال بدون مصرف انرژی در راستای کاهش تنش‌های حرارتی کاربرد داشته باشد.

۴،۱ نمودار زیست-اقلیمی سایکرومتریک

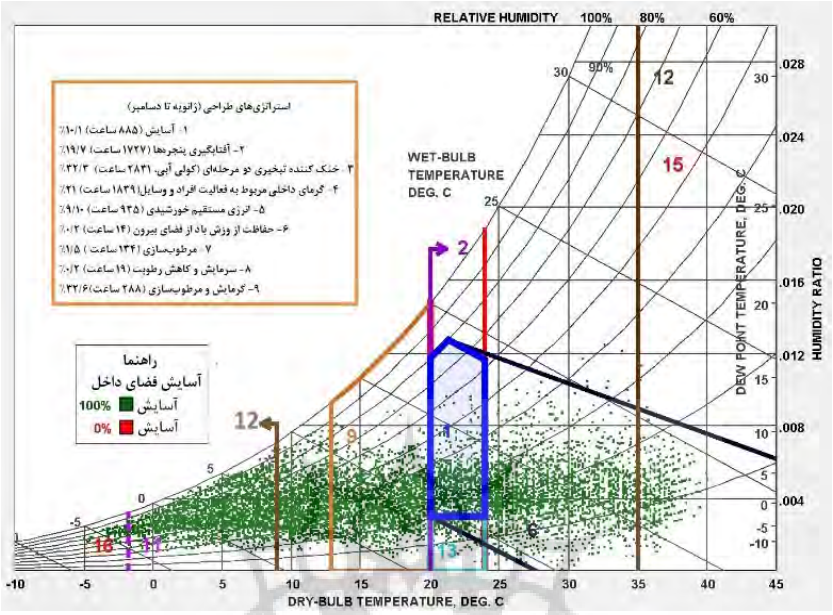
در این نمودار هر نقطه نشان‌دهنده وضعیت دمایی و رطوبتی هر یک از ۸۷۶۰ ساعت سال است ودرآن محدوده‌های مربوط به ۱۴ استراتژی طراحی، مشخص شده است که کل ساعت یکسال را پوشش می‌دهد. به این نمودار محدوده مربوط به جریان هوای غیرطبیعی نیز اضافه شده است چرا که این امر یک استراتژی مهم جهت خنک کردن محیط محسوب می‌شود. بخصوص هنگامی که سرعت باد پایین است یا طراحی شهری و ساختمان‌های مرتفع امکان استفاده از باد را بصورت طبیعی فراهم نمی‌کند. لذا تهویه با نیروی فن به لحاظ ضریب عملکرد قابل توجه باید به عنوان یک استراتژی خنک کننده غیرفعال در نظر گرفته شود. این سیستم اگرچه از انرژی الکتریسیته برای چرخش فن استفاده می‌کند اما انرژی مصرفی آن در مقایسه با انرژی مصرفی سیستم خنک کننده تهویه مطبوع، چندین برابر بهینه‌تر است. برای درک بهتر این مطلب باید عنوان کرد که بر اساس استاندارد آشرا ۵۵، با سرعت بادی معادل ۱۶۰ فوت، دمای موثری که احساس می‌شود ۴/۵ درجه فارنهایت سردتر خواهد بود از دمایی که دماسنج نشان می‌دهد. این مقدار از جریان هوا فقط به اندازه‌ای است که به زحمت می‌تواند یک تکه کاغذ را بلرزاند. پس مشخص می‌شود جریان هوا(هرچند ضعیف)می‌تواند نقش مهمی در گسترش محدوده آسایش داشته باشد.

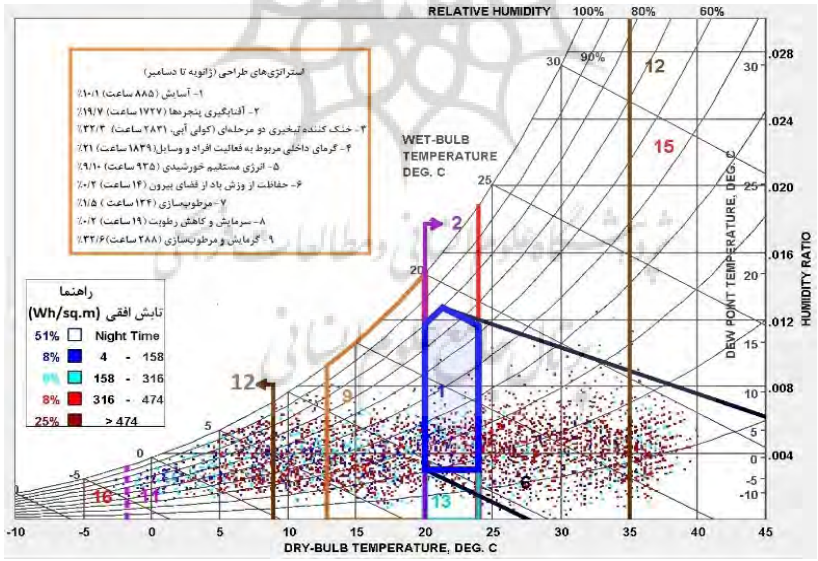
بر اساس نمودار سایکرومتری (شکل، ۱۲) طراحی شده برای شهر شیراز تنها ۱۰/۱ درصد از ساعات سال در شرایط آسایش کامل قرار دارندورسیدن به شرایط آسایش در دیگر ساعات و ایام سال نیازمند استفاده از استراتژهای متفاوتی است که در ادامه چند مورد ازمهم ترین آن‌ها تشریح می‌شوند؛

