

## 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<sup>a\*</sup>, Ziba Abdollahvand<sup>b</sup>, Mahdeieh Nikoofard<sup>c</sup>

<sup>a.</sup> \* Post-doctoral researcher in urban design, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Rajaee University of Education, Tehran, Iran.

<sup>b.</sup> Master of Geography and Urban Planning, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

<sup>c.</sup> Master of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.

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

### ARTICLE INFO

### EXTENDED ABSTRACT

#### Keywords:

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

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

#### Received:

19 May 2024

#### Received in revised form:

24 May 2024

#### Accepted:

26 May 2024

pp. 1-14

---

**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](mailto:al.zeynaly@gmail.com))

---



انجمن علمی بافاد غیر عامل ایران

## مجله شهر ایمن

شابا الکترونیکی: 2676-556X

Journal Homepage: [www.ispdrc.ir](http://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 دکترا طراحی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.

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

مهديه نیکو فرد - کارشناسی ارشد معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.

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

### 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.

### 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

\* نویسنده مسئول

رایانامه: [al.zeynaly@gmail.com](mailto: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 تجدیدناپذیر و بهره‌گیری از منابع تجدیدپذیر مطرح است (Guamán & Urquiza, 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 فناوری‌های 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 بهره‌گرفت ولی روش‌های معماری از بعدهای مختلف جهت شرایط اقتصادی و اجتماعی بهینه‌تر و قابلیت اجرایی شدن در آن‌ها بیشتر است. به این ترتیب تقلیل مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و حرکت به سوی مصرف انرژی‌هایی با کمترین آلاینده به‌خصوص انرژی خورشیدی ضرورت‌های اجتنابناپذیر هستند که طبیعتاً 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 فناوری نوین و توجه به

رویکردهای متفاوت در انرژی، بهره‌گیری از مشخصات اقلیمی و ویژگی‌های عناصر سنتی جهت افزایش عملکرد آسایش حرارتی ساختمان بهره‌برد (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 واقع شده بودند (قبادیان، ۱۳۹۲، ۳۵).

در گذر زمان پدیده‌هایی چون نفوذ معماری مدرن، سیاست‌های استعماری، عدم مدیریت لازم، افزایش جمعیت و به تبع 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 شبیه‌سازی 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 پیشینه 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 تأثیر 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 تأثیر جهت‌گیری بر رفتار حرارتی ساکنین از نظر سازه ساختمان پرداخته شده است (Yadollahi et al, 2017). همچنین مقاله‌ای در زمینه تأثیر جهت‌گیری در بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان‌ها با کمک سیستم مدل‌سازی 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 & Zemouri, 2017, Valladares-Rendón et al, 2016).

در نهایت می‌توان گفت، که مطالعات صورت گرفته بیانگر آن است که هنوز در زمینه تأثیر 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 خانواده (معماریان، ۱۳۸۶).

## تأثیر 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.

عملکرد حرارتی بیشتر و جذب انرژی تابشی بالاتری می شود که باید این مورد در نظر گرفته شود و به خوبی کنترل شود؛ ولی در سایر جبهه های این اقلیم سطوح نورگذر نسبت به ویژگی های هر منطقه تعیین می گردد.

- حیاط مرکزی با محوریت سازمان دهی سایر فضاهای خانه، با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه بخش های مختلف خانه را به هم مرتبط می کند. در واقع اندازه، تناسبات و جهت گیری حیاط مرکزی در اقلیم گرم با توجه به کاهش تابش نور خورشید، وزش باد و افزایش سایه اندازی در تابستان تعیین می شود (زارعی و میردهقان، ۱۳۹۵).

