Journal of Safe City

Online ISSN: 2676-556X

Journal Homepage: www.ispdrc.ir

Research Paper

Evaluation of the orientation of central courtyards in residential buildings in hot and humid climates Iran from the point of view of energy consumption and thermal comfort of residents

Ali Zeynali Azim[a*], Ziba Abdollahvand [b], Mahdeieh Nikoofard [c]

[a]. * *Post-doctoral researcher in urban design, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Rajaee University of Education, Tehran, Iran.*

[b]. *Master of Geography and Urban Planning, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.*

[c]. *Master of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.*

https://doi.org/10.22034/ispdrc.2024.2029668.1103

ARTICLEINFO

Keywords:
Hot and humid climate,
Central courtyards,
Orientation,
Energy consumption,
Design Builder software,
Thermal comfort.

Received:
19 May 2024
Received in revised form:
24 May 2024
Accepted:
26 May 2024
pp. 1-14

EXTENDED ABSTRACT

What has been effective in saving energy consumption in the old structures of Iranian cities is the observance of climatic principles in traditional architecture and the use of local materials in the region. In Iran, more than 40% of energy consumption is related to residential buildings. On the other hand, studies in the field of climate solutions to reduce energy consumption in traditional Iranian buildings are limited, among the studies that have been conducted in this field, we can mention the article "Traditional Architecture Values of Semnan City in Optimizing Energy Consumption" written by Amir Hossein Salar, which describes the theoretical expression of architecture. Traditional has paid.

In today's architecture, it is tried to ensure that the building can meet the thermal needs of the residents with minimal energy consumption, according to its design patterns. Meanwhile, traditional and native buildings in different climates of Iran are very suitable examples for examining the design patterns used in them. In this regard, this article aims to investigate the role of the orientation of the central courtyards of traditional houses in the hot and humid climate of Iran, from the point of view of optimizing the building's energy consumption and also creating thermal comfort for the residents. Hormozgan province is one of the hot and humid regions of Iran. In general, the weather of this province is influenced by desert and semi-desert weather. The weather of the coastal strip is very hot and humid in summers, but the temperature in this area does not exceed 52 degrees Celsius.

The research process has been such that firstly, the site and the climate of the region, as well as the desired scenarios for the pattern of the central courtyards in the desired context, have been investigated and recognized. Then, with the help of simulation in Design Builder software, the orientation pattern

Funding
There is no funding support.

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

Conflict of Interest
Authors declared no conflict of interest.

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

of the central courtyards has been analyzed in line with the research objectives. Finally, the desired results are presented in terms of energy consumption and thermal comfort of users. In this regard, library studies, water and meteorological information and computer simulation with the help of Design Builder software have been used. Finally, the research results have shown; The use of the pattern of central courtyards in a rectangular shape with a width to length ratio of one half with an east-west orientation has been able to reduce energy consumption in the building by about 12%. Also, effective factors in thermal comfort such as; The air temperature and speed should set the radiation temperature acceptable at the threshold of the comfort of the users, and in a way, the conditions for creating the thermal comfort of the users in the space will be provided and the amount of energy consumption of the building will be reduced. Finally, it can be said that; The studies conducted show that there has not been much study on the influence of the orientation of central courtyards in residential buildings, especially in the hot and humid climate of Iran, using computer simulation. Also, the use of computer simulation to achieve more authentic and realistic results can be very useful; Therefore, in this article, the pattern of central courtyards in traditional houses in hot and humid climates has been investigated in terms of energy consumption and thermal comfort with the help of computer simulation and field studies to achieve the optimal pattern of central courtyards in this climate. The field studies conducted in the context of Dezful city show that in the traditional context of this climate, the pattern of the central courtyard has responded well to the needs of the residents. Therefore, this architectural element can be used well in new contexts and newly built houses, in order to meet the thermal needs of residents and reduce energy consumption costs. Therefore, this article seeks to investigate the orientation in the pattern of the central courtyards of this climate and provide the optimal pattern for the purposes of the research. For this reason, it seems that such a research is necessary and necessary. It also provided the conditions for achieving thermal comfort for the users to a large extent. In fact, it can be seen that by using traditional architectural elements and solutions in the body of today's buildings, it is possible to advance buildings in the direction of reducing energy consumption. Central courtyards in the heart of traditional buildings can be well used as one of these elements and solutions for the aforementioned goals and have an effective role in architecture.

Corresponding author (Email: al.zeynaly@gmail.com)

مجلــه شهــر ایمــن

شاپا الکترونیکی: 2676-556X

Journal Homepage: www.ispdrc.ir

مقاله پژوهشی

ارزیابی جهت‌گیری حیاط‌های مرکزی در ساختمان‌های مسکونی اقلیم گرم و مرطوب ایران از منظر مصرف انرژی و آسایش حرارتی ساکنین (شهر دزفول)

علی زینالی عظیم* – پژوهشگر پسا دکترای طراحی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران، ایران.

زیبا عبدالله‌وند – کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

مهدیه نیکو فرد – کارشناسی ارشد معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.

https://doi.org/10.22034/ispdrc.2024.2029668.1103

اطلاعات مقاله

واژگان کلیدی:
اقلیم گرم و مرطوب، حیاط‌های مرکزی، مصرف انرژی، آسایش حرارتی، شهر دزفول.

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۲/۳۰
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۳/۰۳/۰۴
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۳/۰۶
صص. ۱۴-۱

چکیده

در معماری عصر حاضر سعی بر این است که ساختمان بتواند با توجه به الگوهای طراحی خویش، نیازهای حرارتی ساکنین را با استفاده از حداقل مصرف انرژی تأمین نماید. در این میان بررسی حیاط‌های مرکزی در ساختمان‌های سنتی و بومی در اقلیم گرم و مرطوب در شهر دزفول نمونه بسیار مناسبی برای بررسی الگوهای طراحی بکارگرفته شده در آن‌ها می‌باشند. در این جهت، مقاله حاضر، باهدف بررسی نقش جهت‌گیری حیاط‌های مرکزی خانه‌های سنتی در اقلیم گرم و مرطوب ایران، از دیدگاه بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان و همچنین ایجاد آسایش حرارتی ساکنین شهر دزفول انجام شده است. در این راستا از مطالعات کتابخانه‌ای، اطلاعات آب و هواشناسی و شبیه‌سازی رایانه‌ای به کمک نرم‌افزار دیزاین بیلدر استفاده شده است. در نهایت نتایج تحقیق نشان داده است؛ استفاده از الگوی حیاط‌های مرکزی به شکل مستطیلی با هندسه نسبت عرض به طول یک دوم با جهت‌گیری شرقی غربی توانسته است تا حدود ۱۲ درصد در کاهش مصرف انرژی در ساختمان نقش داشته باشد. همچنین عوامل موثر در آسایش حرارتی همچون؛ دما و سرعت هوا، دمای تشعشعی را نیز به طور قابل قبولی در آستانه آسایش کاربران قرار دهد و به نوعی هم شرایط ایجاد آسایش حرارتی کاربران در فضا فراهم آید و هم میزان مصرف انرژی ساختمان کاهش یابد.

* نویسنده مسئول

رایانامه: al.zeynaly@gmail.com

مقدمه

آنچه در بافت‌های قدیمی شهرهای ایران در جهت صرفه‌جویی مصرف انرژی مؤثر واقع شده است، رعایت اصول اقلیمی در معماری سنتی و استفاده از مصالح بومی منطقه بوده است(محمدزاده و فرکیش، ۱۴۰۰).