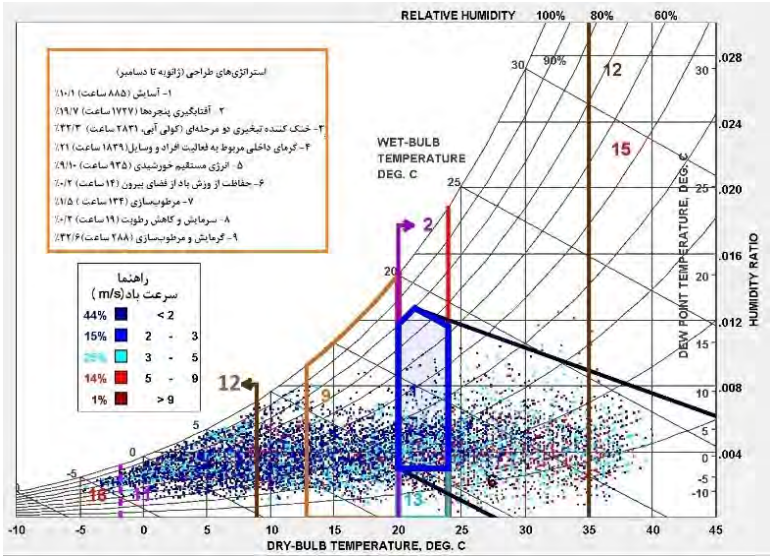
جلوگیری از تابش مستقیم خورشید و سایه‌اندازی با موانعی چون پرده، کرکره، شیشه مات و غیره از مهم‌ترین استراتژی‌های خنک‌کننده و درعین‌حال کم‌هزینه است که ۱۷۲۷ ساعت معادل ۱۹/۷ درصد را به خود اختصاص داده است. استراتژی خنک‌کننده دیگر استفاده از کولر تبخیری دومرحله‌ای(کولرآبی) است که ۳۲/۳ درصد از ساعات کل سال به فعالیت این سیستم خنک‌کننده نیاز است و ۲۸۳۱ ساعت را به خود اختصاص داده است. شرایط وزش باد در منطقه مورد مطالعه(شیراز) به‌گونه‌ای نبوده است که بتواند سهم قابل‌توجهی در خنک‌کنندگی فضای داخلی از طریق تهویه طبیعی ایفا نماید. درزمینهٔ استراتژی‌های گرمایش در فصل سرد سال بیشترین سهم مربوط به گرمایش همراه با فرایند مرطوب‌سازی است. ۳۲/۶ درصد از ساعات در طول سال برای ایجاد شرایط آسایش نیاز به سیستم‌های گرمایش دارد. البته تزریق رطوبت نیز هم‌زمان باید انجام گیرد، زیرا در این فصل هوای فضای داخلی ساختمان‌ها معمولاً رطوبت ناچیزی دارد. مرطوب‌سازی[1] فرایندی است که طی آن بخارآب در دمایی بالاتر از دمای هوا به جریان هوا اسپری می‌شود.ذرات رطوبت جذب هوا شده و ضمن افزایش رطوبت، دمای کلی هوا را نیز افزایش می‌دهد. بار گرمای داخلی (Internalheat Gain) برای ساختمان‌های مسکونی ۱۸۳۹ ساعت را شامل می‌شود. . این گرما اگرچه در فصل سرد می‌تواند به گرمایش محیط کمک کند اما در دوره گرم سال بار خنک‌کننده مضاعفی را به سیستم سرمایشی ساختمان تحمیل می‌کند. سه منبع اصلی برای بار گرمایی داخلی وجود دارد که شامل متابولیسم بدن افراد، سیستم‌های روشنایی و تجهیزات بخصوص تجهیزات پخت‌وپز است که گرمای محسوس و گرمای نهان تبخیر از طریق این منابع به فضای داخلی تزریق می‌شود. سیستم‌های گرمایشی، سرمایشی وتهویه مطبوع ساختمان یکی از مهم‌ترین بخش‌های مصرف انرژی جهان است.

[1] Humidifiction

آمار نشان می‌دهد ۳۰ تا ۴۰ درصد انرژی جهان در بخش ساختمان مصرف می‌شود که بیش از نیمی از آن در این سیستم‌ها مصرف می‌شود.





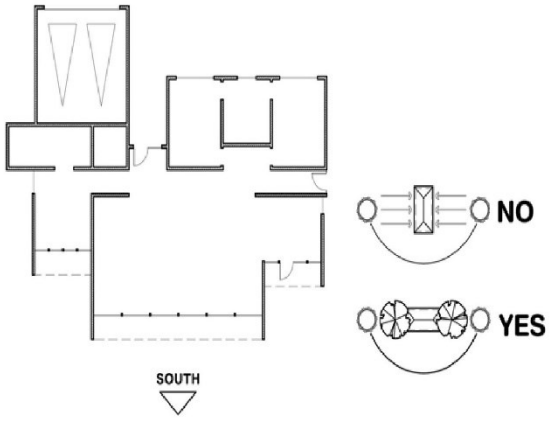


شکل۱۲، نمودار بیوکلیماتیک شیراز

تابش مستقیم خورشید ارزان‌ترین و آسان‌ترین راه برای استفاده از انرژی خورشیدی در ساختمان است. به‌این‌ترتیب که پنجره‌های جنوبی معمولاً نقش دریافت‌کننده مستقیم انرژی برای فضای داخلی و وسایل را فراهم می‌کند. دیوارها و کف به‌عنوان توده اصلی ساختمان در ذخیره انرژی نقش ایفا می‌کند براساس تحلیل شرایط آب‌وهوایی شهر شیراز در خروجی نرم‌افزار در مدل بیوکلیمایی ضخامت ایدئال برای توده دیوارها ۴ تا ۵ اینچ پیشنهاد شده است. بهترین مواد و مصالح پیشنهادی برای کف و دیوارها(آجر، بتن و سنگ) است و بهتر است توده دیوار داخلی بیشتر و متراکم‌تر از دیوار خارجی باشد. دیوارهای خارجی به‌خوبی عایق‌بندی شوند و برای پنجره‌های بزرگ در هنگام شب از مانع‌های کرکره، پرده و غیره استفاده شود تا خروج انرژی کاهش یابد.

