Research Paper

Analytical Evaluation of the Thermal Properties of the External Walls of Traditional Rural Dwellings Located in the Foothills of Mazandaran Province

Flora Mokhtari[1] , *Tohid Hatami Khanghahi[2] , Bahram Gosili[2]

1. MA student, Department of Architectural Engineering, Faculty of Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2. Assistant professor, Department of Architectural Engineering, Faculty of Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Mokhtari, F., Hatami Khanghahi, T., & Gosili, B. (2019).[Analytical Evaluation of the Thermal Properties of the External Walls of Traditional Rural Dwellings Located in the Foothills of Mazandaran Province (Persian)]. *Journal of Rural Research*, 10(2), 310-327, http://dx.doi.org/ 10.22059/jrur.2019.266280.1289

doi: http://dx.doi.org/ 10.22059/jrur.2019.266280.1289

Received: 26 Sep. 2018
Accepted: 05 Feb. 2019

Key words:
Thermal comfort, External walls, Thermal properties, Indigenous buildings, *Mazandaran*

ABSTRACT

This study aims to analyze the thermal properties of the external walls in the traditional indigenous buildings located in the foothills of *Mazandaran* Province. The buildings were selected through a simple random sampling method in the study area. Then, a sample of 30 external walls in those traditional dwellings was chosen. They were 60 to 80 years old with an area of 40 to 60 square meters each. The thermo-physical properties of the materials used in the walls were extracted from the Environmental Design Standard (CIBSE) and the Road, Housing and Development Research Center. Then, the octal thermal properties of the walls were calculated using a program that the authors designed by the EXCEL software. Also, based on their octal thermal properties, the walls were all compared in column charts. Eventually, according to the priority and significance of each thermal property, the comparison of the walls was done based on the least and the most energy loss. As the comparative analysis carried out in this study revealed, mud-brick walls have the highest efficiency in terms of Volumetric Specific Heat, Decrement Factor and Time Lag Associated with Decrement Factor. There is a moderate efficiency in other cases, and, in comparison with other external walls, mud-brick walls generally seem to be the most appropriate type of external wall in terms of the criteria in this research. According to the assertions of the permanent dwellers of the traditional indigenous buildings and their rate of satisfaction with the thermal comfort in those places under current climate conditions, mud-brick walls or any other wall with similar thermal properties can be the most appropriate type of external wall in the research area.

Copyright © 2019, Journal of Rural Research. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

Extended Abstract

1. Introduction

A great amount of world energy demand is connected to the built environment. Energy management is the key factor in any sustainable development program, and reduction of energy consumption in residential and non-residential buildings is one of the main challenges facing any movement toward more sustainable conditions. From 1984 to 2004, primary energy consumption grew by 49% and CO2 emissions by

* ***Corresponding Author:***
Tohid Hatami Khanghahi, PhD
Address: Department of Architectural Engineering, Faculty of Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Daneshgah Street, Ardabil, Iran.
Tel: +98 (914) 1435056
E-mail: hatami.tohid@gmail.com

43%, with an average annual increase of 2% and 1.8% respectively. Nowadays, therefore, reducing energy consumption and providing thermal comfort in buildings is one of the major concerns of architects in designing biological spaces. In Iran, energy consumption in the construction sector is extraordinarily higher than international standards. According to the available figures, about 40% of the energy in this country is consumed in domestic and commercial sectors. This is worth about 38% of the total revenue from fossil fuel sales. As much as 70% of this amount is used merely for heating and cooling spaces. According to "the rural eco-museums in *Mazandaran* Province for rural texture improvement projects" which has raised demands for construction in these areas, it is essential to pay attention to the ways of reducing energy losses in building construction. Among the factors that affect the amount of energy consumption and thermal comfort, the role of the external shells of buildings and the materials used in them is significant. In this case study, attempts are made to analyze the external shells of the indigenous buildings in the foothill rural areas of *Mazandaran* Province.

2. Methodology

Mazandaran Province, located in the north of Iran, is a temperate and humid region with about 1.46% of the country's land area. Baliran is a village in the southern district of Amol, which is a county in the middle of the province. The village is a rural foothill settlement which the Organization of Cultural Heritage and Tourism has considered as an eco-museum for rural texture improvement projects. Specific climatic conditions and unique architectural compatibility with the climate are the main reasons for choosing the village of Baliran, along with two other villages of Kimare and Pashakola in its vicinity, as the case study in this paper. The study sample was selected by a simple random sampling method within the study area, and the none-steady state conditions were evaluated as the octal thermal IDs of the materials used in the external shells of the buildings. In order to assess the thermal properties of the walls, a sample of 30 external walls of traditional indigenous dwellings aged 60 to 80 years with an area of 40 to 60 square meters were selected.

3. Results

According to the characteristics of the wall layers, different types of common walls were identified. They are categorized as follows:

a) The most common and widely available type of external wall in the research area is made of wooden logs, as a prevailing material. The logs are arranged horizontally and joined together to build the walls called “Darvarchin walls". These walls are also covered with a mud mortar on the internal side.

b) Some Darvarchin walls are covered with a mud mortar on both sides, and the outer side is covered with a layer of white sand.

c) Wooden logs are replaced with mud mixed with straw for the construction of the walls. The walls are also covered with a mud and straw mortar on both sides.

d) Mud bricks are used for building some walls. These walls are also covered with plaster on the internal side and a mud and lime mortar on the external side.

e) Baked bricks are used for building some walls. These walls are also covered with a cement-lime-sand mortar on both sides.

f) Baked bricks are used for building some walls covered with plaster on the internal side and a cement-lime-sand mortar on the external side.

4. Discussion

The data on the thermo-physical properties of the wall materials were extracted from the Environmental Design Standard (CIBSE) and the Road, Housing and Development Research Center. Then, the octal thermal properties of the walls were calculated using a program that the authors designed by the Excel software. Also, based on their thermal properties and column charts, the external walls were all compared. Eventually, according to the priority or the significance of each thermal property, the the shells were compared in terms of the least and the most energy loss.

5. Conclusion

In rural areas in the foothills of *Mazandaran* Province, among the external walls made of mud-brick, straw-bale, brick types 5 and 6, and wood types 2 and 3, the mud-brick shells were found highly efficient in terms of Volumetric Specific Heat, Decrement Factor and Time Lag Associated with Decrement Factor. The other wall types were found moderately efficient. Generally, as the comparison of the walls showed, mud brick is the most appropriate type of shell in the studied area. This material or any other one with similar thermal properties is considered appropriate enough to be used in wall construction.

Acknowledgments

This paper was extracted from the MA. thesis of the first author in University of Mohaghegh Ardabili and did not receive any specific grant.

Conflict of Interest

The authors declared no conflicts of interest

ارزیابی تحلیلی شناسه‌های حرارتی جداره‌های خارجی ابنیه بومی روستایی اقلیم کوهپایه‌ای استان مازندران

فلورا مختاری[۱]، *توحید حاتمی خانقاهی[۲]، بهرام گسیلی[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معماری، گروه آموزشی معماری، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲- استادیار گروه آموزشی معماری، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

تاریخ دریافت: ۰۴ مهر ۱۳۹۷
تاریخ پذیرش: ۱۶ بهمن ۱۳۹۷

چکیده

هدف پژوهش حاضر ارزیابی تحلیلی شناسه‌های حرارتی مصالح مصرف‌شده در جداره‌های خارجی خانه‌های بومی واقع در مناطق روستایی اقلیم کوهپایه‌ای استان مازندران است. لذا نمونه‌هایی به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده در پهنه موردمطالعه تعیین و جزییات ۳۰ نمونه از جداره‌های خارجی خانه‌های بومی با قدمت ۶۰ تا ۸۰ سال و با مساحت زیربنای ۴۰ تا ۶۰ مترمربع در روستاهای محدوده پژوهش برداشت شده است. در ادامه مشخصات مصالح مصرفی در جداره‌های متداول را بر اساس استاندارد طراحی محیطی (CIBSE) و اطلاعات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن استخراج کرده و شناسه‌های حرارتی هشت‌گانه هرکدام از جداره‌ها بر اساس لایه‌های مصرفی آن‌ها با استفاده از برنامه طراحی‌شده در محیط نرم‌افزار EXCEL محاسبه گردید. همچنین تمامی انواع جداره‌ها بر پایه هرکدام از شناسه‌های حرارتی هشت‌گانه در قالب نمودارهای میله‌ای مقایسه و درنهایت با توجه به اولویت‌بندی میزان اهمیت هرکدام از شناسه‌های حرارتی، قیاس جداره‌ها بر اساس کم‌ترین و بیش‌ترین میزان اتلاف انرژی حرارتی انجام شد. به‌عنوان نتیجه از میان انواع جداره‌های موجود، جداره خشت خام ازنظر گرمای ویژه حجمی، ضریب کاهش و زمان تأخیر، کارایی بالایی داشته و در موارد دیگر کارایی متوسطی را از خود نشان داده و درمجموع مناسب‌ترین نوع جداره از منظر موضوع این پژوهش (شناسه‌های حرارتی هشت‌گانه) است.

