Housing and Rural Environment
Print ISSN: 2008 - 4994 Online ISSN: 2588 - 6215
Homepage: https://jhre.ir

Evaluation of radiation and wind performance in introverted historical houses in the cold and dry climate of Shahrekord with the approach of achieving optimal form

Narges Loghmani[1], **Ayoub Khosravi Farsani**[2]✉

1. Instructor, Department of Architecture and Urban Planning, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran. E-mail: nloghmani@tvu.ac.ir
2. Corresponding Author, Instructor, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran. E-mail: A-khosravi@tvu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 18 Junuary 2025
Received in revised form 19 April 2025
Accepted 9 May 2025
Available online 29 September 2025

Keywords:
optimal architectural pattern,
historical introverted houses,
Shahrekord city,
solar radiation and wind performance.

ABSTRACT

Objective: Passive architectural design, with an emphasis on reducing fossil fuel consumption and utilizing indigenous and regional architectural patterns, is currently recognized as an important approach in contemporary architecture. Chaharmahal and Bakhtiari Province is located in a cold climatic region of Iran, and its capital, Shahrekord—commonly referred to as the "Roof of Iran" due to its geographical location—has a high potential for absorbing solar thermal radiation. This city contains four introverted historical houses, whose optimal examples can inspire contemporary architects in passive design strategies. Specific objectives of this study include determining the optimal proportions of central courtyards, appropriate orientation, and suitable height-to-width ratios.

Method: his research adopts a mixed qualitative–quantitative methodology. Analyses were conducted using ANSYS Fluent software, in which the studied samples were compared based on the average temperature of the inner walls of central courtyards. According to ten-year meteorological data from the provincial Meteorological Organization, January and July were identified as the most critical months of the year; therefore, simulations and analyses were performed for these two months.

Results: Different orientations of central courtyards can significantly influence the amount of received solar radiation and increase the average temperature of the inner courtyard walls.

Conclusions: Among the studied samples, the Mortazaviha House, in terms of orientation and proportions, demonstrated the highest average wall temperature in winter (16.74 °C), with a courtyard proportion of 1:30 and an orientation of 50 degrees relative to the south, making it the optimal winter model. Additionally, the Azadeh House showed the lowest average wall temperature in summer (29.00 °C), with a courtyard proportion of 1:33 and an orientation of 8 degrees relative to the south, and was identified as the optimal summer model. Therefore, in contemporary designs—such as local or vernacular accommodations—the identified optimal model, preferably suited to this climate (Mortazaviha House), can be selected and implemented.

For future studies, it is recommended that the optimal model be simulated and compared using various contemporary materials within a simulation environment in order to identify the most suitable construction materials.

Cite this article: Loghmani, N., Khosravi Faresani, A. (2025). Evaluation of radiation and wind performance in introverted historical houses in the cold and dry climate of Shahrekord with the approach of achieving optimal form. *Housing and Rural Environment, 44* (191), 33-46. https://doi.org/10.22034/44.191.33

© The Author(s).
Publisher: Natural Disasters Research Institute (NDRI).
DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]
[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]

Introduction

Global climate change and the growing problems associated with fossil fuel consumption have led to rising energy use worldwide, including in Iran (Lechner, 2014). To address these challenges, the architectural field increasingly emphasizes climate-responsive design, or *passive design strategies*. By studying traditional and indigenous architecture, architects can rediscover climatic design patterns compatible with local conditions—models that reduce environmental stress from modern constructions and promote sustainable revival in Iranian architecture.

Iran benefits from abundant solar radiation as a free, non-polluting energy source. Chaharmahal and Bakhtiari Province, due to its high altitude and cold climate, has great potential to harness this solar energy. Additionally, its favorable climatic diversity and scenic landscapes make it an attractive tourist destination.

The main problem addressed in this research is the climatic analysis of introverted historical houses in Shahrekord to develop an optimal passive design model. Key variables include solar radiation, wind direction and intensity, and the thermal load on the inner courtyard walls. The research questions are: (1) How do solar radiation angles and wind direction affect the thermal load on courtyard walls of four-sided historical houses in Shahrekord? (2) What are the most efficient proportions and orientations of courtyards in Shahrekord's traditional houses?

Method

This study adopts an applied mixed-method research design integrating both qualitative and quantitative approaches. The qualitative component involves descriptive analysis and architectural documentation, while the quantitative part focuses on computational simulation and thermal performance evaluation.

Architectural models of the case studies were developed in AutoCAD and Revit, followed by simulation in ANSYS Fluent. Within Chaharmahal and Bakhtiari Province, three cities—Shahrekord, Borujen, and Chaleshtar—contain historical houses from the Qajar and Pahlavi periods. Due to similar climatic conditions in Shahrekord and Chaleshtar and minor variations in Borujen, the latter was excluded. Four representative houses featuring four-sided layouts and single central courtyards were selected for analysis. Simulation results were compared through a comparative analysis method, and findings were synthesized.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]

[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]

Results

The quantitative analysis focused on evaluating how solar radiation, courtyard orientation, and wind direction affect indoor wall temperatures in the four case studies. Simulations for January and July—representing extreme winter and summer conditions—demonstrated clear patterns of thermal variation. Courtyard orientation was found to be a critical determinant of energy efficiency, with southeast to south orientations providing optimal thermal balance. Houses with balanced courtyard proportions (approximately 1.3) exhibited superior thermal stability and passive performance.

Conclusions

This study compared four historical houses with central courtyards in Shahrekord's cold and dry climate to identify an optimal passive architectural model. Simulations in ANSYS Fluent showed that orientation and courtyard proportion significantly influence indoor thermal comfort. The Mortazavi House was identified as the optimal winter model (average wall temperature: 16.74°C; courtyard ratio: 1.30; orientation: 50° south), while the Azadeh House was the optimal summer model (average wall temperature: 29.00°C; courtyard ratio: 1.3; orientation: 8° south).

For future research, it is recommended that the optimal configuration be simulated using different construction materials to evaluate their comparative thermal performance and identify materials most suitable for contemporary passive design in cold climates.

Author Contributions

The author contributed equally to the conception of the article and to the drafting of the original and subsequent drafts.All authors contributed equally to the conceptualization of the article and writing of the original and subsequent drafts.

Data Availability Statement

Not applicable

Acknowledgements

Not applicable

Ethical considerations

The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]

[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]

[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]

مسکن و محیط روستا
شاپا چاپی: ۴۹۹۴ - ۲۰۰۸ شاپا الکترونیکی: ۶۲۱۵ - ۲۵۸۸
Homepage: https://jhre.ir

ارزیابی عملکرد تابش و باد در خانه‌های تاریخی چهارطرف ساخت اقلیم سرد و خشک شهرکرد با هدف دستیابی به فرم بهینه

نرگس لقمانی[۱]، ایوب خسروی فارسانی[۲]✉

۱. مربی، گروه معماری و شهرسازی، دانشکده مهندسی عمران و معماری، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران. رایانامه: nloghmani@tvu.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، مربی، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران. رایانامه: A-khosravi@tvu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۱/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۹
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۰۷

کلیدواژه‌ها:
الگوی بهینه معماری،
خانه‌های درون‌گرای تاریخی،
شهر شهرکرد،
عملکرد تابش و باد.

چکیده

هدف: طراحی معماری غیرفعال گرایشی با تأکید بر کاهش مصرف انرژی‌های فسیلی و استفاده از الگوهای معماری بومی و منطقه‌ای، امروزه به‌عنوان یک رویکرد مهم در معماری معاصر مطرح است. استان چهارمحال‌وبختیاری جزء مناطق سردسیر کشور و مرکز آن شهرکرد، به علت موقعیت جغرافیایی خود، در اصطلاح عامیانه «بام ایران»، قابلیت بالایی برای جذب تابش حرارتی خورشید دارد. این شهرستان دارای ۴ خانه تاریخی درون‌گرا است که نمونه بهینه آن می‌تواند الهام‌بخش، معماران معاصر در جهت طراحی غیرفعال باشد. از اهداف ویژه نیز می‌توان به ارائه تناسبات بهینه حیاط مرکزی، جهت‌گیری مناسب و نسبت‌های ارتفاعی مناسب اشاره نمود.

روش پژوهش: روش تحقیق به شیوه آمیخته کمی و کیفی است. برای تحلیل‌ها از نرم‌افزار انسیس فلوئنت استفاده شده، که در آن بر مبنای میانگین دمای دیوارهای داخلی حیاط‌های مرکزی، نمونه‌ها مورد تطبیق قرار گرفته‌اند. بر اساس آمار ده ساله سازمان هواشناسی این استان، دو ماه دی و تیر، به‌عنوان بحرانی‌ترین ماه‌های سال شناخته شده، بنابراین تحلیل نمونه‌ها در این دو ماه صورت گرفته است.

یافته‌ها: جهت‌گیری‌های متفاوت حیاط‌های مرکزی می‌تواند تأثیر زیادی بر دریافت تابش خورشید و بالا بردن مقدار میانگین دمای دیوارهای داخلی داشته باشد.

نتیجه‌گیری: بنابراین در بین نمونه‌ها خانه مرتضوی‌ها ازنظر جهت‌گیری و تناسبات در زمستان با دمای میانگین دیوارهای ۱۶/۷۴ درجه سانتی‌گراد با تناسبات حیاط ۱/۳۰ و جهت‌گیری ۵۰ درجه نسبت به جنوب، دارای بیشترین دما و نمونه بهینه است. همچنین خانه آزاده در تابستان با دمای میانگین دیوارهای ۲۹/۰۰ درجه سانتی‌گراد و تناسبات حیاط ۱/۳۳ و جهت‌گیری ۸ درجه نسبت به جنوب دارای کمترین دما و نمونه بهینه در تابستان است. بنابراین در طراحی‌های جدید به‌عنوان نمونه اقامتگاه‌های محلی یا بومی، می‌توان نوع بهینه معرفی‌شده، ترجیحاً در این اقلیم (خانه مرتضوی‌ها) انتخاب و اجرا نمود.

در بررسی‌های آتی، پیشنهاد می‌شود، نمونه بهینه با مصالح مختلف روز در محیط نرم‌افزار شبیه‌سازی و مقایسه شود و مصالح مناسب معرفی گردد.