### حیاط در اقلیم گرم و مرطوب

حیاط را می توان در اقلیم گرم و مرطوب به دو دسته هندسی و غیر هندسی تفکیک نمود. از مهم ترین ویژگی های الگوهای هندسی حیاط، محوربندی است. حیاط نقش سازمان دهنده را ایفا می نماید. هنده بنا در این الگو با توجه به هندسه حیاط مشخص می گردد و هنده زمین در ساختار فضایی خانه تأثیر زیادی ندارد. طرح های هندسی شامل دو الگوی عمده مربع و مستطیل غیر هندسی هستند. کشیدگی حیاط به صورت شمالی جنوبی و از اصلی ترین الگوهای حیاط در اقلیم گرم و مرطوب به شمار می روند و با ایجاد عمق، ضمن دریافت نور، شرایط بهینه آسایشی و حرارتی را برای ساکنین فراهم می آورند. ایوان با سازماندهی فضای مصنوع و بسته پیرامون خود، نقش مهمی را در ایجاد سلسله مراتب ایفا می نماید، به نوعی مقیاس کوچک حیاط به حساب می آید و اکثر عملکردهای آن را دارا است و حداقل در دو جبهه حیاط بروز می یابد البته ایوان تحت تاثیر وضعیت اقتصادی مالک نیز بوده است (خدابخشیان و سعیدنیا، ۱۴۰۱). بررسی خانه های اقلیم گرم و مرطوب نشان می دهد که فضاهای زیستی نیمه باز در وجوه شمال شرقی و غربی و جنوب غربی قرار دارند و فضاهای ارتباطی نیمه باز در میان فضاهای زیستی بسته و در چهارگوش حیاط مستقر هستند. برخی از این خانه ها در نزدیکی دریا، ایوان های وسیعی در ترازهای مختلف روبه سمت دریا دارند. در ترازهای بالاتر در چهار طرف حیاط فضاهای ارتباطی نیمه باز و باز دارند. ترکیب غالب فضاهای باز و نیمه باز در این خانه ها به این صورت است که فضاهای نیمه باز زیستی و ارتباطی بین فضاهای بسته و درعین حال فضاهای ارتباطی نیمه باز و باز در مقابل فضاهای نیمه باز بسته قرار می گیرند (زینلیان و اخوت، ۱۳۹۶). برای رسیدن از حیاط تا اتاق باید از طریق فضاهای زیستی یا ارتباطی نیمه باز و باز عبور کرد. الگوهای اقلیمی و الگوهای فضاهای نیمه باز در

### تناسبات

فرم های حیاط مرکزی کم ارتفاع، انرژی خورشیدی بیشتر جذب می کنند و سایه کمتری در آن ایجاد می شود. 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 سایه با افزایش نسبت طول به عرض آن در حیاط مرکزی افزایش می یابد و تاثیر مساحت بخش سایه دار روی افزایش تقاضای انرژی اندکی کاهش می یابد، هنگامی که تناسبات حیاط مرکزی به مربع نزدیک می شود. در ضمن فرم های مرتفع تر و کشیده تر برای کاهش بار سرمای مناسب تر هستند (مسعودی نژاد و همکاران، ۱۳۹۷).

### ویژگی های حیاط مرکزی، تالار تابستان نشین و

#### اتاق ها در رابطه با سایر فضاها

در معماری سنتی با توجه به ویژگی های هر منطقه از ترفندهای مؤثر بر اقلیم آن بهره برده اند. بدین ترتیب که در اقلیم گرم، علاوه بر ملاحظات مربوط به جهت گیری بهینه برای ممانعت حداکثری از تابش خورشید، عوامل کالبدی دیگری نیز حائز اهمیت هستند. این عوامل شامل: مساحت، کاهش سطوح شیشه خور، مساحت نما، تناسبات حیاط مرکزی و اتاق ها 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 متفاوت اند. از مشخصات کالبدی تأثیرگذار بر اقلیم گرم می توان به جزئیات کالبدی زیر بر اساس ویژگی های بومی آن اشاره کرد:

- جهت گیری کلی بنا در اقلیم گرم برای شرایط بهینه در شمال جغرافیایی می تواند 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 و غیره برقرار است.
- نما و جداره های 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 افزایش دهنده مصرف انرژی توجه کافی شود (عوضعلی پور حقیقت پرست، ۱۳۹۸).
- در اقلیم گرم، افزایش سطوح نورگذر جنوبی سبب