ایران به لحاظ دسترسی به منابع انرژی از غنی‌ترین کشورها است، اما بهره‌برداری نامطلوب و هدر رفت انرژی هزینه‌های جبران‌ناپذیر را به کشور وارد می‌نماید (حیدری ارجلو و همکاران، ۱۴۰۱). بخش ساختمان یکی از بخش‌های اصلی مصرف‌کننده انرژی به شمار می‌آید بنابراین راهکارهای تقلیل پیامدهای زیست‌محیطی و مصرف منابع تجدید ناپذیر و بهره‌گیری از منابع تجدید پذیر مطرح است (*Guamán& Urquizo, 2023*). طراحی معماری به‌عنوان عنصر تأثیرگذار در مصرف انرژی با بحران‌هایی مواجه شده است که در بخش ساختمان جهت اصلاح الگوی مصرف شیوه‌های متفاوتی چون ۱- روش‌های فیزیکی و ساختاری ساختمان (افزایش مقاومت حرارتی پوسته ساختمان، هوابندی و...)؛ ۲- روش‌های مرتبط با فنّاوری‌های نوین (تأسیساتی)؛ ۳- اصلاح الگوی عملکرد رفتاری مصرفکنندگان انرژی؛ ۴- روش‌های معماری (متناسب با اقلیم و پارامترهای مناسب طراحی)؛ ارائه نموده است که از طراحی تا ساخت و بهره‌برداری مؤثر است (*Khalili& Amindeldar, 2014*). هرچند روش‌های ارائه‌شده فوق جهت کاهش مصرف انرژی، مطلوب بوده و باید از آن‌ها به‌صورت مناسب بهره گرفت ولی روش‌های معماری از بعدهای مختلف جهت شرایط اقتصادی و اجتماعی بهینه‌تر و قابلیت اجرایی شدن در آن‌ها بیشتر است. به‌این‌ترتیب تقلیل مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و حرکت به‌سوی مصرف انرژی‌هایی با کمترین آلاینده به‌خصوص انرژی خورشیدی ضرورت‌های اجتنابناپذیر هستند که‌طبیعتا نیازمند ارائه الگو و راهکارهایی جهت تقلیل انرژی و تغییر نوع انرژی مصرفی در جهت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر هستند. در معماری سرزمین‌های دارای تجربه تاریخی و اصیل، مباحث فراوانی در حوزه ساختمانسازی توسط معماران به‌ویژه اقلیم گرم و مرطوب به کار گرفته می‌شد که نوع معماری ساختمان در فرایند طراحی آن بتواند انرژی‌های مورد نیاز خود را آگاهانه مدیریت نماید. (*Tayari& Nikpour, 2022*) مبحث نیاز و تأمین انرژی در چگونگی کیفیت طراحی و ساخت ساختمان در مصرف و بهره‌گیری از انرژی تجدیدپذیر به‌ویژه انرژی خورشیدی از مسائل مطرح و حائز اهمیت است. ایران با توجه به موقعیت قرارگیری بر روی کمربند خورشیدی از مناطق مناسب، جهت بهره‌گیری از دریافت تابش نور خورشید بوده و می‌توان با تأثیرپذیری و لحاظ فنّاوری نوین و توجه به رویکردهای متفاوت در انرژی، بهره‌گیری از مشخصات اقلیمی و ویژگی‌های عناصر سنتی جهت افزایش عملکرد آسایش حرارتی ساختمان بهره برد (*Behzadi Forough et al, 2022*). در معماری سنتی جهت فراهم نمودن شرایط آسایش در محوطه‌های شهری و درون ساختمان‌ها استفاده بهینه از عوامل اقلیمی همیشه مسئله اساسی و مهم طراحی و اجرا و بهره‌برداری بوده است که فاکتورهای محیطی، جهت تابش خورشید، جهت باد، درجه حرارت و دسترسی به آب و گیاهان و زمین و پارامترهای طراحی، فرم، جهت‌گیری، خصوصیات فیزیکی مصالح در پوسته‌های خارجی و غیره همیشه نقش تعیین‌کننده در کیفیت و عملکرد در بنا را داشته است و در مقایسه با غالب ساختمان‌های امروزی، در ستیز با محیط طبیعی نبودند، بلکه با بهره‌گیری مناسب از این شرایط، در یک سازگاری و هماهنگی و بهره‌برداری منطقی و مدبرانه در درون طبیعت واقع‌شده بودند (قبادیان، ۱۳۹۲، ۳۵).

در گذر زمان پدیده‌هایی چون نفوذ معماری مدرن، سیاست‌های استعماری، عدم مدیریت لازم، افزایش جمعیت و به‌تبع آن افزایش ساخت‌وساز، باعث افزایش مشکلات زیست‌محیطی و مصرف انرژی‌های فسیلی گردیده است که در تضاد کامل با ارزش‌های معماری سنتی دارای الگوهای مناسب، جهت بهره‌برداری از انرژی خورشیدی هستند که در آن‌ها سعی شده، شاخص اقلیمی، مبنا و به‌عنوان مهم‌ترین شاخص در طراحی و بهره‌گیری از انرژی خورشیدی قرار گیرد تا با کمترین هزینه، تهویه، سرمایش، گرمایش و روشنایی طبیعی تأمین گردد. بررسی‌ها حاکی از آن است که اکثر ساختمان‌های سنتی در شرایط غیرفعال نسبت به ساختمان‌های معاصر، مصرف انرژی کمتری دارند. بنابراین در مقاله حاضر الگوی حیاط‌های مرکزی در خانه‌های سنتی اقلیم گرم و مرطوب، از نظر چگونگی مصرف انرژی و آسایش حرارتی با کمک شبیه سازی رایانه‌ای و مطالعات میدانی برای دستیابی به الگوی بهینه حیاط‌های مرکزی در این اقلیم موردتحقیق قرار گرفته است. مطالعات میدانی انجام شده در بافت شهرستان دزفول گویای این نکته است که در بافت سنتی این اقلیم الگوی حیاط مرکزی به خوبی نیازهای ساکنین را پاسخگو بوده است. بنابراین این عنصر معماری می‌تواند به خوبی در بافت جدید و خانه‌های تازه ساز، در جهت رفع نیازهای حرارتی ساکنین و کاهش هزینه‌های مصرف انرژی بکارگرفته شود. بنابراین این مقاله در پی آن است که به بررسی جهت‌گیری در الگوی حیاط‌های مرکزی این اقلیم بپردازد و الگوی بهینه را در جهت اهداف تحقیق ارائه دهد. از این جهت به نظر می‌رسد که انجام چنین پژوهشی لازم و ضروری می‌باشد.

پیشینه تحقیق

اولسون و چن (۲۰۰۳) در زمینه انجام بهینه‌سازی انرژی در جهت پایداری و ساختمان‌های سبز اقلیمی تحقیقاتی صورت داده‌اند که برسیستم ساختمان‌ها از نظر بیشینه کارایی انرژی، پایداری و هوشمندی، کیفیت محیط داخل، کنترل انرژی، غلبه بر بحران انرژی و تغییرات انرژی تأثیرگذار می‌باشند(*Olsen & Chen, 2003*). همچنین لی و همکاران (۲۰۱۶)، مقاله‌ای نیز در سال ۲۰۱۶ در زمینه کارایی انرژی و آسایش حرارتی در ساختمان‌های مسکونی به پژوهش پرداخته است(*Lei et al, 2016*).

از جمله مطالعات صورت گرفته دیگر نیز می‌توان به مقاله مارین در سال ۲۰۱۷ اشاره کرد که در زمینه تاثیر جهت‌گیری ساختمان‌ها در مصرف انرژی در آن به بررسی پرداخته است(*Marin, 2017*). در مقاله‌ای دیگر نیز توسط یداللهی و همکارانش در سال ۲۰۱۷ به بررسی تاثیر جهت‌گیری بر رفتار حرارتی ساکنین از نظر سازه ساختمان پرداخته شده است(*Yadollahi et al, 2017*). همچنین مقاله‌ای در زمینه تاثیر جهت‌گیری در بهینه سازی مصرف انرژی ساختمان‌ها با کمک سیستم مدل سازی ساختمان توسط آباندا و بیرز در سال ۲۰۱۶ نیز به عنوان مقاله پایه و بیس در زمینه مورد نظر تحقیق مورد استفاده قرار داده شده است که در بسط چهارچوب و اصول اولیه و کلی تحقیق حاضر بکار گرفته شده است (*Abanda & Byers, 2016*).

در مقالات دیگری نیز به بحث در زمینه جهت‌گیری ساختمان‌ها و کاهش مصرف انرژی پرداخته شده است که تنها به اشاره‌ای از آن‌ها اکتفا شده است (*Astea, et al, 2017, Tibermacinea& Zemmouri, 2017, Valladares-Rendón et al, 2016*).

در نهایت می‌توان گفت، که مطالعات صورت گرفته بیانگر آن است که هنوز در زمینه تاثیر جهت‌گیری حیاط‌های مرکزی در ساختمان‌های مسکونی به ویژه در اقلیم گرم و مرطوب ایران با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای مطالعه چندانی صورت نگرفته است. همچنین استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای برای دست‌یابی به نتایج معتبر و واقعی‌تر می‌تواند بسیار مفید واقع گردد.