استناد: لقمانی؛ نرگس، خسروی فارسانی؛ ایوب. (۱۴۰۴). ارزیابی عملکرد تابش و باد در خانه‌های تاریخی چهارطرف ساخت اقلیم سرد و خشک شهرکرد با هدف دستیابی به فرم بهینه. *مسکن و محیط روستا*، ۴۴ (۱۹۱)، ۳۳-۴۶. https://doi.org/10.22034/44.191.33

ناشر: پژوهشکده سوانح طبیعی.

© نویسندگان.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]
[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]

مقدمه

با تغییرات اقلیمی در سراسر جهان و مشکلات ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، میزان مصرف انرژی در جهان و ایران، هرساله در حال افزایش است (Lechner, 2014). معماری معاصر در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه، با چالش مصرف انرژی مواجه است. در جهت تعدیل مشکلات جهان معاصر در بحث انرژی، در حوزه معماری، رویکرد توجه به اقلیم در طراحی یا استراتژی طراحی غیرفعال به معماران پیشنهاد شده است. با بررسی و مطالعه معماری سنتی و بومی هر منطقه، می‌توان الگوی به‌کاررفته در آن‌ها را، الگوی سازگار با اقلیم و نمونه غیرفعال در طراحی، معرفی نمود (karbalaee Doree & Hejazi Zadeh, 2017). پس شناخت این الگوها در جهت کاهش فشار ناشی از ساخت‌وسازهای نوین بر محیط طبیعی و تلاش در راستای احیای آن‌ها در معماری کشور ضروری به نظر می‌رسد (Ayali & Movahed, 2016). در کشور ایران، انرژی تابشی خورشید، به‌صورت یک منبع رایگان و بدون آلودگی زیست‌محیطی، در پهنه وسیعی قابل دریافت و بهره‌برداری است. استفاده از این منبع باید به‌گونه‌ای باشد که میزان تابش جذب‌شده در مناطق گرمسیر بیش‌ازحد نباشد و در مناطق سردسیر، بیشترین میزان جذب انرژی خورشید اتفاق بیفتد (Shams & Khodakarami, 2010). استان چهارمحال و بختیاری جزء مناطق سردسیر کشور و به علت موقعیت جغرافیایی خود، در اصطلاح عامیانه «بام ایران»، قابلیت بالایی برای جذب تابش حرارتی خورشید دارد. از طرف دیگر، این استان به علت شرایط مطلوب آب‌وهوایی و تنوع محیط طبیعی، پتانسیل بالایی در جذب گردشگر دارد. این استان دارای تعداد قابل قبولی خانه تاریخی (قاجار و پهلوی) است که تاکنون مطالعات عمیقی بر روی آن‌ها صورت نگرفته است. بررسی معماری این خانه‌ها می‌تواند الهام‌بخش معماران برای طراحی غیرفعال باشد و باتوجه‌به پتانسیل بالای این استان در جذب گردشگر، این پژوهش الگوی بهینه برای خانه‌های بوم‌گردی جدید برای این استان را ارائه دهد.

در این جهت، مسئله‌ای که این پژوهش به آن می‌پردازد «تحلیل اقلیمی خانه‌های تاریخی درون‌گرای شهرکرد، در جهت ارائه الگوی بهینه» است. متغیرها نیز شامل، تابش خورشید، میزان، جهت و شدت باد و بار حرارتی دیوارهای داخلی حیاط مرکزی است. جنبه‌های معلوم تحقیق، شامل داده‌های هواشناسی (جهت باد، زاویه تابش، دمای روزهای مختلف سال در ده سال اخیر) و داده‌های حاصل از تحلیل معماری خانه‌های تاریخی (زاویه چرخش خانه‌ها، تناسبات حیاط، سطوح دریافت‌کننده تابش) است. جنبه مجهول پژوهش نیز، شناسایی تأثیر متغیر باد و زاویه تابش بر بار حرارتی دیوارهای داخلی حیاط مرکزی در نمونه‌های پژوهش است که درنهایت منجر به ارائه نمونه بهینه می‌شود. این طرح می‌تواند الگویی کلی برای طراحی خانه‌های بوم‌گردی برای اقلیم این استان فراهم آورد. از اهداف ویژه نیز می‌توان به ارائه تناسبات بهینه حیاط مرکزی، جهت‌گیری مناسب و نسبت‌های ارتفاعی مناسب اشاره نمود. بدین منظور سؤالات زیر مطرح است:

تأثیر زاویه تابش خورشید و جهت باد بر بار حرارتی دیوارهای داخلی حیاط مرکزی خانه‌های تاریخی چهارطرف ساخت شهرکرد چگونه قابل‌تحلیل است؟

مناسب‌ترین تناسبات و جهت‌گیری‌های حیاط در خانه‌های تاریخی شهرکرد، کدام‌اند؟

پیشینه پژوهش

پیشینه نظری پژوهش

در بررسی معماری ابنیه تاریخی، می‌توان تقسیم دوگانه خانه و بناهای عمومی را متصور شد. خانه چه در عصر پیشینیان و چه در عصر حاضر به دلیل ماهیت کارکردی آن، همواره موردتوجه اندیشمندان و پژوهشگران بوده است. خانه‌های تاریخی بخش عمده بافت‌های تاریخی شهرهای تاریخی و نشانگر هویت جامعه آن‌ها هستند. خانه‌ها در گذشته به‌صورت درون‌گرا بوده و فضاها در اطراف حیاط مرکزی سازمان‌دهی می‌شدند و هیچ‌گونه بازشو و یا پنجره‌ای به سمت بیرون نداشته‌اند (Balali oskoyi & dehghan, 2022). دوره قاجار به‌خصوص در معماری ایران، اثرگذار بوده است و خانه‌سازی در آن دوره باتوجه‌به تأثیر مظاهر برون‌مرزی، در مواردی به تقلید صرف از آثار غربی منجر شده است (Namdari, Mash'hadi, & Sinai, 2023). اجزای معماری خانه‌های بومی–سنتی (چون حیاط، ایوان، هشتی، مهتابی و ...) شکل و تعریفی پایدار دارند. خانه‌های سنتی ایران، بر اساس موقعیت جغرافیایی و ازطریق جهت‌گیری مناسب، حیاط‌ها، چیدمان فضاها و فرم کالبدی بهینه، کاهش سطوح خارجی در

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]

[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]

برابر تابش مستقیم خورشید، مصالح بوم‌آورد و ... در نامناسب‌ترین شرایط اقلیمی، بهترین محیط آسایش را فراهم می‌آورند (Oghani & Movahedi, 2018). حیاط، نوعی از فضاهای اصلی بنا محسوب می‌شود (Bridson & Design, 2012). حیاط مرکزی، به‌عنوان قلب خانه، در مرکز بنا قرار می‌گیرد. در ترکیب‌بندی بنا هم به‌گونه‌ای عمل می‌کند که علاوه بر تجلی قسمتی از طبیعت، از منظر ترکیب هندسی، سازمان‌دهی، تناسبات و کیفیت فضاهای اطراف، مجموعه بنا را تحت‌الشعاع خود قرار می‌دهد (Farshchi & Majidi, 2022). این کهن الگو، دیگر فضاها را سازمان‌دهی می‌کند (Mahdavinejad et al., 2013). در گذشته وقتی زمینی را برای ساختن خانه، مسجد و یا هر بنای دیگری در اختیار معمار می‌گذاشتند، هندسه‌های بسیار دقیق، ابعاد زمین را تعیین می‌کرده است، سپس به کمک تقسیمات و ترسیمات خاصی مشخص می‌کرد که حیاط چگونه باشد؛ چه ابعادی داشته و به‌طور دقیق در کجای زمین قرار بگیرد تا همه فضاها بتوانند از تناسبات خوبی برخوردار شوند. ارتفاع، حجم و نمای فضاها را نیز بر اساس همین تناسب تعیین می‌کرده‌اند (Tahbaz, 2004).

استراتژی غیرفعال به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان یکی از مقرون به‌صرفه‌ترین استراتژی‌ها برای ساختمان‌های پایدار شناخته شده است (Gil-Ozoudeh et al., 2022). حیاط‌های مرکزی نه‌تنها ساختمان‌های غیرفعال هستند (Gaitani, Mihalakakou, & Santamouris, 2007)، بلکه نمایانگر ساختمان‌های مسکونی سنتی هستند که می‌توانند وابستگی بیش‌ازحد ساختمان را به استفاده فعال از انرژی کاهش دهند. به‌طوری‌که میزان انرژی موردنیاز برای خنک‌سازی ساختمان‌ها را به حداقل برسانند و به‌طور مؤثری از دست دادن گرما و نیازهای گرمایشی را کاهش دهند. علاوه بر این، حیاط‌های مرکزی با افزایش فضاهای حفاظتی، محیط مناسب برای گرما، نور و صدا ایجاد می‌کنند (Muhaisen & Gadi, 2006). در پدیداری این خرداقلیم، جهت‌گیری آگاهانه نسبت به گردش خورشید، نقشی اساسی ایفا می‌کند. معماران بومی بر پایه تجربیاتی که از ویژگی‌های آب‌وهوایی، تابش آفتاب، سوی وزش باد و دیگر عوامل داشته به شیوه‌ای از سویابی خانه برای اقلیم‌های گوناگون ایران رسیده بودند (Piriyaei, Mofidi Shemirani, & Sabernejad, 2022).