همچنین سناریوهای مورد نظر برای الگوی حیاطهای مرکزی در بافت مورد نظر پرداخته شده است. سپس به کمک شبیه سازی در نرم افزار دیزاین بیلدر الگوی بینه جهت گیری 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

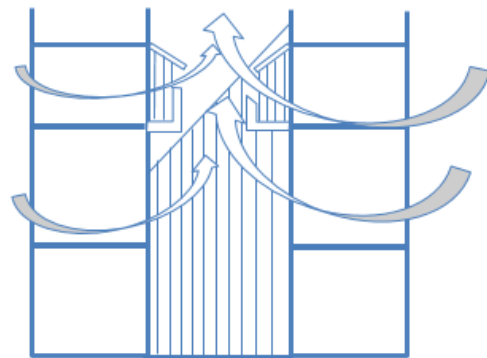
استان هرمزگان از مناطق گرم و مرطوب ایران است. به طور کلی آب و هوای این استان تحت تاثیر آب و هوای بیابانی و نیمه بیابانی قرار دارد. هوای نوار ساحلی، در تابستانها بسیار گرم و مرطوب است ولی میزان حرارت در این منطقه از ۵۲ درجه سانتی گراد تجاوز نمی کند. گرمای متوسط سالانه این منطقه در حدود ۲۷ درجه سانتی گراد است. شکل ۲ موقعیت شهرستان دزفول را در جنوب کشور نشان می دهد (کسمائی، ۱۳۹۲).



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

پس از معرفی کلی اقلیم و سایت مورد نظر، به بررسی ویژگی های اقلیمی شهرستان دزفول، برای ایجاد طراحی بهینه و مطلوب پرداخته می شود. در این راستا مشاهده می شود که بر طبق شکل ۳ میانگین ماهیانه متوسط دمای روزانه هوا بر حسب درجه سانتی گراد برای شهرستان دزفول بین ۱۵ تا ۳۵ درجه سانتی گراد 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 قرار گرفته است.

وجه شمال شرقی، شمال غربی و جنوب غربی و روبه دریا و فضاهای ارتباطی نیمه باز در چهار گوشه حیاط مستقرند (تابان و همکاران، ۱۳۹۲). این ترکیب فضاهای نیمه باز، مانند سامانه تهویه غیرفعال، جریان نسیم و زنده را دریافت کرده و از طریق راهروهای نیمه باز به طبقات هدایت می کند و در اطراف آن می چرخاند (شکل ۱). منافذ اتاقها به سمت خارج از ساختمان این سامانه را تقویت می کنند. ترکیب غالب فضاهای باز و نیمه باز در این خانه ها و نحوه ارتباط آنها با فضای زیستی سبب ایجاد جریان هوا در داخل فضاهای بسته زیستی و به همین صورت در حیاط مرکزی می شود (خدابخشیان و سعیدنیا، ۱۴۰۱).

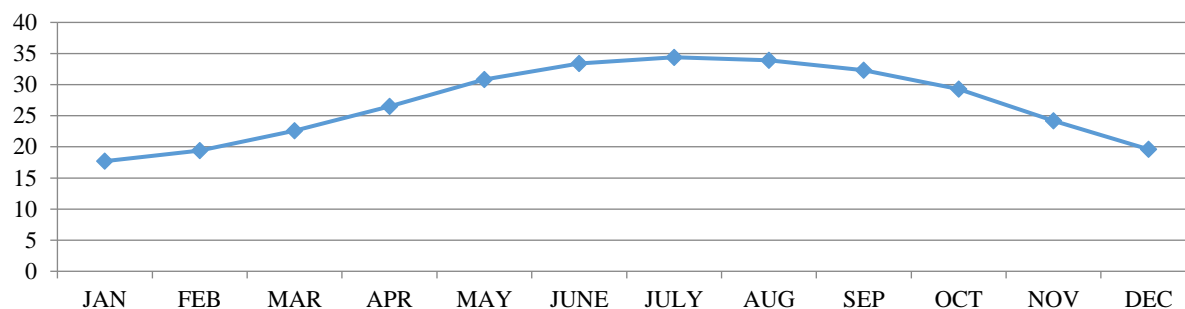


شکل ۱. خاصیت دودکشی (خدابخشیان و سعیدنیا، ۱۴۰۱)