مبانی نظری

ملاحظات کالبدی تأثیرگذار بر اقلیم گرم و مرطوب

مطالعات مختلف نشان می‌دهد که ساختمان‌های تاریخی نسبت به ساختمان‌های جدید با مصرف انرژی کمتر، شرایط آسایش بهتری را ایجاد می‌کردند. اگرچه عوامل متعددی بر ارزیابی وضعیت آسایشی ناشی از اقلیم در خانه‌های تاریخی مؤثرند؛ با این وجود طراحی نامناسب در کالبد و مشخصات فیزیکی می‌تواند تا حدود ۲/۵ برابر مصرف معمول انرژی را افزایش دهد. در واقع توجه به اصول اقلیمی در سامان‌دهی کالبد، اصلی مهم و غیرقابل انکار در جلوگیری از اتلاف حرارتی است که امروزه نادیده گرفته شده است. بر این اساس در اقلیم‌های با شرایط آب و هوایی حاد همچون اقلیم‌های گرم که گرما در آن وضعیت بحرانی تلقی می‌شود، در کنار سایر ملاحظات، توجه به جهت‌گیری کلی برای جلوگیری از تابش آفتاب و مشخصات کالبدی بر اساس وضعیت بحرانی منطقه، نقش بسیار مهمی را در تأمین آسایش ساکنین و کاهش دما دارد (حیاتی و خمیسی، ۱۴۰۲).

حیاط مرکزی

جای گرفتن فضاهای ساخته شده در پیرامون حیاط و به ویژه در حیاط خانه‌های بزرگ و بسته شدن این گونه حیاط‌ها در چهار سمت با اتاق‌ها یا دست کم با دیوار، سبب نام گرفتن آن‌ها به حیاط مرکزی شده است در متون کهن آن درمیان سرا خوانده‌اند (صراف زاده و همکاران، ۱۴۰۰).

بورکهارت در کتاب خود حیاط را از مظاهر خانه‌های مسلمان دانسته است و چنین گفته است: خانه‌های مسلمان از حیاط‌های درون خویش روشنایی و هوا می‌گیرند، نه از خیابان، هرگاه به نقشه شهر اسلامی بنگرید می‌بینید که در کنار خیابان‌های عمده سراسری رشته بن‌بست‌ها و کوچه‌های پیچاپیچ قرار گرفته‌اند که راه آمد و شد خانه‌های انبوه و پرشماری هستند. حیاط در فرهنگ دهخدا به معنی محوطه و هر جای دیواربست و سرای خانه آمده است. واژه‌های دیگری مثل ساحت، صحن، میانسرا، صحن‌سرا نیز به همین معنی است. از حیاط در خانه‌های ایرانی به شکل‌های مختلف استفاده شده است. بعضی از این موارد به اختصار چنین است:

- حیاط به نشانه حریم تملک حیاط، وحدت دهنده چند عنصر خانه حیاط، ارتباط دهنده چند فضا.
- حیاط، برای ایجاد محیطی سرسبز و با نشاط حیاط، به عنوان یک هواکش مصنوعی برای گذر جریان بادهای مناسب.
- حیاط، عنصری مهم در جهت سازماندهی فضاهای مختلف حیاط، به عنوان حریمی امن و آرام برای آسایش خانوده (معماریان، ۱۳۸۶).

تاثیر اقلیم بر حیاط مرکزی

یکی از ویژگی‌های معماری ایرانی تطبیق شیوه‌های زندگی با شرایط اقلیمی می‌باشد. در بررسی و مطالعه معماری سنتی اقلیم گرم و خشک، تیپولوژی، فرم حیاط و نحوه قرارگیری فضاها و عناصر موجود در حیاط مرکزی بر اساس اقلیم استوار

گشته است.

تناسبات

فرم‌های حیاط مرکزی کم ارتفاع، انرژی خورشیدی بیشتر جذب می‌کنند و سایه کمتری در آن ایجاد می‌شود. همچنین درصد افزایش انرژی مورد نیاز در فرم حیاط مرکزی کم ارتفاع بیشتر خواهد بود. در واقع با توجه به تصویر انرژی کل مورد نیاز ساینه با افزایش نسبت طول به عرض آن در حیاط مرکزی افزایش می‌یابد و تاثیر مساحت بخش سایه دار روی افزایش تقاضای انرژی اندکی کاهش می‌یابد، هنگامی که تناسبات حیاط مرکزی به مربع نزدیک می‌شود. در ضمن فرم‌های مرتفع‌تر و کشیده‌تر برای کاهش بار سرمایی مناسب‌تر هستند (مسعودی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۷).

ویژگی‌های حیاط مرکزی، تالار تابستان‌نشین و اتاق‌ها در رابطه با سایر فضاها

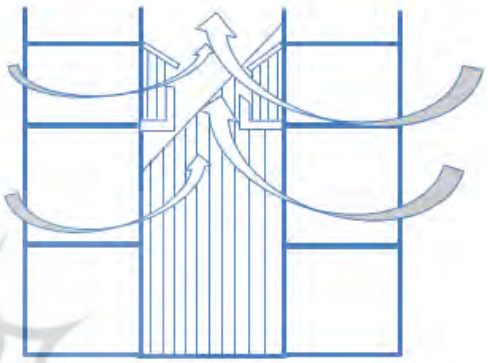
در معماری سنتی با توجه به ویژگی‌های هر منطقه از ترفندهای مؤثر بر اقلیم آن بهره برده‌اند. بدین ترتیب که در اقلیم گرم، علاوه بر ملاحظات مربوط به جهت‌گیری بهینه برای ممانعت حداکثری از تابش خورشید، عوامل کالبدی دیگری نیز حائز اهمیت هستند. این عوامل شامل: مساحت، کاهش سطوح شیشه‌خور، مساحت نما، تناسبات حیاط مرکزی و اتاق‌ها و ... است که از مشخصات فیزیکی تأثیر گرفته از شرایط اقلیمی هستند. در واقع ابعاد و تناسبات فضایی در فضاهای داخلی و حیاط مرکزی تأثیر زیادی بر همسازی ساختمان با شرایط اقلیمی و تعدیل در انتقال شرایط هوای بحرانی خارج به فضای داخلی دارد که این ابعاد با توجه به شرایط اقلیمی متفاوت‌اند. از مشخصات کالبدی تأثیرگذار بر اقلیم گرم می‌توان به جزئیات کالبدی زیر بر اساس ویژگی‌های بومی آن اشاره کرد:

- جهت‌گیری کلی بنا در اقلیم گرم برای شرایط بهینه در شمال جغرافیایی می‌تواند از سمت شمال غربی تا شمال شرقی باشد. با این وجود در هر منطقه شرایط متمایزی درباره نحوه استقرار با توجه به متغیرهای محیطی نظیر تابش آفتاب، وزش باد، میزان بارش وغیره برقرار است.
- نما و جداره‌های جانبی ساختمان در کنار تعیین ظاهر بیرونی، در میزان ابعاد و اندازه سطوحشان بر آسایش و راحتی فضاهای داخلی مؤثر هستند. از این رو، باید به این موارد، به عنوان افزایش‌دهنده مصرف انرژی توجه کافی شود (عوضعلی‌پور حقیقت پرست، ۱۳۹۸).
- در اقلیم گرم، افزایش سطوح نورگذر جنوبی سبب عملکرد حرارتی بیشتر و جذب انرژی تابشی بالاتری می‌شود که باید این مورد در نظر گرفته شود و به خوبی کنترل شود؛ ولی در سایر جبهه‌های این اقلیم سطوح نورگذر نسبت به ویژگی‌های هر منطقه تعیین می‌گردد.
- حیاط مرکزی با محوریت سازمان دهی سایر فضاهای خانه، با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه بخش‌های مختلف خانه را به هم مرتبط می‌کند. در واقع اندازه، تناسبات و جهت‌گیری حیاط مرکزی در اقلیم گرم با توجه به کاهش تابش نور خورشید، وزش باد و افزایش سایه‌اندازی در تابستان تعیین می‌شود (زارعی و میردهقان، ۱۳۹۵).