پیشینه تجربی پژوهش

پیرامون طراحی مسکن همساز با اقلیم، پژوهش‌های فراوانی در ایران صورت گرفته، از آن جمله می‌توان به مطالعات کسمائی (۱۹۸۹؛ ۱۹۹۳؛ ۲۰۰۴)؛ رازجویان (۲۰۰۰؛ ۲۰۱۰)؛ قبادیان (۲۰۰۶)؛ شاطریان (۲۰۱۵) و دیگران اشاره کرد. در مقالات علمی مختلف نیز ازجمله اخترکاوان و فلاحی (۲۰۲۰)؛ زارع مهذبیه و همکاران (۲۰۲۰)؛ گرجی و همکاران (۲۰۱۲) و سلیقه (۲۰۰۴) تحقیقات متنوعی در جهت، جهت‌گیری مناسب فرم و مسائل پیشنهادی همساز با اقلیم ارائه شده است. متناسب‌سازی جهت حیاط مرکزی با اقلیم در شهر شیراز موردمطالعه قرار گرفته است، نتایج تحقیق نشان می‌دهد که بهترین زاویه ازنظر دریافت میزان تابش انرژی خورشیدی در جبهه شمالی حیاط مرکزی خانه‌های دوره قاجار، محدوده زاویه ۲۵ درجه چرخش نسبت به شمال است (Ayali & Movahed, 2016). در همین راستا، خانه‌های تاریخی منتسب به دوره قاجار شیراز بررسی و ازنظر آسایش حرارتی تحلیل شدند. جهت بهینه چرخش حیاط حدود ۲۷ درجه متمایل به جنوب غربی است (Karamirad et al., 2019). در پژوهش دیگر، طراحی بهینه حیاط مرکزی در ساختمان‌های مسکونی، در برابر باد ۱۲۰ روزه زابل بر اساس تحلیل CFD به انجام رسانده شده که نتایج نشان می‌دهد، ساختمان‌هایی یا موانعی که در برابر جهت باد دارای فرم مقعر هستند؛ بیشتر از سایر گونه‌ها مانع ورود باد به محوطه سایه باد هستند. همچنین نوع جانمایی و جهت‌گیری ساختمان‌ها در برابر باد و میزان محصوریت در دو نقطه ورود و خروج باد، به همراه استفاده از موانع طبیعی می‌تواند در کاهش سرعت باد و کاهش ورود گردوغبار به مجموعه تا رسیدن به حد آسایش بسیار مؤثر باشد (Khaksefidi, Vasigh, & Taban, 2020).

بررسی نقش باد در شکل‌دهی مساکن نیز به‌ویژه در شهر سیستان موردمطالعه قرار گرفته است که در انتها، راهکارهایی خردمندانه که در گذشته برای انحراف باد قبل از رسیدن به سکونتگاه ارائه شده، به‌روزرسانی شده است (Heidari & Davtalab, 2022)، با استفاده از خارخانه که ابداعی بومی جهت خنک کردن هوای داخل است، میزان سرعت باد را در داخل فضای مسکن بومی اندازه‌گیری کرده و شرایط آسایش انسانی را با فضای مشابهی که بدون خارخانه است مقایسه کرده‌اند؛ و به‌نوعی دنبال بهینه‌ترین سرعت باد جهت دستیابی به آسایش حرارتی ساکنان مسکن بومی سیستان بوده و به این نتیجه

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]

[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]

رسیده‌اند که خارخانه به‌عنوان یکی از عناصر مؤثر در تهویه طبیعی مطبوع در مسکن بومی سیستان میزان سرعت باد را به شرایط بهینه نزدیک می‌کند (Davtalab & Heidari, 2020).

در مطالعه دیگر، تأثیر الگوی هندسی حیاط مرکزی بر جریان هوا در خانه‌های سنتی شوشتر بررسی شده و نتایج پژوهش نشان می‌دهد، خانه‌هایی که دارای حیاط‌های چهارطرف ساخت با تناسبات طول به عرض ۱/۰۸ و ۱/۲ دارای مطلوب‌ترین شرایط توزیع جریان هوا و حیاط‌های سه طرف ساخت با طول به عرض ۱/۰۱و ۱/۱۳ ازنظر توزیع یکنواخت جریان هوا از شرایط نامطلوبی در فصول گرم سال در شهر شوشتر برخوردار هستند. تغییرات صورت‌گرفته در تناسبات و الگوی هندسی حیاط‌ها بر شرایط کیفیت جریان هوا و شرایط آسایش حرارتی ساکنان تأثیرگذار بوده است (Mardani & Roasaei, 2021).

پژوهشی با تحلیل الگوی حیاط مرکزی، الگوی بهینه برای شهر دزفول معرفی نموده است که سبب افزایش سایه بر سطوح حیاط، کاهش دمای جداره‌ها، کاهش بار سرمایشی ساختمان و افزایش آسایش ساکنین خواهد شد. در بناهایی که دارای تناسبات ۱ تا ۱/۴ میان طول و عرض و نسبت طول به ارتفاع ۱/۱/ تا ۱/۲ باشند، بیشترین سایه‌اندازی را در شهر دزفول فراهم می‌کنند (Taban, Mehrakizadeh, & Najaran, 2021).

مبحث باد نیز در حیاط‌های مرکزی بررسی و این نتیجه حاصل شده که گردش هوا به بهترین وجه توسط یک حلقه جریان هوا در داخل حیاط در حیاط مرکزی تأمین می‌شود و درنهایت مشخص شد که اولویت حیاط مرکزی در فرم هندسی بیضی است و مستطیل، شکل بعدی است (Karbasforoushha, Habib, & Zabihi, 2023).

در پژوهشی دیگر، فرم ساختمان، نسبت ابعادی و جهت استقرار بر اساس تابش خورشید در شهر تهران موردبررسی قرار گرفته و نتایج نشان می‌دهد، بهترین فرم ساختمان در شهر تهران، مستطیل با راستای شرقی–غربی و بعد از آن فرم مربع است. مناسب‌ترین نسبت ابعادی برای فرم مستطیل با راستای شرقی–غربی در شهر تهران، نسبت ۱:۱/۴ است. مناسب‌ترین جهات استقرار ساختمان برای نسبت ابعادی تعیین‌شده، جهت ۱۶۵ درجه جنوب شرقی و غربی و بعد از آن جهت رو به جنوب است (Akbari & Ebrahimi, 2021).

حسین آبادی و همکاران (۲۰۱۲) نیز به محاسبه تجربی مقدار انرژی خورشیدی تابیده‌شده بر سطوح قائم شهر سبزوار پرداخته و جهت‌گیری مناسب ساختمان باتوجه‌به تابش آفتاب برای شهر مزبور را شرح داده است.

در همین راستا، مطالعه دیگری، برای اقلیم گرم و مرطوب و سه شهر اهواز، بندرعباس و بوشهر، بر اساس دریافت تابش، زاویه بهینه را برای سطوح قائم ارائه می‌دهد (Akbari & Hosseini Nezhad, 2020).

بنابراین، پژوهش حاضر برای نخستین بار جهت بهینه حیاط مرکزی خانه‌های چهارطرف ساخت شهر شهرکرد را بر اساس دو عامل تابش و باد، بررسی و الگوی بهینه ارائه می‌نماید.

روش‌شناسی پژوهش

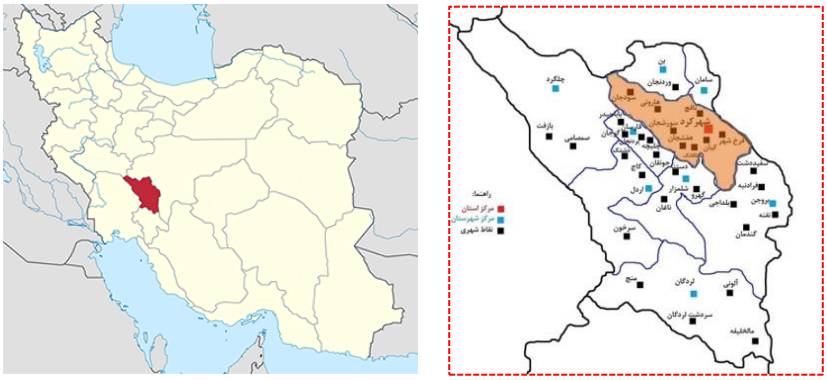
این پژوهش ازنظر هدف، کاربردی و ماهیت آن یک تحقیق آمیخته است، که از روش‌های کیفی و کمی بهره می‌گیرد. در نوع نخست، تکنیک‌های پژوهش کیفی و نوع دوم استفاده از تکنیک‌های نرم‌افزاری و بررسی ویژگی‌های کالبدی خانه‌های تاریخی به‌منظور دستیابی به پژوهش کمی است. نمونه‌ها در ابتدا توسط نرم‌افزارهای دوبعدی و سه‌بعدی معماری AutoCAD و Revit ترسیم و در ادامه بر مبنای شبیه‌سازی رایانه‌ای نرم‌افزار Ansys Fluent تحلیل می‌شوند. در استان چهارمحال و بختیاری سه شهرستان شهرکرد، بروجن و چالشتر، دارای خانه‌های تاریخی منتسب به قاجار و پهلوی هستند. به‌طورکلی تعداد آن‌ها که شامل جامعه آماری می‌شود، به بیش از ده عدد می‌رسد. اما باتوجه‌به اینکه شرایط اقلیمی شهرکرد و چالشتر، شبیه به هم و بروجن تغییرات اقلیمی مختصری با دو شهرستان دیگر دارد، نمونه‌های بروجن حذف و تمرکز تحقیق بر روی نمونه‌های دو شهرستان شهرکرد و چالشتر است. در ادامه از بین جامعه آماری باقی‌مانده، نمونه‌هایی انتخاب شدند که از چهار جهت دارای ساخت و دارای تنها یک حیاط مرکزی هستند. بنابراین تعداد نمونه‌های هدفمند به ۴ عدد می‌رسد. داده‌های دریافت شده از شبیه‌سازی رایانه‌ای درنهایت با روش قیاسی بررسی و نتایج مورد بازخوانی قرار می‌گیرند.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]

[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]

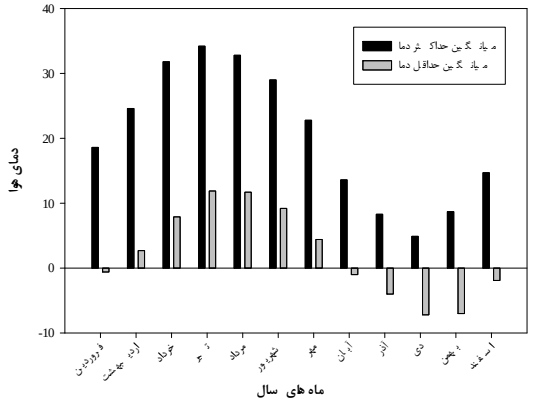
محدوده موردمطالعه

استان چهارمحال و بختیاری، یکی از استان‌های غربی و کوهستانی ایران است (شکل ۱). یکی از مرتفع‌ترین مراکز استان‌ها و از همین رو به بام ایران نیز شهرت یافته است. موقعیت قرارگیری این استان، امکان دریافت تابش خورشید را برای شهرستان‌های خود فراهم نموده است. محدوده موردمطالعه این پژوهش، دو شهرستان شهرکرد و چالشتر است.