کلیدواژه‌ها:
آسایش حرارتی، دیوارهای خارجی، شناسه‌های حرارتی، ابنیه بومی، مازندران

مقدمه

کاهش مصرف انرژی توأم با تأمین آسایش حرارتی ساکنین در ساختمان‌های مسکونی و غیرمسکونی یکی از چالش‌های پیش‌رو در راستای رسیدن به آینده‌ای پایدارتر است (Huebner and et al, 2016). ساخت ساختمان‌های انرژی-کارآمد توان کاهش تولید کربن تا ۶۰ درصد یا بیشتر را دارد، که معادل ۱/۳۵ میلیون تن کربن است. بنابراین طراحی ساختمان‌های انرژی-کارآمد یک ضرورت است و نه یک گزینه برای بقای انرژی و کاهش صدور کربن (Tzikopoulos and et al, 2005). کشور ایران یکی از انرژی-ناکارآمدترین کشورهای جهان با شدت انرژی ۳ برابر میانگین جهانی و ۲/۵ برابر میانگین خاورمیانه است. در ایران بنا به آمار و ارقام موجود، در حدود ۴۰ درصد از کل حامل‌های انرژی در بخش خانگی و تجاری مصرف می‌شود. این میزان مصرف ازنظر ارزش انرژی مصرفی، حدود ۳۸ درصد از کل درآمدهای حاصل از فروش سوخت‌های فسیلی را به خود اختصاص می‌دهد که از این مقدار، در حدود ۷۰ درصد از مصرف، صرفاً به‌منظور گرمایش و سرمایش فضاها استفاده می‌شود. اگر این میزان مصرف را با سایر کشورها و متوسط مصرف در کل دنیا مقایسه کنیم، این واقعیت بر ما آشکار می‌گردد که در ایران، وضعیت مصرف انرژی در این بخش، وضعیت به‌سامانی ندارد (Pourdeihimi and Gosili, 2014). پروژه‌های چند سال اخیر مکان‌یابی اکوموزه‌های روستایی استان مازندران در طرح‌های بهسازی بافت روستایی توسط سازمان میراث فرهنگی و گردشگری این استان، تقاضای احداث ابنیه جدید در این مناطق را بالا برده است. با توجه به روش‌ها و تکنیک‌های امروز، اهمیت مسائل اقتصادی و سرعت ساخت ازیک‌طرف و ارزان بودن انرژی از طرفی دیگر، به نظر می‌رسد که زمینه فراموشی راهکارهای هوشمندانه معماری گذشته‌مان فراهم شده است و این امر می‌تواند سبب‌ساز هدررفت بخش اعظمی از انرژی در بخش خانگی این مناطق باشد.

طراحی ساختمان اولین خطوط دفاعی علیه پارامترهای اقلیمی فضای بیرون است. طراحی اقلیمی ساختمان به دنبال فراهم آوردن آسایش حرارتی برای انسان‌ها در ساختمان است (Kotopouleas

* نویسنده مسئول:
دکتر توحید حاتمی خانقاهی
نشانی: اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده فنی و مهندسی، گروه آموزشی معماری، کدپستی ۵۶۱۹۹۱۳۱۳۱
تلفن: ۱۴۳۵۰۵۶ (۹۱۴) ۹۸+
پست الکترونیکی: hatami.tohid@gmail.com

and Nikolopoulou, 2016). بررسی آسایش حرارتی در طراحی معماری و ساخت‌وساز موضوع بسیاری از انواع پژوهش‌هایی است که اهمیت این موضوع را روشن می‌سازد (Shakoor, 2011). پاسخ مطلوب ساختمان به نیازهای مرتبط با آسایش حرارتی از ضرورت‌های اولیه در طراحی ساختمان است که عدم توجه به آن، سایر مسائل مرتبط با نیازهای فیزیکی و روانی ساکنین را دچار اختلال می‌کند. از عوامل متعددی که در تأمین آسایش حرارتی و کاهش میزان اتلاف انرژی در ساختمان‌ها مؤثرند می‌توان به میزان نفوذ هوای محیط خارج به فضای داخل ساختمان از طریق منافذ، رنگ جداره‌های خارجی ساختمان، نحوه عایق‌کاری جداره‌های خارجی، نحوه عایق‌کاری کانال‌های هوا و لوله‌های تأسیسات، جهت قرارگیری ساختمان، ارتفاع سقف‌ها، شکل و نحوه قرارگیری سایبان‌ها، ابعاد پنجره‌ها و انتقال انرژی حرارتی از طریق مصالح مصرفی ساختمان در جریان انتقال پایدار و ناپایدار اشاره کرد (Kasmaee, 2003; Pourdeihimi, 1993). در این پژوهش از بین موارد مذکور به دلیل اهمیت انتقال انرژی حرارتی از طریق مصالح مصرفی در پوسته خارجی ابنیه، فقط به ارزیابی تحلیلی جداره‌های خارجی ساختمان‌ها می‌پردازیم. همچنین با توجه به نحوه انتشار انرژی حرارتی در جداره‌های خارجی ساختمان که خطی و ثابت در نظر گرفته نمی‌شوند، جریان انتقال ناپایدار تحت عنوان شناسه‌های حرارتی هشت‌گانه موردبررسی قرار می‌گیرد. به‌عبارت‌دیگر این پژوهش، شناسه‌های حرارتی هشت‌گانه مصالح مصرفی در پوسته خارجی ابنیه را در نمونه موردی ارزیابی می‌کند.

مروری بر ادبیات موضوع

معماری بومی واژه‌ای است جهت استفاده در راستای دسته‌بندی راهکارهای ساخت‌وساز که از منابع محلی قابل‌دسترس جهت پاسخ‌گویی به نیازهای محلی استفاده می‌کنند. معماری بومی بسیار متأثر از فرهنگ و محل جغرافیایی است و نمونه‌ای از هماهنگی بین مسکن، ساکنان و محیط فیزیکی است که اغلب در این دوران نادیده گرفته می‌شود. این نوع معماری یک منبع ثروت عظیم برای معماری مدرن است چرا که راه‌حل‌هایی را ارائه می‌دهد که نشان‌دهنده بیشترین قابلیت انطباق و انعطاف‌پذیری هستند؛ بنابراین به‌عنوان نمونه‌ای در جهت پایداری به کار می‌رود (Coch, 1998). آثار به‌جای مانده از مناطق مختلف شهری و روستایی ایران نشان می‌دهد که معماری بومی این مناطق با حداقل نیاز به استفاده از انرژی‌های کمکی برای تولید گرما و سرما، تنها با بهره‌گیری از ویژگی‌های فرم و مصالح، شرایط نسبتاً مناسبی را برای ساکنین خود فراهم نموده‌اند. معماری معاصر با تقلید از الگوهای معماری مدرن و بدون توجه به خصوصیات اقلیمی هر منطقه، بناهای مشابه را در اقلیم‌های مختلف احداث کرده که برای انطباق با شرایط آسایش انسان، نیازمند بهره‌گیری گسترده از منابع انرژی فسیلی هستند. این مسئله در روستاها که همواره از منابع محدودتری نسبت به شهرها برخوردارند، حیاتی‌تر است (Jalilian and Tahbaz, 2006). به نظر می‌رسد علی‌رغم اینکه نمونه‌های بومی روستایی استان مازندران، الگوهای بهینه‌ای در راستای پایداری و کاهش اتلاف انرژی با استفاده از شیوه‌های بومی گوناگونی هستند؛ اما این الگوهای بهینه در معماری معاصر این مناطق نادیده گرفته شده‌اند. می‌توان بخش اعظمی از این کاهش را نتیجه انتخاب درست مصالح مصرفی و شناسه‌های حرارتی آن‌ها دانست. شناسه‌های حرارتی مؤلفه‌های مهمی هستند که دمای مصالح ساختمانی و عملکرد حرارتی محیط ساخته‌شده را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این شناسه‌ها داده‌های اساسی موردنیاز جهت ارزیابی و شبیه‌سازی رفتار حرارتی محیط ساخته‌شده هستند (Li and et al, 2013; Abad and et al, 2017)؛ بنابراین مطالعه شناسه‌های حرارتی مصالح مصرفی در ساختمان‌ها به ما در جهت رسیدن به راهکارهای کاهش اتلاف انرژی کمک می‌کند.