حیاط در اقلیم گرم و مرطوب

حیاط را می‌توان در اقلیم گرم و مرطوب به دو دسته هندسی و غیر هندسی تفکیک نمود. از مهم‌ترین ویژگی‌های الگوهای هندسی حیاط، محوربندی است. حیاط نقش سازمان‌دهنده را ایفا می‌نماید. هندسه بنا در این الگو با توجه به هندسه حیاط مشخص می‌گردد و هندسه زمین در ساختار فضایی خانه تأثیر زیادی ندارد. طرح‌های هندسی شامل دو الگوی عمده مربع و مستطیل غیر هندسی هستند. کشیدگی حیاط به‌صورت شمالی جنوبی و از اصلی‌ترین الگوهای حیاط در اقلیم گرم و مرطوب به شمار می‌روند و با ایجاد عمق، ضمن دریافت نور، شرایط بهینه آسایشی و حرارتی را برای ساکنین فراهم می‌آورند. ایوان با سازماندهی فضای مصنوع و بسته پیرامون خود، نقش مهمی را در ایجاد سلسله مراتب ایفا می‌نماید، به نوعی مقیاس کوچک حیاط به‌حساب می‌آید و اکثر عملکردهای آن را دارا است و حداقل در دو جبهه حیاط بروز می‌یابد البته ایوان تحت تاثیر وضعیت اقتصادی مالک نیز بوده است (خدابخشیان و سعیدنیا، ۱۴۰۱). بررسی خانه‌های اقلیم گرم و مرطوب نشان می‌دهد که فضاهای زیستی نیمه‌باز در وجوه شمال شرقی و غربی و جنوب غربی قرار دارند و فضاهای ارتباطی نیمه‌باز در میان فضاهای زیستی بسته و در چهارگوش حیاط مستقر هستند. برخی از این خانه‌ها در نزدیکی دریا، ایوان‌های وسیعی در ترازهای مختلف روبه سمت دریا دارند. در ترازهای بالاتر در چهار طرف حیاط فضاهای ارتباطی نیمه‌باز و باز دارند. ترکیب غالب فضاهای باز و نیمه‌باز در این خانه‌ها به این صورت است که فضاهای نیمه‌باز زیستی و ارتباطی بین فضاهای بسته و درعین‌حال فضاهای ارتباطی نیمه‌باز و باز در مقابل فضاهای نیمه‌باز و بسته قرار می‌گیرند (زینلیان و اخوت، ۱۳۹۶). برای رسیدن از حیاط تا اتاق باید از طریق فضاهای زیستی یا ارتباطی نیمه‌باز و باز عبور کرد. الگوهای اقلیمی و الگوهای فضاهای نیمه‌باز در

وجوه شمال شرقی، شمال غربی و جنوب غربی و روبه دریا و فضاهای ارتباطی نیمه‌باز در چهارگوشه حیاط مستقرند (تابان و همکاران، ۱۳۹۲). این ترکیب فضاهای نیمه‌باز، مانند سامانه تهویه غیرفعال، جریان نسیم و زنده را دریافت کرده و از طریق راهروهای نیمه‌باز به طبقات هدایت می‌کند و در اطراف آن می‌چرخاند (شکل ۱). منافذ اتاق‌ها به سمت خارج از ساختمان این سامانه را تقویت می‌کنند. ترکیب غالب فضاهای باز و نیمه‌باز در این خانه‌ها و نحوه ارتباط آن‌ها با فضای زیستی سبب ایجاد جریان هوا در داخل فضاهای بسته زیستی و به همین صورت در حیاط مرکزی می‌شود (خدابخشیان و سعیدنیا، ۱۴۰۱).



شکل ۱. خاصیت دودکشی (خدابخشیان و سعیدنیا، ۱۴۰۱)

روش پژوهش

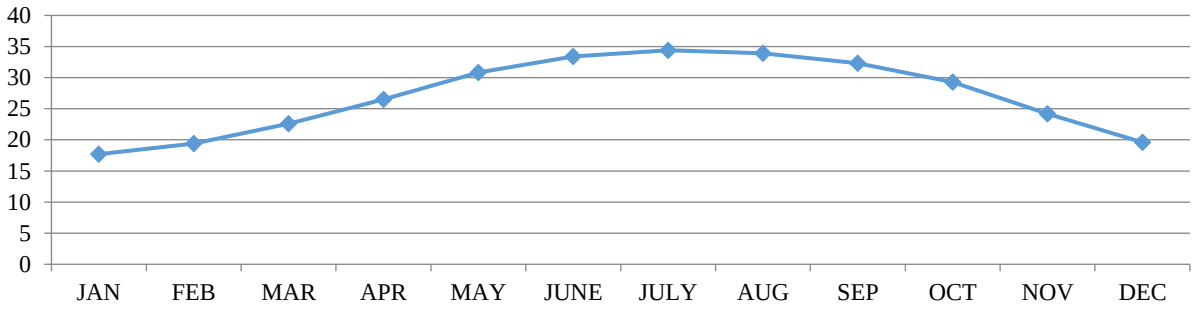
این پژوهش به کمک مطالعات کتابخانه‌ای و اندازه‌گیری‌های میدانی، همچنین شبیه‌سازی در نرم‌افزار دیزاین بیلدر انجام شده است. موتور مدل‌سازی این نرم‌افزار انرژی پلاس است که توسط دپارتمان انرژی آمریکا ساخته شده است و از دقیق‌ترین نرم‌افزارهای موجود تحلیل انرژی می‌باشد. نرم‌افزار دیزاین بیلدر برای مدل‌سازی جنبه‌های مختلف ساختمان از قبیل؛ معماری و فیزیک ساختمان (مصالح ساختمانی)، سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی، سیستم روشنایی و مدل‌سازی *CFD* کاربرد دارد. همچنین مصارف مختلف انرژی در بخش گرمایشی، سرمایشی، روشنایی، لوازم‌خانگی و آب گرم مصرفی را به صورت دینامیک مدل‌سازی می‌نماید. نرم‌افزار مدل‌سازی دیزاین بیلدر با استفاده از فایل اقلیمی شهرهای مختلف، محاسبات دریافت، اتلاف و مصرف انرژی را دقیقاً بر اساس شرایط اقلیمی محل قرارگیری ساختمان انجام می‌دهد. نقش مؤثر این نرم‌افزار زمانی روشن‌تر می‌گردد که در طی مراحل طراحی و مدل‌سازی ساختمان، با اعمال تغییرات کوچک و بزرگ در طراحی، تأثیرات این تغییرات در میزان مصرف و یا صرفه‌جویی انرژی ساختمان و یا هریک از فضاها مشخص می‌شود(۲۱). روند پژوهش به این شکل بوده است که ابتدا به بررسی و شناخت سایت و اقلیم منطقه و همچنین سناریوهای مورد نظر برای الگوی حیاط‌های مرکزی در بافت مورد نظر پرداخته شده است. سپس به کمک شبیه سازی در نرم‌افزار دیزاین بیلدر الگوی بینه جهت‌گیری حیاط‌های مرکزی در راستای اهداف تحقیق مورد آنالیز قرار داده شده است. در نهایت نیز نتایج مورد نظر از نظر مصرف انرژی و آسایش حرارتی کاربران ارائه شده است.

بررسی اقلیمی منطقه

استان هرمزگان از مناطق گرم و مرطوب ایران است. به‌طورکلی آب‌وهوای این استان تحت تاثیر آب‌وهوای بیابانی و نیمه بیابانی قرار دارد. هوای نوار ساحلی، در تابستان‌ها بسیار گرم و مرطوب است ولی میزان حرارت در این منطقه از ۵۲ درجه سانتی‌گراد تجاوز نمی‌کند. گرمای متوسط سالانه این منطقه در حدود ۲۷ درجه سانتی‌گراد است. شکل ۲ موقعیت شهرستان دزفول را در جنوب کشور نشان می‌دهد (کسمائی، ۱۳۹۲).