### روش پژوهش

این پژوهش به کمک مطالعات کتابخانه ای و اندازه گیری های میدانی، همچنین شبیه سازی در نرم افزار دیزاین بیلدر انجام شده است. موتور مدل سازی این نرم افزار انرژی پلاس است که توسط دپارتمان انرژی آمریکا ساخته شده است و از دقیق ترین نرم افزارهای موجود تحلیل انرژی می باشد. نرم افزار دیزاین بیلدر برای مدل سازی جنبه های مختلف ساختمان از قبیل؛ معماری و فیزیک ساختمان (مصالح ساختمانی)، سیستم های سرمایشی و گرمایشی، سیستم روشنایی و مدل سازی CFD کاربرد دارد. همچنین مصارف مختلف انرژی در بخش گرمایشی، سرمایشی، روشنایی، لوازم خانگی و آب گرم مصرفی را به صورت دینامیک مدل سازی می نماید. نرم افزار مدل سازی 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 می دهد. نقش مؤثر این نرم افزار زمانی روشن تر می گردد که در طی مراحل طراحی و مدل سازی ساختمان، با اعمال تغییرات کوچک و بزرگ در طراحی، تأثیرات این تغییرات در میزان مصرف و یا صرفه جویی انرژی ساختمان و یا هریک از فضاها مشخص می شود (۲۱). روند پژوهش به این شکل بوده است که ابتدا به بررسی و شناخت سایت و اقلیم منطقه و

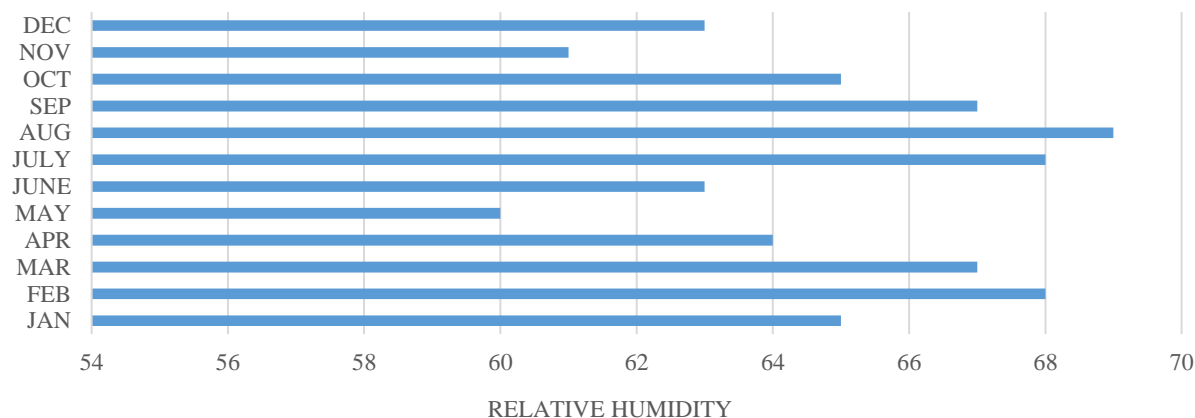
## حیاط های مرکزی، مصرف انرژی و آسایش حرارتی



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

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.

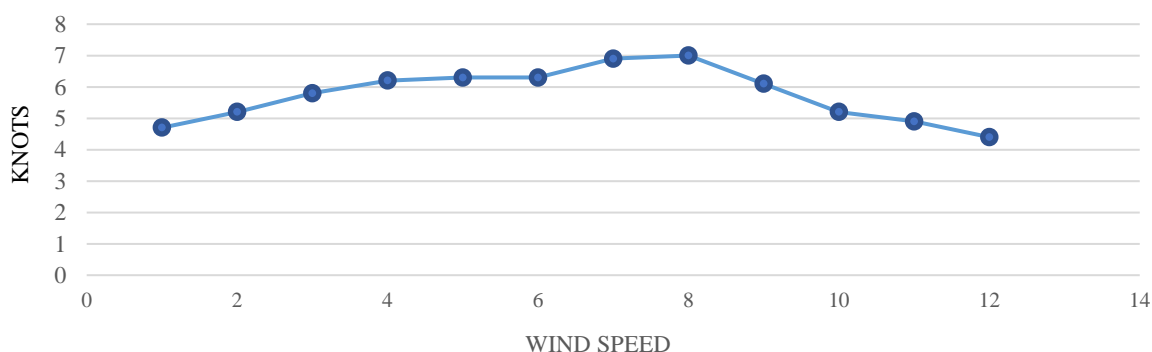
همچنین بر طبق شکل ۴ میزان و چگونگی رطوبت نسبی در طول ماه بر حسب درصد آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان این رطوبت نسبی در ماه‌های مختلف متغیر بوده است و دارای نظم خاصی نمی‌باشد به‌گونه‌ای که هم در زمستان افزایش و کاهش رطوبت و هم در تابستان این تغییر



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

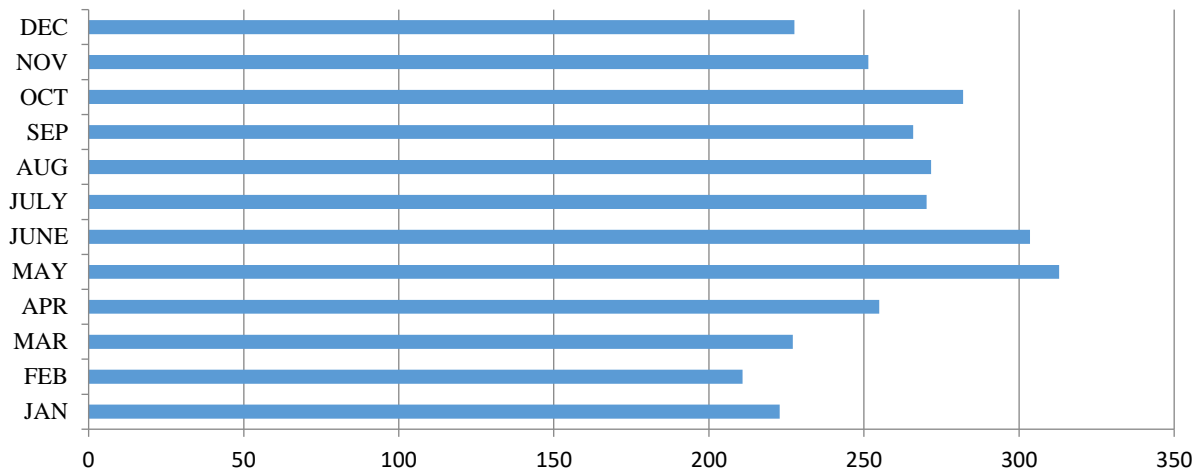
دمای هوا و رطوبت نسبی تقریباً زیاد در این منطقه با یک آب‌وهوای گرم، مرطوب به همراه وزش باد روبه‌رو است؛ بنابراین باید راهکارهایی در جهت کاهش دمای زیاد هوا و متعادل کردن رطوبت آن و همچنین استفاده مناسب و مفید از وزش باد ارائه نمود.