پرسش‌های مطرح در این خصوص، شامل موارد زیر است:

۱- مصالح بکار رفته با هدف کاهش اتلاف انرژی از طریق پوسته خارجی ابنیه روستایی منطقه موردمطالعه کدام‌اند؟

۲- چه عواملی بر تبادل و اتلاف انرژی حرارتی از طریق مصالح مصرفی جداره‌ها تأثیرگذار هستند؟

۳- نحوه عملکرد لایه‌های پوسته خارجی ابنیه روستایی بر تبادل و اتلاف انرژی حرارتی در مناطق کوهپایه‌ای استان مازندران چگونه است و ویژگی‌ها و مشخصات هریک از مصالح متداول در این مناطق چیست؟

در این پژوهش در راستای پی بردن به پاسخ این سؤالات، سعی بر آن داریم تا با شناخت ویژگی‌های شناسه‌های حرارتی هشت‌گانه مصالح به‌کاررفته در نمونه‌های موردمطالعه، بتوانیم به نتایجی دست پیدا کنیم که راهنمای ما در طراحی بهتر و انتخاب مصالح امروزی مناسب‌تر در پهنه موردمطالعه باشد.

فرض تحقیق بر آن است که؛ مصالح و جزییات بکار رفته در پوسته‌های خارجی ابنیه بومی در پهنه موردمطالعه متناسب با شرایط محلی، جهت تأمین آسایش حرارتی بنا با حداقل مصرف انرژی است.

روش‌شناسی تحقیق

در این پژوهش پس از آشنایی و مرور ادبیات مرتبط با موضوع پژوهش، به تعیین نمونه‌هایی به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده در پهنه موردمطالعه می‌پردازیم. به‌منظور بررسی شناسه‌های حرارتی دیوارها، پس از مراجعه و ارزیابی میدانی، مشاهدات عینی برش‌های عرضی جداره‌های قدیمی تخریب‌شده، عکس‌برداری، تهیه کروکی، مصاحبه با معماران بومی قدیمی منطقه و ساکنین دائمی خانه‌ها در اوایل ماه آذر سال ۱۳۹۶، جزییات ۳۰ نمونه از

دیوارهای خارجی خانه‌های بومی با قدمت ۶۰ تا ۸۰ سال و با مساحت زیربنای ۴۰ تا ۶۰ مترمربع برداشت می‌شود. بر اساس مشخصات لایه‌های دیوارهای خارجی به دسته‌بندی و معرفی انواع جداره‌های متداول در پهنه موردمطالعه می‌پردازیم. در ادامه مشخصات مصالح مصرفی در دیوارهای متداول را بر اساس استاندارد طراحی محیطی[1] و اطلاعات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن استخراج کرده، سپس شناسه‌های هشت‌گانه حرارتی هرکدام از دیوارها بر اساس لایه‌های مصرفی آن‌ها با استفاده از برنامه طراحی‌شده توسط نگارندگان در محیط نرم‌افزار EXCEL محاسبه می‌گردد. همچنین تمامی انواع دیوارهای متداول بر اساس هرکدام از شناسه‌های حرارتی هشت‌گانه در قالب نمودار میله‌ای مقایسه می‌گردند و درنهایت با توجه به اولویت‌بندی میزان اهمیت هرکدام از شناسه‌های حرارتی هشت‌گانه، قیاس جداره‌ها بر اساس کم‌ترین و بیش‌ترین میزان اتلاف انرژی انجام می‌گیرد.

پهنه موردمطالعه

استان مازندران[2] در شمال کشور ایران در منطقه معتدل و مرطوب واقع شده است که حدود ۱/۴۶ درصد از مساحت این کشور را در بردارد. روستای بلیران واقع در جنوب شهرستان آمل، شهرستانی در مرکز استان مازندران، یک سکونت‌گاه روستایی بومی است که در ناحیه کوهپایه‌ای استان مازندران ایجاد شده است (تصویر شماره ۱). همچنین این روستا به‌عنوان اکوموزه روستایی استان مازندران در طرح بهسازی بافت روستایی توسط سازمان میراث فرهنگی و گردشگری استان مازندران مکان‌یابی شده است. شرایط ویژه اقلیمی و معماری همساز با اقلیم این روستا، عوامل اصلی انتخاب روستای بلیران به همراه دو روستای کیمره و پاشاکلا در مجاورت روستای مذکور به‌عنوان نمونه موردی پژوهش بوده است.

شناخت نوع اقلیم پهنه موردمطالعه

اقلیم به شرایط آب و هوایی یک منطقه جغرافیایی نظیر دما، رطوبت، باد، بارش، فشار اتمسفر و سایر مشخصه‌های هواشناسی در مدت زمانی نسبتاً طولانی نسبت داده می‌شود (Jafarpour, 2002). آب‌وهوای هر منطقه تحت تأثیر موقعیت جغرافیایی آن منطقه است. بدین‌صورت که با توجه به گردش عمومی جو و فصول سال، سیستم‌های مختلفی وارد منطقه شده و اقلیم آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Kaviani and Alijani, 2005). در مباحث مربوط به اقلیم و اقلیم‌شناسی، چهار عامل دما، رطوبت (بارندگی)، جریان هوا (باد) و تابش آفتاب، عمدتاً موردبررسی و تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرند. به‌نظر می‌رسد در بررسی نقش شناسه‌های حرارتی پوسته‌های خارجی ابنیه در تأمین آسایش حرارتی افراد در فضاهای داخلی، چهار عامل فوق‌الذکر تأثیرگذار باشند (Jafarpour, 2002; Alizadeh, 2004). بنابراین لازم است تا محدوده آسایش و محدوده عدم آسایش حرارتی تحت تأثیر عوامل اقلیمی چهارگانه در پهنه موردمطالعه تعیین شود؛ تا اهمیت جداره‌های خارجی در محدوده زمانی عدم آسایش حرارتی به‌منظور تأمین شرایط مطلوب فضاهای داخلی ابنیه مشخص شود. در این پژوهش با توجه به مجموع شرایط اقلیمی پهنه موردمطالعه، نقش دما و رطوبت نسبی در تعیین محدوده آسایش و عدم آسایش حرارتی مورداستفاده قرار می‌گیرد.

1. CIBSE, Guide A, 1978 & 1999 & 2006
2. Mazandaran Province

تصویر ۱. موقعیت پهنه موردمطالعه در شهرستان آمل. مأخذ: https://www.google.com/maps, 2017

استان مازندران به لحاظ ویژگی‌های طبیعی به سه حوزه کوهستانی با آب‌وهوای سرد کوهستانی، ارتفاعات جنگلی (کوهپایه‌ای) با آب‌وهوای سرد خزری و جلگه‌ای با آب‌وهوای معتدل خزری قابل تقسیم‌بندی است (Kalbadinezhad, 2008). در این تحقیق، منطقه بلیران با اقلیم کوهپایه‌ای به همراه دو روستای مجاور کیمره و پاشاکلا موردمطالعه قرار گرفته‌اند. به‌منظور شناخت نوع اقلیم پهنه موردمطالعه، نخست نمودار اقلیمی بر اساس میانگین درجه حرارت ماهیانه و در ادامه میزان رطوبت نسبی ماهیانه، مطالعه می‌شود.

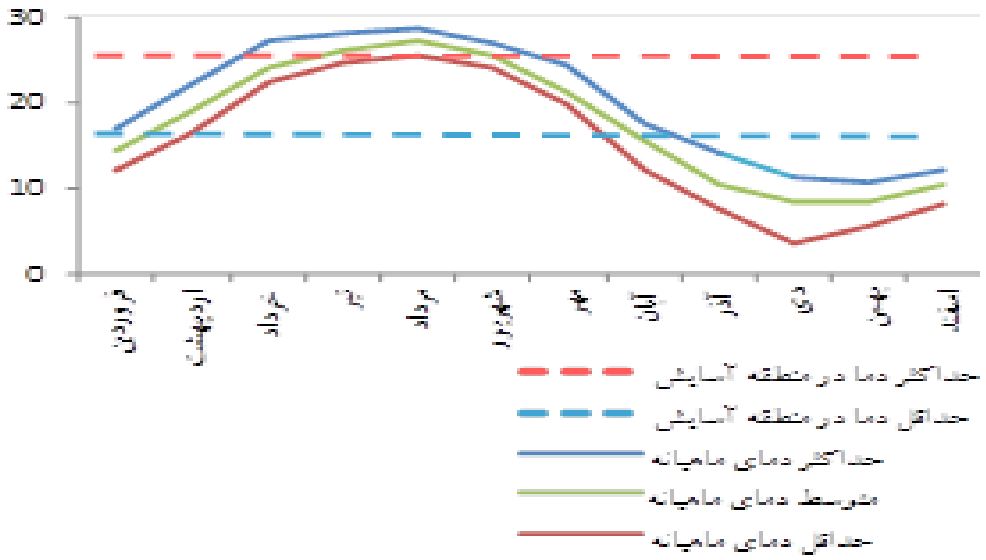
به‌منظور تهیه نمودار اقلیمی بر اساس میانگین درجه حرارت ماهیانه (تصویر شماره ۲)، آمار مربوط به معدل حداکثر، معدل حداقل و معدل متوسط دمای ماهیانه پهنه موردنظر از سال ۱۳۸۰ لغایت ۱۳۹۴ (بر اساس ۱۴ سال)، به‌استناد آمار و اطلاعات سازمان هواشناسی شهرستان آمل مورداستفاده قرار می‌گیرد.