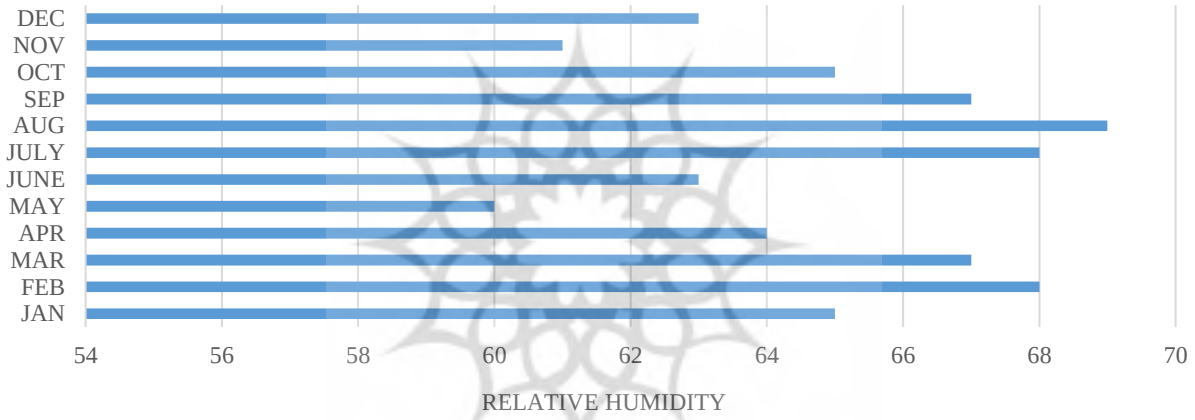
شکل ۲. موقعیت شهرستان دزفول در خلیج فارس (۲۲)

پس از معرفی کلی اقلیم و سایت موردنظر، به بررسی ویژگی‌های اقلیمی شهرستان دزفول، برای ایجاد طراحی بهینه و مطلوب پرداخته می‌شود. در این راستا مشاهده می‌شود که بر طبق شکل ۳ میانگین ماهیانه متوسط دمای روزانه هوا بر حسب درجه سانتی‌گراد برای شهرستان دزفول بین ۱۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد است که یک رنج رویه دمای هوای زیاد تا متعادل را دارد. در واقع در این منطقه کاهش دمای هوا مشاهده نشده است و تا حدی دما در محدوده بالایی قرارگرفته است.



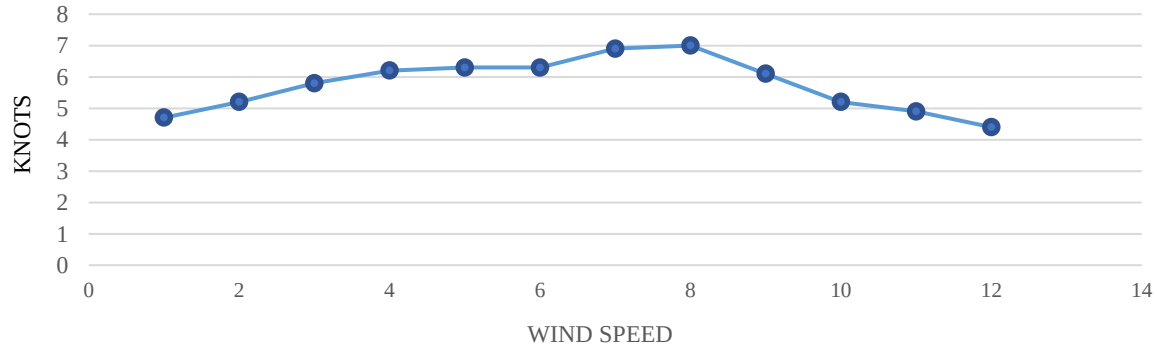
شکل ۳. میانگین ماهانه متوسط دمای روزانه هوا (۲۰۱۰-۱۹۵۷) (۲۲)

همچنین بر طبق شکل ۴ میزان و چگونگی رطوبت نسبی در طول ماه بر حسب درصد آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان این رطوبت نسبی در ماه‌های مختلف متغیر بوده است و دارای نظم خاصی نمی‌باشد به‌گونه‌ای که هم در زمستان افزایش و کاهش رطوبت و هم در تابستان این تغییر مشاهده شده است. این امر نشان از آن دارد که در تمام طول سال ساختمان با تغییرات رطوبت به صورت افزایشی و کاهشی در طول سال روبه‌رو می‌شود که در این راستا باید راهکار معماری مناسب ارائه گردد.

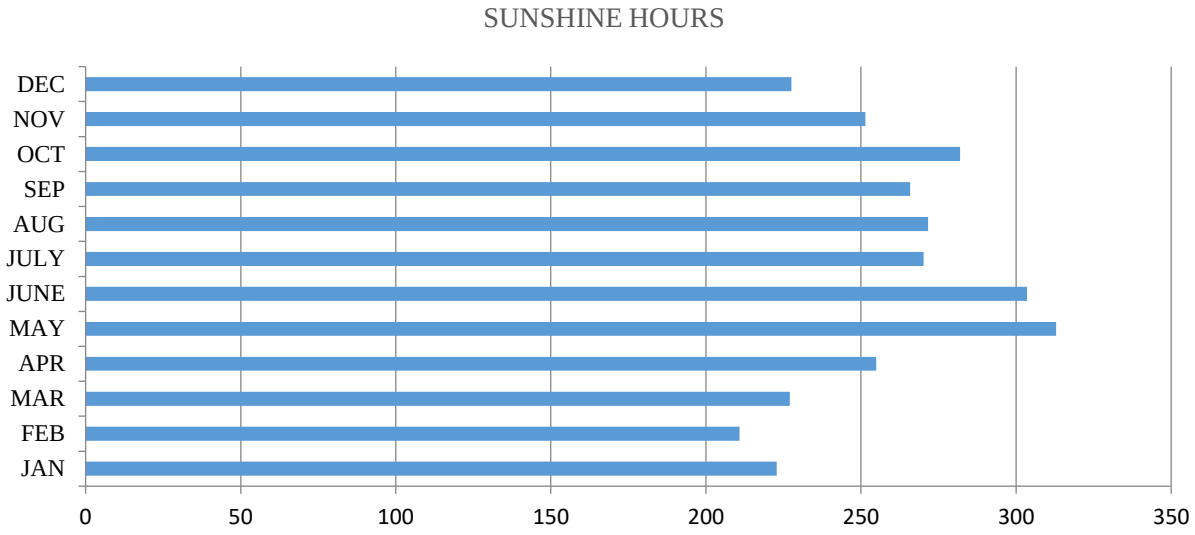


شکل ۴. میانگین ماهانه رطوبت نسبی بر حسب درصد (۲۰۱۰-۱۹۵۷) (۲۲)

به علاوه موارد بالا همچنین از شکل ۵ و ۶ میزان و چگونگی سرعت باد و تعداد ساعات آفتابی به دست می‌آید. مشخص است که سرعت باد در این اقلیم نیز تا حدودی همانند تعداد ساعات آفتابی بالا بوده است. این امر نشان می‌دهد که وجود بادهای محلی همراه با تعداد ساعات آفتابی بالا در راستای دمای هوا و رطوبت نسبی تقریبا زیاد در این منطقه با یک آب‌وهوای گرم، مرطوب به همراه وزش باد روبه‌رو است؛ بنابراین باید راهکارهایی در جهت کاهش دمای زیاد هوا و متعادل کردن رطوبت آن و همچنین استفاده مناسب و مفید از وزش باد ارائه نمود.



شکل ۵. میانگین سرعت باد برحسب کیلو نات (۲۰۱۰-۱۹۵۷) (۲۲)



شکل ۶. میانگین ماهانه ساعات آفتابی (۲۰۱۰-۱۹۵۷) (۲۲)

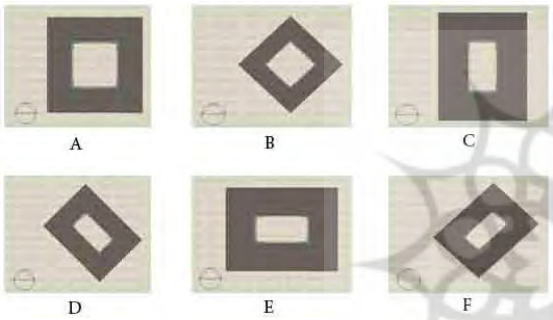
یافته‌ها

شبیه سازی و آنالیز

در این مرحله از تحقیق ابتدا به بحث و بررسی در مورد سناریوهای مختلف در نظر گرفته شده برای الگوی جهت‌گیری در حیاط‌های مرکزی شهرستان دزفول از نظر چگونگی مصرف انرژی در بخش سرمایش وگرمایش ساختمان پرداخته شده است. در این جهت طبق جدول ۱ روند سناریوها مورد بررسی قرار داده شده است. بررسی‌ها در مدل سازی به این صورت بوده است که، یک ساختمان دو طبقه با وجود حیاط‌های مرکزی طبق جدول ۱ در نرم‌افزار دیزاین بیلدر با توجه به اقلیم گرم و مرطوب مورد آنالیز قرار داده شده است. برای درک بهتر موضوع در شکل ۷ نیز نمایش سه بعدی از سناریوهای مختلف در نرم‌افزار مذکور آورده شده است.