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

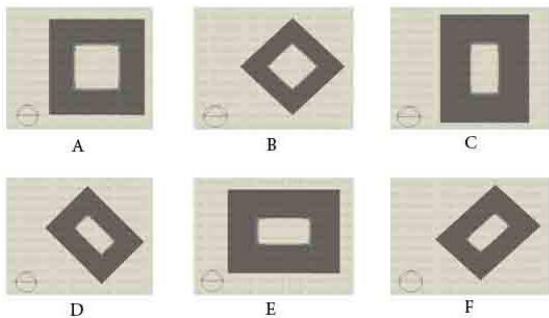


شکل ۵. میانگین سرعت باد بر حسب کیلو نات (۱۹۵۷-۲۰۱۰) (۲۲)

SUNSHINE HOURS



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



شکل ۷. سناریوهای مختلف جهت‌گیری در شبیه‌سازی

(منبع: نگارندگان)

با بررسی نتایج شبیه‌سازی‌های 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 C, D, F تقریباً 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 C, D, F 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.

یافته‌ها

شبیه‌سازی و آنالیز

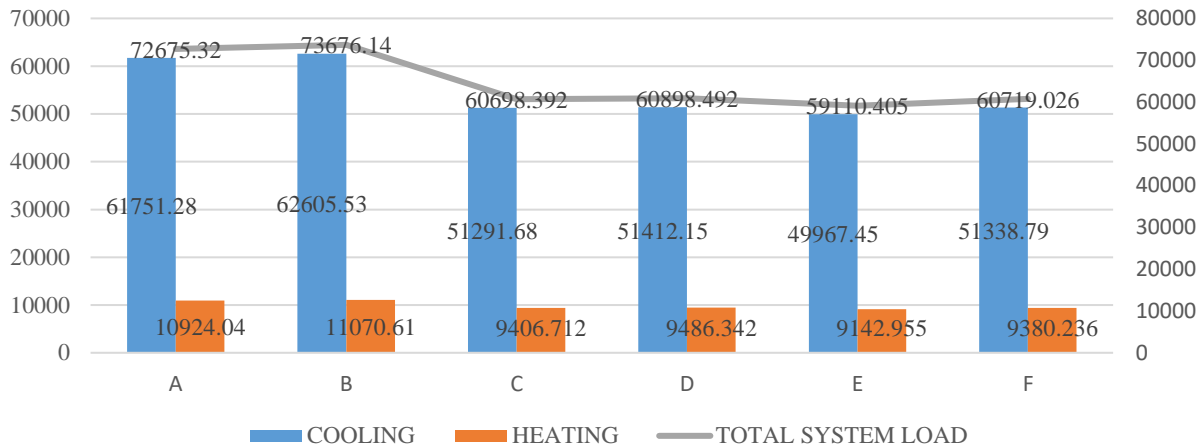
در این مرحله از تحقیق ابتدا به بحث و بررسی در مورد سناریوهای مختلف در نظر گرفته شده برای الگوی جهت‌گیری در حیاط‌های مرکزی شهرستان دزفول از نظر چگونگی مصرف انرژی در بخش سرمایش و گرمایش ساختمان پرداخته شده است. در این جهت طبق جدول ۱ روند سناریوها مورد بررسی قرار داده شده است. بررسی‌ها در مدل‌سازی به این 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 در شبیه‌سازی

(منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳)