در جدول شماره ۱، احساس دمـایی نسـبت بـه دمـای محیط آورده شده است:

با استناد به تصویر شماره ۲ و جدول شماره ۱، تعداد ماه‌های واقع در محدوده‌های دمایی مختلف، در جدول شماره ۲ جمع‌بندی شده است. با توجه به این جدول، در اقلیم منطقه موردمطالعه در حدود ۵۰ درصد از ماه‌های سال در محدوده پایین‌تر از منطقه آسایش و ۴۱/۶ درصد از ماه‌های سال در محدوده آسایش و ۸/۳ درصد از ماه‌های سال شرایط دمایی محیط بالاتر از منطقه آسایش است.

به‌منظور بررسی میزان رطوبت نسبی، معدل حداکثر، معدل حداقل و معدل متوسط رطوبت نسبی ماهیانه پهنه موردنظر از سال ۱۳۸۰ لغایت ۱۳۹۴ (براساس ۱۴ سال)، به‌استناد آمار و اطلاعات سازمان هواشناسی شهرستان آمل مورداستفاده قرار می‌گیرد که با توجه به آن می‌توان به جدول شماره ۳ دست یافت:

به‌عبارت‌دیگر در پهنه موردمطالعه، معدل رطوبت نسبی ماهیانه کلیه ماه‌ها، در منطقه آسایش واقع شده است.



تصویر ۲. نمودار اقلیمی بر اساس میانگین درجه حرارت ماهیانه پهنه موردمطالعه.
مأخذ: Amol city Meteorological Organization, 2017

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

جدول ۱. احساس دمایی نسبت به دمای محیط بر حسب درجه سانتی‌گراد.

احساس دمایی	خیلی گرم	گرم	کمی گرم	آسایش سالیانه	کمی سرد	سرد	خیلی سرد
میزان دما	۳۴ به بالا	۲۹ الی ۳۴	۲۶ الی ۲۹	۱۸ الی ۲۶	۱۲ الی ۱۸	۰ الی ۱۲	۰ به پایین

مأخذ: The AIA Research Corporation, 1978

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

جدول ۲. نتایج حاصل از مقایسه "جدول احساس دمایی نسبت به دمای محیط" و "نمودار اقلیمی بر اساس میانگین درجه حرارت ماهیانه".

ردیف	محدوده و احساس دمایی	میزان دما	تعداد ماه	درصد
۱	بالاتر از حداکثر دما در منطقه آسایش	۲۶ به بالا	۱	۸/۳
۲	منطقه آسایش	۱۸ الی ۲۶	۵	۴۱/۶
۳	پایین‌تر از حداقل دما در منطقه آسایش	۱۸ به پایین	۶	۵۰
۴	خیلی گرم	۳۴ به بالا	صفر	صفر
۵	گرم	۲۹ الی ۳۴	صفر	صفر
۶	کمی گرم	۲۶ الی ۲۹	۴	۳۳/۳
۷	آسایش	۱۸ الی ۲۶	۵	۴۱/۶
۸	کمی سرد	۱۲ الی ۱۸	۲	۱۶/۷
۹	سرد	۰ الی ۱۲	۴	۳۳/۳
۱۰	خیلی سرد	۰ به پایین	صفر	صفر

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

مأخذ: Amol city Meteorological Organization, 2017

جدول ۳. نتایج حاصل از میزان رطوبت نسبی در پهنه موردمطالعه.

محدوده رطوبت نسبی	درصد رطوبت نسبی	تعداد ماه	درصد
بالاتر از حداکثر رطوبت نسبی در منطقه آسایش	۸۰ به بالا	صفر	صفر
منطقه آسایش	۲۵ الی ۸۰	۱۲	۱۰۰
پایین‌تر از حداقل رطوبت نسبی در منطقه آسایش	۲۵ به پایین	صفر	صفر

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

مأخذ: Amol city Meteorological Organization, 2017

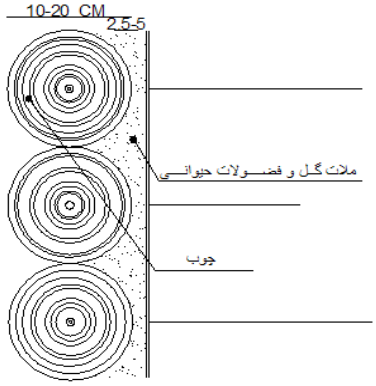
یافته‌ها

تعیین نمونه‌ها به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده در سه روستای بلیران، کیمره و پاشاکلا انجام و به‌منظور بررسی شناسه‌های حرارتی دیوارها، پس از مراجعه و ارزیابی میدانی، مشاهدات عینی برش‌های عرضی جداره‌های قدیمی تخریب‌شده، عکس‌برداری، تهیه کروکی، مصاحبه با معماران بومی قدیمی منطقه و ساکنین دائمی خانه‌ها در اوایل ماه آذر سال ۱۳۹۶، خصوصیات و جزئیات ۳۰ نمونه از دیوارهای خارجی خانه‌های بومی با قدمت ۶۰ تا ۸۰ سال و با مساحت زیربنای ۴۰ تا ۶۰ مترمربع که با دانش بومی و درگذر زمان اجرا شده‌اند، برداشت شده است.

۱. در تصویر شماره ۳، گونه متداول خانه‌های روستایی با استفاده از الوارهای چوبی که به‌صورت افقی روی‌هم قرار می‌گیرند و به‌اصطلاح به دیوارسازی دارورچین (کله‌چو) معروف است ارائه شده است. استفاده ازاین‌گونه جداره‌سازی در ساخت جداره‌های خارجی به نسبت سایر گونه‌ها رواج بیشتری دارد.

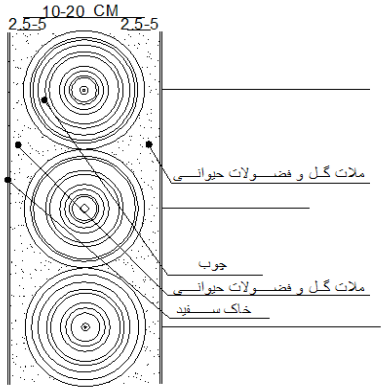
۲. گونه متداول دیگر در پهنه موردمطالعه، استفاده از مصالح چوبی به‌صورت دیوارهای دارورچین (کله‌چو) در جداره‌های خارجی ابنیه است. در این موارد همان‌طور که در تصویر شماره ۴ هم دیده می‌شود، علاوه بر اندود ملات گل بر روی سطوح داخلی و خارجی جداره، از یک لایه گل سفید در بیرونی‌ترین لایه جداره خارجی استفاده می‌شود. این لایه بسیار نازک و در اغلب موارد به ضخامت چند میلی‌متر است که معمولاً در گذر زمان نیز دچار خوردگی و ساییدگی شده و بنا به دلایل مذکور در محاسبات تأثیر چندانی نداشته و از احتساب آن در تحلیل لایه‌های جداره صرف‌نظر شده است. تصویر شماره ۴ نمونه‌ای از گونه متداول خانه‌های روستایی با استفاده از مصالح چوبی با اندود ملات گل بیرونی است.

۳. گونه متداول دیگر در پهنه موردمطالعه، استفاده از گل به‌صورت دیوارهای چینه‌ای در جداره‌های خارجی ابنیه است. در موارد مذکور علاوه بر لایه کاهگل به‌صورت اندود بر روی سطوح داخلی و خارجی جداره، از لایه نازک گل سفید در بیرونی‌ترین لایه جداره خارجی نیز استفاده شده است. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد از احتساب گل سفید در تحلیل لایه‌های جداره صرف‌نظر شده است. در تصویر شماره ۵ نمونه‌ای از گونه‌های متداول خانه‌های روستایی با استفاده از مصالح گلی دیده می‌شود.



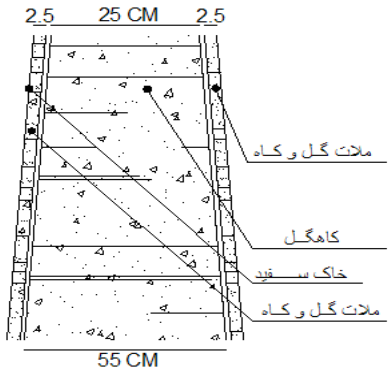
تصویر ۳. روستای بلیران، گونه متداول خانه‌های روستایی، چوبی. مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

فصلنامه پژوهش‌های روستایی



تصویر ۴. روستای بلیران، گونه متداول خانه‌های روستایی، چوبی. مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

فصلنامه پژوهش‌های روستایی



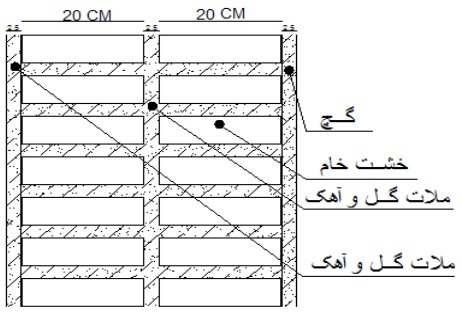
تصویر ۵. روستای کیمره، گونه متداول خانه‌های روستایی، گلی. مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

۴. گونه دیگر جداره‌های خارجی متداول در پهنه موردمطالعه، استفاده از خشت خام در جداره‌ها است. در این‌گونه از خشت خام و اندود گچ از داخل و اندود ملات گل و آهک از بیرون استفاده شده است. در تصویر شماره ۶ نمونه‌ای از جداره‌هایی که با استفاده از خشت خام اجراشده‌اند دیده می‌شود.