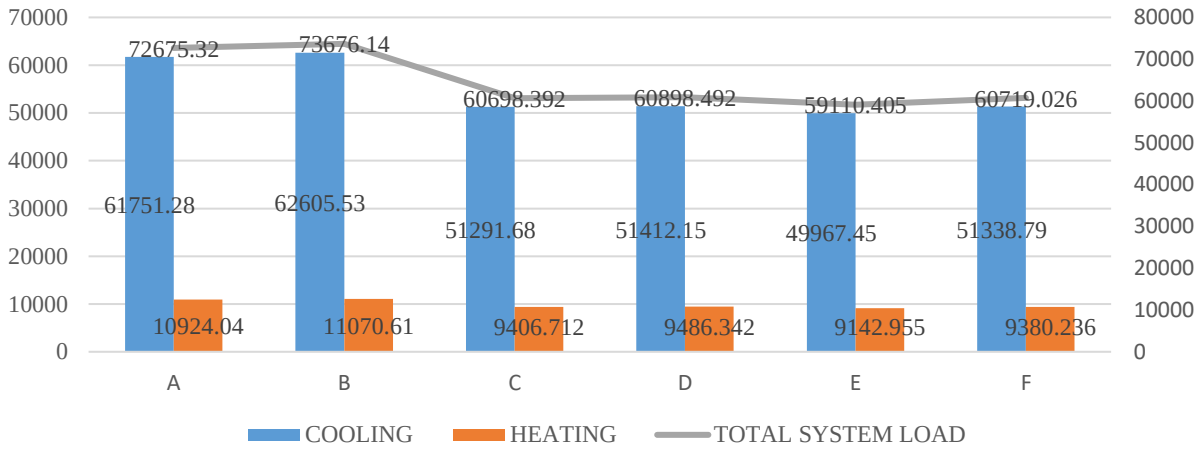
جدول ۱. سناریوهای مورد استفاده درشبیه سازی
(منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳)

عنوان		جهت‌گیری
حیاط مرکزی با نسبت برابر طول به عرض	A	شمالی جنوبی
	B	۴۵ درجه به غرب
حیاط مرکزی با نسبت عرض یک دوم طول	C	شمالی جنوبی
	D	۴۵ درجه به غرب
	E	شرقی غربی
	F	۴۵ درجه به شرق



شکل ۷. سناریوهای مختلف جهت‌گیری در شبیه سازی
(منبع: نگارندگان)

با بررسی نتایج شبیه سازی‌های انجام شده طبق شکل ۸ به دست می‌آید که سناریو E نسبت به سایر سناریوها هم از نظر گرمایشی و هم سرمایشی میزان مصرف انرژی کمتری داشته است. سناریوهای F, D, C تقریبا در یک رنج مصرف انرژی قرار گرفته‌اند . سپس سناریو A و در نهایت سناریو B نسبت به دیگر سناریوها مصرف انرژی بیشتری داشته‌اند. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از حیاط‌های مرکزی مستطیلی به نسبت حیاط‌های مربعی مصرف انرژی کمتری را در ساختمان موجب شده است. همچنین از نظر جهت‌گیری نیز جهت‌گیری E نسبت به F, D, C تاثیر بیشتری را در کاهش مصرف انرژی داشته است. این امر می‌تواند به دلیل کشیدگی حیاط مرکزی و کمتر بودن جبهه‌های شرقی و غربی بوده باشد. در واقع ابعاد و هندسه حیاط‌های مرکزی و به علاوه جهت‌گیری آن توانسته است بر میزان مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی ساختمان تاثیر گذار باشد. به نحوی که استفاده از الگوی بهینه حیاط مرکزی می‌تواند تا ۱۲ درصد در این کاهش مصرف انرژی نقش داشته باشد.

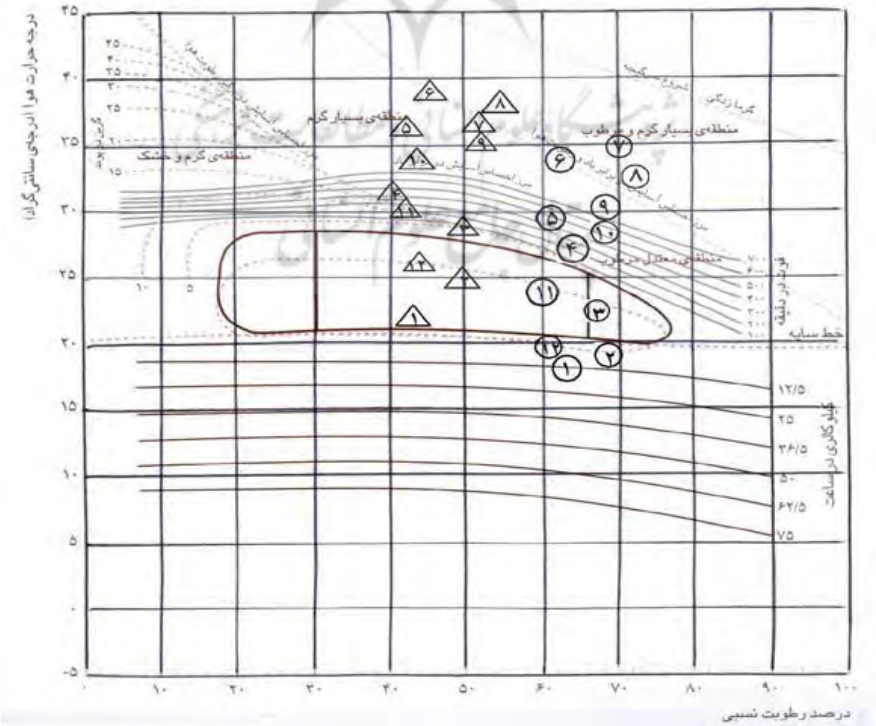


شکل ۸. نتایج مصرف انرژی در سناریوهای A تا F (منبع: نگارندگان)

آسایش حرارتی

میزان آسایش ماهانه شهرستان دزفول بر اساس روش اولگی

در این بخش از پژوهش پس از معرفی و بررسی چگونگی مصرف انرژی در الگوی حیاط مرکزی مورد نظر از نظر جهت‌گیری، برای فهم بیشتر مطلب به بررسی عوامل موثر در آسایش حرارتی الگوی مورد نظر با روش‌های مختلف پرداخته شده است. در بیان این مطلب باید گفت که، در بین عناصر آب‌وهوا، دما و رطوبت اثر بیشتری در سلامت و راحتی انسان دارند. بیشتر مدل‌های سنجش آسایش انسان در ارتباط با شرایط آب و هوایی به این دو عنصر استوار شده است. تغییرات دما به میزان تابش خورشید و تغییرات رطوبت هوا به مقدار بخارآب موجود در هوا بستگی دارد. افزایش و کاهش بخارآب هوا علاوه بر تغییرات درجه حرارت به‌سرعت باد نیز بستگی دارد. وزش باد میزان درجه حرارت را کنترل می‌کند. یکی از این مدل‌ها نمودار زیست‌اقلیمی اولگی است. با درج آمار متوسط حداکثر دما و رطوبت نسبی آسایش روزانه به دست می‌آید با علامت دایره و با درج متوسط روزانه دما و متوسط رطوبت نسبی با علامت مثلث روزانه آسایش شب‌ها به دست می‌آید. شکل ۹ نمودار بیوکلیماتیک شهرستان دزفول را نشان می‌دهد (۲۳).



شکل ۹. نمودار بیوکلیماتیک شهرستان دزفول (سازمان آب و هواشناسی دزفول، ۱۴۰۲)

در این نمودار تغییرات شرایط حرارتی متوسط حداکثر دمای هوا و رطوبت نسبی در ساعت ۱۲.۳۰ و متوسط حداقل دمای هوا و رطوبت نسبی در ساعت ۶:۳۰ هوای کلیه ماه‌های سال را طی شبانه‌روز در رابطه با حدود منطقه آسایش نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود شهر دزفول طی ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور خارج از منطقه آسایش و در فاصله زیادی نسبت به حد بالای آن قرارگرفته است. در اغلب این ماه‌ها نمی‌توان شرایط حرارتی هوا را با استفاده از جریان هوا در حد آسایش انسانی تعدیل نمود و نیاز به استفاده از سیستم‌های تهویه مطبوع می‌باشد. در طی ماه‌های اسفند، فروردین و تا حدودی اردیبهشت شهر در محدوده آسایش قرار دارد. در ماه‌های مهر، آبان و آذر نیز در محدوده مرز آسایش در برابر باد قرار دارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت در ماه‌های گرم شهرستان دزفول، شرایط هوا از نظر انسانی بسیار گرم و ناراحت‌کننده است، اما در بقیه ماه‌های سال نسبتا مناسب است؛ حتی در سردترین روزهای زمستان دمای هوا در حدی است که انسان با قرار گرفتن در زیر آفتاب احساس راحتی می‌کند.