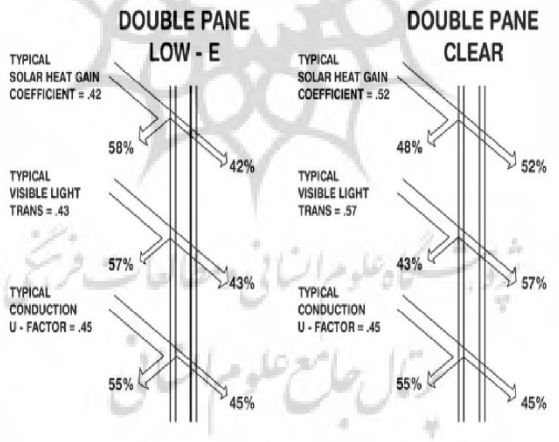
۴،۲ استراتژی‌ها (راهبردهای) پیشنهادی

در گام بعدی براساس خروجی‌های ابزار مشاور آب‌وهوایی مؤثرترین و مهم‌ترین استراتژی‌ها (راهبردهای) پیشنهادی جهت طراحی معماری همساز با اقلیم برای شهر شیراز ارائه و تشریح می‌شوند



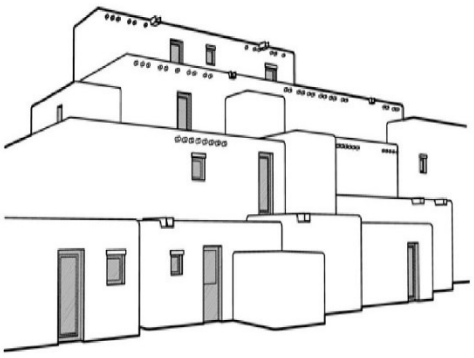
راهبرد۱: جهت‌گیری بازشوها

برای استفاده بیشتر از انرژی خورشیدی باید تا حد امکان پنجره‌ها به سمت جنوب طراحی شوند تا در فصل زمستان نور خورشید نفوذ بیشتری به داخل ساختمان داشته باشد ضمن اینکه برای کاهش اثر تابشی خورشید در دوره گرم سال استفاده از سایبان برای پنجره‌ها ضروریست.این راهبرد در عین موثر بودن یکی از ساده‌ترین و کم هزینه‌ترین تدابیر محسوب می‌شود که از گذشته درمعماری سنتی محدوده مورد مطالعه (شیراز)مد نظر بوده و عملیاتی شده است.



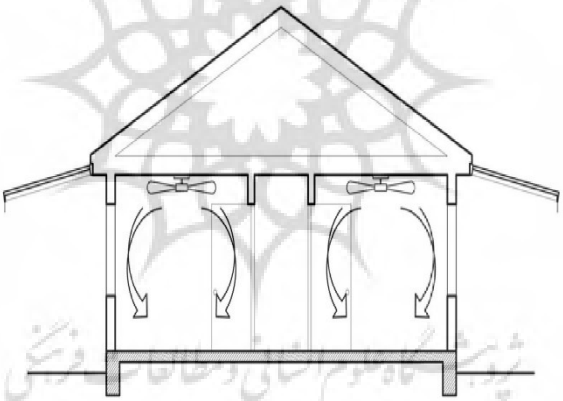
راهبرد۲: پوشش دوجداره

براساس نتایج حاصل از بررسی اقلیم شهر شیراز استفاده از پوشش‌های دوجداره در قسمت‌های غرب، شرق و شمال ساختمان پیشنهاد می‌شود. اما قسمت‌های جنوب به دلیل دریافت انرژی بیشتری از تابش خورشیدی نیازی به استفاده از پوشش‌های دوجداره نیست.



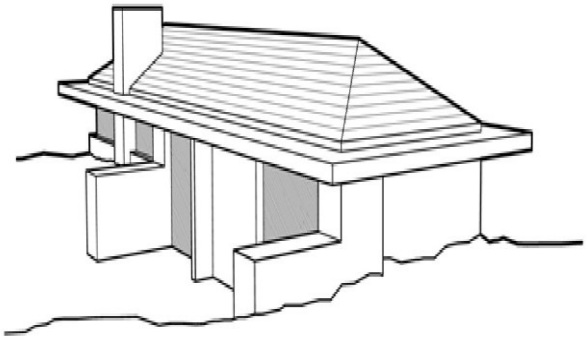
راهبرد۳: فضاهای خورشیدی یا گلخانه‌ای

در خانه‌های سنتی در مناطق با اقلیم گرم و خشک(در این پژوهش شهر شیراز) استفاده از ساختارهای انبوه با حفره‌های کوچک که عمل تهویه شبانه را انجام می‌دهند، بسیار مناسب است. این نوع طراحی برای اقامتگاه‌های با ظرفیت بالا و درعین‌حال دارای ساختار بومی همچون هتل‌ها وخانه های سنتی با تعداد اتاق زیاد به خوبی می‌تواند کارایی داشته باشد و کاربست آن در طراحی های فشرده شهری وآپارتمان، عملا ممکن نیست.



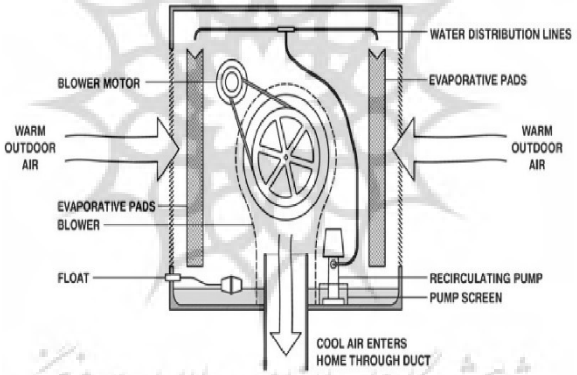
راهبرد۴: استفاده از سیستم‌های چرخشی

استفاده از پنکه های سقفی در فضاهای داخلی باعث می شود دمای داخلی به میزان ۵ درجه فارنهایت (۲٫۸ درجه سانتی گراد) و یا بیشتر کاهش یابد. پنکه‌ها برخلاف تجهیزات تهویه مطبوع، دمای هوا یا رطوبت نسبی را کاهش نمی‌دهند، اما با کمک به تبخیر عرق و افزایش تبادل گرما از طریق همرفت، یک اثر خنک کننده ایجاد می‌کنند.پنکه سقفی به طور مشخصا انرژی کمتری نسبت به سیستم تهویه مطبوع مصرف می‌کند وارزان تر است لذا استفاده از آن می تواند با اقبال قابل توجهی روبه رو شود.



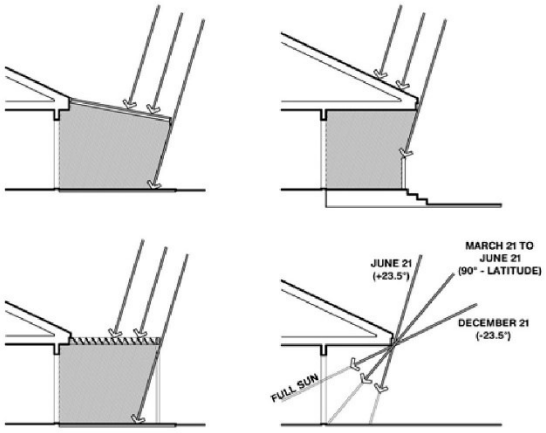
راهبرد۵: استفاده از زیرزمین

استفاده از زیرزمین‌ها باعث کاهش بار گرما در هوای گرم و بسیار گرم این منطقه می‌شود. زیرا دمای زمین در حدود دمای متوسط سالانه قرار دارد. زیرزمین‌ها بر اساس حجم و عمقشان خنکاي متفاوت دارند و هرچه قدر حجم وعمق آنها بیشتر باشد هواي خنک تر و پایدارتري دارند. کاربرد این استراتژی در بافت قدیمی شهر و خانه‌های ویلایی که از فضای کافی برخوردار باشند امکان‌پذیر است



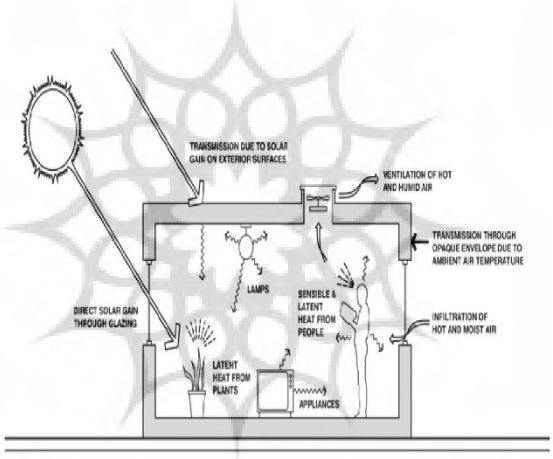
راهبرد۶: استفاده از کولر تبخیری(آبی)

با توجه به نتایج توصیه می‌شود جهت خنک‌سازی از کولرهای تبخیری(آبی) جهت ایجاد تهویه مطبوع در ساختمان استفاده شود. این سیستم با قیمت مناسب، بازده سرمایش بالا، هزینه نصب و راه اندازی بسیاراندک، مصرف برق پایین وتعمیر و نگهداری آسان می تواند یکی ازمحبوبترین تدابیر در منطقه مورد مطالعه باشد.



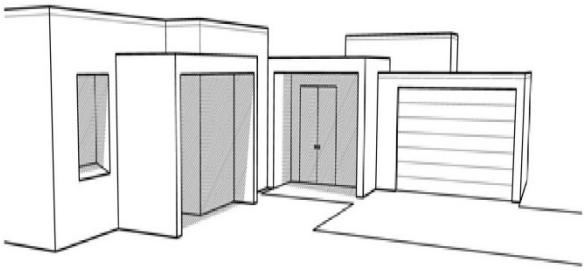
راهبرد۷: عدم استفاده از طاق‌نما و سایه‌بان

در عرض جغرافیایی شهر شیراز استفاده از طاق‌نما برای پنجره‌ها و سایه‌بان‌ها که اصولاً در تابستان استفاده می‌شود، ممکن است باعث ایجاد محدودیت در تهویه مطبوع هوا شود.



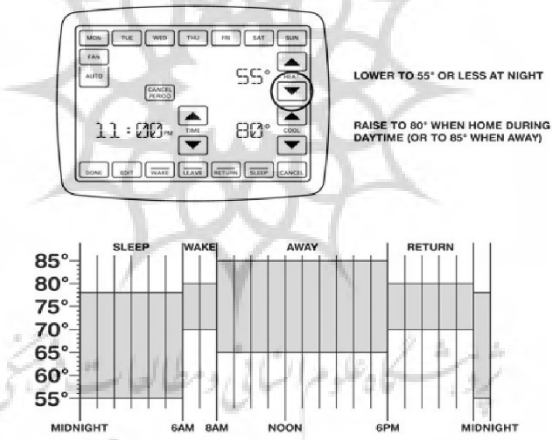
راهبرد۸: استفاده از خانه‌های کوچک و مقاوم جهت گرمایش

براساس نمودار بیوکلیماتیک در این اقلیم استفاده از گرمای حاصل از چراغ‌ها، تجهیزات و حتی گرمای بدن افراد در ساختمان به میزان قابل توجهی نیازهای گرمایشی را کاهش می‌دهد. شهرنشینی و زندگی شهری با آپارتمان نشینی گره خورده است. اکثریت جمعیت شهری در واحدهای آپارتمانی مستقر هستندو این نوع از طراحی معماری از فشردگی قابل توجهی برخوردار است که کاربست استراتژی فوق راممکن می‌سازد. باعایق‌بندی مناسب، تاحد قابل توجهی می‌توان از انرژی‌های با منبع تولیدی درداخل آپارتمان(چراغ ها، وسایل برقی، بدن افراد و....) به خوبی استفاده نمود.