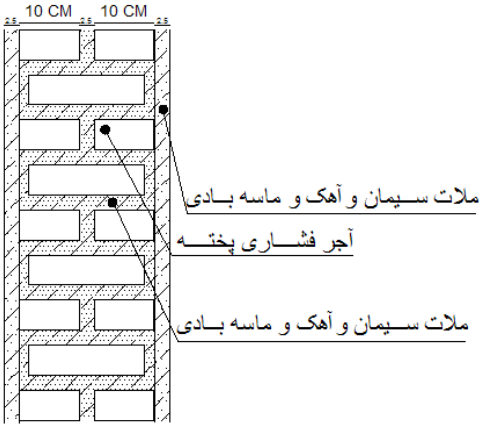
۵. استفاده از آجر فشاری پخته در جداره‌ها و اندود ملات سیمان، آهک و ماسه‌بادی هم از داخل و هم از خارج از دیگر گونه‌های جداره‌های خارجی متداول در پهنه موردمطالعه هستند که در تصویر شماره ۷ جزئیات آن ارائه شده است.

۶. تصویر شماره ۸ نیز نمونه‌ای از گونه‌های متداول خانه‌های روستایی با استفاده از مصالح آجر فشاری پخته و اندود گچ سیاه از داخل و اندود ملات سیمان، آهک و ماسه‌بادی خارج است.



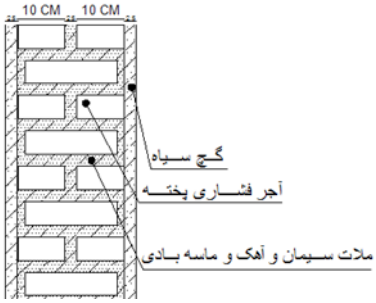
تصویر ۶. روستای کیمره، گونه متداول خانه‌های روستایی، خشت خام . مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

فصلنامه پژوهش‌های روستایی



تصویر ۷. روستای کیمره، گونه متداول خانه‌های روستایی، آجری. مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

فصلنامه پژوهش‌های روستایی



تصویر ۸. روستای کیمره، گونه متداول خانه‌های روستایی، آجری. مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

باتوجه‌به مطالعات صورت گرفته و نمونه‌های جمع‌آوری‌شده توسط نگارندگان، انواع جداره‌های پوسته خارجی بناها در مناطق روستایی پهنه موردمطالعه در جدول شماره ۴ و در شش گروه کلی ارائه می‌شود.

مشخصات مصالح مصرفی در جداره‌ها با توجه به مواد و مصالح موجـود در منطقه، به‌قرار جدول شماره ۵ هستند (CIBSE, Guide A, 1978 & 1999 & 2006). در استخراج مشخصات سعی شده است با توجه به نوع مصالح موجود در منطقه، اعداد و ارقام صحیح انتخاب شوند.

به‌منظور محاسبه شناسه‌های حرارتی جداره‌های متداول در پهنه موردمطالعه، مشخصات مصالح جدول شماره ۵ در فرمول‌های زیر با کمک نرم‌افزار EXCEL جاگذاری و نتایج حاصل در جداول شماره ۶ تا ۱۱ ارائه می‌شود.

جدول ۴. انواع جداره‌های خارجی بناها در پهنه موردمطالعه، مشخصات موجود.

ردیف	نوع جداره	دامنه ضخامت متداول(cm)	جنس لایه‌های جداره از داخل به بیرون
۱	چینه کاهگل	۶۰ (در پایین) ۳۰ (در بالا)	لایه پوشش داخلی (ملات گل + کاه) + کاهگل + لایه پوشش بیرونی (ملات گل + کاه) + گل سفید (جهت زیبایی)
۲	دارورچین (کله چو) چوبی	۱۵–۲۵	لایه پوشش داخلی (ملات گل) + چوب
۳	دارورچین (کله چو) چوبی	۲۰–۳۰	لایه پوشش داخلی (ملات گل) + چوب + لایه پوشش بیرونی(ملات گل) + گل سفید (جهت زیبایی)
۴	خشت خام	۴۵–۵۰	لایه پوشش داخلی (گچ) + خشت خام همراه با ملات گل و آهک + لایه پوشش بیرونی (ملات گل+ آهک)
۵	آجری (کله و راسته)	۳۰	لایه پوشش داخلی (گچ سیاه) + آجر همراه با ملات سیمان و آهک و ماسه بادی + لایه پوشش بیرونی (ملات سیمان + آهک + ماسه بادی)
۶	آجری (کله و راسته)	۳۰	لایه پوشش داخلی (ملات سیمان + آهک + ماسه بادی) + آجر همراه با ملات سیمان و آهک و ماسه بادی + لایه پوشش بیرونی (ملات سیمان + آهک + ماسه بادی)

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

جدول ۵. مشخصات مصالح متداول مصرفی در جداره‌ها.

ردیف	نوع مصالح	قابلیت هدایت حرارتی (w/m.ºk)	وزن مخصوص (kg/m3)	ظرفیت گرمایی (j/kg.ºk)
۱	کاهگل (Straw)	۰,۲۳	۷۲۰	۸۴۰
۲	چوب (Maple)	۰,۱۶	۷۲۰	۱۲۶۰
۳	خشت خام (Mud brick)	۰,۷۵	۱۷۳۰	۸۸۰
۴	آجر (Brickwork)	۰,۸۴	۱۷۰۰	۸۰۰
۵	ملات گل (Mud) و ملات گل–آهک (Mud-Lime Mortar)	۰,۷۵	۱۷۳۰	۸۸۰
۶	گچ (Plaster)	۰,۸۵	۱۹۳۰	۷۸۰
۷	ملات سیمان–آهک–ماسه بادی (Cement-Lime-Sand Mortar)	۰,۹۵	۲۰۳۰	۶۸۰

مأخذ: CIBSE, Guide A, 1978 & 1999 & 2006

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

$$V=\lambda/\rho\times c$$

$$VSH=[\rho_1\times c_1\times L_1+\rho_2\times c_2\times L_2+\ldots+\rho_n\times c_n\times L_n]/L$$

$$P=[\pi\times L^2\times\rho\times c/86400\times\lambda]^{0.5}$$

$$m_1=\cosh(p+ip)=1/2\left[\left(e^{p}+e^{-p}\right)\cos p+i\left(e^{p}-e^{-p}\right)\sin p\right]$$

$$m_2=L\times\sinh(p+ip)/(p+ip)=L\times\left[\left(e^{p}-e^{-p}\right)\cos p+\left(e^{p}+e^{-p}\right)\sin p-i\left(e^{p}-e^{-p}\right)\cos p+i\left(e^{p}+e^{-p}\right)\sin p\right]/4\lambda p$$

$$m_3=(p+ip)\times\sinh(p+ip)/L=\lambda\times p\times\left[\left(e^{p}-e^{-p}\right)\cos p-\left(e^{p}+e^{-p}\right)\sin p+i\left(e^{p}-e^{-p}\right)\cos p+i\left(e^{p}+e^{-p}\right)\sin p\right]/2L$$

$$\begin{bmatrix}t_1\\q_1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1&R_{si}\\0&1\end{bmatrix}\times\begin{bmatrix}m_1&m_2\\m_3&m_1\end{bmatrix}\times\begin{bmatrix}n_1&n_2\\n_3&n_1\end{bmatrix}\times\ldots\times\begin{bmatrix}1&R_{se}\\0&1\end{bmatrix}\times\begin{bmatrix}t_0\\q_0\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}t_1\\q_1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}M_1&M_2\\M_3&M_4\end{bmatrix}\times\begin{bmatrix}t_0\\q_0\end{bmatrix}$$

$$Y_c=M_4/M_2$$

$$Y=|Y_c|$$

$$\omega=12/\pi\times\arctan[Im(Y_c)/Re(Y_c)$$

$$f_c=1/U\times M$$

$$f=|f_c|$$

$$\varphi=12/\pi\times\arctan\left[Im(f_c)/Re(f_c)\right]$$

$$F_c=1-R_{si}\times Y_c$$

$$F=|F_c|$$

$$\psi=12/\pi\times\arctan\left[Im(F_c)/Re(F_c)\right]$$

جدول ۶. شناسه‌های حرارتی دیوارهای چینه‌ای.

U (W.m–2.K–1)	VSH (KJ.m–3.K–1)	Y (W.m–2.K–1)	ω (h)	f (%)	ϕ (h)	F (%)	ψ (h)
۰/۵۰۳۶	۷۰۶/۷۶	۳/۶۴۸۵	۲/۵۷۴۵	۰/۱۳۰۸	۸/۸۰۹۴	۰/۷۱۲۴	۱/۵۰۳۶

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

جدول ۷. شناسه‌های حرارتی دیوارهای دارورچین چوبی (جداره شماره ۲).

U (W.m–2.K–1)	VSH (KJ.m–3.K–1)	Y (W.m–2.K–1)	ω (h)	f (%)	ϕ (h)	F (%)	ψ (h)
۰/۸۵۶۵	۱۰۳۰/۲۴	۴/۱۴۳۶	۲/۴۵۱۷	۰/۴۵۶۲	۸/۱۶۸	۰/۶۷۱۳	۱/۷۵۴۸

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

جدول ۸. شناسه‌های حرارتی دیوارهای دارورچین چوبی (جداره شماره ۳).

U (W.m–2.K–1)	VSH (KJ.m–3.K–1)	Y (W.m–2.K–1)	ω (h)	f (%)	ϕ (h)	F (%)	ψ (h)
۰/۸۲۱۴	۱۱۱۲/۲۷	۴/۱۳۸۸	۲/۴۴۷۵	۰/۳۹۷	۹/۵۱۱۷	۰/۶۷۱۱	۱/۷۵۰۵

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

جدول ۹. شناسه‌های حرارتی دیوارهای خشت خام.

U (W.m–2.K–1)	VSH (KJ.m–3.K–1)	Y (W.m–2.K–1)	ω (h)	f (%)	ϕ (h)	F (%)	ψ (h)
۱/۲۸۸۵	۱۵۲۱/۴۶	۴/۷۷۳۱	۱/۴۳۸۳	۰/۱۰۸۱	۹/۶۵۸۴	۰/۵۱۲۶	۱/۶۱۷۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

جدول ۱۰. شناسه‌های حرارتی دیوارهای آجری (جداره شماره ۵).

U (W.m–2.K–1)	VSH (KJ.m–3.K–1)	Y (W.m–2.K–1)	ω (h)	f (%)	ϕ (h)	F (%)	ψ (h)
۲/۱۱۰۵	۱۳۷۶/۵۸	۴/۷۹۲۵	۱/۴۷۸۵	۰/۴۶۲۳	۶/۹۵۸۹	۰/۵۱۵۴	۱/۶۶۰۷

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

جدول ۱۱. شناسه‌های حرارتی دیوارهای آجری(جداره شماره ۶).

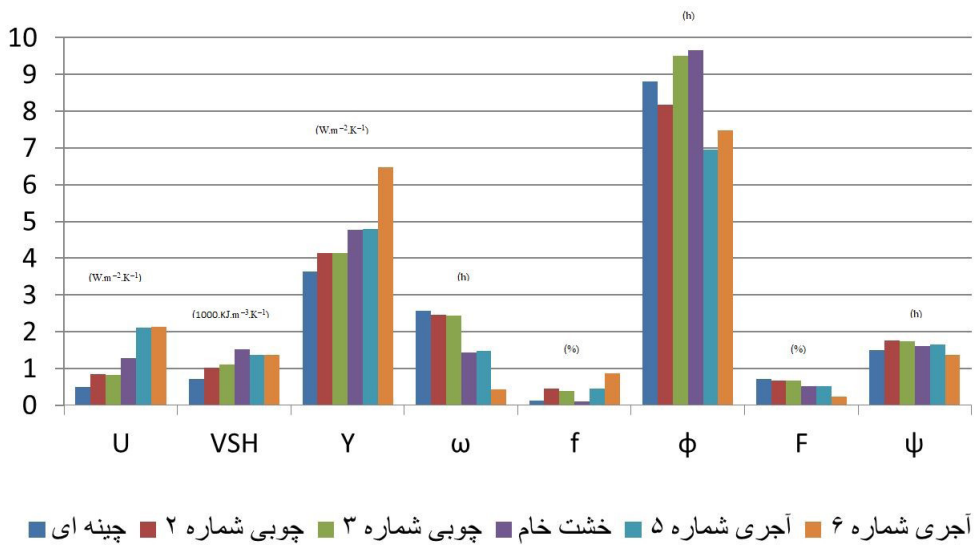
U (W.m–2.K–1)	VSH (KJ.m–3.K–1)	Y (W.m–2.K–1)	ω (h)	f (%)	ϕ (h)	F (%)	ψ (h)
۲/۱۲۴۴	۱۳۶۴/۰۸	۶/۴۸۱۵	۰/۴۲۱۸	۰/۸۵۹۸	۷/۴۷۹۵	۰/۲۴۲۶	۱/۳۷۹۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

تجزیه‌وتحلیل یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج حاصل از جداول فوق، شناسه‌های حرارتی به‌دست‌آمده هر یک از جداره‌ها، می‌بایست مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گیرند. برای این منظور نمودارهای میله‌ای هر گروه از شناسه‌های حرارتی جداره‌های متداول در منطقه تهیه و با توجه به مقایسه نمودارها در تصویر شماره ۹ نتایج حاصل در ادامه آورده شده است.



تصویر ۹. نمودار میله‌ای شناسه‌های حرارتی جداره‌های متداول. مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

۱. نتایج حاصل از مقایسه ضریب انتشار حرارتی جداره‌ها

- کمترین مقدار: دیوارهای چینه‌ای

- بیشترین مقدار: دیوارهای آجری شماره ۶

- مقادیر نزدیک به هم: دیوارهای چوبی شماره ۲ و دیوارهای چوبی شماره ۳

- دامنه تغییرات مقادیر: ۰/۵۰۳۶ الی ۲/۱۲۴۴ (W.m–2.K–1)

- جداره مناسب: دیوارهای چینه‌ای (جداره‌ای با کمترین مقدار ضریب انتشار حرارتی)

۲. نتایج حاصل از مقایسه گرمای ویژه حجمی جداره‌ها

- کمترین مقدار: دیوارهای چینه‌ای

- بیشترین مقدار: دیوارهای خشت خام

- مقادیر نزدیک به هم: دیوارهای آجری شماره ۵ و دیوارهای آجری شماره ۶

- دامنه تغییرات مقادیر: ۷۰۶/۷۶ الی ۱۵۲۱/۴ (KJ.m–3.K–1)

- جداره مناسب: دیوارهای خشت خام (جداره‌ای با بیشترین مقدار گرمای ویژه حجمی)

۳. نتایج حاصل از مقایسه پذیرش حرارتی جداره‌ها

- کمترین مقدار: دیوارهای چینه‌ای

- بیشترین مقدار: دیوارهای آجری شماره ۶

- مقادیر نزدیک به هم: دیوارهای چوبی شماره ۲ و دیوارهای چوبی شماره ۳، دیوارهای خشت خام و دیوارهای آجری شماره ۵

- دامنه تغییرات مقادیر: ۳/۶۴۸۵ الی ۶/۴۸۱۵ (W.m–2.K–1)

- جداره مناسب: دیوارهای آجری شماره ۶ (جداره‌ای با بیشترین مقدار پذیرش حرارتی)

۴. نتایج حاصل از مقایسه زمان انتقال حرارت به هوای داخل جداره‌ها

- کمترین مقدار: دیوارهای آجری شماره ۶

- بیشترین مقدار: دیوارهای چینه‌ای

- مقادیر نزدیک به هم: دیوارهای چوبی شماره ۲ و دیوارهای چوبی شماره ۳، دیوارهای خشت خام و دیوارهای آجری شماره ۵

- دامنه تغییرات مقادیر: ۰/۴۲۱۸ الی ۲/۵۷۴۵ (h)

- جداره مناسب: دیوارهای چینه‌ای (جداره‌ای با بیشترین مقدار زمان انتقال حرارت به هوای داخل جداره)

۵. نتایج حاصل از مقایسه ضریب کاهش جداره‌ها

- کمترین مقدار: دیوارهای خشت خام

- بیشترین مقدار: دیوارهای آجری شماره ۶

- مقادیر نزدیک به هم: دیوارهای چوبی شماره ۲ و دیوارهای آجری شماره ۵

- دامنه تغییرات مقادیر: ۰/۱۰۸۱ الی ۰/۸۵۹۸ (./)

جداره مناسب: دیوارهای خشت خام (جداره‌ای با کمترین مقدار ضریب کاهش)

۶. نتایج حاصل از مقایسه زمان تأخیر جداره‌ها

- کمترین مقدار: دیوارهای آجری شماره ۵

- بیشترین مقدار: دیوارهای خشت خام

- مقادیر نزدیک به هم: دیوارهای چوبی شماره ۳ و دیوارهای خشت خام

- دامنه تغییرات مقادیر: ۶/۹۵۸۹ الی ۹/۶۵۸۴ (h)

- جداره مناسب: دیوارهای خشت خام (جداره‌ای با بیشترین مقدار زمان تأخیر)

۷. نتایج حاصل از مقایسه ضریب سطح جداره‌ها

- کمترین مقدار: دیوارهای آجری شماره ۶

- بیشترین مقدار: دیوارهای چینه‌ای

- مقادیر نزدیک به هم: دیوارهای خشت خام و دیوارهای آجری شماره ۵، دیوارهای چوبی شماره ۲ و دیوارهای چوبی شماره ۳

- دامنه تغییرات مقادیر: ۰/۲۴۲۶ الی ۰/۷۱۲۴ (./)

- جداره مناسب: دیوارهای اجری شماره ۶ (جداره‌ای با کمترین مقدار ضریب سطح)

۸. نتایج حاصل از مقایسه زمان بازتابش جداره‌ها

- کمترین مقدار: دیوارهای آجری شماره ۶

- بیشترین مقدار: دیوارهای چوبی شماره ۲

- مقادیر نزدیک به هم: دیوارهای چوبی شماره ۲ و دیوارهای چوبی شماره ۳، دیوارهای خشت خام و دیوارهای آجری شماره ۵

- دامنه تغییرات مقادیر: ۱/۳۷۹۳ الی ۱/۷۵۴۸ (h)

- جداره مناسب: دیوارهای چوبی شماره ۲ (جداره‌ای با

بیشترین مقدار زمان بازتابش)

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش به بررسی شناسه‌های حرارتی مصالح متداول مصرفی در جداره‌های بومی و روستایی اقلیم کوهپایه‌ای استان مازندران پرداختیم. با توجه به نتایج اولیه حاصل از مقایسه شناسه‌های حرارتی جداره‌های بیرونی ابنیه بومی در اقلیم موردمطالعه، جداول شماره ۶ الی ۱۱، نمودارهای میله‌ای مربوط به آن‌ها و اولویت‌بندی شناسه‌های حرارتی، نتایج زیر حاصل شد:

در معماری بومی مناطق کوهپایه‌ای و روستایی استان مازندران جداره‌های خشت خام، ازنظر گرمای ویژه حجمی، ضریب کاهش و زمان تأخیر جداره‌ها کارایی بالایی را نشان می‌دهند و در موارد دیگر کارایی متوسطی را از خود نشان دادند و احتمالاً مناسب‌ترین نوع جداره هستند. دیوارهای چینه‌ای ازنظر ضریب انتشار حرارتی و زمان انتقال حرارتی کارایی بالایی را نشان می‌دهند اما ازنظر گرمای ویژه حجمی، پذیرش حرارتی و ضریب سطح جداره‌ها، کارایی بسیار پایینی را از خود نشان دادند. دیوارهای آجری نوع ۶ ازنظر پذیرش حرارتی و ضریب سطح جداره‌ها، کارایی بالایی را نشان می‌دهند اما ازنظر ضریب انتشار حرارتی، زمان انتقال حرارت، ضریب کاهش و زمان بازتابش کارایی بسیار پایینی را از خود نشان دادند. جداره‌های آجری نوع ۵ ازنظر ضریب انتشار حرارتی، زمان انتقال حرارت و زمان تأخیر جداره‌ها کارایی بسیار پایینی از خود نشان می‌دهند و در موارد دیگر کارایی نسبتاً متوسطی از خود نشان دادند. جداره‌های چوبی نوع ۲ ازنظر زمان بازتابش جداره‌ها کارایی بالایی را نشان می‌دهد، ازنظر ضریب کاهش و ضریب سطح جداره‌ها کارایی پایینی را نشان می‌دهند و در موارد دیگر کارایی متوسطی از خود نشان دادند. جداره‌های چوبی نوع ۳ تقریباً با جداره‌های چوبی نوع ۲ برابری کرده و ازنظر ضریب کاهش و زمان تأخیر جداره‌ها، کارایی تقریباً بهتری نسبت به جداره‌های چوبی نوع ۲ نشان می‌دهند؛ لذا با این دید و با یک جمع‌بندی اولیه، شاید بتوان چنین اظهارنظر کرد: جداره‌های خشت خام کارایی و پتانسیل بیشتری برای استفاده در جداره‌های خارجی اقلیم کوهپایه‌ای استان مازندران از منظر موضوع این پژوهش (شناسه‌های حرارتی هشت‌گانه) دارند. با اهمیت به این امر که خانه‌های بومی روستایی پهنه موردمطالعه، طبق پیمایش انجام‌شده و اظهارات ساکنین دائمی خانه‌ها، به لحاظ احساس آسایش حرارتی در شرایط اقلیمی کنونی نیز مطلوب هستند؛ می‌توان این نوع جداره یا هر نوع جداره با شناسه‌های حرارتی مشابه با آن را به‌عنوان مصالح مناسب برای این اقلیم مطرح نمود. لازم به ذکر است که مصالح مصرف‌شده در جداره‌ها از جهات مختلف اعم از مقاومت سازه‌ای، مقاومت در برابر خوردگی و سایش، سهولت و سرعت در اجرا، صرفه اقتصادی و موارد مشابه دیگر نیز قابل ارزیابی‌اند که در محدوده موضوع این پژوهش نیست.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد فلورا مختاری در دانشگاه محقق اردبیلی بوده و حامی مالی ندارد.

References

Abad, B., Borca-Tasciuc, D.A., Martin-Gonzales, M.S., (2017), Non-Contact Methods for Thermal Properties Measurement, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 76, 1348-1370.

Alizadeh, A., (2004), Air and Climatology, Ferdowsi University Press, Mashhad.

Amol city Meteorological Organization, (2017), Amol, Iran.

Bahadorinezhad, M., (2003), Thermodynamics Booklet, Faculty of Mechanical Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran.

CIBSE, Guide A, (1978) & (1999) & (2006), Environmental Design, The Chartered Institution of Building Services Engineers, Yale Press, London, England.

Coch, H., (1998), Bioclimatism in Vernacular Architecture, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2, 67-87.

Farrokhzad, M., (2004), Thermal Comfort Index Leaflet, Ph.D. Department of Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Heydarinezhad, G., (2009),Thermal Comfort, Building and Housing Research Center Publications, Tehran, Iran.

Huebner, G.M., Shipworth, D.T., Gauthier, S., Witzel, C., Raynham, P., Chan, W., (2016), Saving Energy With Light? Experimental Studies Assessing The Impact of Color Temperature on Thermal Comfort, Energy Research and Social Science, 15, 45-57.

Jafarpour, E., (2002), Climatology, Tehran University Press, Tehran, Iran.

Jalilian, Sh., Tahbaz, M., (2006), Climate Solutions for Rural Housing in Ardabil Province, Fifth International Conference on Optimization of Fuel Consumption in Building, Tehran, Iran.

Kalbadinezhad, M., (2008), Land and Architecture of Mazandaran, Journal of Architecture and Culture, vol. 10, No. 33, pp. 82-86.

Kasmaee, M., (2003), Climate & Architecture, Soil Publishing, Isfahan, Iran.

Kaviani, M., Alijani, B., (2005), Weather Foundations, Samt Publishing.

Kotopouleas, A., Nikolopoulou, M., (2016), Thermal Comfort Conditions on Airport Terminals: Indoor or Transition Spaces? Building and Environment, 99, 184-199.

Li, H., Harvey, J., Jones, D., (2013), Multi-Dimensional Transient Temperature Simulation and Back-Calculation for Thermal Properties of Building Materials, Building and Environment, 59, 501-516.

Pourdeyhimi, Sh., (1993), Unsteady Transfer Flow, Soffeh, vol. (9), Tehran, Iran.

Pourdeihimi, Sh., (1993), Unstable Transmission Flow, Soffeh Journal, Volume 3, Issue 1-2, pp. 16-27.

Pourdeihimi Sh., Gosili, B., (2014), A Study on the Thermal Indexes of Membranes in Building Envelope (Case study: Ardebil rural areas), housing and rural environment, Volume 34, Issue 150, pp. 53-70.

Razjouian, M., (1988, 2009), Comfort by climate-friendly architecture, Shahid Beheshti University Press, Tehran, Iran.

Saghafi, M., Hajizadeh, M., (2012), Investigation and Comparison of Exterior Wall Thermal Performance with Common Clay Blocks in Iran, Honar-ha-ye-Ziba, 17(1), pp.49-54.

Shakoor, A., (2011), Analysis of the Role of Natural Environment in the Compatibility of Human Settlements with it "Emphasizing Application of Climate in Esfahan Rural Architecture, Iran". Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(12), 1524-1526.

The AIA Research Corporation, (1978), Regional Guidelines for Building Passive Energy Conserving Homes, Washington DC, USA.

Tzikopoulos, A.F., Karatza, M.C., Paravantis, J.A., (2005), Modeling energy efficiency of bioclimatic buildings, Energy and buildings, 37, 529-544.

www.google.com/maps, 2017

پیوست

نظر به اهداف پژوهش؛ به‌منظور ارزیابی روش‌های تأمین آسایش حرارتی از طریق لایه‌های تشکیل‌دهنده پوسته خارجی ابنیه بومی در نمونه موردمطالعه و روش‌های کنترل جریان انتقال ناپایدار حرارتی در آن‌ها، در ادامه به توصیف اجزای پژوهش می‌پردازیم.