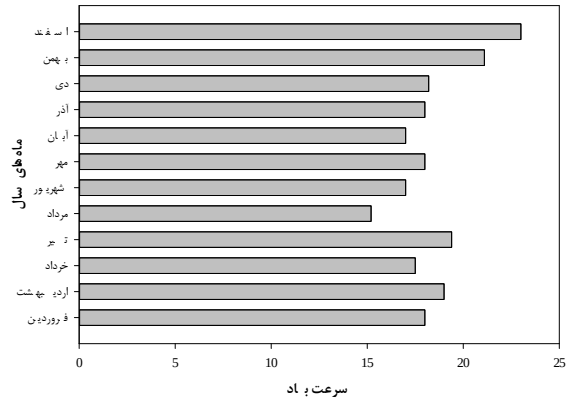


شکل ۱. نقشه موقعیت شهرستان شهرکرد در نقشه ایران

باتوجه‌به داده‌های هواشناسی ده سال اخیر، برای شهر شهرکرد و چالشتر، میانگین حداکثر دما در تیرماه و میانگین حداقل دما در دی‌ماه است. بنابراین بحرانی‌ترین ماه‌های سال، تیر (انقلاب تابستانی) و دی (انقلاب زمستانی) است (شکل ۲). بیشترین سرعت باد نیز، در فصل زمستان، اسفندماه و در فصل تابستان، تیرماه است (شکل ۳).



شکل ۲. نمودار داده‌های هواشناسی شهرستان شهرکرد در ده سال اخیر (دمای هوا در ماه‌های مختلف سال). منبع: اداره هواشناسی استان

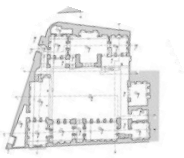
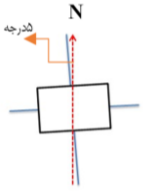


شکل ۳. نمودار داده‌های هواشناسی شهرستان شهرکرد در ده سال اخیر (سرعت باد در ماه‌های مختلف سال). منبع: اداره هواشناسی استان

معرفی نمونه‌ها

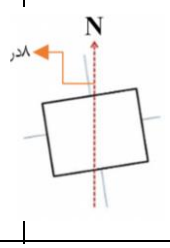
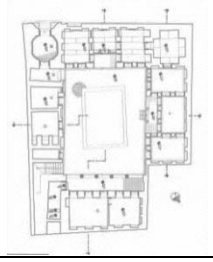
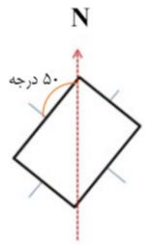
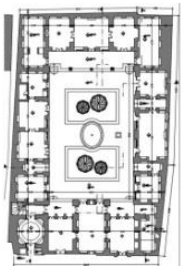
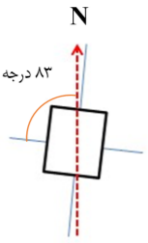
باتوجه‌به اینکه در بخش روش تحقیق عنوان شد، تعداد خانه‌هایی که در این پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرند، ۴ عدد است که در ادامه معرفی و موقعیت آن‌ها در شهر، جهت‌گیری نسبت به جهات جغرافیایی و تناسبات حیاط مرکزی ارائه شده است (جدول ۱).

جدول ۱. معرفی نمونه‌های مطالعاتی

ردیف	نام و توضیحات	پلان	موقعیت در شهر	جهت‌گیری	تناسبات حیاط
۱	خانه ریاحی نصب شماره ثبت اثر:۲۹۵۸۹ تاریخ ثبت: ۱۳۸۹/۱۱/۱۸ مالکیت اثر: سازمان میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع‌دستی				۱/۵۵

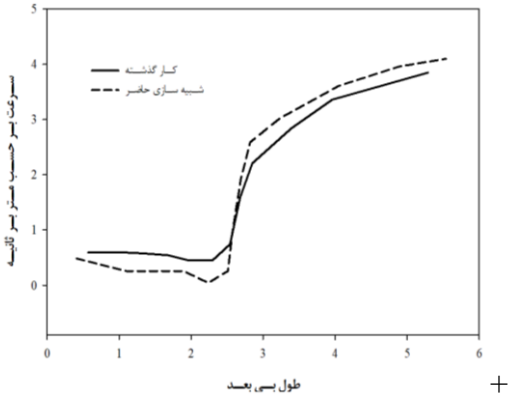
[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]

[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]

ردیف	نام و توضیحات	پلان	موقعیت در شهر	جهت‌گیری	تناسبات حیاط
۲	خانه آزاده شماره ثبت اثر:۱۷۵۹ تاریخ ثبت: ۱۳۷۵/۸/۷ مالکیت اثر: سازمان میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع‌دستی				۱/۳۳
۳	خانه مرتضوی‌ها مالکیت اثر: سازمان میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع‌دستی				۱/۳۰
۴	خانه اسحاقی‌ها شماره ثبت اثر: ۲۹۳۸۰ تاریخ ثبت: ۸۸/۱۱/۱۳ مالکیت اثر: سازمان میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع‌دستی				۱/۲۲
توضیحات	منظور از تناسبات حیاط، نسبت طول به عرض حیاط است				

یافته‌های پژوهش

پیش از شبیه‌سازی این مسئله، در ابتدا باید از صحت حل عددی اطمینان حاصل شود. بدین منظور، دو مسئله مشابه در دو مقاله که قبلاً انجام شده و فیزیک آن‌ها مشابه مسئله حاضر است، توسط نرم‌افزار شبیه‌سازی شد. نتایج به‌دست‌آمده در این شبیه‌سازی با نتایج آن مقالات مقایسه شده که نشان از صحت شبیه‌سازی حاضر دارد. این مقایسه در شکل ۴ و جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌گونه که از شکل و جدول دیده می‌شود، نتایج کار حاضر در تطابق بسیار خوبی با کار قبلی است (Hang, Li, & Sandberg, 2011) (شکل ۴).



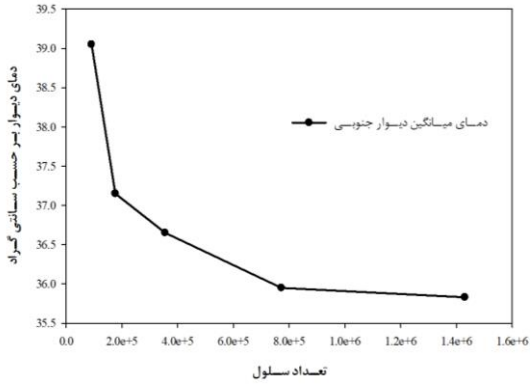
شکل٤. نمودار مقایسه سرعت هوا با کارهای گذشته

جدول ۲. مقایسه دمای دیوار با کارهای گذشته

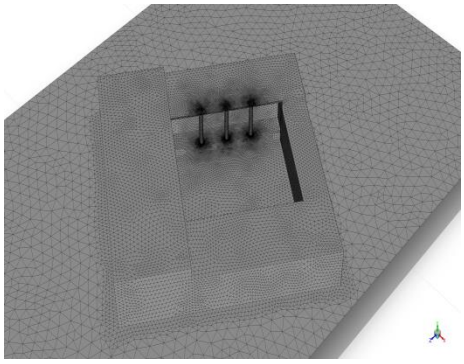
–	دمای دیوار شمالی(°C)	دمای دیوار میانی (°C)	دمای دیوار جنوبی (°C)
نتایج کار قبلی (Bottillo et al., 2014)	۵۳/۵	۵۸/۵	۶۰/۶
نتایج حاضر	۴۳/۳	۵۲/۶	۵۸/۰
درصد خطا	۳	۲	۱

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]
[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]

تعداد المان‌ها بر اساس سایزهای مختلف شبکه[1] انتخاب شده‌اند (شکل ۵). با تقریب خوبی می‌توان شبکه‌ای با تعداد المان‌های ۷۷۱۸۸۱ برای ادامه محاسبات در نظر گرفت. شکل ۶، نوع المان‌های در نظر گرفته‌شده را نشان می‌دهد، در فضای داخلی از المان‌های مثلثی و از المان‌های ریز[2] شده در لایه‌های مرزی و در اطراف دیوارها استفاده شده است. شمای کلی از دامنه حل و مش موردنظر در شکل نشان داده شده است (شکل ۶).

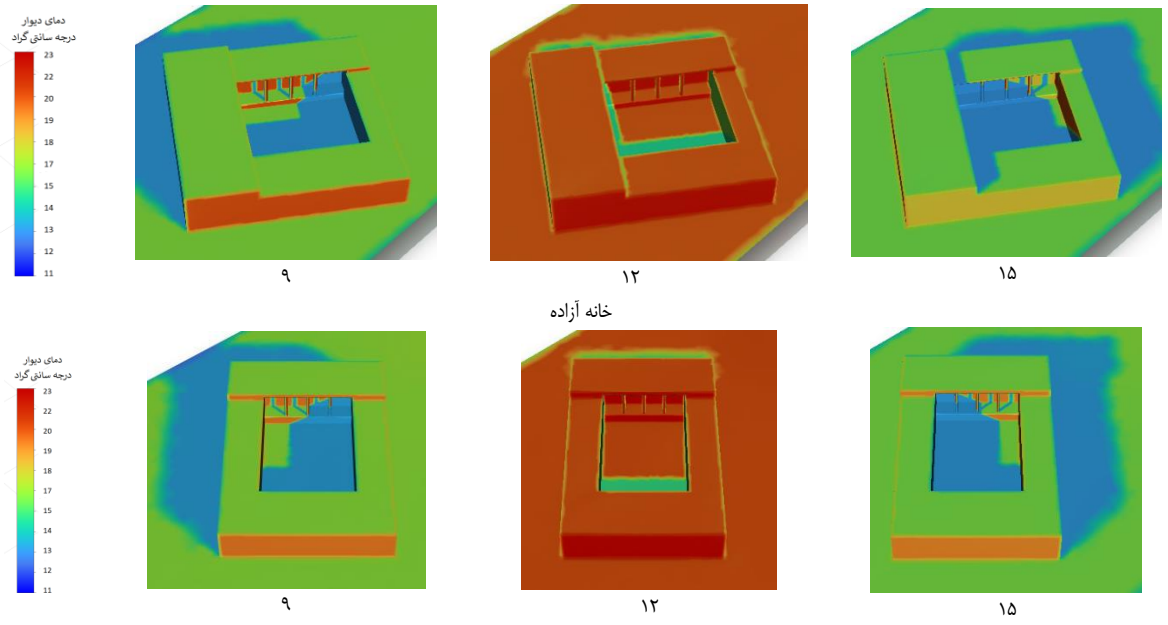


شکل ۵. نمودار تأثیر تعداد شبکه بر دمای دیوار



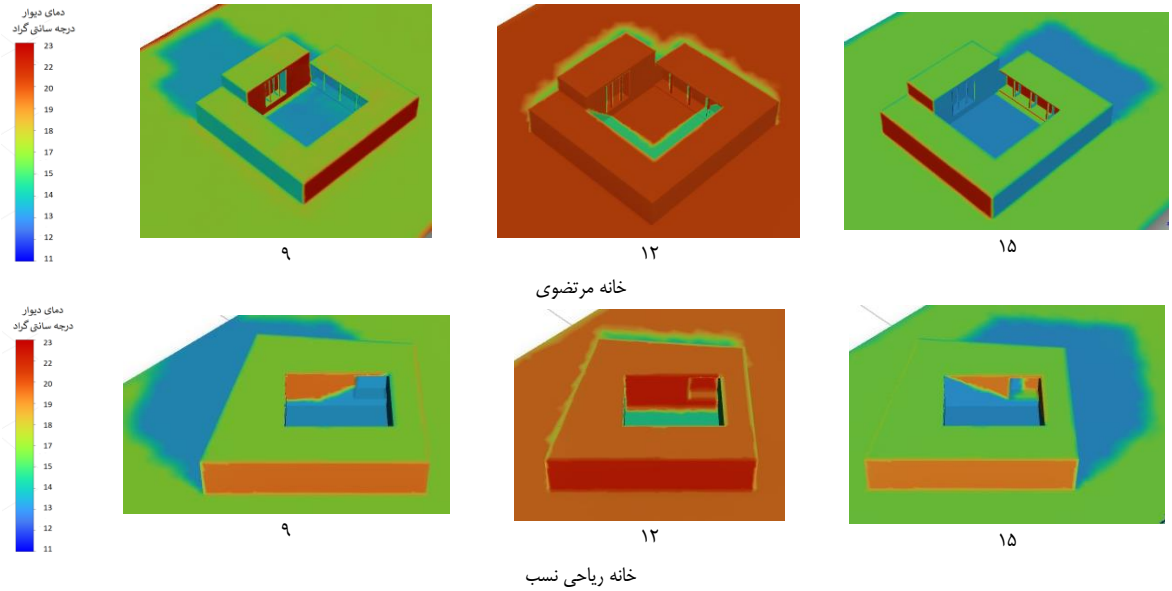
شکل ٦. شبکه تولیدشده نهایی

تأمین آسایش حرارتی و بهره‌وری انرژی حیاط‌های مرکزی، ازطریق محافظت بنا از تابش خورشید در ماه‌های گرم و بهره‌مندی از دریافت تابش در ماه‌های سرد سال امکان‌پذیر است. بر همین اساس، لازم است حداکثر سایه‌اندازی در ماه‌های گرم و حداقل تابش دریافتی در ماه‌های گرم بر روی سطوح جداره‌ها و کف حیاط صورت پذیرد. شکل ۷، خطوط هم‌تراز دما برای نمای بیرونی چهار خانه موردبررسی در سردترین روز سال را نشان می‌دهد. در این شکل برای ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵ روز باتوجه‌به جهت خورشید، سایه‌ها و جبهه‌های رو به آفتاب در زمستان مشخص هستند. باتوجه‌به شکل، در اکثر حیاط‌های مرکزی موردمطالعه، میزان آفتاب‌گیری جداره‌های شمالی در زمستان بیشتر از سایر جداره‌ها است و فقط در خانه مرتضوی، میزان آفتاب‌گیری جداره شرقی بیشتر از سایر جداره‌ها است؛ بنابراین در طی ماه‌های سرد سال در خانه‌های موردمطالعه، میزان آفتاب‌گیری جداره شمالی مناسب‌تر از سایر جداره‌های حیاط مرکزی است (شکل ۷).



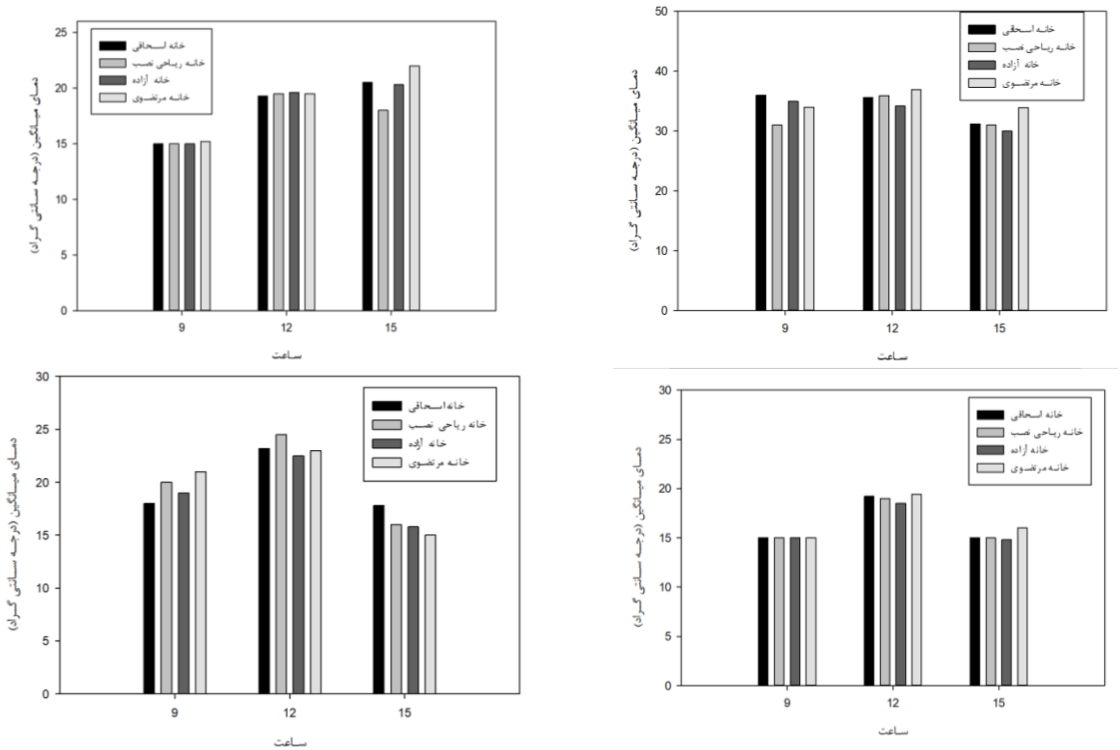
1. mesh sizing
2. refined

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]
[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]



شکل ۷. کانتور دما در ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵ در زمستان

در ادامه نمودار دما برای دیوارهای مختلف خانه‌ها در ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵ زمستان رسم شده است (شکل ۸). نتایج این نمودارها با شکل ۳ تطابق خوبی نشان می‌دهند. همان‌طور که در تصاویر مشخص است دمای دیوارهای شمالی در همه خانه‌های حیاط مرکزی در طول روز زمستان بیشتر از سایر جدارها است به‌جز خانه مرتضوی که در این خانه هم دمای جدار شمالی و هم شرقی میزان آفتاب بیشتری می‌گیرند.

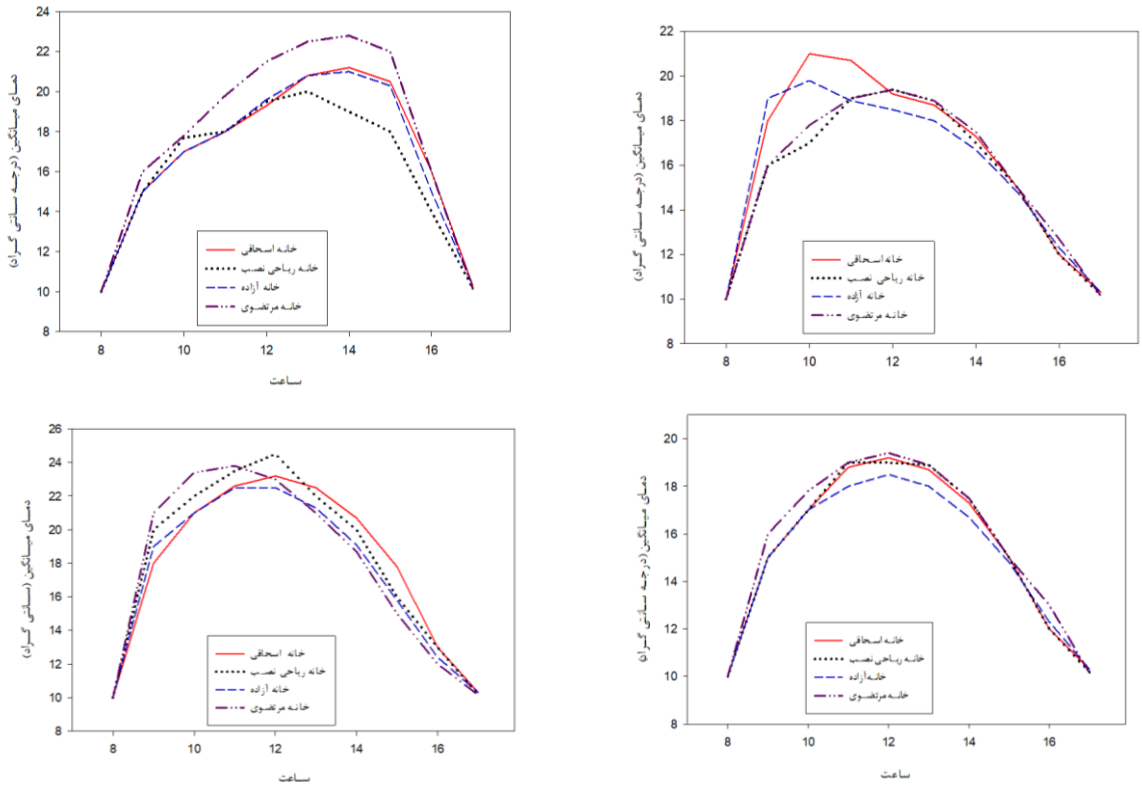


شکل ۸. نمودار دمای دیوار برای دیوارهای مختلف خانه‌ها در ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵ زمستان

در ادامه، نمودار دمای میانگین دیوار برای دیوارهای مختلف خانه‌ها در طول روز زمستان رسم شده است. باتوجه‌به این نمودارها، دیوارهای غربی در ساعات صبح دمای بالاتری به دلیل بهره‌گیری از تابش خورشید دارند و در بعدازظهر دمای آن‌ها کاهش می‌یابد ولی دیوارهای شرقی در بعدازظهر دمای بالاتری نسبت به صبح دارند. دیوارهای شمالی تقریباً در کل طول روز

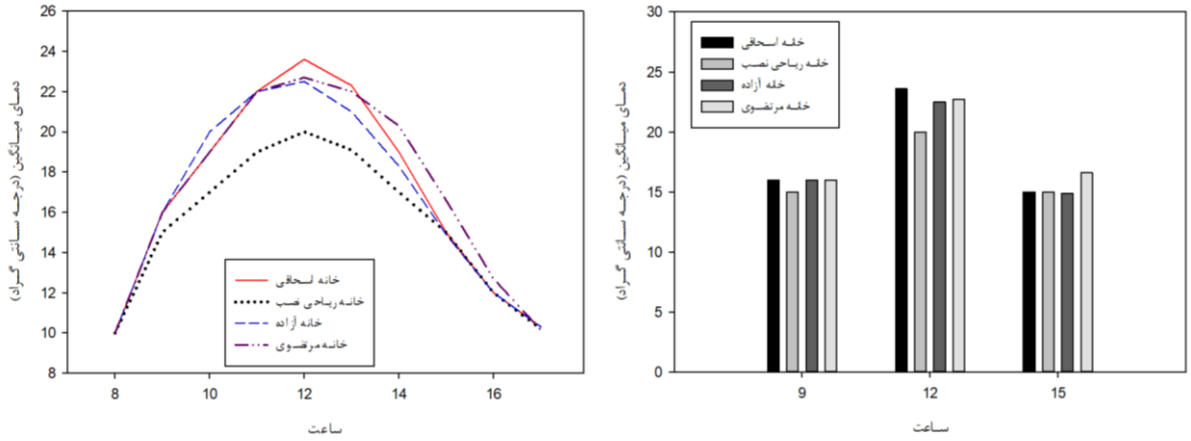
[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]
[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]

تابش آفتاب را دریافت می‌کنند و دیوار جنوبی در کل روز از تابش مستقیم آفتاب محروم است ولی به دلیل بالا رفتن دمای هوا در روز و بازتاب غیرمستقیم تابش آفتاب در طول روز دمای آن بالاتر می‌رود (شکل ۹).



شکل ۹. نمودار دمای میانگین دیوار برای دیوارهای مختلف خانه‌ها در طول روز زمستان

در ادامه نمودار دمای میانگین حیاط خانه‌ها در ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵ و در طول روز زمستان نشان داده شده است (شکل ۱۰). باتوجه‌به این نمودارها، دمای حیاط خانه اسحاقی به دلیل تناسبات حیاط مرکزی در طول روز بیشتر است و خانه ریاحی نصب دمای پایین‌تری دارد.



شکل ۱۰. نمودار دمای میانگین حیاط خانه‌ها در ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵ و در طول روز زمستان

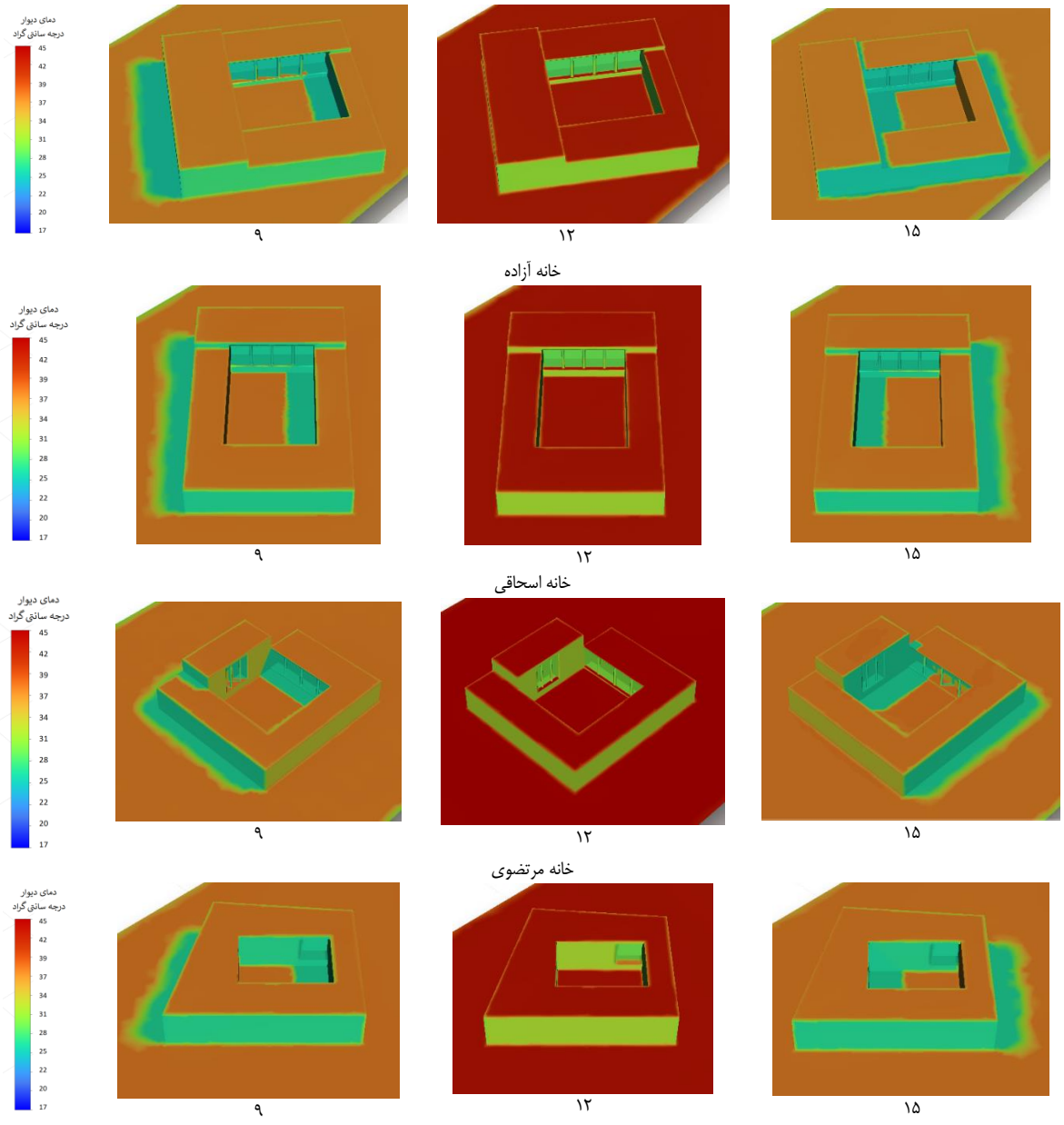
دمای میانگین دیوارهای جدارهای چهار خانه تاریخی موردمطالعه در طول روز در سردترین روز سال و همچنین میانگین کل دیوارها بررسی شد (جدول ۳). باتوجه‌به جدول، دیوارهای خانه مرتضوی باتوجه‌به تناسبات و جهت‌گیری دمای بالاتری نسبت به سایر خانه‌ها دارد و برای زمستان مناسب‌تر است. بعدازآن خانه اسحاقی و سپس خانه ریاحی نصب و آزاده دارای جهت‌گیری و تناسبات مناسب‌تری برای زمستان هستند.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]
[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]

جدول ۳. دمای میانگین دیوارها در زمستان در طول روز بر حسب درجه سانتی‌گراد

ریاحی نصب	مرتضوی	اسحاقی	آزاده	جداره
۱۵/۳۵	۱۵/۶۷	۱۵/۳۳	۱۵/۰۶	جداره جنوبی
۱۶/۱۳	۱۷/۸۵	۱۶/۸۱	۱۶/۷۰	جداره شرقی
۱۵/۴۴	۱۵/۶۴	۱۶/۲۲	۱۵/۸۳	جداره غربی
۱۸/۱۱	۱۷/۸	۱۷/۹۱	۱۷/۳۹	جداره شمالی
۱۶/۲۵	۱۶/۷۴	۱۶/۵۶	۱۶/۲۴	میانگین کل

تحلیل‌ها در ادامه، خطوط هم‌تراز دما برای نمای بیرونی چهار خانه را موردبررسی قرار داد. در این شکل برای ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵ روز باتوجه‌به جهت خورشید سایه‌ها و جبهه‌های رو به آفتاب در تابستان مشخص هستند. باتوجه‌به شکل، در اکثر حیاط‌های مرکزی موردمطالعه، میزان آفتاب‌گیری جداره‌های شرقی در تابستان بیشتر از سایر جداره‌ها است و دیوار شمالی بیشترین سایه را دارد و فقط در خانه مرتضوی، میزان آفتاب‌گیری جداره غربی بیشتر از سایر جداره‌ها است؛ بنابراین در طی ماه‌های گرم سال در خانه‌های موردمطالعه، میزان سایه‌اندازی جداره شمالی مناسب‌تر از سایر جداره‌های حیاط مرکزی است (شکل ۱۱).

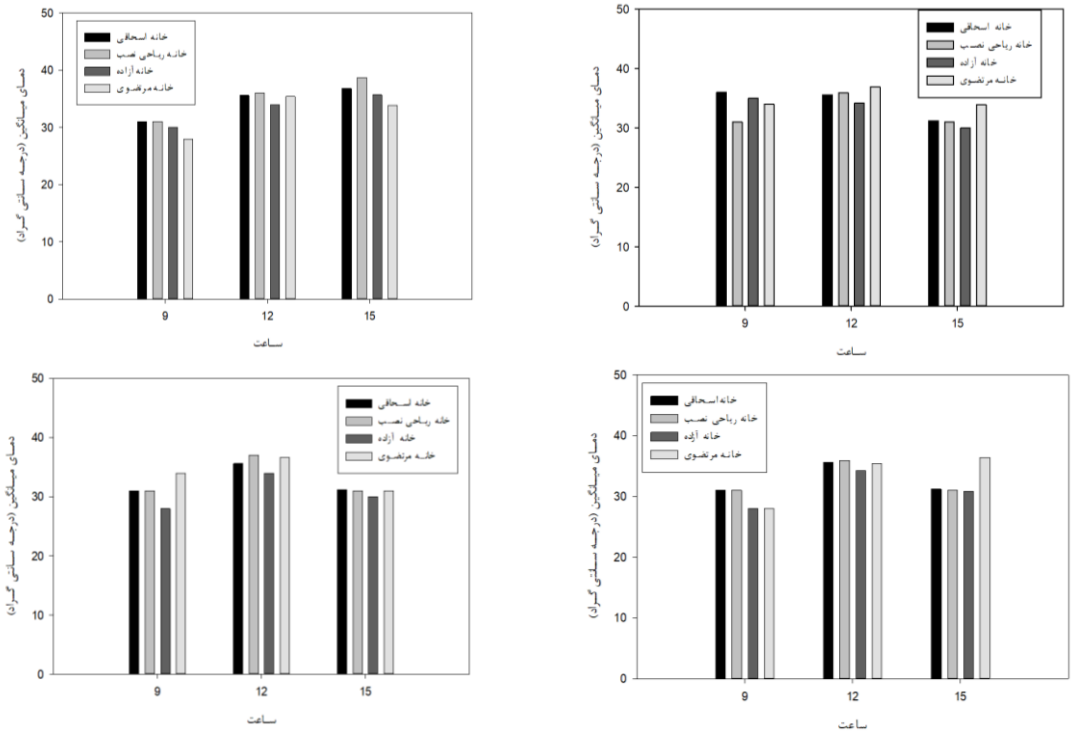


شکل ۱۱. کانتور دما در ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵ در تابستان

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]

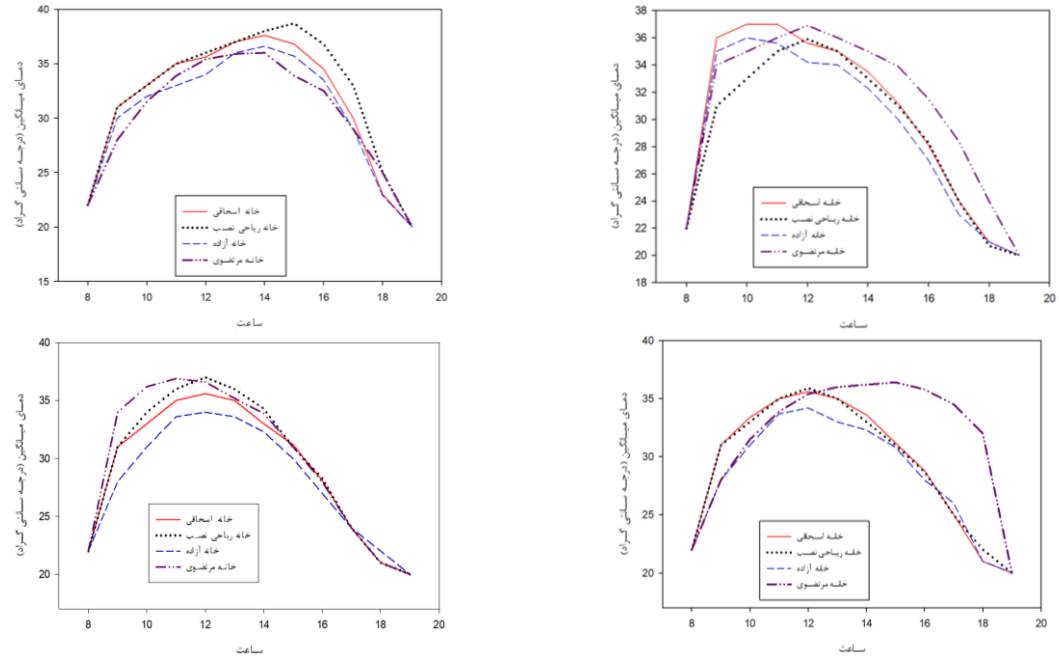
[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]

در ادامه نمودار دما برای دیوارهای مختلف خانه‌ها در ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵ تابستان رسم شد (شکل ۱۲). نتایج این نمودارها با شکل ۴ تطابق خوبی نشان می‌دهند. همان‌طور که در تصاویر مشخص است دمای دیوارهای شمالی در همه خانه‌های حیاط مرکزی در طول روز تابستان کمتر از سایر جدارها است و سایه بیشتری دارند به‌جز خانه مرتضوی که در این خانه هم دمای جدار شمالی و هم شرقی دارای سایه هستند.



شکل۱۲. نمودار دمای دیوار برای دیوارهای مختلف خانه‌ها در ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵ تابستان

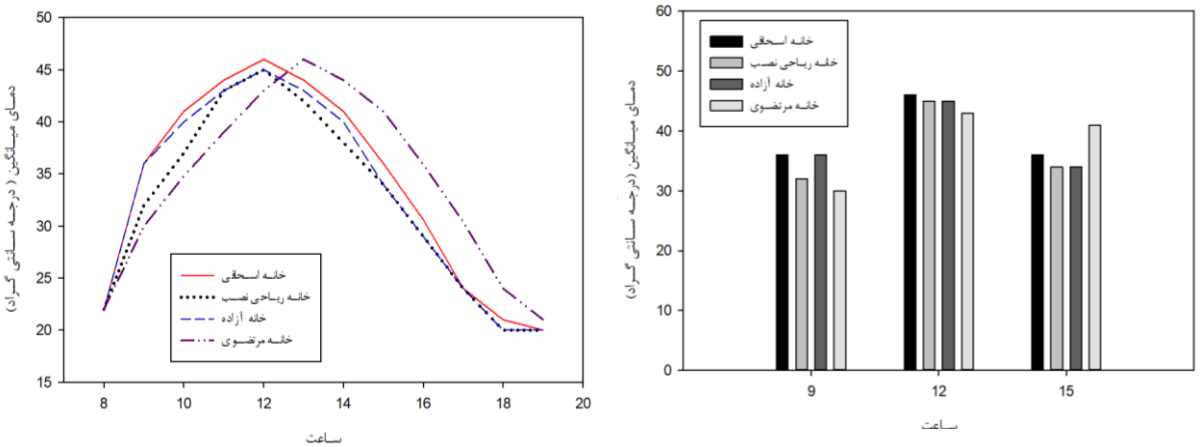
در شکل ۱۳، دمای میانگین دیوار برای دیوارهای مختلف خانه‌ها در طول روز تابستان رسم شده است. باتوجه‌به این نمودارها، دیوارهای شمالی در ساعات عصر دمای پایین‌تری به دلیل سایه‌اندازی بیشتر دارند و برای تابستان مناسب‌تر هستند ولی دیوارهای شرقی در بعدازظهر دمای بالاتری نسبت به صبح و سایر دیوارها دارند و دیوارهای غربی در صبح دمای بالایی دارند. دیوارهای جنوبی تقریباً در بیشتر طول روز تابش آفتاب را دریافت می‌کنند (شکل ۱۳).



شکل ۱۳. نمودار دمای میانگین دیوار برای دیوارهای مختلف خانه‌ها در طول روز تابستان

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]
[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]

در ادامه، نمودار دمای میانگین حیاط خانه‌ها در ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵ و در طول روز تابستان نشان داده شده است (شکل ۱۴). باتوجه‌به این نمودارها، دمای حیاط خانه ریاحی نصب به دلیل تناسبات حیاط مرکزی در طول روز بیشتر سایه‌اندازی و کمترین دما است که برای تابستان مناسب‌تر است و خانه مرتضوی در ساعات قبل از ظهر سایه بیشتر و بعدازظهر سایه کمتری دارد و به همین دلیل دارای دمای بالاتری است.



شکل ١٤. دمای میانگین حیاط خانه‌ها در ساعات ۹، ۱۲ و ۱۵ و در طول روز تابستان

در جدول ۴، دمای میانگین دیوارهای جدارهای چهار خانه تاریخی موردمطالعه در طول روز در گرم‌ترین روز سال و همچنین میانگین کل دیوارها نشان داده شده است. باتوجه‌به جدول دیوارهای خانه آزاده باتوجه‌به تناسبات و جهت‌گیری سایه‌اندازی بیشتر و دمای پایین‌تری نسبت به سایر خانه‌ها دارد و برای تابستان مناسب‌تر است. بعدازآن خانه اسحاقی و سپس خانه ریاحی نصب و مرتضوی دارای جهت‌گیری و تناسبات مناسب‌تری برای تابستان و ماه‌های گرم هستند (جدول ۴).

جدول ٤. دمای میانگین دیوارها در تابستان در طول روز بر حسب درجه سانتی‌گراد

جداره	آزاده	اسحاقی	مرتضوی	ریاحی نصب
جداره جنوبی	۲۸/۳۳	۲۹/۳	۳۱/۸	۲۹/۳
جداره شرقی	۲۹/۳۹	۳۱/۲۹	۳۰/۲۵	۳۲/۱۲
جداره غربی	۲۹/۱۷	۳۰/۳۰	۳۰/۰۵	۲۹/۰۷
جداره شمالی	۲۸/۱۲	۲۹/۰۷	۲۹/۹۰	۲۹/۵۵
کل	۲۹	۲۹/۹۲	۳۰/۷۵	۳۰/۱۶

نتیجه‌گیری

در این پژوهش چهار خانه تاریخی حیاط مرکزی دار شهر شهرکرد با اقلیم سرد و خشک با جهت‌گیری و تناسبات مختلف جهت ارائه الگوی بهینه مورد مقایسه قرار گرفتند. برای تحلیل‌ها از نرم‌افزار انسیس فلوئنت استفاده شده، که در آن بر مبنای میانگین دمای دیوارهای داخلی حیاط‌های مرکزی، نمونه‌ها مورد تطبیق قرار گرفته‌اند. بر اساس آمار ده ساله سازمان هواشناسی این استان، دو ماه دی و تیر، به‌عنوان بحرانی‌ترین ماه‌های سال شناخته شده (شکل‌های ۱ و ۲)، بنابراین تحلیل نمونه‌ها در این دو ماه صورت گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که خانه مرتضوی‌ها ازنظر جهت‌گیری و تناسبات در زمستان با دمای میانگین دیوارهای ۱۶/۷۴ درجه سانتی‌گراد با تناسبات حیاط ۱/۳۰ و جهت‌گیری ۵۰ درجه نسبت به جنوب، دارای بیشترین دما و نمونه بهینه است (جدول ۳). همچنین خانه آزاده در تابستان با دمای میانگین دیوارهای ۲۹/۰۰ درجه سانتی‌گراد و تناسبات حیاط ۱/۳ و جهت‌گیری ۸ درجه نسبت به جنوب دارای کمترین دما و نمونه بهینه در تابستان است (جدول ۴). بنابراین در طراحی‌های جدید به‌عنوان نمونه اقامتگاه‌های محلی یا بومی، می‌توان نوع بهینه معرفی‌شده، ترجیحاً در این اقلیم (خانه مرتضوی‌ها) انتخاب و اجرا نمود. در بررسی‌های آتی، پیشنهاد می‌شود، نمونه بهینه با مصالح مختلف روز در محیط نرم‌افزار شبیه‌سازی و مقایسه شود و مصالح مناسب معرفی گردد.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]
[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]

References

Akbari, H., & Ebrahimi, E. (2021). Climatic design of form, aspect ratio and building's orientation based on solar radiation in Tehran. *Journal of Studies Of Human Settlements Planning*, *15*(53), 1188. (in Persian)

Akbari, H., & Hosseini Nezhad, F. S. (2020). Determining The Optimum Orientation of Vertical Building Surfaces, Based on Solar Energy Receiving in The Hot and Humid Climate (Case Study: Bandar Abbas, Bushehr and Ahwaz Cities). *Journal of Iranian Architecture & Urbanism(JIAU)*, *10*(2), 99-112. https://doi.org/10.30475/isau.2020.103679 (in Persian)

Akhtarkavan, M., & Falahi, S. (2020). Study of indoor thermal comfort conditions of historical houses in the hot and dry climate of Iran (Case study: The House of the Perfumers in Kashan). *Two Quarterly Journals of Iranian Indigenous Knowledge*, *7*(13), 421-452. (in Persian)

Ayali, H., & Movahed, K. (2016). Determine the Optimal Direction of Central Yard of Houses at Qajar Period in Shiraz Based on the Rate of Solar Energy Radiation. *Geography and Development*, *14*(42), 161-182. https://doi.org/10.22111/gdij.2016.2349 (in Persian)

Balali Oskoyi, A., & Dehghan, S. (2022). Physical Typology of Qajar Houses in Urmia. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, *14*(37), 1-14. https://doi.org/10.22034/aaud.2020.220357.2137 (in Persian)

Bottillo, S., Vollaro, A. D. L., Galli ,G., & Vallati, A. (2014). CFD modeling of the impact of solar radiation in a tridimensional urban canyon at different wind conditions. *Solar Energy*, *102*, 212-222 .

Bridson, D., & Design, S. U. (2012). Courtyard Housing Study. *Djingis Khan and The Kingo Houses ", ASBN26, Sustainable Urban Design Lund University* .

Davtalab, J., & Heidari, A. (2020). A numerical and analytic study of the humidity impact of Kharkhona on vernacular Sistan housing. *Housing and rural environment*, *39*(169), 89-100. (in Persian)

Farshchi, H., & Majidi, M. (2022). Investigation of The Architectural System and Geometric Proportions of the Central Courtyard and Its Walls in The Historical Houses of Kashan (Case Study: Ten Historical Houses of the Qajar Period in Kashan). *Culture of Islamic Architecture and Urbanism Journal*, *6*(2), 95-112. (in Persian)

Gaitani, N., Mihalakakou, G., & Santamouris, M. (2007). On the use of bioclimatic architecture principles in order to improve thermal comfort conditions in outdoor spaces. *Building and environment*, *42*(1) ,317-324 .

Gil-Ozoudeh, I., Iwuanyanwu, O., Okwandu, A. C., & Ike, C. S. (2022). The role of passive design strategies in enhancing energy efficiency in green buildings. *Engineering Science & Technology Journal*, *3*(2), 71-91 .

Gohobadian, V. (2006). *Climatic analysis of traditional sustainable buildings in Iran*. University of Tehran. (in Persian)

Gorji, Y., Yaran, A., Parvardinezhad, S., & Skandari, M. (2012). Assessment of Climatic Architecture of Houses in Kashan. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, *4*(7) , 31-40 . https://www.armanshahrjournal.com/article_32680_d51fc204ad2da974f2ebc1840a0a24a5.pdf (in Persian)

Hang, J., Li, Y., & Sandberg, M. (2011). Experimental and numerical studies of flows through and within high-rise building arrays and their link to ventilation strategy. *Journal of wind engineering and industrial aerodynamics*, *99*(10), 1036-1055 .

Heidari, A., & Davtalab, J. (2022). A Study of the Wind's Role in Shaping the Man-made Landscape of Sistan and the Methods of Utilizing and Dealing with it Based on Historical Sources. *The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Nazar*, *19*(106), 33-44. (in Persian)

Hosseinabadi, S., Lashkari, H., & Moqadam, M. S. (2012). Climatic Design of Residential Building of Sabzevar with Emphasis on Building Orientation and Depth of Canopy. *Geography and Development*, *10*(27), 103-116. https://doi.org/10.22111/gdij.2012.343 (in Persian)

Karamirad, S., Banazade, B., Zarei, H., & Ghezelbash, E. (2019). Assessment and Analysis of Thermal Comfort Courtyards of Shiraz Historical Houses in Qajar Era. *pazhoheshha-ye Bastan shenasi Iran*, *9*(20), 183-202. https://doi.org/10.22084/nbsh.2019.17023.1792 (in Persian)

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]

[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]

Karbalaee Doree, A. R., & Hejazi Zadeh, Z. (2017). Optimizing building orientation establishment in the city of Kashan, based on climatic conditions. *Journal of Arid Regions Geographic Studies*, *8*(27), 85-103. https://jargs.hsu.ac.ir/article_161439_1a0c7f4805599c1106461edf776792ea.pdf (in Persian)

Karbasforoushha, M. A., Habib, F., & Zabihi, H. (2023). The Eff ects of Central Courtyard's Geometric Form of the Hot and Dry Settlements in Kashan on the Airfl ow Passing by the Walls and Floor: Case Study-Kashan City. *Journal ISSN*, *2766*, 2276.

Kasmaei, M. (1989). *Climatic Design Guide and Building and Housing Research Center*. Road, Housing and Urban Development Research Center. (in Persian)

Kasmaei, M. (1993). *Climatic zoning of Iran: Housing and residential environments* (Vol. 10). Road, Housing and Urban Development Research Center. (in Persian)

Kasmaei, M. (2004). *Climate and architecture*. Nashr khak (in Persian).

Khaksefidi, S., Vasigh, S., & Taban, M. (2020). Proper design of the central courtyard in residential areas against Sadobist-roz-e winds in Zabol using CFD analysis [Applicable]. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, *7*(1), 197-212. https://doi.org/10.29252/jsaeh.7.1.13 (in Persian)

Lechner, N. (2014). *Heating, cooling, lighting: Sustainable design methods for architects*. John wiley & sons .

Mahdavinejad, M., Moradchelleh, A., Dehghani, S., & Mirhosseini, S. M. (2013). The adoption of central courtyard as a traditional archetype in contemporary architecture of Iran. *World Appl Sci J*, *21*(6), 802-811 .

Mardani, A., & Roasaei, A. (2021). The pattern effect of central courtyard geometric on the air flow in traditional houses of Shushtar. *Iranian Islamic city studies*, *43*(12), 71-80. http://rimag.ir/fa/Article/16349 (in Persian)

Muhaisen, A. S & ,.Gadi, M. B. (2006). Effect of courtyard proportions on solar heat gain and energy requirement in the temperate climate of Rome. *Building and environment*, *41*(3), 245-253 .

Namdari, M. R., Mash'hadi, A., & Sinai, A. (2023). The Interactions of Cultural and Climatic Influences in Architectural Forms in Historical Qajar Houses in "Cold" and "Hot and Dry" Climates. *Soffeh*, *33*(3), 25-42. https://doi.org/10.48308/sofeh.2023.229641.1214 (in Persian)

Oghani, M. V., & Movahedi, N. (2018). Comfort at home (Case study: Behnam Historical House, Tabriz). *Journal of Green Architecture*, *3*(9) (in Persian)

Piriyaei, M., Mofidi Shemirani, S. M., & Sabernejad, J. (2022). Morphological Analysis of the Central Courtyard of Indigenous Residential Buildings in Hot-Arid Regions; Case Study: Yazd City. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, *15*(40), 31-41. https://doi.org/10.22034/aaud.2021.265165.2388 (in Persian)

Razjouyan, M. (2000). *Comfort in the wind*. Shahid Beheshti University. (in Persian)

Razjouyan, M. (2010). *Comfort in architecture that is compatible with the climate*. Shahid Beheshti University. (in Persian)

Saleigeh, M. (2004). Modelling of Housing Construction in Accordance with Climatic Factors of Chabahar. *Geography and Development*, *2*(4), 147-170. https://doi.org/10.22111/gdij.2004.3889 (in Persian)

Shams, M., & Khodakarami, M (2010) .An Analysis of Traditional Architecture Compatible with Cold Climate A case study of Sanandaj. *Amayesh Journal*, *6*(10), 91-90 .

Shaterian, R. (2015). *Climate and architecture*. Simaye Danesh. (in Persian)

Taban, M., Mehrakizadeh, M., & Najaran, S. (2021). Understanding the shading elements in traditional Dezful housing. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, *12*(27), 25-41. (in Persian)

Tahbaz, M. (2004). Sacred form. *Soffeh Journal*, *38*(14), 95-126. https://www.noormags.ir/view/en/articlepage/1404891. (in Persian)

Zare Mohazzabieh, A., Heydari, S., & Shahcheraghi, A. (2020). Indoor Environmental Quality in Qajar Houses of Shiraz with an emphasis on Thermal Comfort and Daylighting (case study: Nemati House). *Journal of Architecture in Hot and Dry Climate*, *7*(10), 269-291. https://doi.org/10.29252/ahdc.2020.12108.1261. (in Persian)

DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-25]

[DOI: https://doi.org/10.22034/44.191.33]