جدول ۲. میزان آسایش روزها و شب‌های شهرستان دزفول بر اساس روش اولگی (سازمان آب و هواشناسی دزفول، ۱۴۰۲)

ماه‌های سال		احساس مردم در روز	احساس مردم در شب
دی	ژانویه	سرد	سرد
بهمن	فوریه	سرد	سرد
اسفند	مارس	آسایش	سرد
فروردین	آوریل	آسایش	آسایش
اردیبهشت	می	نسبتا راحت	نسبتا راحت
خرداد	ژوئن	ناراحت	ناراحت
تیر	ژوئیه	ناراحت	ناراحت
مرداد	اوت	ناراحت	ناراحت
شهریور	سپتامبر	ناراحت	ناراحت
مهر	اکتبر	نسبتا راحت	نسبتا راحت
آبان	نوامبر	نسبتا راحت	آسایش
آذر	دسامبر	آسایش	آسایش

هوای این شهر در اکثر ماه‌های سال گرم و خارج از منطقه آسایش قرار دارد که با استفاده از دستگاه‌های مکانیکی سرمایشی تا حدی می‌توان منطقه را در آسایش قرارداد. سه ماه آبان، اسفند و فروردین شهر در محدوده آسایش قرار دارد و نیازی به استفاده از دستگاه‌های مکانیکی نمی‌باشد. در ماه‌های مهر و اردیبهشت با استفاده از کوران در ساختمان‌های معمولی می‌توان به شرایط نسبتا آسایش دست‌یافت. با توجه به اینکه شهر موردبررسی جز اقلیم گرم و مرطوب بوده و در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور اوج گرما هوای شهر این شهر بوده، برای کنترل و کاهش دمای هوا استفاده از سیستم تهویه مطبوع مناسب‌ترین سیستم برای کنترل و کاهش دمای هوای داخل ساختمان در این شهر می‌باشد. البته در این ماه‌ها از دستگاه رطوبت زن نیز استفاده می‌شود. همچنین از مطالعه حدود تغییرات دما و هوا در زمستان در شهر دزفول نتیجه گرفته می‌شود که سرمای زمستان در حدی است که در صورت استفاده از مصالح مناسب و رعایت اصول طراحی متناسب با

میزان آسایش ماهانه شهرستان دزفول بر اساس روش گیونی

در این روش خصوصیاتی که یک ساختمان نیاز دارد تا هوای داخلی آن تحت تأثیر شرایط اقلیمی در منطقه آسایش قرار گیرد در رابطه با شرایط و تغییرات هوای پیرامون ساختمان مشخص گردیده است. گیونی به‌منظور استفاده عملی با ترسیم منحنی‌هایی بر روی جدول سایکرومتریک میزان استفاده از تهویه طبیعی خصوصیت مصالح ساختمانی افزودن رطوبت به هوای داخلی و همچنین ضرورت استفاده از دستگاه‌های مکانیکی را در رابطه با شرایط گرمایی گوناگون هوای پیرامون ساختمان مشخص نموده و نمودار به‌دست‌آمده را بیوکلیماتیک ساختمانی نام نهاده است. اساس روش به شرح زیر می‌باشد:

۱. متوسط دمای حداقل و نم حداکثر سردترین نقطه به دست می‌آید که با علامت مثلث بر روی شکل ۹ نشان داده می‌شود.
۲. متوسط حداکثر دمای هوا و حداقل رطوبت نسبی گرم‌ترین نقطه به دست می‌آید و با علامت دایره روی شکل ۹ نشان داده می‌شود (۲۷).

اقلیم نیاز مبرمی به دستگاه‌های گرمازا وجود ندارد؛ بنابراین طبق جدول ۳ چنین نتیجه گرفته می‌شود که مشکل اساسی در کنترل و کاهش دمای هوا در ماه‌های گرم سال است که آن‌هم با استفاده از سیستم‌های مکانیکی امکان‌پذیر است.

جدول ۳. زیست اقلیمی شهر دزفول (سازمان آب و هواشناسی دزفول، ۱۴۰۲)

شاخص‌ها	ویژگی شاخص‌ها	ماه‌های سال شهر بندرعباس
N	محدوده منطقه آسایش	اسفند، آبان
N'	محدوده شرایط قابل‌تحمل	
M	محدوده شرایطی که استفاده از مصالح ساختمانی متناسب با اقلیم در ایجاد منطقه آسایش در داخل ساختمان مؤثر است	
M'	محدوده شرایطی که استفاده از مصالح ساختمانی متناسب با اقلیم در ایجاد منطقه آسایش در داخل ساختمان مؤثر است	
V	محدوده استفاده از کوران در ساختمان‌های معمولی	مهر، اردیبهشت
V'	محدوده استفاده از کوران در ساختمان‌هایی که برای استفاده از تهویه طبیعی طراحی‌شده‌اند	
EC	محدوده استفاده از کولرآبی در ساختمان‌های معمولی	
EC'	محدوده استفاده از کولرآبی در ساختمان‌هایی که به‌طور مؤثر عایق‌کاری حرارتی شده و سطح آن‌ها سفیدرنگ است	
AC	محدوده‌ای که علاوه بر تهویه مطبوع استفاده از دستگاه رطوبت‌گیر نیز لازم است	
D	محدوده تأثیر مصالح در گرمایش ساختمان	خرداد، تیر و شهریور
W	محدوده استفاده از مصالح متناسب با اقلیم در گرمایش ساختمان	خرداد، تیر و شهریور
H		آذر، دی و بهمن
H'		
خارج از محدوده H و H'		

نتیجه‌گیری

حیاط مرکزی فضایی طراحی شده منظم و هندسی و با اهمیت است که با تفاوت‌های اندکی در رابطه با نسبت حیاط به کل خانه و نسبت آب ودرختان به حیاط در اقلیم یزد وجود دارد حیاط مرکزی در اقلیم گرم و مرطوب با استفاده بهینه از انرژی‌های تجدید پذیرباعث ایجاد آسایش و آرامش برای ساکنین شده و به بهترین نحو پاسخگو شرایط اقلیمی و مطبوعیت فضایی است و کمترین تاثیرات مخرب را برمحیط‌های ساخته شده طبیعی مجاور خود می‌گذارد و این یعنی پایداری. با توجه به بررسی‌های انجام شده و داده‌های به دست آمده می‌توان به اهمیت وجود حیاط مرکزی و دیگر عناصر موجود در آن از جمله وجود بافت سبز برای تعدیل هوا و ایجاد سایه در منطقه گرم و مرطوب در شهر دزفول اشاره نمود.

در این مقاله به بررسی نقش جهت‌گیری حیاط‌های مرکزی در معماری مسکونی شهرستان دزفول در اقلیم گرم و مرطوب جنوب کشور در جهت کاهش مصرف انرژی در ساختمان پرداخته شده است. در طی پژوهش از مطالعات کتابخانه‌ای_میدانی و شبیه‌سازی رایانه‌ای به کمک نرم‌افزار دیزاین بیلدر نیز استفاده شده است. پس از مدل‌سازی سناریوهای مختلف در نظر گرفته‌شده از نظر جهت‌گیری ساختمان موجود و اعمال سناریوهای مختلف، تأثیر هر یک از آن‌ها در میزان بار مصرفی بخش سرمایش و گرمایش ساختمان به‌دست‌آمده است. در نهایت جهت‌گیری بهینه حیاط مرکزی ساختمان در این اقلیم از نظر میزان مصرف انرژی در ساختمان و همچنین آسایش حرارتی کاربران به دست آمده است. با اعمال سناریوهای مختلف در الگوری حیاط مرکزی معماری مسکونی شهرستان دزفول با توجه به اقلیم منطقه این نتیجه به دست آمده است که استفاده از الگوی حیاط‌های مرکزی به شکل مستطیلی با هندسه نسبت عرض به طول یک دوم با جهت‌گیری شرقی‌غربی می‌تواند تا حدود ۱۲ درصد در کاهش مصرف انرژی در ساختمان نقش داشته باشد. همچنین شرایط دستیابی به آسایش حرارتی کاربران را نیز به میزان زیادی فراهم آورد. یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج (Astea, et al, 2017; Tibermacinea& Zemmouri, 2017; Valladares-Rendón et al,

.(2016 هم راستا می‌باشد.