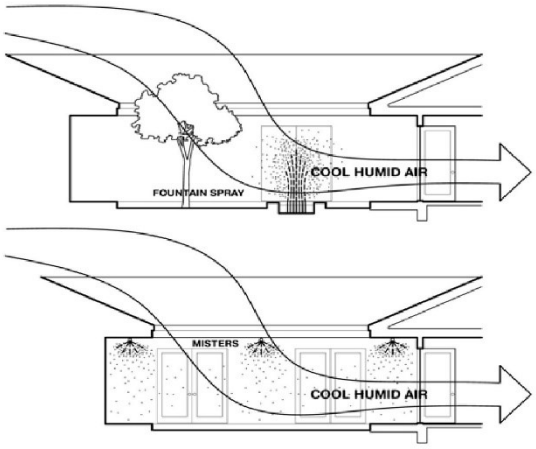
راهبرد۹: استفاده از لایه‌ای از سایبان‌های سقفی و بام‌های تخت

در آب و هوای گرم سقف‌های تخت و صاف به خوبی پاسخگو هستند به خصوص اگر این سقف‌ها دارای رنگ روشن باشند. این استراتژی می‌تواند فضاهای خارجی ساختمان‌های یک طبقه را از تابش شدید آفتاب محافظت کند. تقریبا در تمام مناطق خشک و نیمه خشک کشور، استفاده ازسقف‌های تخت ولایه ایزوگام براق با آلبدوی بالا، یک استراتژی بسیار معمول وپرطرفداردر راستای محدود کردن نفوذ انرژی گرمایی به فضای داخل محسوب می شود.



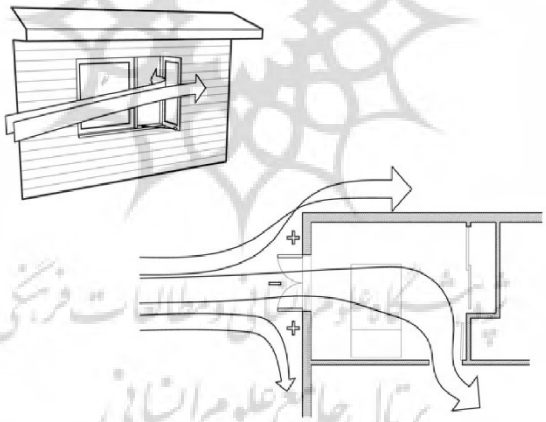
راهبرد۱۰: تشعشع خورشید را می توان برای تعیین زمان آسایش در خارج از بنا و برای تخمین پتانسیل گرمای خورشیدی مورد استفاده قرار داد.

در این اقلیم پایین‌ترین درجه حرارت آسایش درون ساختمان در شب اتفاق می‌افتد که مصرف انرژی گرمایی را کاهش می‌دهد. به‌گونه‌ای که دمای داخلی در شب تا ۱۳ درجه سانتی‌گراد(۵۵درجه فارنهایت) کاهش می‌یابد و در روز تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. با افزایش این مقدار در روز، شرایط آسایش از بین می‌رود. با باز گذاشتن پنجره‌ها در شب و امکان ورود هوای خنک تا حد قابل توجه می‌توان از بار گرمایی داخلی کاست این راهبرد در دوره گرم سال کاملاً عملیاتی وموثر است.



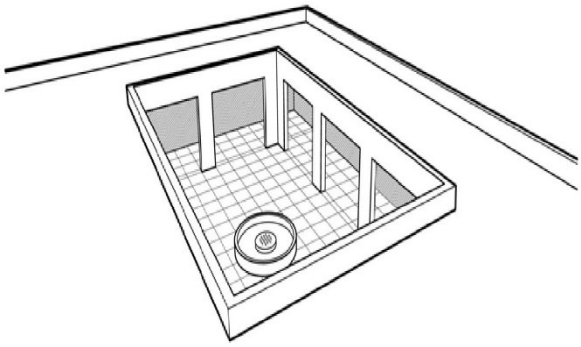
راهبرد۱۱: مرطوب ساختن ساختمان

قبل از ورود هوا به داخل ساختمان استفاده از مرطوب‌کننده‌های هوا از طریق، بستن فضاهای خروجی، کاربرد پرده، فواره‌های افشانه، سنگ‌فرش‌های مرطوب و برج‌های خنک کننده در اقلیم گرم شهر شیراز پیشنهاد می‌شود.البته که باید در نظر داشت عملیاتی کردن این راهبرد مستلزم دسترسی به منابع آبی قابل توجه است که با توجه به وضعیت کلی اقلیم ایران و البته محدوده مورد مطالعه(شهر شیراز) کمبود منابع آب مانع و محدودیت جدی در راستای اجرای این پیشنهاد محسوب می‌شود.



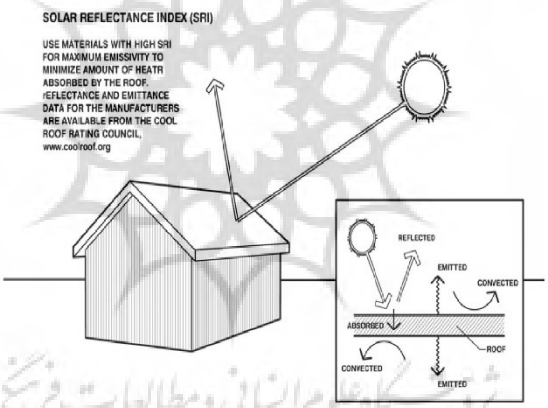
راهبرد۱۲: جهت‌گیری پنجره‌ها

براساس نتایج نشان داده شده که اگر پنجره‌ها به‌خوبی سایه‌اندازی شده باشند و در جهت باد غالب قرار گرفته شده باشند، تهویه طبیعی مطبوع می‌تواند نیاز به تأسیسات سرمایش را در آب‌وهوای گرم بکاهد و یا حتی از بین ببرد.



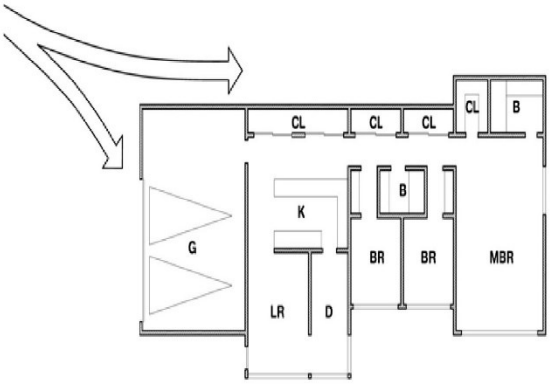
راهبرد۱۳: تهویه (سرمایش) و یا استفاده از حوضچه در حیاط ساختمان

در معماری خانه‌های سنتی همساز با اقلیم در مناطق خشک همراه با باد گرم، طراحی حیاط‌هایی که همواره سایه بوده و از حوضچه‌های مرکزی (هرچند کوچک) برخوردار باشند. شرایطی را فراهم می‌کند تا توسط جریان همرفتی، باد خنک از سمت آب‌نماها به فضای داخل بنا که دورتادور حیاط قرار دارد، وارد شود. ی و وضعیت منابع آب فعلی، حتی در بافت قدیم و بناهای ویلایی با محدودیت قابل توجه روبروست.



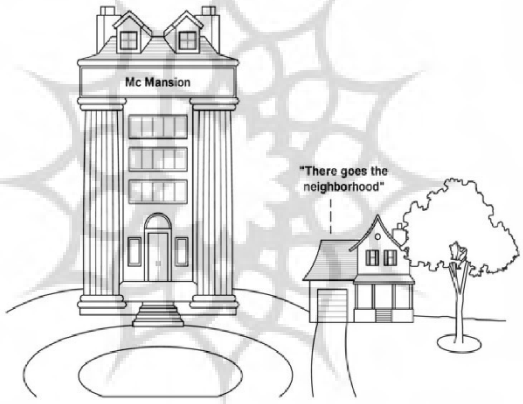
راهبرد۱۴: مصالح رنگ روشن(گرمایش)

استفاده از مصالح ساختمانی با رنگ روشن و میزان بازتابش بالا در بام بخصوص در مورد کلبه‌های تفریحی باعث به حداقل رساندن گرمای هدایت‌شده به فضای داخلی می‌شود.



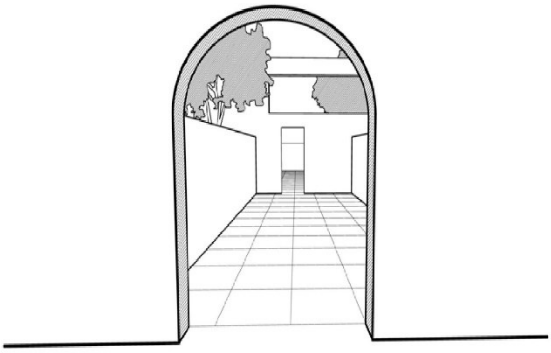
راهبرد۱۵: مکان گرینی انبارها و گاراژها

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده توصیه می‌شود در طراحی ساختمان‌ها در این اقلیم گاراژها و انبارها در کناره‌های ساختمان‌ها، که سردترین محل است، قرار گیرد تا به عایق‌بندی کمک کند.



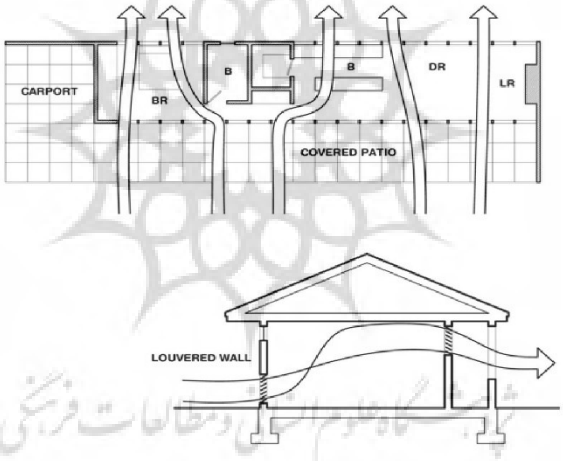
راهبرد۱۶: اندازه ساختمان‌ها

توصیه می‌شود اندازه ساختمان‌ها کوچک نگه داشته شود زیرا سطح طبقات بیش از حد گرم می‌شود و نیاز به سیستم‌های سرمایشی افزایش می‌یابد.



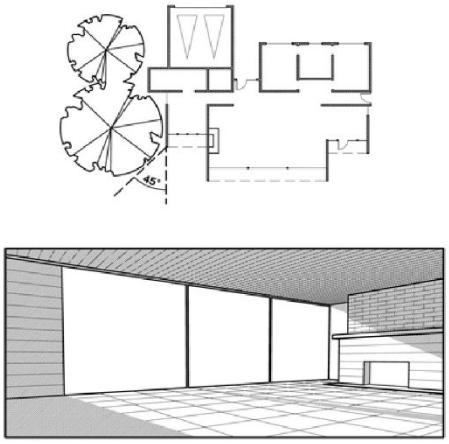
راهبرد۱۷: طراحی روشنایی غالب با ترسیم پوشش آسمان(استفاده از فضاهای باز در ساختمان)

با توجه به شرایط اقلیمی شهر شیراز توصیه می‌شود از فضاهای بیرونی که در برابر باد محافظت می‌کند و رو به آفتاب هستند در طراحی استفاده شود. این فضاها شامل سالن‌ها یا دالان‌های فصلی، بالکن‌های داخلی، حیاط‌های داخل محوطه و ایوان‌ها است. همچنین این فضاها تمام اجزای ساختمان را در برابر عوامل جوی مانند باران محافظت می‌کند.



راهبرد۱۸: تعیین موقعیت فضاهای داخلی جهت تهویه

از فضای داخلی طرح و درب‌ها برای ارتقای تهویه متقابل طبیعی استفاده شود همچنین برای حفظ حریم خصوصی می‌توان از طراحی کانال‌های پرش جریان هوا(همچون الگوی بالا)استفاده نمود.



راهبرد۱۹: جهت و ابعاد الگوهای متعادل برای طبقات برای یکپارچه‌سازی نیاز به نور، خورشید، و سایه(گرمایش، سرمایش و روشنایی)

سازمان‌دهی پلان طبقات به‌ویژه در طراحی بناهای طبقاتی در اقلیم گرم و خشک شیراز باید به‌گونه‌ای باشد که خورشید در زمستان توانایی نفوذ به فضاهای مورد استفاده روزانه را داشته باشد و این پلان‌ها با جهت‌گیری خورشید هماهنگ باشند.

۵ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

آب و هوا از مهمترین عوامل محیطی است که نقش موثری در طراحی اقلیمی ساختمان‌ها با کاربری های مختلف دارد. طراحی اقلیمی ساختمان روشی است که هدف آن کاستن از هزینه‌های گرمایش و سرمایش ساختمان و استفاده از انرژی‌های طبیعی محیط برای ایجاد آسایش در ساختمان‌هاست. نتایج این پژوهش نشان داد برای شهر شیراز ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر به طور کامل خارج از محدوده آسایش حرارتی قرار دارند. از نظر شرایط میانگین تنها ماه می در شرایط آسایش واقع شده و میانگین دمای ماه‌های سپتامبر و اکتبر نیز نزدیک به محدوده آسایش قرار دارند.نتایج پژوهش صفایی پور[1]وهمکاران(۲۰۱۳)، نیز اگرچه با اهداف اقلیم شناسی توریستی انجام گرفته است با این وجود شرایط آسایش اقلیمی شهر شیراز را محدود به فصل‌های پاییز وبویژه بهار دانسته است.

در کل، شهرشیراز ۱۰/۱ درصد از ساعات سال در شرایط آسایش کامل قرار دارد ورسیدن به شرایط آسایش در دیگر ساعات و ایام سال نیازمند استفاده از استراتژهای متفاوتی است. جلوگیری از تابش مستقیم خورشید و سایه‌اندازی با موانعی چون پرده، کرکره، شیشه مات و غیره از مهم‌ترین استراتژهای خنک‌کننده و در عین حال کم‌هزینه است که ۱۷۲۷ ساعت معادل ۱۹/۷ درصد را به خود اختصاص داده است. استراتژی خنک‌کننده دیگر استفاده از کولر تبخیری دو مرحله‌ای است که ۳۲/۳ درصد از ساعات کل سال به فعالیت این سیستم خنک‌کننده نیاز است. و ۲۸۳۱ ساعت را به خود اختصاص داده است. بار گرمای داخلی(Internal heat Gain) برای ساختمان‌های مسکونی ۱۸۳۹ ساعت معادل ۲۱درصد کل ساعات را شامل می‌شود. این گرما اگرچه در فصل سرد می‌تواند به گرمایش محیط کمک کند اما در دوره گرم سال بار خنک‌کننده مضاعفی را به سیستم سرمایشی ساختمان تحمیل می‌کند.

در آب و هوای گرم، سقف‌های تخت و صاف به خوبی پاسخگو هستند به خصوص اگر این سقف‌ها دارای رنگ روشن باشند. این استراتژی می‌تواند

[1] Safaeipur

فضاهای خارجی ساختمان‌های یک طبقه را از تابش شدید آفتاب محافظت کند.

در معماری خانه های سنتی همساز با اقلیم در مناطق خشک همراه با باد گرم، طراحی حیاط هایی که همواره سایه بوده واز حوضچه های مرکزی (هرچندکوچک) برخوردار باشند شرایطی را فراهم می‌کند تا توسط جریان همرفتی، باد خنک از سمت آب نماها به فضای داخل بنا که دورتا دور حیاط قرار دارد، وارد شود. راهبردهای فوق در پژوهش مغانی رحیمی[1] و پربار[2](۲۰۱۳)، با عنوان، اقلیم و معماری شهر شیراز(هرچند باروش کاملا توصیفی وغیر کمی) نیز مورد توجه وتاکید قرار گرفته است. درپژوهش مقبل(۱۴۰۱)نیز که با محوریت بهینه‌سازی مصرف انرژی در شهر شیراز انجام گرفته برای دوره سرد و گرم این شهر نیازهای سرمایشی و گرمایشی قابل توجهی برآورد شده است.

در نظر گرفتن تاثیر اقلیم در معماری که می‌تواند شامل توجه به نوع شکل‌گیری ساختمان‌ها کنار یکدیگر و چیدمان داخل خانه‌ها باشد، باعث می‌شود ساکنین بتوانند با کمترین امکانات، انرژی را در خانه‌های خود ذخیره کنند و از هدر رفت آن تا حد ممکن جلوگیری نمایند. باید توجه داشت روش‌ها و راهبردهایی که در یک منطقه به کار گرفته می‌شود وحتی از کارایی بسیار بالایی نیز برخوردار هستند تضمین بر این نیست که در محدوده جغرافیایی دیگر نیز از پاسخ گویی کافی برخوردار باشند. لذا در هر منطقه با توجه به شرایط و واقعیت‌های آب و هوایی آن، باید تمهیدات و راهبردهای ویژه‌ای ارائه گردند. ضمن اینکه باید در نظر داشت که راهبردهای ارائه شده در پژوهش حاضروپژوهش های مشابه بر اساس ورودی های کمی، توسط نرم افزار طراحی شده است و عملیاتی شدن آنها مستلزم بررسی شرایط فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی است که می تواند به عنوان یک پژوهش تکمیلی پیشنهاد گردد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[1] Maghani rahimi

2 Porbar

منابع

ASHRAE, 2005. ASHRAE Handbook-Fundamentals.Available on: www.ashrae.org.

California Energy Code. (2023). https://en.wikipedia.org/wiki/California_Energy_Code.

Cheng, V., Ng, E., Chan, C., & Givoni, B. (2012). Outdoor thermal comfort study in a sub-tropical climate: a longitudinal study based in Hong Kong. International journal ofbiometeorology.56(1):43-56.

doi:10.1007/s00484-010-0396-z.

Coch, H. (1998). Chapter 4- Bioclimatism in vernacular architecture. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2(1-2):67-87.

https://doi.org/10.1016/S1364-0321(98)00012-4

De Freitas, C.R. (2003). Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *Int J Biometeorol* 48, 45–54. doi:

10.1007/s00484-003-0177-z

DeKay, M,. Brown GZ. (2013). Sun, wind, and light: Architectural design strategies. Publisher, John Wiley. ISBN: 858-9751052107

Fanger, PO. (1970). Thermal comfort. analysis and applications in environmental engineering. Danish Technical Press, 1970.

Fars Province Management and Planning Organization, Deputy of Statistics and Information (2022). (In Persian)

Givoni, B. (1992). Comfort, climate analysis and building design guidelines. Energy and buildings.18(1):11-23.

https://doi.org/10.1016/0378-7788(92)90047-K

Hanan, M. Taleb. (2014). Using passive cooling strategies to improve thermal performance and reduce energy consumption of residential buildings in U.A.E. buildings. Frontiers of Architectural Research, 3(2), 154–165.

doi.org/10.1016/j.foar.2014.01.002

Kasmaei, M. (2004). Climate and Architecture, Tehran. Khak publications. (In Persian)

Lechner N. (2014). Heating, cooling, lighting: Sustainable design methods for architects: John Wiley & Sons, Hoboken, 23.

Management and Planning Organization of Fars Province (2016) , Fars, Department of Statistics and Budget.

Manzano-Agugliaro, F., Montoya, FG., Sabio-Ortega, A., García-Cruz, A. (2015). Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort. Renewable and Sustainable Energy Reviews.49:736-755.

doi: 10.1016/j.rser.2015.04.095

Moghani Rahimi, B., & Porbar, Z. (2013). The climate and architecture of Shiraz. Geographical information (Sephar). 22(87). (In Persian)

Moghbel, Maasomeh. (2022). Climate compatible architecture in Shiraz city with the aim of optimizing energy consumption. The 9th national

conference of modern studies and research in geography. (In Persian)

Mohammadnia Qaraei, S., & Javedani Khalifeh, N. (2003). Using climatic elements in the construction of settlements in cold and mountainous regions with the aim of saving and optimizing fuel consumption. Third conference on optimizing fuel consumption in buildings, Tehran. (In Persian)

Khosravi,Y. Balyani,S. Bayat,A. (2017). Time analysis of annual rainfall in Shiraz using time series analysis. Journal of Water Resources Engineering. 11(38). (In Persian)

Pourgholamhasan, E., Baaghideh, M., & Salmani Moghadam, M. (2015). The role of climate in the architecture of different urban contexts, a case study, Sabzevar city. Regional urban studies and researches, 7(26), 105-126. (In Persian)

Pourvahidi, P., Ozdeniz, MB. (2013). Bioclimatic analysis of Iranian climate for energy conservation in architecture. Scientific Research and Essays.8(1):6-16.

DOI:10.5897/SRE11.518

Qureshi Golugahi, SA. (2017). limiting parameters of energy consumption in architecture, the first international conference on the application of engineering sciences in the development and progress of Iran, Mashhad. (In Persian)

Roostaei, S., Khodakarmi, J. (2015). Investigating the effect of external canopy on the energy consumption of a residential apartment building in Bushehr region. First Annual Congress World and Energy Crisis. Shiraz. (In Persian)

Rupp, RF., & Ghisi, E. (2014). What is the most adequate method to assess thermal comfort in hybrid commercial buildings located in hot-humid summer climate Renewable and Sustainable Energy Reviews.29:449-62. doi:

10.1016/j.rser.2013.08.102

Sabouri,S., & Rahimi, L. (2017). Temporal analysis of climatic comfort of cities with the approach of reducing energy consumption, case study of Tehran, Tabriz, Isfahan, Shiraz, Yazd and Bandar Abbas. Quarterly Journal of Energy Planning and Policy Studies. 1396; 3 (1): 7-35. (In Persian)

Safaiepur,M., Shabankari, M.,& Taghavi,S. (2013). Bioclimatic indicators effective on the evaluation of human comfort (case study: Shiraz city). Geography and Environmental Planning, Vol 24, N 50. (In Persian)

Saleigeh, M. (2004). Modelling of Housing Construction in Accordance with Climatic Factors of Chabahar. Geography and Development, 2(4),147-170.

doi: 10.22111/GDIJ.2004.3889. (In Persian)

Turk, EE. (2010). Hypothermia. Forensic science, medicine, and pathology. 2010;6(2):106-15.

doi: 10.1007/s12024-010-9142-4

Www.energy.ca.gov

Www.designbuilder.co.uk/cahelp/Content/ViewEditEPWFiles.htm.