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

## حیاط های مرکزی، مصرف انرژی و آسایش حرارتی



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

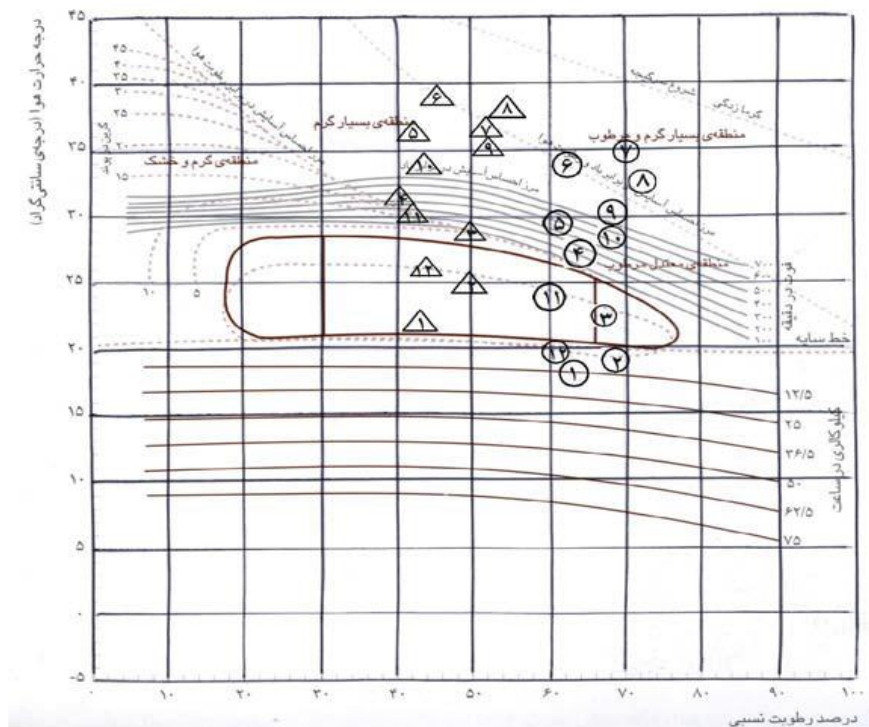
دما به میزان تابش خورشید و تغییرات رطوبت هوا به مقدار بخار آب موجود در هوا بستگی دارد. افزایش و کاهش بخار آب هوا علاوه بر تغییرات درجه حرارت به سرعت باد نیز بستگی دارد. وزش باد میزان درجه حرارت را کنترل می‌کند. یکی از این مدل‌ها نمودار زیست‌اقلیمی اولگی است. با درج آمار متوسط حداکثر دما و رطوبت نسبی 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).

## 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



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

## میزان آسایش ماهانه شهرستان دزفول بر اساس روش گیونی

در این روش خصوصیتی 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 به منظور 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 به دست آمده 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).

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 قرار گرفته 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 نسبتاً 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	سرد	سرد
بهمن	سرد	سرد
اسفند	آسایش	سرد
فروردین	آسایش	آسایش
اردیبهشت	نسبتاً راحت	نسبتاً راحت
خرداد	نسبتاً راحت	نسبتاً راحت
تیر	نسبتاً راحت	نسبتاً راحت
مرداد	نسبتاً راحت	نسبتاً راحت
شهریور	نسبتاً راحت	نسبتاً راحت
مهر	نسبتاً راحت	نسبتاً راحت
آبان	نسبتاً راحت	آسایش
آذر	آسایش	آسایش

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

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 قرار داد. 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 نسبتاً آسایش دست یافت. با توجه به اینکه شهر مورد بررسی جز اقلیم گرم و مرطوب بوده و در ماه‌های

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)

شخص‌ها	ویژگی شاخص‌ها	ماه‌های سال شهر بندرعباس
N	محدوده منطقه آسایش	اسفند، آبان
N'	محدوده شرایط قابل تحمل	
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 طراحی شده‌اند	
EC	محدوده استفاده از کولرآبی در ساختمان‌های معمولی	
EC'	محدوده استفاده از کولرآبی در ساختمان‌هایی که به‌طور مؤثر عایق کاری 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 و درختان به حیاط در اقلیم یزد وجود دارد حیاط مرکزی در اقلیم گرم و مرطوب با استفاده بهینه از انرژی‌های تجدید پذیر باعث ایجاد آسایش و آرامش برای ساکنین شده و به بهترین نحو پاسخگو شرایط اقلیمی و مطبوعیت فضایی است و کمترین تاثیرات مخرب را بر محیط‌های 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 گرفته شده از نظر جهت‌گیری ساختمان موجود و اعمال سناریوهای مختلف، تأثیر هر یک از آن‌ها در میزان بار مصرفی بخش سرمایش و گرمایش ساختمان به دست آمده 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 شرقی-غربی 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,

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.

(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

## 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, Famarz. (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]