آسایش حرارتی[1]

هدف از مباحث مرتبط با آسایش حرارتی، رسیدن به تعادل حرارتی است. برای رسیدن به آسایش حرارتی روش‌های مختلفی جهت مقابله با محیط وجود دارد. آسایش حرارتی تابع چهار عامل محیطی اعم از: دمای هوا، رطوبت موجود در هوا، میزان جریان هوا و میزان تابش آفتاب است (Kotopouleas, 2016). ازجمله افرادی که درزمینه تعادل و آسایش حرارتی، تحقیقات و مطالعاتی را انجام داده‌اند، می‌توان به اولگی[2] (۱۹۶۳)، نیکول[3] (۱۹۶۶)، گیوانی[4] (۱۹۶۹)، فنگر[5] (۱۹۷۰) اشاره نمود (Razjouian, 1988, 2009).

با توجه به نمودارهای شرایط آسایش حرارتی برحسب رطوبت نسبی و فشار بخار آب، دامنه تغییرات عوامل محیطی چهارگانه، در منطقه آسایش حرارتی انسان در محیط‌های بسته را می‌توان به‌صورت جدول شماره ۱۲ دسته‌بندی نمود:

پوسته خارجی بنا[6]

پوسته خارجی ساختمان‌ها به‌عنوان مهم‌ترین اجزای ساختمان برای جدا ساختن محیط کنترل‌شده داخلی ساختمان‌ها با محیط کنترل نشده بیرون شناخته می‌شوند (Saghafi & Hajizadeh, 2012). این جداسازی برای رسیدن به اهداف مختلفی ازجمله تأمین امنیت جسمی و روانی در مقابل عوامل مزاحم خارجی، کنترل عوامل اقلیمی (دمای هوا، بارندگی، تابش آفتاب، باد و غیره) تعریف فضای بسته معماری، ایجاد حریم‌های خصوصی افراد و غیره صورت می‌گیرد. بدیهی است که نوع و جنس پوسته خارجی فضاها، جهت قرارگیری جداره‌ها و پوسته‌ها، رنگ و بافت سطح جداره‌ها و سایر موارد مشابه نقش اساسی در رسیدن به اهداف شکل‌گیری فضاهای بسته به عهده دارند. در داخل یک فضای بسته تحت کنترل، ساکنین یک بنا سعی می‌کنند با کنترل و تنظیم عواملی همچون: دمای هوا، رطوبت نسبی هوا، سرعت حرکت هوا و غیره به آسایش نسبی دست پیدا کنند. به‌بیان‌دیگر در مناطق زیستی با شرایط اقلیمی منحصر به خود، ازجمله کارکردهای بنا تأمین آسایش داخل بنا در قبال شرایط نامطلوب بیرونی است. با این نگرش، ما شاهد دو اقلیم متفاوت در مجاورت همدیگر هستیم. دو اقلیمی که مرز بین آن دو، تنها پوسته خارجی بنا است و جداره‌های خارجی در حکم مرز و لایه مابین شرایط محیطی داخل و خارج هستند، بنابراین جداره‌ها همواره با تنش ناشی از اختلاف شرایط اقلیمی حاکم بر دو طرف مواجه‌اند. بدیهی است باوجوداین تنش‌ها، نحوه رفتار جداره در این میان بسیار حائز اهمیت خواهد بود.

1. Thermal Comfort
2. Olgay
3. Nicol
4. Givony
5. Fanger
6. Building Fabric

جدول ۱۲. دامنه تغییرات عوامل محیطی چهارگانه.

عامل مؤثر		دامنه تغییرات	واحد
دمای هوا	تابستان	۲۶-۲۲	c°
	زمستان	۲۲-۱۸	c°
دمای متوسط تشعشعی		۳۲-۱۸	c°
سرعت جریان هوا		۱/۵-۰	m/s
رطوبت نسبی	تابستان	۸۰-۳۵	٪
	زمستان	۷۰-۲۵	٪

مأخذ: Heydarinezhad, (2009)

روش‌های انتقال انرژی حرارتی

در محاسبات انتقال انـرژی حرارتـی، دو حالـت کلی زیر مفروض است:

جریان انتقال پایدار[۷] و جریان انتقال ناپایدار[۸]

الف. جریان انتقال پایدار

در جریان انتقال پایدار، فرض بر این است که شرایط دمایی حاکم و سایر عوامل تأثیرگذار بر انتقال انرژی حرارتی، در طول زمان موردنظر وضعیت ثابتی دارند و به‌مرورزمان تغییر نمی‌کنند. با توجه به اینکه در طبیعت شرایط کاملاً ایستا وجود ندارد، این روش به‌نوبه خود یک نوع ساده‌سازی است. لذا چنانچه نوسانات دما زیاد باشد، نتایج آن معتبر نیست. ازاین‌رو در ساختمان‌هایی که از سیستم غیرفعال انرژی بهره می‌برند، باید از روش جریان انتقال ناپایدار استفاده گردد تا اطلاعات دقیق‌تری از رفتار جداره در دست باشد (Bahadorinezhad, 2003; Pourdeihimi, 1993; CIBSE, Guide A, 1978 & 1999 & 2006). بنابراین عوامل مؤثر در جریان انتقال پایدار متفاوت بوده و در این تحقیق به دلیل ماهیت مطالعات و دامنه تحقیق، به آن‌ها پرداخته نشده است.

ب. جریان انتقال ناپایدار

در مطالعات مربوط به جریان انتقال ناپایدار، شرایط محیطی داخل و خارج فضا و نحوه انتشار انرژی حرارتی در جداره‌های ابنیه به‌صورت خطی و ثابت در نظر گرفته نمی‌شوند و فرض بر این است که شرایط دمایی حاکم و سایر عوامل تأثیرگذار بر انتقال انرژی حرارتی، به‌مرورزمان تغییر می‌کنند (Bahadorinezhad, 2003; Pourdeyhimi, 1993; Farrokhzad, 2004; CIBSE, Guide A, 1978 & 1999 & 2006). عوامل مؤثر در جریان انتقال ناپایدار و به عبارتی شناسه‌های حرارتی هشت‌گانه شامل موارد زیر است (Pourdeihimi, 1993):

۱. ضریب انتشار حرارت[۹]

این ضریب درواقع بیانگر سرعت پخش حرارت از سطح جداره به هوای بیرون است.

۲. گرمای ویژه حجمی[۱۰]

گرمای ویژه حجمی، نماد ذخیره حرارت در مصالح مورداستفاده در جداره است.

۳. پذیرش حرارتی[۱۱]

پذیرش حرارتی درواقع، توانایی انتقال انرژی گرمایی از جداره به هوای محیط داخل بروش همرفت را بیان می‌کند.

۴. زمان انتقال حرارت به هوای داخل[۱۲]

این عامل بیانگر مدت‌زمانی است که برای انتقال انرژی حرارتی به هوای داخل صرف می‌شود.

۵. ضریب کاهش[۱۳]

ضریب کاهش، نشانگر میزان انرژی منتقل‌شده به روش هدایت در شرایط ناپایدار به جداره داخل است.

۶. زمان تأخیر[۱۴]

این شناسه، زمان لازم برای انتقال انرژی از یک سطح به سطح دیگر جداره را بیان می‌کند، و بیانگر مدت‌زمان لازم برای این انتقال است.

۷. ضریب سطح[۱۵]

ضریب سطح نیز نماینده میزان توانایی سطح در انتقال حرارت به روش تابش از جداره به هوای محیط است.

۸. زمان بازتابش[۱۶]

این عامل نیز بیانگر زمان لازم برای انتقال تمامی انرژی از جداره به روش تابش به هوای محیط است.

شایان‌ذکر است در بحث انتقال انرژی حرارتی و جریان انتقال ناپایدار در پوسته‌های خارجی شناسه‌های حرارتی ازنظر درجه اهمیت و تأثیر در رفتار حرارتی به ترتیب زیر اولویت‌بندی می‌شوند (Pourdeihimi, 1993): ضریب انتشار حرارتی، گرمای ویژه حجمی، پذیرش حرارتی، ضریب کاهش، زمان تأخیر، ضریب سطح، زمان انتقال حرارت به هوای داخل و زمان بازتابش که می‌بایست در نتیجه‌گیری نهایی مدنظر قرار بگیرد؛ به این معنا که ارزیابی جداره‌های متداول در نمونه موردمطالعه بر مبنای اولویت‌بندی مذکور انجام خواهند شد.

7. Steady State Condition
8. None-Steady State Condition
9. Thermal Transmittance
10. Volumetric Specific Heat
11. Thermal Admittance
12. Time Lead
13. Decrement Factor
14. Time Lag Associated With Decrement Factor
15. Surface Factor
16. Time Lag Associated With Surface Factor