همچنین مشخص شد توجه به استفاده از نور خورشید و تهویه به خاطر باد مطلوب شرقی در جهت‌گیری بناها نیز مدنظر قرار گرفته است؛ حتی این جهت‌گیری در فصل زمستان هم موردتوجه بوده است. بررسی‌های تراکم ساختمانی نشان می‌دهد، درون‌گرایی صفت غالب خانه‌های منطقه است و توده ساختمانی، بیشتر از نیمی از مساحت عرصه را تشکیل می‌دهد؛ بنابراین به مدت کوتاهی از حیاط در تابستان استفاده می‌شود و کاربرد آن در زمستان برای دریافت نور در عمق فضاها است. به همین دلیل، اغلب حیاط مربعی شکل با نسبت طول و عرض برابر و صورت فشرده مرسوم بوده است.

در واقع می‌توان دریافت که با استفاده از عناصر و راهکارهای معماری سنتی در کالبد ساختمان‌های امروزی می‌توان ساختمان‌ها را در جهت کاهش مصرف انرژی پیش برد. حیاط‌های مرکزی نیز در دل ساختمان‌های سنتی می‌تواند به عنوان یکی از این عناصر و راهکارها در جهت اهداف مذکور به خوبی به کار گرفته شوند و نقش موثری را در معماری داشته باشند.

References

[1] Abanda, F.H. & Byers, L., (2016). An investigation of the impact of building orientation on energy consumption in a domestic building using emerging BIM (Building Information Modelling), *Elsevier*, vol. 97(3), 517-527.

[2] Astea, N, Adhikaria, R, S, Del Peroa, C, Leonfortea, F. (2017), Sustainable Building Design in Kenya, *Energy Procedia* 105. 1-17.

[3] Avazalipour Haqiqatparas, Shokofeh, Taghizadeh, Yazdan & Zabihi, Hossein. (2018). Designing a native pattern in arid climate to reduce energy consumption in housing sector (Case study: Yazd). *Environmental Science and Technology*, 21(3 (serial 82)), 227-236. [in Persian]

[4] Behzadi Forough, A., Norouzi, N., & Fani, M. (2021). More Secure Iranian Energy System: A Markal Based Energy Security Model for Iranian Energy Demand-side. *Iranica Journal of Energy & Environment*, 12(2), 100-108.

[5] Hayaty H, Khamisi F. (2023). Geometric evaluation of the central courtyard and analyzing the structure of architectural spaces in hot and humid local climate. *JHRE*. 42(184), 135-148. [in Persian]

[6] Heidari, Shahin. (2009). Architecture and lighting. first edition, Tehran: *Tehran University Press.* [in Persian]

[7] Heydari Orojloo; Tara, Ghorbani Param; Afshin & Hasanpour, Faramarz. (2023). Investigation of design indicators on energy consumption in traditional Iranian houses (Case study: Shiraz city houses), *Urban Future Research*, 4(2), 24-48. [in Persian]

[8] Kasmai, Morteza, (2012), climate and architecture (5th edition), Tehran: *Nashar-e-khak*. [in Persian]

[9] Khalil, Mitra & Amindeldar, Sanaz. (2014). Traditional solutions in low energy buildings of hot-arid regions of Iran. *Sustainable Cities and Society*, 13, 171-181.

[10] Khodabakhshian, Meghedy, Saeedniya, Marjan. (2022). Comparative study of courtyard Spaces Patterns in Vernacular Architecture of Arid Climate (B) and Hot and Humid Climate (A) (Case study: Yazd and Bushehr cities), *Interdisciplinary studies in the excellence of architecture and urban planning* , 1(2), 59-82. [in Persian]

[11] Lei, P, Li, K, Xue W, Liu G, (2016), Multi-objective Optimization for Building Performance Design Considering Thermal Comfort and Energy Consumption, Proceedings of the 35th Chinese Control Conference.

[12] Liu, S., Meng, X., & Tam, C.M. (2015). Building information modeling based building design optimization for sustainability. *Energy and Buildings*, 105, 139-153.

[13] Marin, D, M, (2017), The impact of building orientation on energy usage, FACULTY OF ENGINEERING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT Department of Building, Energy and Environmental Engineering.

[14] Masoudinejad, Mostafa; Tahbaz, Mansoureh & Mofidi Shemirani, Seyed Majid. (2021). Investigating the thermal behavior of Shawadan, case example: Suzangar Dezful house. *Iranian Architectural Studies*, 7(13), 49-70. [in Persian]

[15] Memarian Gholamreza (2007), A tour of the theoretical foundations of architecture, Tehran, *Soroush Danesh*. [in Persian]

[16] Mohammadzadeh M, farkisch H. (2021). Evaluation of vernacular architecture typology to achieve residential design principles in Mashe neighborhood, Kish Island. *JRIA*, 9(4), 77-93. [in Persian]

[17] Nikghadam, Niloufar. (2012). The pattern of semi-open spaces of native houses in Dezful, Bushehr and Bandarlange in relation to local climate components. *Journal of Fine Arts: Architecture and Urbanism*, 18(No. 3), 54-69. [in Persian]

[18] Olsen, E.L., & Chen, Q. (2003). Energy consumption and comfort analysis for different low-energy cooling systems in a mild climate. *Energy and Buildings*, 35, 560-571.
[19] Pisello, A L, (2015). Thermal-energy analysis of roof cool clay tiles for application in historic buildings and cities. *Sustainable Cities and Society*, 19. 1-15.
[20] Qabadian, Vahid. (2012). Climatic Survey of Iran's Traditional Buildings (Rare and New), Tehran: *Tehran University Press.* [in Persian]
[21] Taban, Mohsen; Pourjafar, Mohammadreza; Bemanian, Mohammad Reza and Heydari, Shahin. (2012). Determining Optimal Courtyard Pattern in Dezful Traditional Houses By Relying on Shadow Analysis. *Bagh-e Nazar*, 10(27), 39-48. [in Persian]
[22] Tayari, N., & Nikpour, M. (2022). Effect of Different Proportions of Courtyard Buildings in Hot-Dry Climate on Energy Consumption (Case Study: Traditional Courtyard Houses of Kerman, Iran). *Iranica Journal of Energy & Environment*, 13(1), 39-45.
[23] Tibermacinea, I, Zemmouri, N, (2017), Effects of building typology on energy consumption in hot and arid regions, *Energy Procedia*, 139: 664-669.
[24] Urquizo, J., & Guaman, W. (2023). Strategies for reducing energy consumption in public buildings: The Garzota research case. Leadership in Education and Innovation in Engineering in the Framework of Global Transformations: Integration and Alliances for Integral Development, Buenos Aires, Argentina. Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions *(LACCEI).*
[25] Valladares-Rendón, L.G., Schmid, G, Lo, S-L. (2016). Review on energy savings by solar control techniques and optimal building orientation for the strategic placement of facade shading systems. *Energy and building*, 140: 458-479. 1-19.
[26] Water and Meteorology of Dezful (2023), *Water and Meteorology Organization*, Dezful. [in Persian]
[27] Yadollahi, A., Shamsaei, N., Thompson, S. M., Elwany, A., & Bian, L. (2017). Effects of building orientation and heat treatment on fatigue behavior of selective laser melted 17-4 PH stainless steel. *International Journal of Fatigue*, 94, 218–235.
[28] Zarei, Mohammad Ibrahim, and Mirdehghan, Seyyed Fazlullah. (2015). The role of the central courtyard pattern in adjusting the harsh conditions of the hot and dry climate of Yazd region. *Iranian Islamic City Studies*, 6(23), 5-18. [in Persian]
[29] Zeinalian, Nafiseh, and Okhvat, Haniyeh. (2016). The structure of the yard in hot and dry and hot and humid Qajar houses with a focus on the "central yard" type (Case study: Yazd and Dezful houses). *Iranian Islamic City Studies*, 8(30), 15-29. [in Persian]

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی