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

Investigating the function of one-way windcatcher in the natural ventilation of rural housing in yazd province; case study: bondorabad village, ashkazar city

Milad Hadadi[1], **Farah Habib**[2]✉, and **Razieh Labibzadeh**[3]

1. PhD Student in Architecture, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Art, Science And Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: milad.hadadi@srbiau.ac.ir
2. Corresponding author, Professor, Department of Architecture, Faculty of Civil Engineering, Architecture, and Art, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: f.habib@srbiau.ac.ir
3. Assistant Professor, Department of Architecture, Faculty of Civil Engineering, Architecture, and Art, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: r_labibzadeh@srbiau.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 21 April 2024
Received in revised from 16 May 2024
Accepted 18 June 2024
Available online 29 June 2024

Keywords:
Climate Organ,
Windcatcher,
Natural Ventilation,
Rural Housing.

ABSTRACT

Objective: The importance of utilizing technologies compatible with the natural environment and renewable energy sources in line with the studied climate is increasingly recognized. This research focuses on the study of wind behavior and the function of windcatchers as a passive system for creating natural ventilation in hot and dry zones, addressing the thermal comfort requirements of residents. Ventilators, once a significant climatic architectural element in new constructions—particularly in rural areas—have lost their prominence, as inhabitants of hot and dry regions have shifted to conventional cooling systems such as water and gas coolers. One such area is Yazd province, where traditional housing reflects its cultural identity. This article aims to investigate the impact of one-way windcatchers on providing thermal comfort in rural housing through natural ventilation in Yazd province.

Method: This article employs a qualitative research method in a descriptive-analytical approach, beginning with field observations of common patterns in rural housing within Bondorabad village. The study investigates the methods of utilizing wind for natural ventilation in this region. The dependent variable is thermal comfort, while the independent variable is wind speed. Subsequently, Computational Fluid Dynamics (CFD) analysis software is used to explore the relationship between these variables, examining different configurations of the windcatcher: the current height, an increased height of two meters, and a decreased base height of two meters.

Results: The findings indicate that the performance of the windcatcher is optimal when situated four meters above the roof, with wind entering perpendicularly to its opening. However, simulations reveal that under certain conditions, wind flow speed can create irregular currents in the space during summer. Furthermore, as the height of the windcatcher decreases, wind speed diminishes in the summer area, leading to suboptimal performance.

Conclusions: It is recommended that the performance of existing buildings be considered in future constructions, particularly regarding the placement of openings and the internal design of the windcatcher.

Cite this article: Hadadi, Milad, Habib, Farah & Labibzadeh, Razieh. (2024). Investigating the Function of One-Way Windcatcher in the Natural Ventilation of Rural Housing in Yazd Province; Case Study: Bondorabad Village, Ashkazar City.

© The Author(s).
Publisher: Natural Disasters Research Institute (NDRI).

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]
[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

In today's world, it is crucial to utilize technologies that align with the natural environment and incorporate renewable energy sources according to the specific climate. Research into wind behavior and the functionality of windcatchers as passive systems in hot and dry regions can contribute to achieving thermal comfort for residents.

This article explores the impact of wind turbines in local areas, particularly in rural housing. Native architecture is defined here as architecture that conforms to local or regional characteristics, employing traditional materials and resources for construction. Ventilators, once a significant climatic architectural element in new constructions—especially in rural areas—have lost their prominence. Inhabitants of hot and dry regions have increasingly turned to conventional cooling systems, such as water and gas coolers, instead of utilizing windcatchers. As a passive cooling system, wind catchers exemplify natural ventilation in traditional Iranian architecture, effectively harnessing renewable wind energy for air conditioning in cities and desert villages. Yazd province, a notable region in Iran's hot and dry zone, showcases a unique application of local climatic elements within its traditional housing. The aim of this article is to investigate the effect of one-way windcatchers on achieving thermal comfort in rural housing through natural ventilation in Yazd province. Initially, a qualitative research method is employed in a descriptive-analytical manner, followed by field observations of common patterns in rural housing in Bondorabad village.

This study identifies and examines the methods of utilizing wind for natural ventilation in this area. The dependent variable is thermal comfort, while the independent variable is wind speed. Subsequently, Computational Fluid Dynamics (CFD) analysis software is used to explore the relationship between these variables. The study evaluates the influence of different windcatcher conditions: the current observed state, an increased height of the windcatcher by two meters, and a reduced height of the windcatcher base by two meters. Results indicate that the windcatcher performs optimally when positioned four meters above the roof, with wind entering perpendicularly to its opening. Further investigation reveals that at lower heights, the wind speed diminishes in the summer area, resulting in suboptimal performance.

Finally, it is recommended that future constructions consider the placement of openings and the design of the internal blade of the windcatcher to enhance the performance of existing buildings.

Method

This research aims to investigate the function of the windcatcher, a climatic architectural element, in the hot and dry rural housing of Yazd province. The study is both practical and operational, focusing on the application of its findings to the construction of rural housing. Methodologically, this research involves designing, assessing functionality, and gathering feedback to achieve meaningful results. To determine the effectiveness of the windcatcher, a comparative analysis was conducted among three scenarios: 1) the existing condition of the windcatcher, 2) an increase in the height of the windcatcher, and 3) a decrease in its height. A quantitative comparison of data was performed to evaluate the operational efficacy of the windcatcher.

Throughout this process, all activities and relevant information were meticulously

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]

[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

documented to support the research objectives. Initially, the study examined fundamental concepts such as the definition of a climatic organ, natural ventilation, the windcatcher and its various types, as well as the climatic characteristics of the target village, Bondorabad, alongside its rural housing. Following this, quantitative analyses were conducted to explore the climatic function of the windcatcher in relation to providing thermal comfort in the area. The energy performance of the windcatcher was simulated using Ansys Fluent 2 software to gather necessary data for subsequent analyses.

Additionally, Climate Consultant 3 software was employed to acquire foundational information for input into the primary simulation software. The third phase of the research involved analyzing the collected data, necessitating the simulation of the studied sample while considering both independent and dependent variables. Wind speed was treated as the independent variable, while thermal comfort served as the dependent variable, with data obtained in the previous phase.

Using computational fluid dynamics analysis software, the relationship between the physical characteristics of the windcatcher and the indicators for thermal comfort and natural ventilation was assessed through wind speed measurements.

This analysis ultimately facilitated the investigation of design variables necessary for optimization. The results from this phase were re-evaluated, and in the fourth step, the conclusions drawn from the output data were discussed. By analyzing and comparing various scenarios—1) the existing state, 2) an increase in the windcatcher height by two meters, and 3) a decrease in height by two meters—the study quantitatively assessed the windcatcher's performance in providing thermal comfort in the region.

Results

In today's context, it is essential to consider energy consumption, particularly in the housing sector, along with the waste generated in the energy distribution network across various regions, especially rural areas. Emphasizing renewable energy usage plays a significant role in reducing energy consumption. Among the thermal requirements for achieving comfort in hot and dry climates, effective ventilation is crucial. Utilizing wind as a natural element, along with passive systems such as windcatchers and other climatic features, proves to be an effective solution for creating natural ventilation.

Field surveys conducted in the researched area indicate that one-way windcatchers are prevalent in rural regions of Yazd province, particularly in the housing of Ashkazar city, where they facilitate natural ventilation. This research examines three primary configurations of windcatchers: 1) the existing configuration, with the windcatcher height approximately 4 meters from the roof edge; 2) a windcatcher with an increased height of about 6 meters from the roof edge; and 3) a windcatcher with a reduced height of approximately 2 meters from the roof edge. Analysis of wind behavior in the selected samples and configurations reveals that the presence of a one-way windcatcher significantly enhances thermal comfort through natural ventilation.

Conclusions

The investigated model of the one-way windcatcher, prevalent in the studied village, demonstrates that several components contribute to achieving thermal comfort conditions. The absence of any one of these components renders the process incomplete, thus justifying the designation of these functional elements as climatic organs.

The analysis of different configurations reveals that an increase in the height of the windcatcher leads to a corresponding increase in wind speed, while a decrease in height

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]

[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

results in reduced airflow. A notable observation from the examined sample is that it is oriented at a 20-degree angle to the north axis, aligning with the prevailing northwest wind direction. This alignment suggests that the building was designed to optimize wind interaction, indicating that its construction was responsive to the thermal needs of the residents. In its current state, the windcatcher effectively directs airflow, contributing to thermal comfort. However, as the height of the windcatcher increases, the negative pressure created behind its blades also rises. This situation can lead to unfavorable airflow conditions, jeopardizing thermal comfort and potentially compromising the structural integrity of the windcatcher due to imbalanced pressures on either side.

Reducing the height of the windcatcher by two meters decreases both wind speed and the pressure behind the blades, which may compromise its effectiveness in natural ventilation. Recent interventions in the selected sample indicate that some access points from the summer room to adjacent spaces have been obstructed. These adjacent areas play a crucial role in facilitating natural ventilation. The inner blade of the windcatcher is vital for generating negative pressure (suction), enhancing its performance, as evidenced by simulations.

Future research should explore various internal blade configurations to assess their impact on the efficiency of one-way windcatchers. It is also recommended that future studies examine two-way, three-way, and even four-way windcatchers.

A comparative analysis of these configurations could provide insights into their performance within the collected sample. In this type of housing, it is advisable to avoid creating large openings in the walls of summer rooms. Instead, smaller openings should be utilized to support the natural ventilation process. Large openings can diminish negative pressure in the examined spaces, thereby disrupting the establishment of thermal comfort.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]

[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

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

بررسی کارکرد بادگیر یک‌طرفه در تهویهٔ طبیعی مسکن روستایی استان یزد؛ مطالعهٔ موردی: روستای بُندرآباد شهرستان اشکذر

میلاد حدادی[۱]، فرح حبیب[۲]✉، راضیه لبیب‌زاده[۳]

۱. دانشجوی دکترای تخصصی معماری، دانشکدهٔ عمران، معماری و هنر، واحد علوم‌وتحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: milad.hadadi@srbiau.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، استاد، گروه معماری، دانشکدهٔ عمران، معماری و هنر، واحد علوم‌وتحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: f.habib@srbiau.ac.ir
۳. استادیار، گروه معماری، دانشکدهٔ عمران، معماری و هنر، واحد علوم‌وتحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: r_labibzadeh@srbiau.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۲
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۹
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۴/۰۹

کلیدواژه‌ها:
اندام اقلیمی،
بادگیر،
تهویهٔ طبیعی،
مسکن روستایی،
CFD.

چکیده

هدف: امروزه تحقیق بر روی کارکرد بادگیرها به عنوان سامانهٔ غیرفعال در پهنهٔ گرم‌وخشک مسکن روستایی کشور جهت برقراری شرایط آسایش حرارتی بسیار حائز اهمیت است. بادگیرها به عنوان یک عنصر اقلیمی در ساخت‌وسازهای جدید جایگاه پیشین خود را از دست داده‌اند و بومیان مناطق گرم‌وخشک به جای این‌گونه اندام‌ها به سیستم‌های سرمایشی متداول نظیر کولر آبی و گازی روی آورده‌اند. یکی از مظاهر معماری بومی در کشورمان در پهنهٔ گرم‌وخشک، استان یزد است. هدف این پژوهش بررسی تأثیر بادگیر یک‌طرفه در تأمین آسایش حرارتی از طریق تهویهٔ طبیعی در مسکن روستایی این استان است.

روش پژوهش: در این پژوهش، ابتدا به روش کیفی به صورت توصیفی-تحلیلی و سپس با مطالعات میدانی از الگوی مسکن روستایی این پهنه (روستای بُندرآباد) به بررسی روش‌های استفاده از باد در تهویهٔ طبیعی این پهنه با استفاده از اندام اقلیمی بادگیر پرداخته شد. متغیر وابستهٔ پژوهش آسایش حرارتی و متغیر مستقل سرعت باد است. در ادامه با استفاده از نرم‌افزارهای تحلیل دینامیک سیالاتی محاسباتی (CFD) به بررسی رابطهٔ بین متغیرها پرداخته شده است که در نهایت به بررسی تأثیر حالت‌های مختلف بادگیر یعنی وضع موجود، افزایش ارتفاع پایهٔ بادگیر به میزان دو متر و کاهش ارتفاع پایهٔ بادگیر (دو متر) منجر شد.

یافته‌ها: مطالعات نشان می‌دهد عملکرد بادگیر در حالت وضع موجود که در ارتفاع چهارمتری از کف بام قرار دارد و باد به صورت عمود بر دهانهٔ بادگیر وارد می‌شود بهترین عملکرد را دارد و در حالت ارتفاع بیشتر با وجود این‌که سرعت جریان باد در فضای مورد بررسی بیشتر است، اما سرعت جریان باد در محدوده‌ای است که ایجاد جریان‌های نامنظم در فضای مذکور (تابستان‌نشین) ایجاد می‌کند. با بررسی حالت دیگر (ارتفاع کمتر بادگیر) در بررسی شبیه‌سازی‌ها مشاهده گردید که با کم‌شدن ارتفاع، سرعت باد در فضای تابستان‌نشین کاهش می‌یابد و عملکرد مورد قبولی را ندارد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که سایر اجزا در کالبد ساختمان در تکمیل فرآیند آسایش حرارتی مؤثر بوده و با حذف هر یک از آنها، فرآیند مذکور ناقص می‌ماند.

نتیجه‌گیری: پیشنهاد می‌گردد در این نوع مسکن از ایجاد روزنه‌های بزرگ در دیوار اتاق‌های تابستانی خودداری گردد و به جای آن از دهانه‌های کوچک استفاده شود که نقش تکمیلی در فرآیند تهویه طبیعی را فراهم می‌سازند؛ زیرا ایجاد دهانه‌های بزرگ باعث کاهش فشار منفی در اتاق مورد بررسی شده و فرآیند آسایش حرارتی را مختل می‌سازد.

استناد: حدادی، میلاد؛ حبیب، فرح و لبیب‌زاده، راضیه. بررسی عملکرد بادگیر یک طرفه در تهویه طبیعی مسکن روستایی استان یزد؛ مطالعه موردی: روستای بُندرآباد شهرستان اشکذر.

© نویسندگان.
ناشر: پژوهشکده سوانح طبیعی.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]
[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

مقدمه

تأمین انرژی مورد نیاز ساختمان، همواره یکی از مسائل دیرینهٔ انسان برای رسیدن به آسایش بوده و او در طول تاریخ در پی به‌خدمت‌گرفتن اقلیم و نیروهای جاری در طبیعت و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بوده است (Dor-mohammadi et al., 2023). به طور گسترده توافق شده است که گرمایش جهانی مخرب‌ترین تهدید برای محیط‌زیست در زمان کنونی است. بخش ساختمان که تخمین زده می‌شود ۴۰درصد از انرژی مصرفی جهان را مصرف کند مسئول ۳۰درصد از کل انتشار CO_2 است. پیش‌بینی می‌شود که این روند در دهه‌های آینده به دلیل رشد سریع جمعیت افزایش یابد. در بین همهٔ انرژی‌های مصرفی در داخل ساختمان، تجهیزات تهویهٔ گرمایشی و تهویهٔ مطبوع[1] بیشترین نسبت را دارند (Nejat et al., 2021).

بهره‌گیری از روش‌های غیرفعال در تأمین شرایط آسایش حرارتی به‌خصوص در مسکن روستایی که مسکن معیشت‌محور قلمداد می‌گردد و ضرورت بهره‌گیری از روش‌های اقتصادی در آن از قواعد مهمی است که در معماری سنتی ما نقش اساسی‌ای داشته است.

معماران سنتی این مرز و بوم، طی قرن‌ها تجربه، راه‌حل‌ها و شیوه‌های منطقی کنارآمدن با محیط پیرامون خود را از طریق معماری همساز با محیط ارائه داده‌اند و شرایط آسایش انسان را در شرایط مختلف آب‌وهوایی فراهم کرده‌اند (Pourahmadi & Ayatollahi, 2012). بادگیر، یک سامانهٔ سرمایش غیرفعال، بارزترین نمونهٔ تهویهٔ طبیعی در معماری سنتی ایران محسوب می‌شود و سبب سهولت تهویهٔ مطبوع با استفاده از انرژی تجدیدپذیر باد در شهرها و روستای کویری شده است. یکی از مناطق کویری کشور با معماری اصیل مسکن روستایی، یزد است.

بادگیر در مسکن‌های بومی یزد یکی از راهکارهای دستیابی به آسایش برودتی است. بادگیر به دلیل عملکرد سرمایشی و نقش آن در تهویهٔ طبیعی در بخش‌های تابستان‌نشین خانه‌ها ساخته می‌شد. از بادگیر در خانه‌های حیاط‌مرکز یزد، با توجه به کارکرد تابستانهٔ آن، برای فضاهای تابستان‌نشین بهره‌برداری می‌شود. بادگیر که تهویهٔ طبیعی جزو کارکرد اصلی آن محسوب می‌شود در ترکیب با حیاط مرکزی و فضاهای متصل به بادگیر می‌تواند کارکرد خنک‌کنندگی داشته باشد (Mahmoudi Zarandi, 2016). فضاهایی که به بادگیر متصلند و در عملکرد آن نقش دارند در یک زنجیرهٔ تأمین آسایش حرارتی کار می‌کنند.

این مقاله به بررسی تأثیر کارکرد بادگیر در مناطق بومی، که یکی از مظاهر آن مسکن روستایی است، می‌پردازد. مقصود از معماری بومی در این پژوهش، معماری منطبق بر ساختار محلی یا منطقه‌ای است که برای بنای آن از مصالح و منابع سنتی منطقه‌ای استفاده می‌گردد. این معماری ارتباط نزدیکی با بافت خود دارد و از ویژگی‌های خاص جغرافیایی و جنبه‌های فرهنگی محیط پیرامون خود تأثیر می‌پذیرد. مقصود از معماری سنتی نیز در این پژوهش معماری گذشتهٔ کشورمان است که در دوره‌های پیشین بر اساس بسترهای حکومتی و فرهنگی خود شکل می‌گرفته است.

پیشینه پژوهش

مرور پیشینهٔ پژوهش‌های انجام‌شده در خصوص بادگیرها در مسکن‌های روستایی به‌خصوص در معماری منطقهٔ یزد نشان می‌دهد محققانی چون محمودی‌زرندی نحوهٔ عملکرد بادگیرها را به لحاظ جانمایی و جهت‌گیری بررسی کرده‌اند. همچنین حجتی و همکاران در یک پژوهش کارایی سه نوع بادگیر یک‌طرفه، دوطرفه و چهارطرفه را به کمک شبیه‌سازی CFD در استان اصفهان بررسی کرده‌اند و در پژوهش‌های دیگری نیز به عناصر معماری دیگر، نظیر فُرم سقف و فضاهای واسط برای کارکرد بادگیرها، پرداخته شده است.

این مقاله سعی دارد با بررسی کارکرد و تأثیر اندام اقلیمی بادگیر این نوع مسکن (مسکن روستایی) در پهنهٔ استان یزد کاربرد این اندام را متناسب با اقلیم خود بررسی و نحوهٔ سازوکار این اندام را در برقراری شرایط آسایش حرارتی مسکن روستایی این اقلیم تحلیل کند.

ـ اندام اقلیمی بادگیر در مسکن روستایی ناحیهٔ گرم‌وخشک شهرستان اشکذر استان یزد تا چه حد به لحاظ کمّی بر تأمین

1. HVAC

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]

[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

آسایش حرارتی این نوع مسکن تأثیرگذار است؟

ـ افزایش یا کاهش ارتفاع بادگیر تا چه میزان در سرعت جریان باد مؤثر است؟

ـ به‌کارگیری اندام اقلیمی بادگیر در مسکن روستایی پهنهٔ گرم‌وخشک استان یزد در ارتقای سطح آسایش حرارتی از طریق تهویهٔ طبیعی مؤثر است.

ـ افزایش ارتفاع بادگیر موجب افزایش سرعت جریان باد و کاهش این متغیر موجب کاهش سرعت جریان باد می‌گردد.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش پیش‌رو با هدف بررسی کارکرد اندام اقلیمی بادگیر در پهنهٔ گرم‌وخشک مسکن روستایی استان یزد انجام شده است، لذا از این منظر از نوع کاربردی و از منظر روش، عملیاتی است؛ بدین معنا که هدف پژوهش کاربرد نتایج پژوهش در ساخت بناهای با کاربری مسکن روستایی خواهد بود. از نظر روش‌شناسی این پژوهش از مسیر طراحی و بررسی کارکرد و بازخوردگیری در پی حصول نتایج است. در این مقاله برای مشخص‌شدن میزان کارکرد اندام اقلیمی بادگیر، مقایسه بین وضعیت‌های: ۱ــ وضعیت موجود این اندام (بادگیر)، ۲ـ افزایش ارتفاع بادگیر و ۳ـ کاهش ارتفاع بادگیر نسبت به وضع موجود صورت می‌پذیرد و با مقایسهٔ کمّی بین داده‌ها میزان کارکرد بادگیر بررسی می‌گردد. در هر گام کلیهٔ فعالیت‌های انجام‌شده و اطلاعات مدنظر در جهت دستیابی به این هدف جمع‌آوری شده‌اند. در فرآیند پژوهش در گام نخست به بررسی مفاهیم پایه، تعریف اندام اقلیمی، تهویهٔ طبیعی، بادگیر و انواع آن، شناخت پهنهٔ اقلیمی روستای مدنظر (بُندُرآباد) و بررسی مسکن روستایی این روستا پرداخته شده است. در گام بعدی تحلیل‌های کمّی به منظور بررسی کارکرد اقلیمی این نوع اندام در جهت تأمین آسایش حرارتی این پهنه انجام شده است. شبیه‌سازی انرژی عملکرد اندام اقلیمی بادگیر با استفاده از نرم‌افزار انسیس فلوئنت[2] در جهت گردآوری داده‌های مورد نیاز برای گام‌های بعد انجام شد. لازم به ذکر است، به وسیلهٔ نرم‌افزارهای پایه‌ای نظیر کلایمت کانزالتنت[3] اطلاعات پایه‌ای برای ورودی نرم‌افزار اصلی دریافت شده است. گام سوم مربوط به تحلیل داده‌های پژوهش است. برای تحلیل این داده‌ها نیاز است که روند شبیه‌سازی نمونه مورد بررسی، با درنظرگرفتن متغیرهای مستقل و وابسته انجام گیرد. سرعت باد، متغیر مستقل و آسایش حرارتی، متغیر وابسته، با کمک گردآوری داده‌های پژوهش در گام دوم به دست آمده است. با استفاده از نرم‌افزارهای تحلیل دینامیک سیالاتی محاسباتی[4]، به تحلیل رابطهٔ متغیرهای کالبدی اندام اقلیمی بادگیر و همچنین شاخص‌های ارزیابی میزان تأمین آسایش حرارتی و تهویهٔ طبیعی از طریق اندازه‌گیری سرعت جریان باد پرداخته شده است که در نهایت به بررسی تأثیر متغیرهای طراحی به منظور انجام فرآیند بهینه‌سازی منجر شد. نتایج حاصل در این بخش مجدداً تحلیل گردید و در گام چهارم به نتیجه‌گیری داده‌های خروجی گام قبلی پرداخته شد و با تحلیل و مقایسه بین حالت‌های مختلف نظیر: حالت اول، وضع موجود؛ دوم، افزایش ارتفاع بادگیر به میزان دو متر؛ سوم، کاهش ارتفاع بادگیر به میزان دو متر، میزان کارکرد این اندام در تأمین آسایش حرارتی این پهنه به صورت کمّی بررسی گردیده است.

اندام اقلیمی

مقصود از اندام اقلیمی آن دسته از اجزای کالبدی در معماری است که عملکرد اقلیمی غیرفعال در ساختار یک ساختمان دارند و مجموع این اجزا، یک سامانهٔ خورشیدی را در معماری ایجاد می‌کنند و نیازهای اقلیمی یک ساختمان را برای برقراری شرایط آسایش حرارتی، بصری و غیره ایجاد می‌کند.

تهویهٔ طبیعی

تهویهٔ طبیعی به عمل جانشین‌کردن یا جابه‌جاکردن هوا در یک فضا گفته می‌شود که به منظور تأمین هوای تازه، خارج‌کردن هوای گرم و خنک‌کردن فضا و تأمین آسایش حرارتی انسان انجام می‌شود (Ghahraman Izadi et al., 2023). تهویهٔ طبیعی می‌تواند به‌ویژه در ساختمان‌هایی با چیدمان ساده و در مناطقی با آب‌وهوای گرم‌وخشک مؤثر باشد. اجرای تهویهٔ طبیعی شامل

2. Ansys Fluent
3. Climate Consultant
4. CFD: Computational Fluid Dynamics

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]

[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

استفاده از بازشوهایی مانند پنجره‌ها و درها برای تسهیل جریان هوا و ترکیب ویژگی‌های معماری مانند دریچه‌ها، لوورها[5]، دودکش‌های غیرفعال و بادگیرها برای افزایش جریان هوای داخل ساختمان است (Liu et al., 2024).

در روش تهویهٔ طبیعی عمل جابه‌جایی هوا از طریق اثر دودکشی که مبتنی بر حرکت هوای گرم به بالا و ورود هوای سرد از پایین به جای آن است و یا از طریق کوران هوا که جابه‌جایی هوا از طریق فشار مثبت و منفی باد انجام می‌شود (Watson, D.; Labz, 2008). مطالعات متعدد نشان می‌دهد که تکیهٔ انحصاری بر روش‌های جاری تهویه می‌تواند آسایش حرارتی را در طول فصول مختلف سال تضمین کند، اما افزایش قابل‌توجهی در مصرف انرژی را به دنبال دارد. از سوی دیگر، تکیهٔ انحصاری به تهویهٔ طبیعی مصرف انرژی سیستم‌های تهویهٔ مطبوع را حذف می‌کند و می‌تواند منجر به صرفه‌جویی قابل‌توجهی در مصرف انرژی گردد (Plazas & De Tejada, 2024). یکی از روش‌های مطلوب برای استفاده از انرژی خورشیدی و کاهش بار سرمایشی ساختمان‌ها به دلیل قابلیت تولید جریان هوا، بهبود تهویهٔ بادگیرهاست (Khakzand et al., 2024).

یکی از استان‌هایی که نمونه‌های بی‌نظیری در محدوده‌های شهری و روستایی دارد، استان یزد است که با توجه به شرایط اقلیمی و طبیعی این عنصر از شاخصه‌های اصلی کالبدی مساکن این پهنه است (Foroughi et al., 2024). در این پژوهش به بررسی بادگیر بومی و رایج مناطق روستایی این استان، یعنی بادگیر یک‌طرفه و بررسی میزان تأثیر و کارکرد آن به روش کمّی، می‌پردازیم.

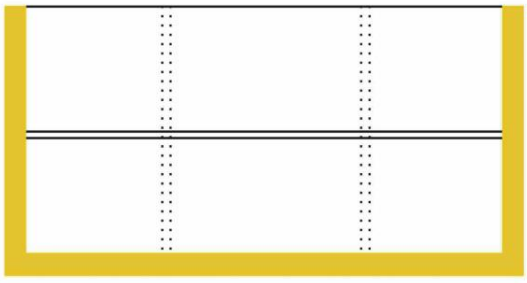
بادگیر

بادگیر، سازه‌ای سنتی در معماری ایران، برای جابه‌جایی و خنک‌کردن خودبه‌خودی هوای داخل ساختمان با بهره‌گیری از وزش باد و تغییر دمای هواست (Samsar, 2020). بادگیرها که به برج‌های باد نیز شناخته می‌شوند، عناصر معماری سنتی هستند که برای تهویه و خنک‌سازی ساختمان ها استفاده می‌شوند. آن‌ها معمولاً برج‌های بلند و باریک یا سازه‌های دودکش‌مانندی هستند که بر روی سقف یا دیوار یک ساختمان قرار می‌گیرند (Liu et al., 2024). به این ترتیب، بادگیر دارای ویژگی‌های دودکش خورشیدی است و از نیروهای شناوری استفاده می‌کند (Sangdeh & Nasrollahi, 2022).

عملکرد اساسی بادگیر در دو بخش خلاصه می‌شود: نخست آن‌که هوای مطلوب را به داخل هدایت کرده و دوم آن‌که هوای گرم و آلوده را خارج می‌کند (Yahyayi et al., 2021).

بادگیرها بر مبنای جهت دریافت باد به دسته‌های گوناگونی تقسیم‌بندی می‌گردند. سوزان رواف، محقق انگلیسی، از نظر عملکردی بادگیرها را به چهار دستهٔ یک‌طرفه، دوطرفه، چهارطرفه و قطری تقسیم‌بندی کرده است؛ البته بادگیر سه‌طرفه نیز در امامزاده حسین طبس دیده شده است (Mahmoodi, 2006). این مقاله بنا دارد به تحلیل کارکرد بادگیر یک‌طرفه در مسکن روستایی استان یزد بپردازد. بادگیرهای یک‌طرفه به دلیل ساختار سادهٔ آن در مسکن روستایی استان یزد رایج است. در شکل ۱و۲، مشخصات بادگیر مورد بررسی در مسکن روستایی استان یزد در روستای بُندُرآباد ارائه می‌گردد.

شکل۱. بادگیر یک‌طرفهٔ مورد بررسی در روستای بُندُرآباد



شکل۲. پلان بادگیر مورد بررسی

5. louver

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]

[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

شناخت و معرفی روستای بُندُرآباد

روستای بُندُرآباد در دهستان رستاق از توابع بخش مرکزی شهرستان اشکذر در استان یزد ایران است. بُندُرآباد یکی از روستاهای مهم از نظر تاریخی است. قدمت روستا به دوران ساسانی برمی‌گردد و به همین واسطه آثار تاریخی متعددی از دوران‌های تاریخی به جای مانده است که در شکل ۳ می‌توان نمایی از بافت این روستا را مشاهده کرد.

شکل ۳. بافت روستای بُندُرآباد

موقعیت جغرافیایی

روستای بُندُرآباد در مختصات جغرافیایی ۵۴ درجه و ۷ دقیقهٔ طولی و ۳۲ درجه و ۲ دقیقهٔ عرضی قرار دارد. این روستا در بیست‌وپنج‌کیلومتری شهر یزد و ده‌کیلومتری شهرستان اشکذر قرار دارد. جادهٔ اصلی یزد ـ میبد در فاصلهٔ پنج‌کیلومتری روستا قرار دارد و از طریق مسیری شمال شرقی ـ جنوب غربی به سمت روستای همت‌آباد و سپس به روستای بُندُرآباد دسترسی پیدا می‌کند. فاصلهٔ این روستا از سطح دریا ۱۱۵۰ متر است. این روستا در همجواری روستای اسلام‌آباد است که به دلیل گسترش اراضی روستای مذکور، مرزهای بین دو روستا تا حد زیادی از بین رفته است. در شکل ۴ می‌توان موقعیت این روستا را مشاهده کرد.

شکل ٤. تصویر هوایی موقعیت روستای بُندُرآباد (Google Earth, 2023**)**

ویژگی‌های اقلیمی

این منطقه در پهنهٔ اقلیم گرم‌وخشک قرار دارد. میانگین دمای محدودهٔ مدنظر ۱۰ درجهٔ سانتیگراد است و تیر با میانگین ۴۸ درجهٔ سانتیگراد گرم‌ترین ماه سال و دی با میانگین دمای ۵- درجهٔ سانتیگراد سردترین ماه سال را رقم می‌زند. بارش سالانهٔ این منطقه ۶۸ میلی‌لیتر گزارش شده است.

استان یزد به دلیل تغییرات دمایی بالا، با ورود سامانه‌های گرم و سرد به منطقه، یکی از استان‌های بادخیز ایران است. از لحاظ وزش باد اشکذر منطقه‌ای بادخیز است و این به دلیل به‌وجودآمدن شرایط فرابار در نواحی کوهستانی غرب و فروبار در نواحی پست شرقی است. باد غالب منطقه با توجه به اطلاعات موجود در ایستگاه سینوپتیک یزد بادهای غربی به‌ویژه بادهای شمال غربی است. از دیگر بادهای وزنده در اشکذر می‌توان باد اصفهان، باد قبله و باد سیاه‌کوه را نام برد. وزش بادهای سیاه در استان یزد به دلیل برخورداری از اقلیم خشک امری عادی به شمار می‌آید.

تاریخ روستا

طبق متون و اسناد، تاریخچهٔ روستای بُندُرآباد به دوران ساسانی برمی‌گردد. در روایات وجه تسمیهٔ روستا آمده که بانی روستا فردی به نام «بُندار» از جمله امرا و پادشاهان عجم بوده است (Mostofi Bafghi et al., 1973). در دوران اسلامی، «اگرچه از

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]

[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

این دوران آثار متقنی به دست نیامد، ولی شاید بتوان گفت که استقرار در دو محوطهٔ همت‌آباد و حجت‌آباد در این دوره نیز ادامه داشته است (Zarei et al., 2015). همچنین، متون نیز دربارهٔ وضعیت رستاق در این دوران سکوت کرده‌اند. با این حال، با توجه به قراینی مانند تداوم سکونت برخی از روستاهای احداث‌شده در دورهٔ ساسانی (مانند بُندُرآباد و فیروزآباد)، می‌توان به وجود سکونت در این ناحیه پی برد، ولی دربارهٔ جزئیات آن هیچ‌گونه اظهارنظری نمی‌توان کرد (همان).» یکی دیگر از تئوری‌های وجه تسمیهٔ روستا حاکی از آن است که در گذشته کاروان‌ها از روستاهای اطراف در این مکان جمع می‌شدند، به همین دلیل بُندُرآباد نام گرفته است. «بُندر» در واژه‌نامهٔ آزاد کرمان به معنای «آخرین قسمت درّه که آباد شده» است.

جمعیت روستا

جمعیت روستای بُندُرآباد در سرشماری ۱۳۹۵ نفوس و مسکن ۲۶۳ خانوار و ۸۴۴ نفر گزارش شده است. سهم زن‌ها و مردها از این جمعیت به ترتیب ۴۰۵ نفر و ۴۳۹ نفر است. در ۱۳۸۵ آمار جمعیتی روستا ۷۳۸ نفر گزارش شده که با مقایسهٔ آن با آخرین سرشماری رشد صعودی جمعیت را در این روستا مشاهده می‌کنیم (SCI, 2016).

شناخت ساختار عمومی بافت

روستای بُندُرآباد در منطقهٔ مسطح و بیابانی قرار گرفته است، ساختار عمومی بافت بر اساس دو محور شرقی-غربی و شمالی-جنوبی با بافتی متراکم شکل گرفته است. زمین‌های کشاورزی در جبههٔ شمال ـ شرقی و غربی روستا شکل گرفته‌اند و بافت روستا از سمت شرق متصل به روستای اسلام‌آباد است. نظام سیرکولاسیون روستا از طریق سه محور اصلی شکل می‌گیرد. مسیر ورود و خروج به بافت روستا از طریق جادهٔ همت‌آباد ـ بُندُرآباد و جلال آباد ـ بُندُرآباد (مسیر دسترسی به زمین‌های کشاورزی غرب روستا) تأمین می‌شود. در شکل ۵، می‌توان مسیرهای دسترسی روستاها را ملاحظه کرد.

شکل ۵. تصویر هوایی از ساختار بافت روستای بُندُرآباد (Google Earth, 2023)

ساختار عمومی ابنیهٔ مسکونی روستا

هستهٔ اصلی شکل‌گیری روستای بُندُرآباد در شمال غربی آن واقع شده که جهت توسعهٔ آن، بر اثر وقوع سوانح طبیعی به مرور زمان، به سمت جنوب و حاشیه امتداد یافته است. ابنیهٔ تاریخی روستا با خشت و آجر و ملات گل ساخته شده است، اما خانه‌های نوساز روستا از الگوی معماری بومی پیروی نکرده و از مصالح آجر، گچ، سنگ، آهن و سیمان در ساخت آن‌ها استفاده شده است. معماری ابنیهٔ نوساز برداشتی عمدتاً نادرست از الگوی مسکن شهری بوده است که این ناهنجاری و عدم تناسب ساخت‌وساز جدید و قدیم در روستا مشکلاتی از قبیل ازبین‌رفتن منظر تاریخی روستا، دگرگونی فرهنگ زیستی در روستا و غیره در پی خواهد داشت. در شکل ۶، بافت تاریخی روستای بُندُرآباد ارائه گردیده است.

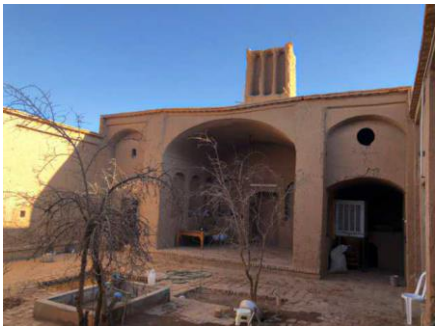
شکل ٦. نمایی از بافت تاریخی روستای بُندُرآباد

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]

[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

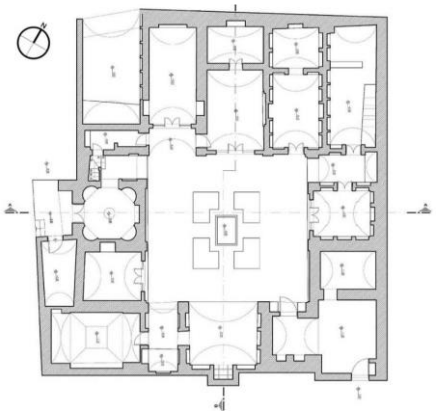
نمونهٔ برداشت‌شده در روستای بُندُرآباد

خانهٔ مورد مطالعه در روستای بُندُرآباد، الگویی حیاط‌مرکز با ساختاری دوایوانی دارد. یکی از ایوان‌ها در مداخلات، بسته شده است. عناصر فضایی خانه شامل سردر ورودی، هشتی، دالان، حیاط مرکزی، ایوان و اتاق‌های اطراف حیاط است، این بنا جزو ابنیهٔ دارای بادگیر در روستاست. بادگیر این بنا در فضای ایوان تابستان‌نشین قرار گرفته است، که این امر نشان‌دهندهٔ اهمیت و تأکید الگوی معماری این بنا بر فضای ایوان است. بنا دارای مداخلات بسیار زیادی است، این مداخلات شامل تیغه‌کشی و تعویض بازشوهای اصیل خانه با پنجره‌های فلزی است. شکل ۷، دید از حیاط به بادگیر و ایوان تابستان‌نشین را در خانهٔ برداشت‌شدهٔ روستای بُندُرآباد نمایش می‌دهد. این الگو دارای اتاق‌های متعدد (مطابق شکل ۹) با نوع پوشش طاق است که در شکل ۸، تصاویری از این اتاق‌ها ارائه شده است. اسناد فنی این الگو نیز در شکل‌های ۹ و ۱۰ ارائه شده است.

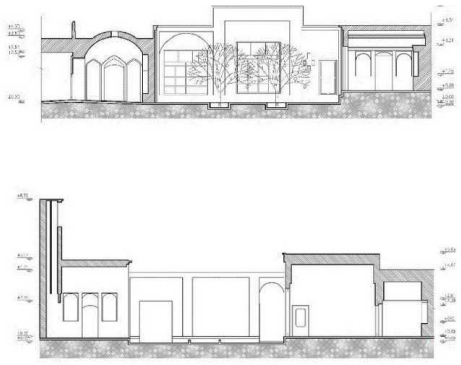


شکل ۷. تصویری از خانهٔ برداشت‌شده، دید به سمت ایوان تابستان‌نشین و بادگیر

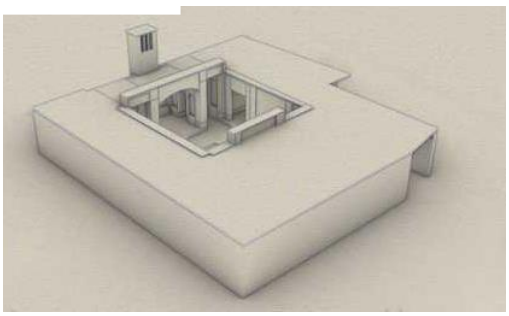
شکل ۸. تصویر سمت راست: دید حیاط از سمت دالان و تصویر سمت چپ: فضای داخلی یکی از اتاق‌ها



شکل ۹. پلان همکف خانهٔ برداشت‌شده



شکل ۱۰. تصویر بالا: برش A-A و تصویر پایین: برش B-B از خانهٔ برداشت‌شده



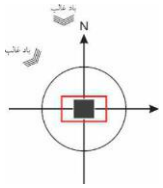
شکل ۱۱. مدل سه‌بُعدی معماری خانهٔ برداشت‌شدهٔ روستای بُندُرآباد

مشخصات این خانه به اختصار در جدول ۱ ارائه گردیده است.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]

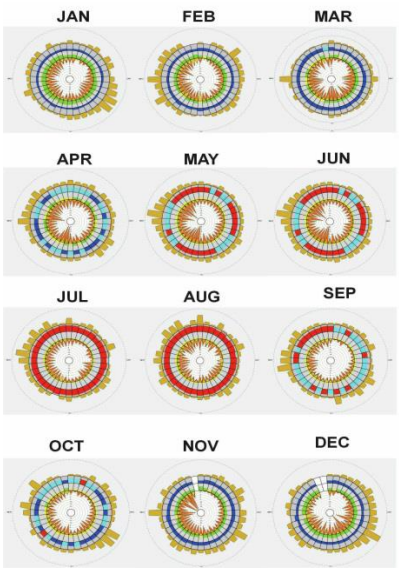
[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

جدول ۱. مشخصات خانهٔ برداشت‌شدهٔ روستای بُندُرآباد

مساحت	زیربنا	۳۲۸/٤ مترمربع
ساختار بنا	فناوری ساخت	دیوار باربر، سقف تیرپوش و طاق
	پی	سنگ
	دیوار	خشت و گل
	سقف	تیر چوبی، کاهگل
نحوهٔ استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر	جهت‌گیری بنا نسبت به خورشید و باد غالب	
	نوع بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر	باد
	جهت دریافت باد	شمال و شمال غرب
	بهترین جهت‌گیری نسبت به خورشید	شمالی-جنوبی
	جهت‌گیری ساختمان فعلی	شمالی-جنوبی

محاسبات تحلیل باد وضع موجود نمونهٔ برداشت‌شده در روستای بُندُرآباد

خانهٔ برداشت‌شده از لحاظ نحوهٔ عملکرد تهویه با متغیر سرعت باد تحلیل گردید، تا سازوکار آن در تأمین آسایش حرارتی مشخص گردد. برای این منظور ابتدا سرعت باد قبل از دهانهٔ بادگیر محاسبه و سپس مقدار این متغیر در داخل فضا بررسی گردید. فایل آب‌وهوایی شهرستان اشکذر و نمودار گلباد ماهانهٔ این شهرستان بررسی گردید (شکل ۱۲) تا جهت وزش باد مشخص گردد. گلباد ماهانه نشان‌دهندهٔ این است که در همگی ماه‌ها باد با سرعت ۲۰ درجهٔ شمال غربی می‌وزد که در جدول ۲ سرعت میانگین و جهت باد غالب به صورت ماهانه درج شده است. از نرم‌افزار کلایمت کانزالتنت برای این منظور استفاده شده است، سپس مدل تهیه‌شده در نرم‌افزار انسیس فلوئنت بارگذاری می‌گردد تا تأثیر باد بر ساختمان و متغیر مدنظر مشخص گردد.



شکل ۱۲. نمودار گلباد ماهانهٔ باد به همراه جهت و سرعت آن

جدول ۲. سرعت میانگین و جهت باد غالب به صورت ماهانه

ماه‌ها	جهت باد غالب	سرعت میانگین (متر بر ثانیه)
JAN	۴۵ درجه شمال غرب – غرب	شمال غرب: ۶/۱ – غرب: ۶
FEB	۴۵ درجه شمال غرب – جنوب غرب	شمال غرب: ۶/۳ – جنوب غرب: ۸
MAR	غرب – جنوب غرب	غرب: ۶ – جنوب غرب: ۶/۱

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]
[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

APR	غرب – جنوب غرب	غرب: ۶/۱ – جنوب غرب: ۶
MAY	شمال غرب – جنوب غرب	شمال غرب: ۵/۸ – جنوب غرب: ۶/۱
JUN	شمال غرب – جنوب غرب	شمال غرب: ۵ – جنوب غرب: ۶
JUL	شمال غرب – غرب	شمال غرب: ۴/۲ – غرب: ۴
AUG	شمال غرب – غرب	شمال غرب: ۶/۲ – غرب: ۶
SEP	شمال غرب – غرب	شمال غرب: ۶ – غرب: ۴/۲
OCT	شمال غرب – غرب	شمال غرب: ۵ – غرب: ۵
NOV	شمال غرب – غرب	شمال غرب: ۷/۲ – غرب: ۶/۹
DEC	شمال غرب – جنوب غرب	شمال غرب: ۵ – جنوب غرب: ۶

در ۵۰ سال گذشته، مهندسی محاسبات باد[6] به راهکاری مطلوب در شبیه‌سازی باد در ساختمان (Hajdukiewicz et al, 2013) و به طور گسترده برای مدل‌سازی جریان هوا در فضاهای داخلی و باز تبدیل گشته است (D'Agostino et al., 2014). روش CFD در سه جبههٔ اصلی اعمال می‌شود:

۱. شبیه‌سازی CFD شرایط باد در سطح عابر پیاده در اطراف ساختمان‌ها؛

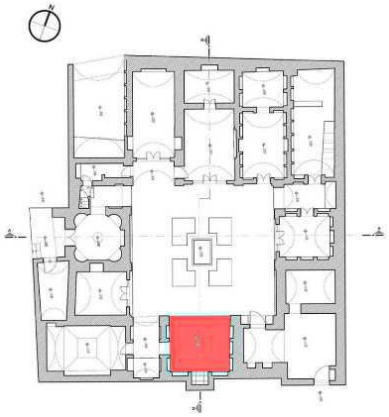
۲. شبیه‌سازی CFD تهویهٔ طبیعی ساختمان‌ها؛

۳. شبیه‌سازی CFD باران ناشی از باد در نمای ساختمان (Blocken, 2014).

CFD به‌ویژه برای شبیه‌سازی شرایط تهویهٔ طبیعی در فضاهای داخلی مناسب است (Van Hoof et al, 2010).

رفتار باد در فضای تعریف‌شده (فضای تابستان‌نشین)، در حالت وضع موجود

مطالعات دینامیک سیالات محاسباتی یا CFD با استفاده از نرم‌افزار انسیس فلوئنت نسخهٔ 2021 R1 و برای فضای تعریف‌شدهٔ نمونهٔ برداشت‌شده (شکل ۱۳) انجام شد.



شکل ۱۳. فضای مدنظر برای شبیه‌سازی

هندسهٔ خانهٔ برداشت‌شده با نرم‌افزار راینو[7] نسخهٔ ۷ و مِش‌های سه‌بُعدی نیز با مشخصات ذیل ساخته شد:

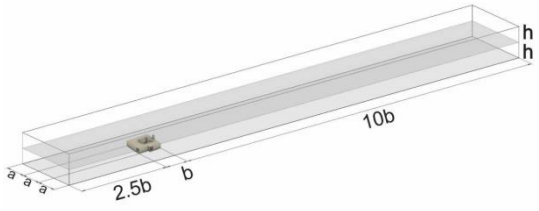
- Number of mesh cells: 1,800,000
- Used cell type: tetragonal
- Turbulence modeling: k-epsilon RNG
- Walls: no slip condition
- Entry points: velocity inlet
- Exit points: pressure outlet

دامنهٔ شبیه‌سازی[8] برای این تحلیل، با فرض درنظرگرفتن عرض ساختمان (a) و طول ساختمان (b) و ارتفاع ساختمان (h) مطابق شکل ۱۴ است.

6. CWE: Computational Wind Engineering
7. Rhinoceros
8. Far Field

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]
[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

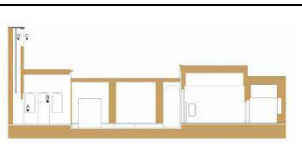
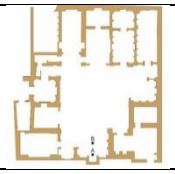
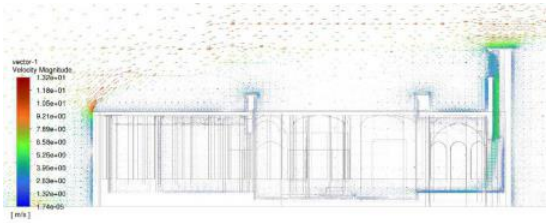
داده‌های ورودی به نرم‌افزار، فایل حاوی داده‌های اقلیمی شهرستان اشکذر (EPW) و سرعت باد با توجه به نمودار گلباد بهصورت میانگین ۸ متر بر ثانیه با زاویهٔ ۲۰ درجه به سمت شمال غربی به صورت عمود وارد تونل شبیه‌سازی می‌گردد، زیرا خانهٔ برداشت‌شده با همین زاویه نسبت به محور شمال انحراف دارد.

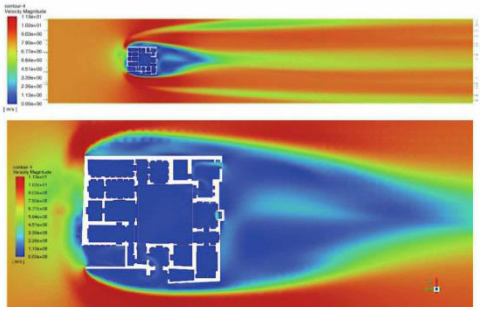


شکل ١٤. دامنهٔ شبیه‌سازی برای تونل باد

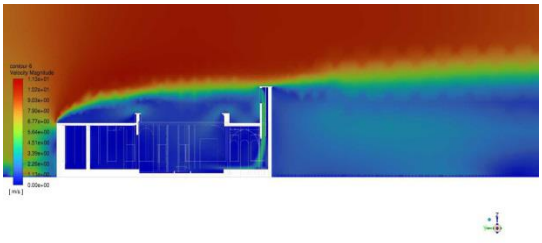
در این قسمت رفتار باد از طریق بادگیر یک‌طرفه بررسی می‌گردد. باد با سرعت تقریبی ۴ متر بر ثانیه به صورت عمود بر دهانهٔ بادگیر (VC) جریان می‌یابد و سرعت آن به ۵/۳ متر بر ثانیه می‌رسد (VD). سرعت باد در دریچهٔ خروجی بادگیر به اتاق (VA) ۶/۵ متر بر ثانیه است و همچنین باد با سرعت تقریبی ۲/۳ متر بر ثانیه در اتاق مربوط به بادگیر جریان می‌یابد (VB) (نقاط یادشده در جدول ۳ ارائه شده است). تحلیل‌ها نشان می‌دهد تیغهٔ داخلی بادگیر برای ایجاد فشار منفی و مکش هوای گرم در بدنهٔ بادگیر نقش مهمی در تهویهٔ طبیعی در این بادگیر ایفا می‌کند. شکل ۱۶، نحوهٔ توزیع باد در اتاق مورد تحلیل را در دید مقطع نمایش می‌دهد.

جدول ۳. سرعت باد در نقاط مختلف فضای مورد بررسی

اتاق‌های نمونه	
نقاط اندازه‌گیری	
	
بُردارهای سرعت باد در نقاط مختلف فضاهای مورد تحلیل	
	
سرعت باد (m/s)	
VA=	6/5
VB=	2/3
VC=	4
VD=	5/3



شکل ۱۵. پلان نحوهٔ توزیع باد در فضای مورد بررسی، حالت وضع موجود



شکل ١٦. مقطع ساختمان و نحوهٔ ورود هوا به فضای مورد بررسی، حالت وضع موجود

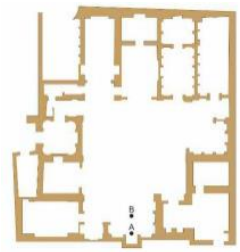
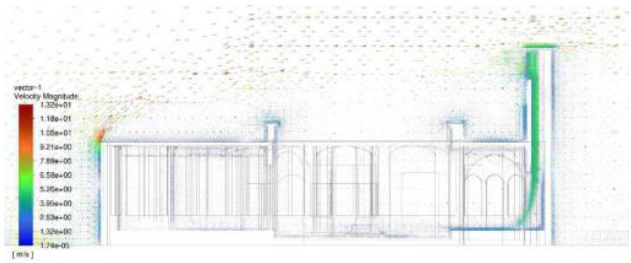
[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]

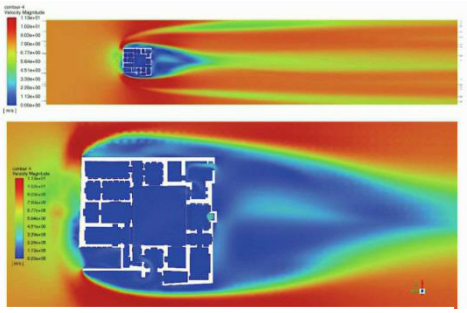
[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

رفتار باد در حالت بادگیر با ارتفاع بیشتر

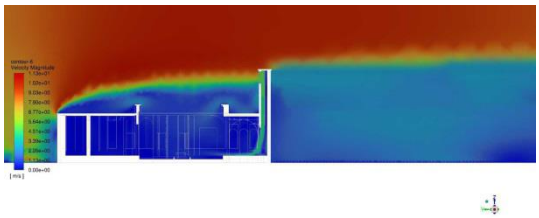
همهٔ شرایط مرزی این حالت به همراه ورودی‌های نرم‌افزار و همچنین دامنهٔ شبیه‌سازی نسبت به حالت قبل (بادگیر، وضع موجود) ثابت در نظر گرفته شده و فقط در این بخش، ارتفاع بادگیر ۲ متر افزایش یافته است. در این حالت نتایج شبیه‌سازی مطابق شکل‌های ۱۷ و ۱۸ و جدول ۴ است.

جدول ٤. سرعت باد در نقاط مختلف فضای موردبررسی، حالت بادگیر با ارتفاع بیشتر

اتاق‌های نمونه	
نقاط اندازه‌گیری	
	
بُردارهای سرعت باد در نقاط مختلف فضاهای مورد تحلیل	
	
سرعت باد (m/s)	
VA=	7/3
VB=	3/4
VC=	5
VD=	6/6



شکل ۱۷. پلان نحوهٔ توزیع باد در فضای مورد بررسی، حالت بادگیر با ارتفاع بیشتر



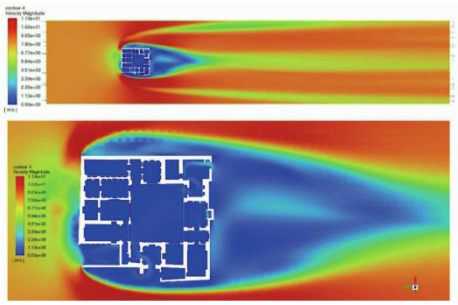
شکل ۱۸. مقطع نحوهٔ توزیع باد در فضای مورد بررسی، حالت بادگیر با ارتفاع بیشتر

رفتار باد در حالت بادگیر با ارتفاع کمتر

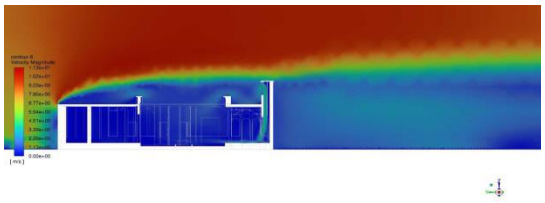
همهٔ شرایط در این حالت به همراه ورودی‌های نرم‌افزار و همچنین دامنهٔ شبیه‌سازی نسبت به حالت بادگیر با وضع موجود ثابت در نظر گرفته شده و فقط در این بخش، ارتفاع بادگیر ۲ متر کاهش یافته است. در این حالت نتایج شبیه‌سازی مطابق شکل‌های ۱۷ و ۱۸ و جدول ۵ است.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]

[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

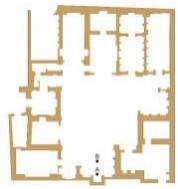
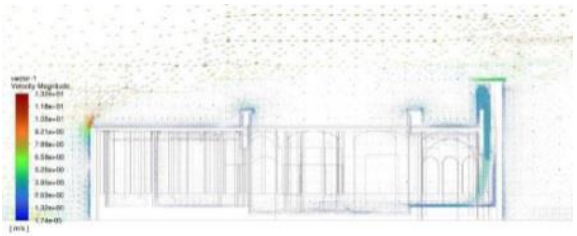


شکل ۱۹. پلان نحوهٔ توزیع باد در فضای مورد بررسی، حالت بادگیر با ارتفاع کمتر



شکل ۲۰. مقطع نحوهٔ توزیع باد در فضای مورد بررسی، حالت بادگیر با ارتفاع بیشتر

جدول ۵. سرعت باد در نقاط مختلف فضای مورد بررسی، حالت بادگیر با ارتفاع کمتر

اتاق‌های نمونه	
نقاط اندازه‌گیری	
	
بُردارهای سرعت باد در نقاط مختلف فضاهای مورد تحلیل	
	
سرعت باد (m/s)	
VA=	5
VB=	1/7
VC=	3/2
VD=	4/1

مقایسهٔ سرعت باد در سه حالت

در جدول ۶ به صورت خلاصه سرعت باد در سه حالت بادگیر در وضعیت موجود، بادگیر با ارتفاع بیشتر و بادگیر با ارتفاع کمتر به همراه سرعت باد در نقاط تعیین‌شده فضای مورد بررسی در نمونهٔ برداشت‌شده ارائه گردیده است.

جدول ٦. مقایسهٔ سرعت باد در نقاط اندازه‌گیری در سه حالت (بر حسب متر بر ثانیه)

نقاط	حالت اول وضع موجود	حالت دوم ارتفاع بیشتر بادگیر	حالت سوم ارتفاع کمتر بادگیر
A	۶/۵	۷/۳	۵
B	۲/۳	۳/۴	۱/۷
C	۴	۵	۳/۲
D	۵/۳	۶/۶	۴/۱

نتیجه‌گیری

امروزه با توجه به مصرف انرژی به‌خصوص در بخش مسکن و همچنین میزان اتلاف آن در شبکهٔ توزیع انرژی به مناطق مختلف

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]

[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

به‌خصوص مناطق روستایی، توجه به بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر و تأثیر آن بر روی کاهش مصرف انرژی را امری مهم می‌نمایاند. در این زمینه یکی از نیازهای حرارتی برای تأمین شرایط آسایش حرارتی در پهنهٔ گرم‌وخشک در کشورمان، تهویه است که در همین راستا بهره‌گیری از عنصر باد و همچنین سامانه‌های غیرفعال، نظیر بادگیر و سایر اندام‌های اقلیمی برای ایجاد تهویهٔ طبیعی، راهکاری بسیار مؤثر است.

بررسی‌های میدانی در منطقهٔ مورد بررسی در این پژوهش نشان می‌دهد، بادگیر یک‌طرفه در مناطق روستایی استان یزد به‌خصوص در مسکن روستایی شهرستان اشکذر برای ایجاد تهویهٔ طبیعی، متداول است. در این پژوهش سه حالت اصلی بادگیر: ۱ـ وضعیت موجود (با ارتفاع بادگیر از لبهٔ بام به میزان حدود ۴ متر)، ۲ـ بادگیر با ارتفاع بیشتر نسبت به وضع موجود (با ارتفاع بادگیر از لبهٔ بام به میزان حدود ۶ متر)، ۳ـ بادگیر با ارتفاع کمتر نسبت به وضع موجود (با ارتفاع بادگیر از لبهٔ بام به میزان حدود ۲ متر) مورد تحلیل قرار گرفته است. بررسی رفتار باد در نمونهٔ برداشت‌شده و حالت‌های مذکور نشان می‌دهد وجود اندام اقلیمی بادگیر یک‌طرفه تأثیر مطلوبی را در ایجاد آسایش حرارتی بر اساس تهویهٔ طبیعی ایجاد می‌کند. در کل با مقایسهٔ نتایج یافته‌های این پژوهش شامل موارد ذیل است:

با توجه به الگوی مورد بررسی (بادگیر یک‌طرفه) که الگوی رایج در روستای مورد مطالعه است، اجزای دیگری در تکمیل فرآیند شرایط آسایش حرارتی مؤثرند که با حذف هر کدام فرآیند مذکور ناقص می‌ماند و از این حیث عنوان اندام اقلیمی به این اجزای عملکردی‌ـاقلیمی، اطلاق می‌گردد.

مقایسهٔ حالت‌های مختلف و تأثیر آن بر روی سرعت باد نشان می‌دهد که با افزایش ارتفاع بادگیر، سرعت جریان باد نیز افزایش و با کاهش ارتفاع، این شاخص، کاهش می‌یابد.

نکتهٔ قابل توجه در نمونهٔ تحلیل‌شده این مسئله است که نمونهٔ برداشت‌شده نسبت به محور شمال ۲۰ درجه به سمت غرب زاویه دارد و جهت باد غالب نیز عمدتاً از سوی شمال غربی با همین زاویه است که این امر نشان‌دهندهٔ این مسئله است که در ساخت بنا بادگیر در تطابق با باد رایج طراحی و ساخته شده که این امر در ساختار بافت نیز رعایت شده است و می‌توان نتیجه گرفت که شکل‌گیری ابنیه در این پهنه بر حسب نیاز حرارتی ساکنان بوده است. همچنین در حالت وضعیت موجود، جریان باد به صورت کنترل‌شده و در جهت برقراری آسایش حرارتی جریان دارد.

با ارتفاع‌گرفتن بادگیر، فشار منفی در قسمت پشت تیغهٔ بادگیر نسبت به وضع موجود افزایش یافته و سرعت باد نیز افزایش می‌یابد که بر اساس آنچه گفته شد جریان مطلوبی برای برقراری شرایط آسایش حرارتی نیست و همچنین ممکن است سازهٔ بادگیر را در قسمت‌های میانی به دلیل افزایش فشارهای مثبت و منفی در دو طرف تیغهٔ بادگیر دچار اختلال کند.

با کاهش ارتفاع بادگیر (کم‌شدن دو متر از پایهٔ بادگیر) نیز، سرعت باد و فشار پشت تیغه کاهش می‌یابد و عملکرد بادگیر در تهویهٔ طبیعی ناقص می‌ماند.

با توجه به مداخلات صورت‌گرفته در سال‌های اخیر در نمونهٔ برداشت‌شده به نظر می‌رسد برخی دسترسی‌ها از اتاق تابستان‌نشین (فضای مورد تحلیل) به فضاهای مجاور مسدود شده است که فضاهای جنبی نقش مهمی در برقراری تهویهٔ طبیعی داشته‌اند.

تیغهٔ داخلی بادگیر در ایجاد فشار منفی (مکش) برای کارکرد مطلوب‌تر آن، نقش مهمی دارد که در شبیه‌سازی‌ها می‌توان آن را به خوبی مشاهده کرد. پیشنهاد می‌گردد برای پژوهش‌های آتی، حالت‌های مختلف تیغه‌های داخلی مدنظر قرار گیرد تا میزان تأثیر آن بر روی کارکرد بادگیر یک‌طرفه بررسی گردد.

موارد ذیل به عنوان پیشنهادات این پژوهش ارائه می‌گردند:

– پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی انواع بادگیر اعم از دوطرفه، سه‌طرفه و حتی چهارطرفه بررسی و با مقایسه بین این حالت‌ها میزان کارکرد حالت‌های مختلف را در نمونهٔ برداشت‌شده مشاهده شود.

– پیشنهاد می‌گردد در این نوع مسکن از ایجاد بازشوهای بزرگ در جدارهٔ اتاق‌های تابستان‌نشین (فضای مورد تحلیل) پرهیز گردد و به جای آن از بازشوهای کوچک که نقش تکمیل‌کنندهٔ فرآیند تهویهٔ طبیعی را تأمین می‌کند استفاده گردد، زیرا ایجاد بازشوهای بزرگ موجب کاهش فشارهای منفی در اتاق مورد بررسی می‌گردد و فرآیند برقراری آسایش حرارتی را مختل می‌سازد.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]

[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]

References

Dor-mohammadi, M., Tahbaz, M., & FarahaniVelashjerdi, A. (2023). Qualitative and Typological Study of One-Way Windcatchers in Eastern Iran Case Study:Khousf City and Khour Village in South Khorasan. *Journal of Iranian Architecture Studies*, *12*(23), 231-250. (In Persian)

Pourahmadi, M., & Ayatollahi, S. M. H. (2012). Refunctioning Solutions For Different Wind Catchers Of Yazd Based On Their Related Summer Side Spaces. *Journal of Architecture in Hot and Dry Climate*, *1*(1), 7-18. (In Persian)

Mahmoudi Zarandi M. (2016). An Analysis on the Orientation, Position and Dimensions of Wind-catchers in Vernacular Houses of Yazd. *JHRE*. *35*(153), 35-46. (In Persian)

Ghahraman Izadi, N., Taghipour, M., Eskandari, H., & Movahed, K. (2023). The Role of the Effective Parameters of Taremeh in Improving Natural Ventilation in the Courtyard Houses of Bushehr in the Historical Context. *The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Nazar*, *20*(125), 23-42. (In Persian)

Rahnama, M. R., & Razzaghian, F. (2014). Locating of High-Rise Buildings with Emphasis on Smart Growth Theory. *Geographical Planning of Space*, *3*(9), 45-64. (In Persian)

Watson, D.; Labz, K. (2008). Regional design: Theoretical and practical principles of energy application in buildings (Translated by Vahid Ghabadian and Mohammad Feyz Mahdavi). Tehran: University of Tehran Press.

Samsar, Mohammad Hassan. (2020). Windcatcher. Website: https://www.cgie.org.ir/.(In Persian)

Yahyayi, M.; Mofidi-Shamirani, S.M.; Ahmadi, Vahid. (2021). Site Selection of Potential Zones for Wind-Catchers in Hot and Dry Areas of IRAN to Naturally Ventilate the Building. **Geographical Research*, 36*(2), 99-113. (In Persian)

Mahmoodi, M. (2006). Wind Catcher: An attractive and charming feature of Yazd city. *Bagh-e Nazar*, *3*(5), 91-99. (In Persian)

Yazdi, A. S., & Kameli, S. (2017). The Effect of Improper Restorations on Thermal Load of Traditional Houses of Yazd (Case-studies: Oloomi and Tehrani houses). *Bagh-e Nazar*, *14*(54). (In Persian)

Mostofi Bafghi, M., Mofid ibn M., Afshar, Iraj. (1973). *Jam'e Mofidi*. Tehran: Asatir Publishing.

Zarei, M., & MIR, D. F. (2015). THE INSPECTION OF SETTLEMENT OF RASTAGH VILLAGE BASED ON WRITTEN DOCUMENTS AND ARCHEOLOGY DATA. (In Persian)

Statistical Center of Iran. (2016). Population and Housing Census 2016. Tehran: Statistical Center of Iran. (In Persian)

Liu, M., Nejat, P., Cao, P., Jimenez-Bescos, C. & Calautit, J. K. (2024). A critical review of windcatcher ventilation: Micro-environment, techno-economics, and commercialisation. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 191, 114048.

Plazas, F. L. & De Tejada, C. S. (2024). Natural ventilation to improve IAQ in existing homes: The development of health-based and context-specific user guidelines. *Energy and Buildings*, 314, 114248. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114248.

Khakzand, M., Deljouiee, B., Chahardoli, S. & Siavashi, M. (2024). Radiative cooling ventilation improvement using an integrated system of windcatcher and solar chimney. *Journal of Building Engineering*, 83, 108409. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.108409.

Foroughi, M., Andrade, B. & Roders, A. P. (2024). Capturing experts' knowledge in heritage planning enhanced by AI: A case study of windcatchers in Yazd, *Iran. Journal of Cultural Heritage*, 67, 1–8. https://doi.org/10.1016/j.culher.2024.01.014.

Sangdeh, P. K., & Nasrollahi, N. (2022). Windcatchers and their applications in contemporary architecture. *Energy and Built Environment*, 3(1), 56–72.

Nejat, P., Ferwati, M. S., Calautit, J., Ghahramani, A. & Sheikhshahrokhdehkordi, M. (2021). Passive cooling and natural ventilation by the windcatcher (Badgir): An experimental and simulation study of indoor air quality, thermal comfort and passive cooling power. *Journal of Building Engineering*, 41, 102436.

[Downloaded from jhre.ir on 2026-06-03]

[DOI: https://doi.org/10.22034/43.186.2]